

**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ
(МГТУ ГА)**



**ГРАЖДАНСКАЯ АВИАЦИЯ
НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ
РАЗВИТИЯ НАУКИ, ТЕХНИКИ И ОБЩЕСТВА**

Сборник тезисов докладов
Международной научно-технической конференции,
посвященной 50-летию МГТУ ГА

25–26 мая 2021 года

Москва
2021

УДК 629.7
ББК 39.5
Г756

Г756

Гражданская авиация на современном этапе развития науки, техники и общества [Текст] : сборник тезисов докладов / Московский государственный технический университет гражданской авиации ; редколлегия: Б. П. Елисеев (главный редактор) [и др.]. – М. : ИД Академии Жуковского, 2021. – 600 с.

ISBN 978-5-907275-92-8

В тезисах конференции освещены вопросы технической эксплуатации летательных аппаратов и авиационных двигателей, наземного обеспечения полетов и авиатопливообеспечения, конструкции и летной эксплуатации воздушных судов, безопасности на воздушном транспорте, технической эксплуатации авиационных электросистем и авионики, систем наблюдения, навигации и электросвязи на транспорте, математических методов и моделей прикладных задач в гражданской авиации, цифровых технологий на воздушном транспорте, аэронавигации и управления воздушным движением, информационно-технологического обеспечения транспортных процессов, экономики, управления и государственного регулирования в гражданской авиации, философских и социально-гуманитарных проблем науки и техники, подготовки кадров для гражданской авиации.

УДК 629.7
ББК 39.5

ISBN 978-5-907275-92-8

© Московский государственный технический университет гражданской авиации, 2021

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор

*Ректор МГТУ ГА, Заслуженный юрист РФ,
доктор юридических наук, профессор Б.П. Елисеев*

Заместитель главного редактора

*Проректор по НРиИ,
доктор технических наук, профессор В.В. Воробьев*

Ответственный редактор

*Начальник ОНИ,
кандидат технических наук, доцент Ю.Г. Коковкин*

Ответственные секретари

О.В. Первухина, Ю.В. Цветкова

СОДЕРЖАНИЕ

ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ	5
СЕКЦИЯ 1. ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ И АВИАЦИОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ	20
СЕКЦИЯ 2. НАЗЕМНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОЛЕТОВ. АВИАТОПЛИВООБЕСПЕЧЕНИЕ	86
СЕКЦИЯ 3. КОНСТРУКЦИЯ И ЛЕТНАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ	139
СЕКЦИЯ 4. БЕЗОПАСНОСТЬ НА ВОЗДУШНОМ ТРАНСПОРТЕ	184
СЕКЦИЯ 5. ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ АВИАЦИОННЫХ ЭЛЕКТРОСИСТЕМ И АВИОНИКИ	237
СЕКЦИЯ 6. СИСТЕМЫ НАБЛЮДЕНИЯ, НАВИГАЦИИ И ЭЛЕКТРОСВЯЗИ НА ТРАНСПОРТЕ	262
СЕКЦИЯ 7. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ И МОДЕЛИ ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧ В ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ	320
СЕКЦИЯ 8. ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ НА ВОЗДУШНОМ ТРАНСПОРТЕ	351
СЕКЦИЯ 9. АЭРОНАВИГАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ВОЗДУШНЫМ ДВИЖЕНИЕМ	407
СЕКЦИЯ 10. ИНФОРМАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ ПРОЦЕССОВ	424
СЕКЦИЯ 11. ЭКОНОМИКА, УПРАВЛЕНИЕ И ГОСУДАРСТВЕННОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ В ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ	446
СЕКЦИЯ 12. ФИЛОСОФСКИЕ И СОЦИАЛЬНО-ГУМАНИТАРНЫЕ ПРОБЛЕМЫ НАУКИ И ТЕХНИКИ	479
СЕКЦИЯ 13. ПОДГОТОВКА КАДРОВ ДЛЯ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ. ПОДСЕКЦИЯ «ИНОСТРАННЫЙ ЯЗЫК»	501
СЕКЦИЯ 13. ПОДГОТОВКА КАДРОВ ДЛЯ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ. ПОДСЕКЦИЯ «ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБУЧЕНИЯ В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ	533
СЕКЦИЯ 13. ПОДГОТОВКА КАДРОВ ДЛЯ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ. ПОДСЕКЦИЯ «ИННОВАЦИИ В ФИЗИЧЕСКОМ ВОСПИТАНИИ»	545

ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ

КУЛЬТУРА АВИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ, КАК ВАЖНЕЙШЕЕ НАПРАВЛЕНИЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ АВИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ

В.Б. Черток

*Советник Руководителя Федеральной службы по надзору в сфере
транспорта, председатель Рабочей Группы по авиационной безопасности
Европейского и Северо-Атлантического региона ИКАО*

Глобальный план обеспечения авиационной безопасности, принятый Международной организацией гражданской авиации (ИКАО) в сентябре 2017 года во исполнение Резолюции 2309 Совета Безопасности ООН, одним из пяти ключевых приоритетных направлений определил развитие культуры авиационной безопасности и возможностей человека.[1]

При этом задачи организации и внедрения культуры авиационной безопасности, как одного из важнейших элементов обеспечения защиты гражданской авиации от актов незаконного вмешательства и террористических угроз, распределены по четырём уровням – глобальный (ИКАО), региональный (Региональные бюро ИКАО), национальный (государства) и бизнес (организации и предприятия).

Стратегическая задача транспортного процесса в государстве – обеспечение безопасности людей и грузов, потому, что самое ценное это граждане и материальные ценности, созданные ими.

Учитывая, что причиной 80-85% происшествий на транспорте является именно человеческий фактор, то создание в обществе атмосферы тотального сознательного исполнения персоналом и гражданами (пассажирами) всех без исключения национальных и международных требований и правил безопасности, создание атмосферы невозможности нарушения требований безопасности ни при каких условиях, что и есть культура безопасности.

Практически все существующие требования безопасности сформированы из негативного опыта тяжелых последствий происшествий и очень редко с позиции предупреждения возможных чрезвычайных ситуаций и новых угроз.[2]

Независимо от уровня реализации культуры авиационной безопасности имеется единообразное понятие ее как совокупности норм, убеждений, принципов, социальных установок и отношений, которые должны быть неотъемлемой частью каждодневной деятельности и находить своё отражение в действиях персонала всех уровней и граждан.

И конечно, достижение высокого уровня обеспечения авиационной безопасности в государстве невозможно без хорошей культуры авиационной безопасности. [3]

Эффективная и устойчивая культура авиационной безопасности может быть реализована только через:

- безусловное признание безопасности как одной из основных ценностей в гражданской авиации, а не как обязанности обременительных расходов;
- понимание непосредственного влияния на успех бизнеса эффективных мер безопасности;
- осознание прямой взаимосвязи основных целей бизнеса и уровня безопасности;
- выработку у всего без исключения персонала позитивного восприятия практики обеспечения безопасности.

Основными механизмами внедрения и поддержания активного участия персонала и граждан в обеспечении авиационной безопасности являются:

- личный пример и постоянная поддержка первыми лицами руководства отрасли, организаций и предприятий культуры безопасности;
- благоприятная рабочая среда для персонала, включая защищенность персонала;
- непрерывное обучение персонала навыкам обеспечения безопасности и информирование граждан;
- понимание наличия и характера угроз безопасности, в том числе новых видов угроз;
- бдительность персонала и граждан;
- представление служебной и добровольной информации о проблемах обеспечения безопасности;
- практические навыки реагирования на инциденты;
- владение технологиями обеспечения информационной безопасности;
- применение показателей эффективности мер безопасности;
- поощрение правильности реагирования на инциденты и угрозы.

Преимущества высокой культуры авиационной безопасности, основанной на риск-ориентированном подходе к интеграции культуры безопасности в повседневную деятельность гражданской авиации и культуру отрасли, позволяют действовать на опережение и существенно снизить риски возможной гибели или травмирования людей, а также производственного, финансового и репутационного ущерба.[4]

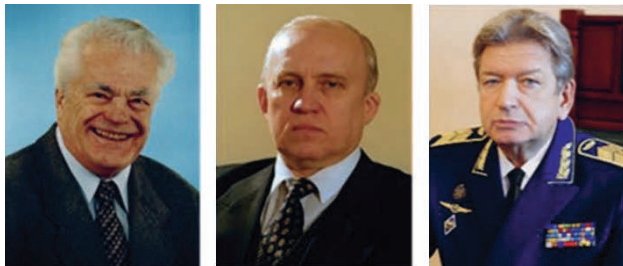
Литература

1. ICAO. Global aviation security plan. 2017. P. 3-1
2. Приложение 17 к Конвенции о международной гражданской авиации. Безопасность. Защита Международной гражданской авиации от актов незаконного вмешательства. 2011. С. 1-1
3. V.B.Chertok. Implementation of the ICAO Declaration on Aviation Security within the framework of state control and oversight over of aviation security in the Russian Federation. М. // Transport security & Technologies. 2012. № 3(30), P. 16-17
4. Черток В.Б. Принципы инновационного развития систем контроля и надзора за обеспечением авиационной безопасности на разных уровнях с учетом риск-ориентированных моделей. М. // Качество и жизнь. 2015. № 3(7). С. 43-46

О НАУКЕ ЗА 50 ЛЕТ

*А.И. Козлов, д.ф.-м.н., профессор
Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

Научная деятельность в Университете началась с первых же дней его существования и не прерывается вот уже 50 лет. И в этом без преувеличения



можно сказать основная и даже величайшая заслуга трех человек, профессоров, докторов наук – Ивана Семеновича Голубева, Владимира Георгиевича Воробьева, Бориса Петровича Елисеева, трех ректоров нашего Университета. Именно они

делали все возможное и многое даже невозможное, чтобы наша научная жизнь не прерывалась даже, несмотря на те воистину, казавшиеся абсолютно невозможными событиями, произошедшие в нашей стране за эти 50 лет.

Первый ректор нашего Университета, тогда еще МИИГА, **Иван Семенович Голубев** четко определил, что фундаментом, на котором новый относительно небольшой вуз, может стоять, развиваться и завоевывать авторитет на фоне десятков московских вузов и «сверхвузов», может быть только научное лицо института, которое уже на первых порах может поставить его вровень даже с самыми ведущими вузами Москвы. Для решения этой задачи в институт на постоянную работу приглашаются ряд ученых, научный авторитет которых далеко выходит за границы нашей Родины. Это разработчики и создатели самых современных образцов авиационной и космической техники. Среди них Лауреаты Ленинской премии, профессора, доктора технических наук П.А. Агаджанов, В.Ф. Роцин, А.И. Уткин, Заслуженные деятели науки и техники РСФСР Б.Е. Авчинников, И.С. Голубев, И.М. Синдеев, а также профессора, доктора технических наук В.М. Амербаев, Г.Н. Дубинин, В.И. Иванов, В.П. Иванов, П.А. Казанджан, П.А. Константинов, В.И. Кузнецов, В.И. Протопопов, Г.И. Страхов, В.С. Стреляев, А.Д. Суханов, В.П. Фролов, А.А. Червоный. Работа, непосредственно связанная с организацией научной деятельности в институте на том этапе, осуществлялась проректором по научной работе Е.В. Промысловым и начальниками НИС Скворчевским А.К. и Романовым Л.Г.

Одна из основных задач этих ученых, пенсионный возраст, многими из которых уже был пройден, в период становления института состояла в подготовке своей молодой научной смены. И эта задача была успешно решена. В этот период докторами наук становятся Чапчаев А.А., Васильев В.И., Кривенцев В.И., Рубцов В.Д., Смирнов Н.Н., Суханов А.Д. которые в дальнейшем создают свои научные школы.

Основная задача в области научной деятельности ректора сначала МИИГА, а затем МГТУГА *Владимира Георгиевича Воробьева* состояла в дальнейшем развитии старых и новых научных школ, расширении спектра научных исследований, что влекло за собой рост подготовки числа научных кадров. В этот период свыше 50 работников Университета защищают докторские диссертации. Здесь следует отметить, что все работы – результаты проведенных в Университете научных исследований. Многие из этих докторов наук в дальнейшем сами становятся руководителями крупных научных школ. Среди них Логвин А.И., Рубцов В.Д., Воробьев В.Г., Ципенко В.Г., Чинючин Ю.М. Наши ученые принимают участие в десятках международных научных конференциях в 20 странах мира. Выходят первые зарубежные публикации.

Непосредственно организация научной работы была возложена на проректора по научной работе А.И. Козлова, а также начальника НИС А.В. Прохорова, а в дальнейшем на сменившего его на этой должности О.В. Репину

В университете с полной нагрузкой работают 4 докторских диссертационных совета. По специальности «Радиолокация и радионавигация» это был единственный в Москве совет (в стране их было всего 3).

В Университете успешно работают 14 ОНИЛ, в которых трудятся около 150 научных сотрудников.

Университет первым в стране в соответствии с решением Правительства в своей научной деятельности переходит на хозрасчет и самофинансирование.

1991 г. и последовавшие за ним 90-годы нанесли серьезнейший удар по научной деятельности, многие заказчики научных разработок отказываются от своих заказов. Государство прекратило финансирование вузовской научной деятельности. Все показатели научной деятельности пошли вниз. И это не были просчеты руководства Университета. Эта была объективная реальность, коснувшаяся всех без исключения вузов страны.

Основной задачей ректора *Бориса Петровича Елисеева* в области научной деятельности в этой связи состояла в восстановлении достижений, которые имел Университет в предыдущие годы. Основные трудности решения этой задачи, прежде всего, заключается в объективном факторе – в безразличии государства к научной деятельности вузов, незаинтересованность наших старых научных заказчиков как к прикладным, так и к фундаментальным исследованиям. Серьезным фактором явилось возрастное старение ведущих ученых Университета. Организация научной работы была возложена на проректора по научной работе Е.Е. Нечаева, а затем на сменившего его на этой должности В.В. Воробьева

Тем не менее, можно утверждать, что несмотря на объективно существующие проблемы и трудности, научная работа в Университете дает свои первые плоды. Диссертационный совет практически перешел на ежемесячные заседания, на которых рассматриваются 1-2 диссертации. За

последние 12 лет работниками Университета было защищено 11 докторских и около 40 кандидатских диссертаций. При этом только за последние 5 лет докторами наук стали наши работники – Э.А. Болелов, Л.Г. Большедворская, А.С. Борзова, В.В. Ефимов, Д.А. Затучный, Т.В. Наумова, В.Д. Шаров.

Научный Вестник Университета включен в известный перечень ВАК, определяющий научные журналы, где можно печатать материалы докторских и кандидатских диссертаций. Журнал вышел на мировой рынок спроса под названием «Civil Aviation High Technologies».

В 2020 г. в одном из ведущих мировых издательств Springer вышло 3 монографии, написанных учеными Университета (Б.П. Елисеев, Д.А. Затучный, А.И. Козлов, А.И. Логвин, Н.И. Романчева), в 2021 г. планируется выход в свет еще 9 монографий (И.В. Автин, Э.А. Болелов, В.В. Воробьев, Д.А. Затучный, А.И. Козлов, Н.И. Романчева, В.Д. Шаров, Ю.Г. Шатраков). Эти книги распространяются в 191 стране мира!!!

Как видно, каждый из ректоров, решая разные задачи при различных ситуациях в стране, решали одну задачу – развивать научные исследования. Они твердо стояли на позиции, что вуз без науки – это классическая средняя школа только с набором более сложных предметов, где учатся в 12, 13, 14 и т.д. классах. Чтобы писать учебники для вузов, надо знать все появляющиеся «новинки», а этого можно добиться только через проведение научных исследований, а не из заметок в газете. Наука в вузе – это подготовка студентов не только к сегодняшней, но и, самое главное, – к будущей авиационной технике.

В дальнейшем в докладе будет дан краткий обзор научных достижений некоторых научных школ и отдельных ученых, которые, на мой взгляд, внесли заметный вклад в формирование научного лица Университета. Речь пойдет о научных достижениях Болелова Э.А., Васильева В.И., Воробьева В.В., Воробьева В.Г., Гараниной О.Д., Голубева И.С., Елисеева Б.П., Ефимова В.В., Ицковича А.А., Камзолова С.К., Карповой Л.И., Козлова А.И., Кузнецова А.А., Кузнецова С.В., Ламбаевой И.А., Логвина А.И. Лукавы Г.Г., Машошина О.Ф.,

Нечаева Е.Е., Некрасова С.И., Никитина И.В., Панибратцева А.В., Панферова К.Н., Прохорова А.В., Репиной О.В., Рубцова В.Д., Синдеева И.М., Смирнова Н.Н., Соломенцева В.В., Стреляева В.С., Фридлянда А.А., Ципенко В.Г., Чинючина Ю.М., Шапкина В.С.

КАДРОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОТРАСЛИ И ПОКАЗАТЕЛИ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗВИТИЯ ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА В УСЛОВИЯХ НОВОЙ КОРОНАВИРУСНОЙ ИНФЕКЦИИ

А.С. Борзова доцент, д.т.н.

*Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

Принимаемые управленческие решения в системе подготовки кадров для гражданской авиации зависят не только от правильной оценки сложившейся ситуации, но и от краткосрочного прогноза изменения анализируемых показателей.

При анализе кадрового обеспечения отрасли исследовалось число выпускников по различным специальностям и направлениям подготовки с делением по вузам, осуществляющим подготовку специалистов для нужд гражданской авиации, а также процент трудоустройства выпускников вузов.

За семилетний период с 2010 по 2016 год как по программам ВО, так и по программам СПО отмечается рост общего числа выпускников по всем направлениям подготовки и специальностям для нужд гражданской авиации (соответственно, на 78,0 % и 59,4 %), в 2016 году по программам ВО было выпущено 4070 чел., а по программам СПО – 1757 чел.

По всем группам специальностей и в целом по программам ВО и СПО (рис. 3.1-3.2, приложение 3) на основе метода экспоненциального сглаживания построены краткосрочные прогнозы, согласно которым при сохранении сложившейся тенденции число выпускников по программам ВО и СПО должно составить к 2019 году соответственно 3022 чел и 2588 чел. При этом прогнозируется рост числа выпускников по следующим группам специальностей: 08.00.00 и 11.00.00 (программы СПО) – в среднем на 2 выпускника в год; 23.00.00 – программы ВО (в среднем на 25 чел. в год); 25.00.00 – программы ВО (в среднем на 187 чел. в год) и СПО (в среднем на 144 чел. в год); 43.00.00 – программы СПО (в среднем на 6 чел. в год). Снижение количества выпускников прогнозируется по следующим группам специальностей: 13.00.00 (программы СПО), 22.00.00, 27.00.00 и 43.00.00 (программы ВО) – в среднем на 2 выпускника в год; 23.00.00 (программы СПО) – в среднем на 20 чел. в год.

При оценивании перспективных значений объемных показателей выпуска специалистов в рамках образовательного кластера гражданской авиации необходимо ориентироваться не только на эффективность деятельности образовательных организаций, но и на прогнозируемые показатели эффективности работы авиакомпаний с учетом развития воздушного транспорта. Для решения данной задачи был проведен анализ динамики ряда ведущих показателей деятельности аэропортов гражданской

авиации и построены соответствующие прогностические модели с использованием описанной выше модели Хольта.

Согласно проведенным расчетам прогнозируется незначительное снижение количества авиакомпаний (в среднем на 2 авиакомпании в год), эксплуатантов авиации общего назначения (на 6 в год), увеличение числа воздушных судов (на 9,6 % ежегодно) и количества эксплуатантов, выполняющих авиационные работы. По всем показателям, характеризующим деятельность гражданской авиации, прогнозируется их рост: число полетов – на 3,6 % ежегодно (причем наибольший прирост дает количество внутренних полетов при почти неизменном числе международных); пассажирооборот – на 5,3 %, а пассажиропоток – на 6,0 %; грузооборот – на 4,7 % (при этом объем перевезенных грузов должен увеличиваться только на 1,0 % ежегодно). Прогнозируется увеличение числа аэропортов в РФ – в среднем на 4 (1,6 %) ежегодно. При этом количество воздушных судов, обслуженных аэропортами, должно увеличиваться на 4,5 % ежегодно, число пассажиров – на 8,2 %, а количество груза и почты, прошедших через аэропорты – на 2,2 %.

Аналогичные прогнозы (на 5 лет вперед – до 2021 года) были построены для 255 аэропортов гражданской авиации, расположенных на территории РФ. Анализировались такие показатели, как количество обслуженных судов (с выделением международных, внутренних и коммерческих рейсов с учетом регулярных и нерегулярных полетов), число отправленных, принятых и транзитных обслуженных пассажиров, груза и почты. Согласно полученным прогнозам, в 213 (83,5 %) аэропортах прогнозируется дальнейшее увеличение числа обслуженных воздушных судов. Увеличение числа обслуживаемых пассажиров прогнозируется в 219 аэропортах (85,9 %), увеличение объема принятого и отправленного груза – в 153 аэропортах (60,0 %), почты – в 149 аэропортах (58,4 %).

В начале 2020 года гражданская авиация России, как и вся авиационная система мира, столкнулась с серьезными экономическими проблемами, вызванными вспышкой коронавирусной инфекцией.

В пиковый период пандемии (в апреле, мае и июне 2020 года) падение объема авиаперевозок составляло более 90%.

В 2020 году российскими авиакомпаниями было перевезено 69,2 млн пассажиров (падение по сравнению с 2019 годом на 46%), в том числе на международных линиях – 13,0 млн (падение на 76,2%), на внутренних – 56,2 млн (падение на 23,1%).

В сегменте воздушных перевозок грузов и почты наблюдается рост показателя с 1 147 203 тонн в 2019 году до 1 174 126 тонн в отчетный период. Таким образом положительная динамика от года к году составила 2,3%.

Наибольшее количество обслуженных пассажиров у Шереметьево, где с начала 2020 года обслужено около 19,6 млн пассажиров (падение на 60,4%).

В Домодедово – около 16,4 млн (падение на 41,9%). Во Внуково обслужено более 12,5 млн человек (падение на 47,6%). Наиболее высокие показатели по

количеству обслуженных пассажиров в Шереметьево обусловлены тем, что во время действия ограничений на международные перевозки (до июня 2020 года) все вывозные рейсы выполнялись только через этот аэропорт.

Всего по трем аэропортам московского авиационного узла общие показатели по количеству перевезенных пассажиров в 2020 году снизились на 75,8% на международных направлениях и на 29,9% на внутренних по сравнению с аналогичным периодом 2019 года.

Важно отметить, что во время летнего сезона пассажиропоток некоторых аэропортов восстановился настолько быстрыми темпами, что в итоге превысил показатели 2019 года. Это касается, в первую очередь, южного направления: г. Сочи (прирост +12,8% в июле 2020 года относительно июля 2019), г. Анапа (прирост +35%), г. Симферополь (прирост +5%), г. Нальчик (прирост +109,9%), также рост объема перевозок отмечен и в других аэропортах Российской Федерации, например в г. Горно-Алтайске (прирост +68%), г. Курске (прирост +53,1%), г. Брянске (прирост +26,7%), г. Калининграде (прирост +6,8%), г. Ярославле (прирост +51,1%), что можно связать с ростом внутреннего туризма.

Согласно докладу IATA от 29 сентября 2020 года внутренние перевозки в Российской Федерации показали значительно более высокие темпы восстановления, чем в Китае, Японии, США и Австралии. Так, например, в июле 2020 года пассажиропоток на внутренних воздушных линиях в России составил 83,9 % от июля 2019, в августе – уже 105,7%, в сентябре – 106,8% от аналогичного периода прошлого года.

УДК 373.013

КОНЦЕПТУАЛЬНЫЙ ПОДХОД В РАЗВИТИИ АКАДЕМИИ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ

Б.К. Сейдахметов

к.э.н., Председатель Правления – Ректор

АО «Академия гражданской авиации» (Алматы, Казахстан)

В Республике Казахстан АО «Академия гражданской авиации» является единственным вузом, специализирующимся на подготовке бакалавров, магистров и докторов PhD для всех отраслей воздушного транспорта: пилотов, авиаинженеров, специалистов авиационных перевозок и авиационной безопасности, авиадиспетчеров.

За 25 лет своей истории в Академии было подготовлено около шести тысяч авиационных специалистов, причем не только для Казахстана, но и для стран ближнего и дальнего зарубежья. В настоящее время вместе с казахстанскими студентами в вузе обучаются студенты из Узбекистана, Таджикистана, Киргизии, России и Китая.

За четверть века в Академии была создана солидная учебная материальная база и сформирован высококвалифицированный профессорско-преподавательский состав.

Однако, большая конкуренция на рынке авиауслуг соседних государств и внедрение в авиационную отрасль международных стандартов и требований потребовало проведения масштабных преобразований.

Для реализации поставленной задачи была предложена новая концепция развития Академии, предусматривающая поэтапный переход всего образовательного процесса на европейские стандарты, повышение образовательного процесса магистратуры и докторантуры до мирового уровня и позиционирование Академии, как конкурентоспособного вуза на мировом рынке подготовки авиаспециалистов.

На первом этапе, охватывающем 2021 год (реализация которого сейчас активно осуществляется) активно проводится работа по повышению профессионального уровня и квалификации профессорско-преподавательского состава и инструкторов. Организована работа по интегрированию образовательного процесса в международную систему, обновление учебных программ в соответствии с требованиями EASA и IATA.

На втором этапе, до 2023 года планируется провести сертификацию специализированных учебных центров Академии в соответствии с требованиями EASA и IATA. На данном этапе будет внедряться обучение на английском языке, при этом в 2021-2022 учебном году планируется преподавание более 30% дисциплин перевести на английский язык. Качественно повысится образовательный уровень магистратуры и докторантуры (PhD), будут открыты программы MBI по авиационному менеджменту.

На третьем этапе, Академия должна достичь статуса вуза мирового уровня. Будет создана развитая и современная инфраструктура для обучения авиационных специалистов. Значительно расширится и окрепнет стратегическое партнерство с ведущими авиационными учебными центрами мира. Будет создана передовая лабораторная базы и система развития кадрового потенциала.

При обучении в Академии бакалавры, магистры и докторанты PhD будут иметь возможность дополнительно проходить обучение в сертифицированных международных авиационных учебных центрах. В результате обучения они будут получать собственные дипломы, а также сертификаты и свидетельства авиационного персонала международного образца, иметь высокие знания по авиационному английскому языку. Это позволит им беспрепятственно и без дополнительного обучения трудоустроиться на авиационных национальных и международных предприятиях гражданской авиации (авиакомпания, предприятия по аэронавигации, аэропорты), а также продолжить обучение в магистратуре и докторантуре PhD не только в Республике Казахстан, но и в зарубежных университетах с мировыми брендами. Следовательно, быть востребованным и высококвалифицированным специалистом.

Создание инфраструктуры по реализации индивидуальных и совместных научно-прикладных проектов и исследований по международным грантам и при финансировании Комитета науки МОН РК, продвижению передовых технологий на предприятиях, оказанию консалтинговых и экспертных услуг по развитию авиационной отрасли.

С момента внедрения новой программы развития на основе предложенного концептуального подхода прошел один год, но уже имеются некоторые положительные результаты. Были пересмотрены и актуализированы все образовательные программы, как того требуют международные стандарты в сфере гражданской авиации. В бакалавриате внедрена новая образовательная программа «Организация аэропортовой деятельности». В текущем году впервые набрали магистрантов-пилотов. Актуализированы 55 внутренних нормативных документов (стандартов) для развития Академии.

Серьезное внимание было уделено подбору преподавателей - основной акцент был сделан на наличие практического опыта работы на авиапредприятиях, международных сертификатов и знание английского языка.

В настоящее время 110 преподавателей и инструкторов уже прошли курсы повышения квалификации в ведущих международных авиационных организациях. Трудоустраиваются молодые ученые, выпускники докторантуры PhD магистратуры Академии и зарубежных университетов.

Оптимизирована и усовершенствована система управления с переходом на матричную структуру. Поскольку в авиации, как никогда, требуется грамотная молодежь, то уже в 2020 году была поднята планка для желающих обучаться на пилота или авиадиспетчера - они должны были иметь не менее 75 баллов по действующему в Казахстане Единому национальному тестированию.

Подготовка пилотов в авиационно-учебном комплексе Академии впервые начал проводиться на основе учебно-тренировочных полетов по программе Private Pilot License.

Имеющийся в Академии тренажерный комплекс, состоящий из тренажеров Boeing-73, Airbus-320 и FNTP-II Alsim, является единственным в стране.

И помимо обучения студентов, мы охотно предоставляем его действующим пилотам из авиакомпаний страны.

На базе нашего вуза действует региональный учебный центр ИКАО по авиационной безопасности. В этом центре повышают свои знания первые руководители авиапредприятий и топ-менеджеры. Занятия проводятся по самым с применением передовых методик и технологий, например, новейшего тренажера по обучению и тестированию интерпретации рентген изображений.

В этом году Академия приступила к подготовке к аккредитации тренинг-центра Международной ассоциации воздушного транспорта.

В текущем году Академия участвовала в Национальном рейтинге востребованности вузов и в номинации «Генеральный рейтинг ВУЗов», войдя в 20-ку сильнейших среди 89 вузов, участвовавших в данном мероприятии.

В этом рейтинге также было заявлено 1939 образовательных программ. По ряду номинации среди образовательных программ Академия получила первые места.

В 2020 году, в нашем вузе и впервые в авиационной отрасли страны был создан Научный центр компетенций, состоящий из новых подразделений по развитию, администрированию и коммерциализации научных исследований в области гражданской авиации. Два проекта получили финансирование по гранту Комитета науки МОН РК.

Результаты научной деятельности Академии успешно внедряются на АО «Авиаремонтный завод № 405», с которым заключено три договора на проведение научных исследований по совершенствованию технологии ремонта вертолетов.

За небольшой период было сделано много, но много предстоит выполнить в следующие четыре года. В Академии гражданской авиации гордятся своей 25-летней историей и достижениями и уверенно, с оптимизмом смотрят в будущее.

Академия вполне способна выйти на мировой рынок подготовки авиаспециалистов и конкурировать там с аналогичными авиационными вузами.

УДК 351.814.2

РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМ КИБЕРБЕЗОПАСНОСТИ В ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ

В.И. Петров к.т.н., доц., декан

*Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

39-я сессия Ассамблеи Международной организации гражданской авиации (ИКАО) подтвердила важность и неотлагательность защиты критических систем инфраструктуры гражданской авиации от кибератак. Резолюция А39-19 «Решение проблем кибербезопасности в гражданской авиации» определила действия, которые в этой связи должны предпринять государства и другие заинтересованные стороны.

Во исполнение поручения Ассамблеи Исследовательская группа Секретариата по кибербезопасности (SSGC) разработала стратегию кибербезопасности для гражданской авиации.

40-я сессия Ассамблеи ИКАО приняла измененную резолюцию А40-10, которая призывает государства осуществлять стратегию кибербезопасности, а

также продолжения работы по созданию надежного механизма обеспечения кибербезопасности.

План действий по обеспечению кибербезопасности служит основой для выявления, предотвращения, обнаружения кибератак против гражданской авиации, реагирования на них и восстановления после атак. Он разработан с тем, чтобы предложить ряд принципов, мер и действий, направленных на достижение целей семи основополагающих элементов указанной стратегии основными из которых являются:

- разработка действенного законодательства и нормативных положений;
- разработка политики в области кибербезопасности;
- разработка механизма управления инцидентами и планирование мероприятий на случай аварийной обстановки;
- подготовка персонала и формирование культуры кибербезопасности.

Для реализации Плана действий по обеспечению кибербезопасности выделяют следующие четыре главных направления.

1. Создание культуры кибербезопасности. За последние десятилетия авиационная отрасль достигла значительного прогресса. Однако за это время появились новые угрозы. Желательной целью является формирование в авиации культуры кибербезопасности, которая соответствует существующим понятиям культуры безопасности полетов и культуры авиационной безопасности и закрепляет кибербезопасность в жизненном цикле системы.

2. Обеспечение киберустойчивости системы гражданской авиации. Киберустойчивая система гражданской авиации – это система, которая, подвергшись атаке, может сохранить свои критические функциональные возможности, т. е. обеспечить безопасное и надежное производство полетов. Она смягчает негативные последствия кибератак в возможно короткие сроки и в максимально возможной степени с помощью многоуровневого защитного механизма. Такой механизм должен гарантировать, что успешная атака на один уровень (например, нарушение аутентификации, которое позволяет вторжение) не ставит под угрозу другие уровни системы и не приводит к потере функций, критически важных для обеспечения безопасности полетов.

3. Обеспечить подход «встроенной безопасности». Принятие подхода встроенной безопасности для гражданской авиации требует, чтобы с самого начала разработки концепции системы учитывались цели обеспечения безопасности, которые должны быть достигнуты в процессе проектирования системы наряду с традиционными эксплуатационными целями и целями обеспечения безопасности полетов.

4. Приведение в соответствие с другими инициативами ИКАО в области кибербезопасности, координация с положениями об управлении безопасностью полетов и авиационной безопасностью. Надлежащая координация между группами экспертов, занимающимися вопросами кибербезопасности, имеет первостепенное значение для исключения возможного дублирования усилий, несоответствий или пропущенных требований.

Государства должны обеспечить разработку и применение на национальном уровне надлежащего законодательства и нормативных положений. Рекомендуется проанализировать существующие национальные нормативно-правовые системы в области кибербезопасности и гражданской авиации с целью определения существующих пробелов, а также обеспечить принятие надлежащего законодательства в отношении конкретных элементов кибербезопасности гражданской авиации.

Одна из проблем выявления риска и его оценки заключается в способности предвидеть весьма быстрые изменения в источниках угроз. Предвидение меняющихся угроз чрезвычайно важно для того, чтобы авиатранспортная система могла упреждающе адаптировать свою стратегию защиты не только исходя из текущих угроз, но также с учетом и потенциальных будущих угроз. Благодаря такому предвидению сектор гражданской авиации должен быть способен проявить большую степень проактивности, когда существует асимметрия между нарушителями, которые весьма быстро ориентируются и адаптируются, и защищаемыми сторонами, которые, учитывая сложность подлежащей защите системы, реагируют достаточно медленно. При этом сценарии, использующие упреждающий подход, приобретают еще большее значение.

Таким образом, для содействия смягчению рисков для кибербезопасности следует разработать механизм идентификации и оценки таких рисков, поддерживающий эту необходимость.

Рекомендуется выявлять и оценивать риски для кибербезопасности, принимая во внимание все потенциальные последствия атаки на систему гражданской авиации (авиационная безопасность, безопасность полетов, устойчивость, бесперебойность обслуживания), а также все потенциальные источники угрозы. Эта деятельность должна базироваться на матрицах киберриска.

Поскольку уровень серьезности рисков для кибербезопасности будет со временем изменяться, рекомендуется изучить способы адаптации любых мер реагирования мировой авиации на эти риски.

ИКАО рекомендует разработать и испытать планы реагирования на инциденты и планы мероприятий на случай аварийной обстановки, что включает в себя:

- использование уже разработанных и существующих планов мероприятий на случай непредвиденных обстоятельств и внесение в них изменений в целях включения положений о кибербезопасности;

- разработку положений о механизмах реагирования на инциденты в области кибербезопасности и восстановления после них, в том числе планов мероприятий на случай непредвиденных обстоятельств и аварийной обстановки;

- координацию систем представления данных об инцидентах в области гражданской авиации и в области кибербезопасности на национальном, региональном и, по возможности, международном уровнях.

Культура кибербезопасности и образовательные мероприятия в этой области должны делать акцент не только на функционировании систем, но и на их полном жизненном цикле, включая:

- проектирование (безопасность аппаратных средств, программного обеспечения и данных, управление изменениями, управление уязвимостью);
- изготовление и приобретение (включая отраслевую цепь поставок);
- эксплуатацию (включая управление доступом, целостность данных, безопасное функционирование систем [2]);
- техническое обслуживание (включая стратегию выпуска патчей и обновлений).

План действий по обеспечению кибербезопасности объединит усилия ИКАО, государств, отрасли и других заинтересованных сторон в применении целостного и координированного подхода к решению текущих и возникающих проблем в области кибербезопасности. Он также продемонстрирует то, что кибербезопасность является комплексной проблемой и затрагивает все сферы авиационного сектора.

Литература

1. ИКАО, официальный сайт, [Электронный ресурс].
URL: web@icao.int

2. Петров В.И. Методика анализа программного обеспечения бортовых компьютеров воздушного судна на отсутствие недеklarированных возможностей сигнатурно-эвристическим способом // Научный Вестник МГТУ ГА. 2017. № 01, Том 20. С. 186–193.

СЕКЦИЯ 1. ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ И АВИАЦИОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

УДК 629.7.083

МЕТОД СНИЖЕНИЯ ТЕПЛОНАПРЯЖЕННОСТИ ЛОПАТОК ТУРБИНЫ ПРИ ЗАПУСКЕ АВИАЦИОННОГО ДВИГАТЕЛЯ

*А.А. Аметов аспирант 2-го года обучения,
Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

В настоящее время в эпоху рыночной экономики и высокой конкуренции наиболее конкурентоспособная техника – это такая техника, производство и эксплуатация которой обходится при меньших издержках. Считается, что уменьшение стоимости жизненного цикла изделия авиационной техники – задача, решаемая на стадии проектирования [1], либо влекущая за собой значительные поправки в конструкцию. В свою очередь, предварительный подогрев авиационного двигателя позволяет уменьшить термонапряженность лопаток при запуске двигателя без внесения конструктивных изменений. Задача исследования сводится к разработке технологии подогрева, оценке термических напряжений лопатки турбины высокого давления, как самого нагруженного узла авиационного двигателя. Решение подобной задачи возможно путем моделирования напряженно-деформированного состояния в двух случаях: без подогрева и с применением предлагаемой технологии. Сама технология предварительного подогрева сводится к подаче горячего воздуха от наземного источника (моторного подогревателя) на сопло двигателя [2]. Воздух через выходное устройство, проходя турбину низкого давления поступает на турбину высокого давления, нагревая рабочие лопатки. Время необходимое для прогрева тела лопатки определяется эмпирически на натурном объекте, путем подачи воздуха на сопло и измерения температуры через бороскопическое отверстие [3].

Предлагается оценить время, необходимое для подогрева при неподвижном роторе и при различных частотах его вращения. Дальнейшая оценка температурной нагруженности осуществляется при помощи программных комплексов, а также расчетным путем, используя уравнение Коффина-Менсона [4] и параметр Ларсона-Миллера [5]. Предварительный подогрев уменьшает термические напряжения на рабочих лопатках, что повышает допустимую повреждаемость и уменьшает частоту осмотров данного узла, снижая издержки от простоев. Все это в долгосрочной перспективе также влияет на уменьшение числа потребных двигателей для осуществления плана налета эксплуатантом воздушного судна.

Литература

1. Копелев С.З., Тихонов Н.Д. Расчет турбин авиационных двигателей, М.: Машиностроение, 1974. 25 с.

2. Бадамшин И.Х. Способ повышения ресурса газотурбинного двигателя по числу запусков: патент РФ № 2627490; опубл. 08.08.2017.

3. Руководство по технической эксплуатации семейства воздушного судна А320, номер работы 72-52-00-290-004-А01. Borescope Inspection of the High Pressure Turbine Rotor Blade, ревизия 51 01 февраля 2021. 21 с.

4. Вьюнов С.А., Гусев Ю.И., Карпов А.В. Конструкция и проектирование газотурбинных двигателей. Москва 1989. 324 с.

5. Локай В.И. Газовые турбины двигателей летательных аппаратов. Москва 1991. 215 с.

УДК 629.735

ФОРМИРОВАНИЕ ТРЕБОВАНИЙ К СИСТЕМЕ ДИАГНОСТИКИ ГАЗОТУРБИННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Д.В. Грищенко аспирант 1-го курса, группы ЭАТ 1-3,

О.Ф. Машошин д.т.н., профессор

*Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

В последнее время для построения классификаторов технического состояния объектов при решении диагностических задач все более широкое распространение получают самообучающиеся структуры на основе искусственных нейронных сетей. Повышенный интерес к нейротехническим структурам наблюдается в различных областях человеческой деятельности, особенно при решении задач прогнозирования, классификации и управления [1]. Современные газотурбинные двигатели (ГТД) воздушных судов (ВС) характеризуются повышенной контролепригодностью, оборудованы бортовыми системами сбора и хранения информации, а также системами дистанционной передачи и анализа полетных данных [2]. В виду вышесказанного системы автоматической диагностики технического состояния авиационных ГТД вызывают все больший интерес в научной сфере, в виду глобального перехода от эксплуатации ГТД по наработке к эксплуатации ГТД по состоянию, по результатам которого принимаются решения о необходимости, времени и объеме восстановительных или профилактических работ, что дает большие преимущества как с точки зрения безопасности полетов, так и с точки зрения затрат авиакомпаний на обслуживание ВС в целом.

Новые системы мониторинга технического состояния авиационных ГТД становятся все более сложными по своей природе в виду развития и совершенствования доступных человечеству технологий. Тем не менее, мониторинг рабочих характеристик ГТД является основным источником информации о техническом состоянии двигателей в целом и отдельных компонентов проточной части, который позволяет осуществлять

прогнозирование технического состояния ГТД на заданный интервал времени [3]. Хотелось бы отметить, что на сегодняшний день развитие доступных человечеству технологий и средств диагностирования технического состояния ГТД не привели к появлению универсального метода, который мог бы заменить остальные. В виду чего для комплексной оценки технического состояния ГТД используют известные методы диагностики, такие как мониторинг вибрационных характеристик, анализ продуктов износа в масле (трибодиагностика), инструментальные методы контроля проточной части ГТД, что остается основными инструментами для мониторинга технического состояния авиадвигателя. В общем случае, принятие решения о техническом состоянии ГТД и его систем производится в условиях действия множества неопределенных факторов, основными из которых являются [4]:

- Нестационарность физических процессов, протекающих в ГТД и его системах;
- Процессы эрозии и износа механических узлов;
- Технологический разброс параметров при производстве ГТД и его систем;
- Несовершенство методов и средств измерения газодинамических параметров ГТД, которые приводят к наличию дополнительных ошибок контроля;
- Влияние на характеристики двигателя и его систем особенностей конструкции испытательного стенда и т. д.

Стоимость отклонения воздушного судна от полетов по техническим причинам является довольно высокой. В результате такого события авиакомпания сталкивается с потерей доверия пассажиров, которая приводит к снижению доходов в долгосрочной перспективе и возрастанию расходов в краткосрочной перспективе в результате замены борта и необходимости организации трансфера пассажиров, размещением в отеле и обеспечением питанием. Как результат возник спрос на эффективные системы контроля технического состояния ГТД, которые должны отвечать следующим критериям:

- Система должна быть максимально автоматизирована во время выполнения мониторинга технического состояния ГТД на основе получаемых ей в режиме онлайн данных от бортовых систем ВС;
- Система должна производить анализ всей располагаемой диагностической информации для постановки правильного и своевременного диагноза;
- Система должна быть устойчива:
 - к техническим сбоям, которые могут произойти в самой системе;
 - к шумам, которые могут возникнуть во входных данных во время передачи в режиме реального времени;
 - к единичным отклонениям параметров и потере сигнала.

- Система должна иметь широкий диапазон обнаруживаемых неисправностей и возможности расширения данного диапазона, так как новые виды неисправностей могут быть выявлены только в процессе эксплуатации;
- Система должна иметь гибкую, модульную и открытую архитектуру, позволяющую легко адаптироваться к потребностям оператора;
- Система должна иметь высокую степень удобства пользования и интуитивный интерфейс с целью минимизации ошибок в результате воздействия человеческого фактора в результате использования данной системы;
- Стоимость самой системы и ее обслуживания должна быть приемлема для большого количества потенциальных операторов данной системы.

Дополнительно должны быть реализованы следующие элементы:

- сбор данных измерений;
- оценка данных для исключения недостоверных и ошибочных показаний датчиков;
- обработка данных для получения полезной диагностической информации;
- управление статистическими данными для ведения записей ценной информации.

С учетом вышесказанного можно заключить, что нейронные сети имеют большую перспективу для решения задач распознавания технического состояния ГТД в виду повсеместного усложнения конструкции систем современных ГТД, что также ведет к усложнению природы отказов и их проявлений. Авторами были сформулированы общие требования к системе диагностики газотурбинных двигателей с использованием искусственных нейронных сетей, а дальнейшие исследования будут направлены на научное обоснование и разработку нейротехнического классификатора состояния отдельных систем ГТД с целью создания системы мониторинга.

Литература

1. Квасников В.П., Кочеткова А.В., «Проектирование координатно-измерительной машины на нейронных сетях,» *Автоматика, автоматизация, электротехнические комплексы и системы.*, т. 2, № 16, pp. 138-141, 2005.
2. Шереметьев. А.В., «Анализ опыта эксплуатации зарубежных ГТД по техническому состоянию,» *Авиационно-космическая техника и технология.*, т. 40, № 5, pp. 5-8, 2003.
3. Tsalavoutas A., Aretakis N., Mathioudakis K., Stamatis A., «Combining advanced data analysis methods for the constitution of an integrated gas turbine condition monitoring and diagnostic system,» Education, Munich, 2000.
4. С. В. Жернаков, Н. С. Иванова, Р. Ф. Равилов, «Контроль и диагностика технического состояния масляной системы ГТД с использованием технологии нейронных сетей,» *Вестник УГАТУ*, т. 16, № 2 (47), pp. 210-220, 2012.

ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ КОМПЛЕКСНОЙ ПРОГРАММЫ ДИАГНОСТИКИ ВС ТИПА RRJ-95

К.Д. Седых аспирант 1-го курса, группы ЭАТ 1-3,

О.Ф. Машошин д.т.н., профессор

*Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

В современное время возрождению отечественной авиации уделяется огромное внимание как со стороны государства, так и различных научно-технических сообществ, научно-исследовательских институтов.

Sukhoi Superjet 100 (рус. Сухой Суперджет 100) – российский ближнемагистральный узкофюзеляжный пассажирский самолёт, предназначенный для перевозки 87/98/103 пассажиров на дальность 3000 или 4600 км. Разработан компанией Гражданские самолёты Сухого при участии ряда иностранных компаний. Спроектирован только с применением цифровых технологий. Обозначение типовой конструкции самолёта при сертификации – RRJ-95 (Russian Regional Jet 95). Обозначение ICAO – SU95 (Су-95).

Актуальность темы обуславливается необходимостью оптимизации процессов технического обслуживания ВС, совершенствованием программы комплексной диагностики ВС типа RRJ-95.

Объектом исследования является программа комплексной диагностики самолета типа RRJ-95, используемая в эксплуатации, силовая конструкция ВС типа RRJ-95.

Целью проводимого исследования является формирование предложений для внесения изменений в программу комплексной диагностики самолета типа RRJ-95.

Теоретическая значимость заключается в возможности формирования более совершенной программы комплексной диагностики самолета типа RRJ-95.

К практической значимости можно отнести то, что проведенное исследование может быть полезно как при поддержании летной годности ВС типа RRJ-95, так и в послепродажном обслуживании ВС.

Предлагаю рассмотреть настоящую программу комплексной диагностики самолета типа RRJ-95, по результатам анализа сформировать предложения для улучшения программы комплексной диагностики (рис.1).

Система ACMS (Aircraft Condition Monitoring System) является ПО блока IFDMU (Integrated Flight Data Management Unit).

Что же формируется в полете:

В полете система формирует отчеты, направляющиеся в наземные службы после выполнения определенных условий (триггерных) событий. Отчеты являются набором определенных параметров на разных режимах, этапах полета.

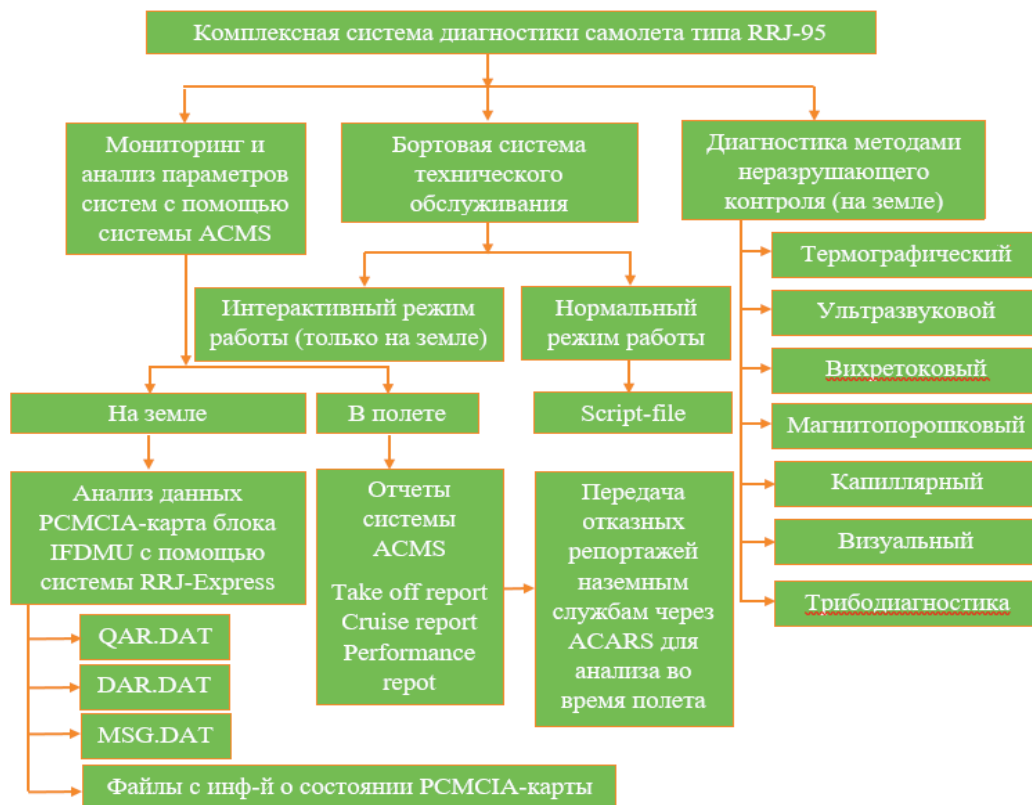


Рис. 1.

В наземные службы направляется файл расширенного списка параметров DAR-файл (Digital ACMS Recorder), который имеет 512 битную кодировку, но ПО для расшифровки такого типа параметров, например, у ПАО «Аэрофлот» нет.

На земле:

С блока IFDMU техником снимается РСМСИА карта с списком файлов из блока IFDMU, записанных в полете.

Наземные службы расшифровывают QAR-файл (Quick ACMS Recorder) (256 битная кодировка) ПО RRJ-Express (примитивное ПО, которое позволяет только определять превышающие лимиты параметры с помощью экспресс анализа).

Также с БСТО техником списывается Script-файл с помощью USB-флэш накопителя, в котором сохраняются все CAS-сообщения (Crew Alerting System), высвечивающиеся на EWD (Electronic Warning Display) центральный дисплей в кабине пилотов.

Т.е., после выполнения полета или в случае задержки рейса (когда CAS сообщение высветилось кратковременно) и пилот записал его в ATLB (aircraft technical log book), наземные службы получают информацию только после расшифровки указанных накопителей, что занимает определенное время.

Суммарные траты только на извлечение и предоставление в ЦОПИ РСМСИА техниками обходится авиакомпании в ~ 1.5 миллиона руб. в месяц.

Несовершенство существующей программы обусловлено в первую очередь отсутствием должного программного обеспечения для обработки получаемых от ВС данных в форме параметров различных систем и

двигателей, отказных репортажей, а также необходимостью снятия данных с ВС при помощи носителей информации при существующей системе беспроводной передачи данных.

Предложено внедрение Программного комплекса на основе данных ACMS и БСТО, в состав которого входят 4 модуля (рис. 2).



Рис. 2.

Нужно отметить, что разработчик самолёта Sukhoi SuperJet 100 постоянно совершенствует воздушное судно своего производства, выходят важные для улучшения общей надежности ВС сервисные бюллетени, улучшаются поставки запчастей, поставщики компонентов проводят работу над улучшением надежности и средней наработки компонентов на отказ, повышается отказоустойчивость систем ВС.

Можно выразить надежду, что по итогам более десятилетней эксплуатации самолёта типа RRJ-95, данный тип ВС сможет уверенно конкурировать по среднему налёту с зарубежными аналогами, такими как близкий по вместимости Embraer E170 на 78 кресел в компании S7 – 6 часов в сутки, Embraer E-190 на 110 кресел в Pegas Fly – 10 ч в сутки. К примеру, уже сейчас средний налёт ВС типа RRJ-95 парка ПАО Аэрофлот приближается к 8 часам в сутки.

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СИЛОВОЙ ЧАСТИ ЭЛЕКТРОПРИВОДА НА ОСНОВЕ ВЕНТИЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ

*И.М. Сайдумаров к.ф.-м.н., доцент, З.М. Сафаров студент магистратуры,
Ташкентский государственный транспортный университет
(Ташкент, Узбекистан)*

На современных самолетах имеется большое количество различных агрегатов и механизмов, требующих для приведения их в действие затрат механической энергии. В качестве источников используется электрическая энергия, энергия сжатого воздуха, а также химическая энергия. Наиболее действенной является электрическая энергия, что является одним из главных причин ее массового применения в авиации.

Самолетный электропривод – это совокупность электрических и механических устройств, с помощью которых осуществляется преобразование электрической энергии в механическую.

При разработке устройства возникает необходимость в выборе микроконтроллера, удовлетворяющего требованиям по производительности, надежности, условиям применения. Выбор микроконтроллера является одним из важных решений, от которых зависит успех или провал всего проекта. Основная цель – выбрать микроконтроллер с минимальной ценой, но в тоже время удовлетворяющий системной спецификации, т.е. требованиям производительности, надежности, условиям применения и т.д. Общая стоимость системы включает в себя все инженерные исследования и разработки, производство, гарантийный ремонт, обновление, обслуживание, совместимость, простоту в обращении и т.д. Второй шаг – поиск микроконтроллеров, которые удовлетворяют всем системным требованиям. Он обязательно включает набор литературы, технических описаний и всяческих коммерческих журналов, а также учебных программ или иные консультации. Последняя стадия выбора состоит из нескольких этапов, цель которых – снизить список применяемых микроконтроллеров до одного. Эти этапы включают в себя анализ цены, доступности, средств разработки, поддержки производителя.

Основной областью применения синхронных двигателей до недавнего времени были нерегулируемые по скорости ЭП большой мощности, используемые при этом для компенсации реактивной мощности. Появление силовых полупроводниковых преобразователей определило практические возможности создания регулируемых по скорости ЭП с синхронными двигателями, выполняемых по так называемой схеме вентильного двигателя.

В настоящее время вентильные двигатели с постоянными магнитами прочно завоевали позицию надежных, компактных и экономичных электромеханических преобразователей энергии. Кроме того, будучи

дискретными по своей структуре и имея встроенный датчик положения ротора, они без дополнительных устройств стыкуются с цифровыми блоками управления, что позволяет на их базе легко создавать замкнутые системы электроприводов со сложной циклограммой работы.

Вентильным двигателем называется схема ЭП (рис. 1), состоящая из синхронного двигателя СД, обмотка статора которого питается от электронного коммутатора ЭК. Схема силовой части СЧ электронного коммутатора аналогична схеме трехфазного инвертора.

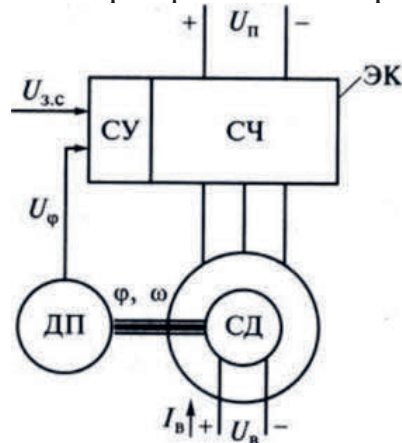


Рис. 1. Схема вентильного двигателя

Силовые полупроводниковые ключи коммутатора (тиристоры или транзисторы) управляются датчиком положения ДП ротора, установленным на валу двигателя. Датчик положения ротора генерирует периодические сигналы, которые вместе с сигналом задания скорости U поступают на систему управления СУ коммутатора.

Сигналы датчика положения U обеспечивают подключение к источнику питания с напряжением U той фазы обмотки статора, при работе которой сохраняется взаимное положение магнитных полей статора и ротора. При этом двигатель развивает постоянный по направлению вращающий момент.

Коммутатор напряжения с датчиком положения аналогичны по своему действию коллекторно-щеточному узлу двигателей постоянного тока, вследствие чего вентильный двигатель имеет характеристики и свойства этих двигателей.

Если ЭП питается от сети переменного тока, то напряжение постоянного тока U получается за счет использования выпрямителя, включаемого между сетью и коммутатором ЭК.

Преимущество вентильного двигателя по сравнению с двигателем постоянного тока состоит в том, что у него нет механического коллекторно-щеточного узла и поэтому он является полностью бесконтактным двигателем при возбуждении от постоянных магнитов или имеет два контактных кольца при использовании обмотки возбуждения. По этой же причине вентильные двигатели часто называют бесконтактными двигателями постоянного тока (БДПТ).

Регулирование скорости и других переменных вентильного двигателя может осуществляться, как и для двигателей постоянного тока, за счет регулирования подаваемого на статор двигателя напряжения или изменения тока возбуждения. Регулирование напряжения в схеме рис. 1 осуществляется методом широтно-импульсного управления полупроводниковыми ключами коммутатора ЭК или при использовании управляемого выпрямителя его выходным напряжением. Получаемые регулировочные характеристики и показатели регулирования скорости аналогичны приведенным в главе 4 для двигателя постоянного тока.

Коммутация тока в ключах (вентильях) силовой части ЭК может быть естественной или искусственной. Естественная коммутация осуществляется за счет ЭДС трехфазной обмотки двигателя. Естественная коммутация вентилей, позволяющая использовать простой по схеме ЭК, может быть осуществлена только при сравнительно большой ЭДС двигателя, когда его скорость не ниже 10% номинальной. В связи с этим пуск вентильных двигателей затруднен и требуется применение специальных мер для устранения этого недостатка.

Инвертор с искусственной коммутацией вентилей – это преобразователь постоянного напряжения или тока в переменный с принудительной коммутацией вентилей, вследствие чего его работа практически не зависит от режима работы двигателя. При использовании искусственной коммутации устраняются трудности при пуске вентильных двигателей.

Проблема пуска вентильных двигателей не возникает также при использовании в качестве ЭК преобразователей частоты с непосредственной связью. В этих преобразователях коммутация вентилей осуществляется естественным путем при переходе сетевого напряжения через нуль. Однако, как отмечалось выше, преобразователи частоты с непосредственной связью обладают ограниченными регулировочными возможностями.

В работе был выполнен анализ современных систем управления двигателями, сформирована структурная система управления двигателем и функциональная схема блока управления, разработана принципиальная схема устройства управления электрическими исполнительными механизмами и выполнен расчет элементов блока управления электрическими исполнительными механизмами.

Экономичность и эффективность производства являются решающими факторами в деятельности предприятия любой отрасли народного хозяйства. Поэтому для внедрения нового оборудования в народное хозяйство, необходимо показать экономическую целесообразность применения этого новшества. В данной работе предлагается разработать универсальный блок управления электрическими исполнительными механизмами в республике Узбекистан на базе АП «УАТ». В результате положительной экономической эффективности данной разработки можно выставлять предложение на выход на международный рынок по данному типу деятельности.

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ МАСЛЯНОЙ СИСТЕМЫ ВОЗДУШНОГО СУДНА

С.О. Стойко аспирант, младший научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории, Е.А. Шапорова к.х.н., доцент кафедры технической эксплуатации воздушных судов и двигателей, А.А. Жукова к.т.н., проректор по научной работе, В.А. Котович курсант, УО Белорусская государственная академия авиации (Минск, Беларусь)

В первое время авиация являлась сугубо экспериментальной отраслью. Однако, в процессе её развития начали постепенно появляться математические модели, описывающие, например, поведение воздушного судна в воздухе, работу газотурбинных двигателей (ГТД) и т.д. Моделирование процесса позволяет получить предварительные данные о поведении системы во время её работы, а также данные о её реакции на изменение входящих параметров. Если говорить только об авиационной промышленности, то можно заметить, что моделирование снижает материальные затраты при проектировании и эксплуатации воздушного судна, позволяет предсказывать отказы систем и, в связи с этим, значительно снижает риски на, различного рода, катастрофы.

Математические модели, чаще всего, строятся по двум принципам: первый – моделирование, основанное на законах математики и физики, второй – статистическое моделирование. Второй способ моделирования приобретает фундаментальное значение, когда речь идёт о критически важных системах воздушного судна, поведение которых не может быть в достаточной степени описано математическими или физическими законами. Одной из таких систем является масляная система (МС) ГТД.

На данный момент присутствуют модели, описывающие поведение технической составляющей масляной системы (время выхода насосов на расчётный режим работы, давление в масляной системе, изменение температуры в трактах масляной системы) [1], однако отсутствуют математические модели изменения качеств масла в процессе эксплуатации.

Рассмотрим возможность построения данной модели. Для неё необходимо учесть следующие факторы:

1. Изменение температуры в результате теплообмена со смазываемыми деталями и агрегатами МС.
2. Постепенное изменение состава в результате окислительных реакций и процесса разложения.
3. Процесс износа агрегатов МС ГТД.

Температура масла влияет на такие его свойства как вязкость, плотность, состав (высокие температуры запускают процессы окисления). Средняя температура масла в МС большинства ВС составляет от 100 до 150 °С. Кратковременный характер носит значительное повышение температуры

масла в результате контакта со смазываемыми поверхностями. На изменение состава влияет контакт масла с воздухом, а также механические загрязнения в виде естественного износа омываемых агрегатов.

Изменение вышеупомянутых свойств масла за пределы эксплуатационных может привести к быстрому загрязнению масляных насосов, повышению давления в масляной системе, поломке шестеренных насосов и загрязнению форсунок. В результате этого будет в недостаточной степени обеспечиваться смазываемость агрегатов, что вызовет их быстрый износ и поломки.

Следовательно, качество масла внутри МС ВС напрямую зависит от параметров его эксплуатации. Поэтому, зная принципиальное устройство ГТД и нормальные параметры масла в нём, можно давать предварительную оценку износу агрегатов, которые входят в состав МС и подвергаются смазыванию.

В большинстве ГТД масляная система необходима для смазывания подшипников качения валов ГТД, коробки редукторов в случае турбовинтовых двигателей. Так же в МС ВС присутствуют шестеренные насосы, фильтры и радиатор. При нормальной работе ГТД параметры масла находятся в допустимых эксплуатационных пределах, соответственно нарушение работы ГТД или агрегатов МС вызовет и изменение параметров масла. На данный момент мы теоретически способны установить следующие связи (табл.).

Таблица – причины изменения параметров масла или МС

Изменение параметра масла или МС	Причина	Последствия
Стабильно высокая температура масла в МС ВС. Быстрое загрязнение фильтров МС.	Изменение вязкости масла или его окисление. Как следствие, недостаточная смазываемость подшипников качения валов двигателя или коробки редукторов. Повышение температуры масла.	Быстрый износ агрегатов масляной системы и двигателя.
Наличие большого количества металлических частиц в масляной пробе [2].	Значительный износ компонентов двигателя или МС, вызванный недостаточной смазываемостью.	Загрязнение форсунок МС. Разрушение компонентов ГТД или МС.
Изменение давления в МС.	Износ шестеренных насосов МС. Загрязнение фильтров МС.	Недостаточная смазываемость агрегатов двигателя, разрушение насосов МС.
Быстрое окисление масла. Вспенивание масла.	Нарушение герметичности МС ВС. Постоянный контакт масла с воздухом.	Быстрое «старение» масла. Нарушение его смазываемых качеств.

В заключении заметим, что полная математическая модель МС ГТД должна учитывать следующие факторы:

1. Непостоянство физических процессов в МС ГТД.
2. Изменение температуры во всех узлах МС ГТД, в том числе и выход этой температуры за предельные значения.
3. Износ агрегатов при нормальном и недостаточном смазывании.
4. Изменение давления в результате постепенного загрязнения масляной системы.

Учет всех этих факторов позволит предсказывать поведение и возможные отказы МС ГТД во время эксплуатации. При этом главной целью использования такой модели является прогнозирование бесперебойной и безопасной работы всего ГТД в целом.

Литература

1. Особенности математического моделирования системы смазки газотурбинных двигателей// Труды МАИ №92, Москва, Россия.

2. В. Г. Дроков, В. В. Дроков, Ф. И. Мухутдинов. Оценка технического состояния маслосистемы авиационных газотурбинных двигателей с помощью трибодиагностических методов// Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2018. 84(1(I)): с 36-46.

УДК 629.7.083

ОБ ОПИСАНИЯХ ЗАВИСИМОСТИ ТЯГИ ТРДД ОТ ОБОРОТОВ РОТОРА ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ

*Б.А. Чичков д.т.н., профессор,
Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

В настоящее время наибольший объем транспортной работы в гражданской авиации выполняется воздушными судами, имеющими в составе силовой установки турбореактивные двухконтурные двигатели (ТРДД). Большая часть рассматриваемых двигателей, находящаяся в массовой эксплуатации выполнена по двухвальнй схеме [1,2], но встречаются и трехвальные двигатели [3].

Под рабочими характеристиками ТРДД обычно понимают зависимости тяги, расхода топлива, удельных и других параметров от режима работы или от внешних условий [4]. Дроссельные характеристики - зависимости тяги ТРДД и удельного расхода топлива от числа оборотов ротора высокого давления двигателя.

В докладе рассмотрены особенности протекания зависимостей тяги от числа оборотов ротора высокого давления двигателя при стандартных атмосферных условиях для нескольких типов двигателей, различных как конструктивно, так и по характеристикам.

На протекание рассматриваемых зависимостей оказывают влияние конструктивные особенности системы перепуска воздуха (количество клапанов перепуска воздуха и их размещение на двигателе), а также порядок их открытия/закрытия при изменении режима работы двигателя.

Скачкообразное изменение тяги при срабатывании клапанов перепуска воздуха требует описания рассматриваемых в докладе зависимостей с использованием кусочных аппроксимаций. При этом отдельные участки описываются с использованием квадратичных зависимостей.

Следующим шагом является переход от описания в абсолютных значениях параметров тяги и оборотов к описаниям в относительных (отнесенных к максимальным) значениях.

После чего построены зависимости тяги от оборотов, пренебрегая открытием клапанов перепуска. При этом наилучшим описанием является описание с использованием экспоненциальной зависимости с несущественной потерей значимости по корреляционному критерию в сравнении с оценками значимости зависимостей при описании на отдельных участках.

Представлены результаты сравнения полученных аппроксимаций.

Литература

1. Двигатель Д-30КП-2. Инструкция по технической эксплуатации. Изд-во разработчика. 1989.

2. ПС-90А. Руководство по технической эксплуатации. Изд-во разработчика. 2004.

3. Двигатель ДЗ6. Инструкция по технической эксплуатации. Изд-во разработчика. 1985.

4. Кулагин В.В. Теория, расчет и проектирование авиационных двигателей и энергетических установок: Учебник. 2-е изд., исправл. Кн. 1. Основы теории ГТД. Рабочий процесс и термогазодинамический анализ. Кн. 2. Совместная работа узлов выполненного двигателя и его характеристики. - М.: Машиностроение, 2003.

УДК 629.7.083

ИССЛЕДОВАНИЕ НАДЕЖНОСТИ МАСЛЯНОЙ СИСТЕМЫ ВЕРТОЛЕТА АРМЕЙСКОЙ АВИАЦИИ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ АГРЕГАТИВНОГО ПОДХОДА

*Е.В. Фетисов к.т.н. доц., С.А. Шевцов д.т.н., доц.,
И.И. Завялик к.т.н., Мокшин Д.А.*

*ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского
и Ю.А. Гагарина» (Воронеж, Россия)*

Надежность масляной системы (МС) вертолета армейской авиации является одним из основных эксплуатационных свойств, так как определяет способность вертолета сохранять во времени в установленных пределах

значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, хранения и транспортирования, т.е. определяет уровень технического состояния авиационной техники (АТ) в процессе эксплуатации. В то же время надежность является важным и самостоятельным научным направлением, на основе которого создаются и совершенствуются практические методы обеспечения и оценки надежности конкретных изделий при их создании, испытаниях и применении.

Надежность МС является одним из главных условий надежности вертолета, поскольку обеспечивает безотказную подачу масла к агрегатам, на всех режимах полета в различных условиях эксплуатации. Анализ отказов и неисправностей авиационных двигателей, агрегатов МС показал, что безотказность и долговечность в большой степени зависит от наличия в авиационном масле частиц загрязнений различной природы.

Для МС вертолетов армейской авиации характерно наличие различных по своему функциональному назначению и конструктивному выполнению агрегатов. МС вертолета представляет собой сложную, многоуровневую систему. Под сложной технической системой (СТС) понимается объект, предназначенный для выполнения заданных функций, который может быть расчленен на агрегаты (элементы), каждый из которых также выполняет определенные функции и находится во взаимодействии с другими элементами системы. Чем сложнее система, тем она менее надежна, т.е. надежность системы зависит от надежности ее агрегатов (элементов). При оценке надежности СТС необходимо различать схемную надежность собственно системы и физическую надежность отдельных его агрегатов (элементов).

Наиболее общим подходом к формальному описанию процесса функционирования сложных систем является агрегативный способ (А - схема) [1]. При агрегативном подходе сначала дается формальное определение объекта моделирования – агрегативной системы, которая является математической схемой, отображающей системный характер изучаемых объектов. При агрегативном описании сложный объект (система) разбивается на конечное число частей (подсистем), сохраняя при этом связи, обеспечивающие их взаимодействие. Если некоторые из полученных подсистем оказываются в свою очередь еще достаточно сложными, то процесс их разбиения продолжается до тех пор, пока не образуются подсистемы, которые в условиях рассматриваемой задачи моделирования могут считаться удобными для математического описания. В результате такой декомпозиции МС представляется в виде многоуровневой конструкции из взаимосвязанных элементов, объединенные в подсистемы различных уровней.

Применение рассмотренного выше подхода позволяет представить МС вертолета армейской авиации как СТС, обладающую развитой иерархической структурой с различными уровнями, что обеспечит проведение независимого исследования каждого агрегата МС при изменении чистоты авиационного масла в процессе эксплуатации, с последующим учетом взаимного влияния

агрегатов МС вертолета и анализа качества процесса обеспечения потребителей МС маслом на всех этапах эксплуатации вертолета.

Литература

1. Советов Б.Я., Яковлев С.А. Моделирование систем: Учеб. для вузов – 5-е изд., стер. – М.: Высш. шк., 2007. – 343 с.

УДК 629.7.083.03

РАСШИРЕНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ВИХРЕВОГО ТЕЧЕНИЯ В КАМЕРАХ СГОРАНИЯ ТУРБОРЕАКТИВНОГО ДВИГАТЕЛЯ

А.А. Комов¹ д.т.н., доцент, профессор кафедры ДЛА,

С.Ю. Лебедев² авиатехник,

*¹ Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

²С7 инжиниринг

В современных камерах сгорания турбореактивных двигателей (ТРД) вихревое течение применяют для создания зоны обратных токов. Поскольку количество воздуха, поступающего в жаровую трубу, невелико (от 15 до 30 % от общего количества воздуха, поступающего в камеру сгорания), то протяженность зоны вихревого течения невелика. Вторичный воздух, поступающий через отверстия в жаровой трубе, ограничивает зону вихревого течения, обеспечивает охлаждение жаровой трубы, прекращает горение топливовоздушной смеси по длине жаровой трубы, а также формирует необходимое поле температур на выходе из камеры сгорания [1]. Одновременно вторичный воздух создает дополнительные гидравлические потери. Стенки жаровой трубы испытывают значительные тепловые нагрузки, что приводит к растрескиванию стенок, а, в последствии, и к их разрушению, что снижает эксплуатационную надежность камеры сгорания и повышает трудозатраты при техническом обслуживании КС. Таким образом, жаровая труба является основным источником снижения надежности работы камеры сгорания.

Для повышения надежности работы камеры сгорания рассмотрим возможность использования особенностей вихревого течения.

Для этого на входе в камеру сгорания воздух разделяется на два потока – первая часть (первичный поток) пойдет через завихритель, вторая часть потока воздуха (вторичный поток), проходя через направляющий аппарат, расположенный вокруг зоны горения, закручивается в противоположном направлении относительно первичного потока. Согласно эффекту Ранка, закрученный вторичный воздух образует вихрь, с зоной разрежения внутри, в котором и будет находиться первичный поток воздуха и зона горения топлива [2]. Толщина слоя вторичного воздуха должна обеспечить охлаждение и защиту корпуса камеры сгорания от перегрева. Вихревое течение является

газодинамическим аналогом жаровой трубы. Применение газодинамического аналога жаровой трубы, вместо самой жаровой трубы, уменьшает гидравлические потери и снижает вес камеры сгорания. Расчетные исследования показали, что смешивание первичного и вторичного потоков воздуха происходит по всей длине камеры сгорания, при этом достигается требуемая температура газа перед лопатками соплового аппарата и рабочими лопатками первой ступени турбины.

Таким образом, данная конструкция камеры сгорания не содержит достаточно уязвимую часть – жаровую трубу, что упрощает ее конструкцию, повышает эффективность работы камеры сгорания и повышает эксплуатационную надежность, как камеры сгорания, так и двигателя в целом.

Литература

1. А.А. Иноземцев, Е.А. Коняев, В.В. Медведев, А.В. Нерадько, А.Е. Ряссов. Авиационный двигатель ПС-90А. Москва: Либра-К, 2007. – 319 с.

2. Меркулов А. П. Вихревой эффект и его применение в технике. - Самара: Оптима, 1997. — 184 с.

УДК 629.7.083

ДИАГНОСТИКА ПОДШИПНИКОВЫХ ОПОР АВИАЦИОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

А.А. Крылов к.т.н., доцент, доцент кафедры восстановления авиационной техники, М.Е. Востриков адъюнкт кафедры восстановления авиационной техники

ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (Воронеж, Россия)

В современных условиях развития и совершенствования воздушных судов достаточно актуальной и сложной задачей является поддержание на заданном уровне показателей надежности находящихся на эксплуатации авиационных газотурбинных двигателей (ГТД). Существенную долю отказов ГТД, приводящих к досрочным съемам двигателей с эксплуатации составляют разрушения подшипниковых опор роторов вала низкого и высокого давления. Проведенный авторами анализ статистических данных за период с 2015 по 2018 год показывает, что за указанный период более 70 авиационных ГТД были досрочно сняты с эксплуатации по причине отказа (заклинивания) подшипников опор роторов. Следовательно, необходима своевременная диагностика технического состояния подшипников опор роторов, на основе современных средств и методик диагностики [1].

К основным методам диагностики повреждения подшипниковых опор ГТД относятся:

- трендовый анализ;
- анализ сигналов во временной области;

- анализ сигналов в частотной области;
- пространственный анализ параметров вибрации.

Рассмотрим эти методы подробнее.

Методы вибрационной диагностики подшипниковых опор, основанные на трендовом анализе. Трендовый анализ заключается в изменении значений интегральной вибрации, измеряемой бортовыми устройствами измерения и регистрации, на корпусе ГТД. Этот метод, ввиду простоты реализации, получил наибольшее распространение.

Под интегральной вибрацией понимается некоторое усредненное значение вибрационного сигнала в заданной полосе частот. Для ГТД это диапазон частот вращения роторов, для наземных газотурбинных установок принят и стандартизован частотный диапазон от 10 до 1000 Гц. Усреднение сигнала проводится либо путем вычисления среднеквадратического значения вибрационного сигнала (СКЗ), либо путем вычисления среднего по модулю значения амплитуды вибрации (двигатели серии АЛ). Результаты таких усреднений (СКЗ и среднее по модулю) близки, но по модулю значение несколько ниже среднеквадратического – до 10%.

Интегральная вибрация двигателя служит критерием интенсивности вибрационных процессов, протекающих в ГТД. При статистическом анализе сложных сигналов вибрации, большая часть диагностической информации теряется.

Методы вибрационной диагностики подшипниковых опор, основанные на анализе сигналов во временной области. Анализ изменения амплитуды вибрации в течение некоторой временной выборки не так полезен для диагностики ГТД, как другие виды представления информации (например - спектр).

Некоторые виды неисправностей, которые не всегда имеют очевидное отражение в спектре вибрации, могут быть определены по анализу его формы. Стационарные (в статистическом смысле) вибрации механических систем представляются оценками вероятностных характеристик, которые определяются путем усреднения по времени. Данными методами могут выявляться повреждения, такие как единичные большие сколы взаимодействующих рабочих поверхностей деталей подшипниковой опоры, вызывающие единичные импульсы, которые хорошо просматриваются в сигнале, разложенном по времени.

Методы вибрационной диагностики, использующие анализ в частотной области. Вибросигнал зачастую состоит из различных составляющих широкого частотного диапазона от нескольких Гц и до сотен кГц. Поскольку диагностическая информация содержится, в том числе и в данных о частотных компонентах сигнала, то приходится разделять исследуемый вибросигнал на составляющие отдельных частотных диапазонов.

Пространственный анализ параметров вибрации. Анализ вибрации подразумевает исследование функциональной зависимости измеряемых

параметров вибрации от времени, частоты, пространственных координат и порядкового номера в группе независимых измерений вибрации.

1) Метод определения среднего положения вала. Определяет нагруженность подшипниковых опор ГТД. Данный метод имеет высокую информативность, но для подшипников качения в составе ГТД сложно применить, из-за невозможности установки датчиков непосредственно у элементов опор роторных систем.

2) Анализ траектории перемещения центра вала. Метод определяет правильную интерпретацию орбиты прецессии вала ротора, позволяет понять природу вынуждающих сил. Орбита может быть представлена в исходном или отфильтрованном виде [2].

К современным способам и устройствам диагностики подшипниковых опор авиационных двигателей можно отнести:

– устройство для измерения акустического сигнала от деталей турбомашин [3];

– способ обнаружения резонансных колебаний ротора газотурбинного двигателя [4];

– способ определения динамического дисбаланса ротора авиационного газотурбинного двигателя [5];

Проведенный анализ основных существующих методов, способов и устройств диагностики подшипников опор роторов вала ГТД, по ряду критериев оценки показывает, что ни один из них, полностью не обеспечивает заданный уровень надежности на всех этапах эксплуатации. Следовательно необходима разработка средств диагностики опор роторов вала ГТД основанных на применении способов и математических моделей, которые будут эффективны (информативны) даже при несущественных повреждениях (начальные стадии разрушения) подшипниковых опор ГТД. Возможным способом решения данной задачи является применение комплексной методики на основе алгоритмов нейронных сетей и современных способов и приборов диагностики.

Литература

1. Бигус Г.А., Даниев Ю.Ф., Быстрова Н.А., Галкин Д.И. Диагностика технических устройств. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2014. 615 с.

2. Звонарев С.Л. Измерение и анализ вибрации газотурбинных двигателей. М.: Изд-во МАИ, 2004. 106 с.

3. Пат. 2642963 Российская Федерация, МПК G01M 15/00. Устройство для измерения акустического сигнала от деталей турбомашин / Герман Г.К., Зубко И. О., Зубко А. И.; заявитель и патентообладатель ПАО ОДК - УМПО (RU). - № 2017112768; заявл. 13.04.2017; опубл. 29.01.2018, Бюл. № 4.

4. Пат. 2668358 Российская Федерация, МПК G01H 13/00. Способ обнаружения резонансных колебаний ротора газотурбинного двигателя / Герман Г. К., Зубко И. О., Зубко А. И.; заявитель и патентообладатель ПАО ОДК - УМПО (RU). - № 2017139961; заявл. 17.11.2017; опубл. 28.09.2018, Бюл. № 28.

5. Пат. 2627750 Российская Федерация, МПК G01M 15/14. Способ определения динамического дисбаланса ротора авиационного газотурбинного двигателя / Герман Г. К., Зубко И. О., Зубко А. И.; заявитель и патентообладатель ПАО ОДК - УМПО (RU). - № 2016132676; заявл. 09.08.2016; опубл. 11.08.2017, Бюл. № 23.

УДК 629.7.083

ОСОБЕННОСТИ РИСКОВ ПРИОРИТИЗАЦИИ ПРОЕКТОВ ОРГАНИЗАЦИИ ПО ТОиР

*Р.И. Асибаков аспирант, Г.Д. Файнбург к.т.н., доцент каф. ТЭЛА и АД,
Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

Процесс управления поддержанием летной годности (ПЛГ) воздушных судов (ВС) является значимым компонентом авиационно-транспортной системы любого государства. Этот процесс подразумевает тесное взаимодействие всех участников системы (органов государственного управления, эксплуатантов ВС, разработчиков ВС и организаций, осуществляющих техническое обслуживание ВС), которые имеют различные задачи, но, в то же время, единую направленность на достижение основных целей: постоянного повышения безопасности полетов, обеспечения эффективного использования парка ВС, снижения затрат на эксплуатацию ВС.

Повышение эффективности процессов ПЛГ является важной оптимизационной задачей для всех уровней авиационно-транспортной системы и достигается внедрением изменений в бизнес-процессы, таких как использование нового программного обеспечения, применение новых подходов в обслуживании авиационной техники, использование современных технических устройств.

Вся перечисленная выше активность по сути является проектами, планирование и реализацию которых целесообразно выполнять в соответствии со стандартами проектного менеджмента [1]. В зависимости от размеров организации портфель проектов может включать в себя множество проектов разного масштаба, требующих значительных ресурсов для их реализации. Учитывая тот факт, что любая организация ведет свою деятельность в условиях постоянного дефицита ресурсов, которые заняты в операционной деятельности, особое внимание необходимо уделять составу портфеля проектов и их приоритизации [2].

Таким образом, выбор приоритетных проектов требует детальной проработки каждого проекта с использованием инструментов проектного менеджмента, с разработкой его содержания, расписания и оценки требуемых ресурсов, последующего анализа затрат и ожидаемого эффекта за счет улучшения конкретных показателей эффективности процессов ПЛГ.

Эффективность процессов поддержания летной годности за счет реализации проектов, главным образом, определяется оптимальным выбором проекта. Специфика проектов, целью которых является повышение эффективности бизнес-процессов организации, заключается в том, что кроме организационных рисков проекта возникает группа рисков, связанных с недостижением запланированных целей проекта. Под рисками недостижения целевых показателей проекта подразумевается отклонение от ожидаемых значений показателей эффективности ПЛГ, вплоть до полного отсутствия результата. Источниками таких рисков являются погрешности методик оценки планируемого результата, недостаточность статистических данных по отказам функциональных систем ВС, технические проблемы при доработках конструкции, организационные проблемы при внедрении изменений технических регламентов и т.д. [3].

Рассмотрим проблему выбора оптимального проекта на примере конкретного проекта «Мобильная комплектация». Данный проект относится к группе проектов «Внедрение нового оборудования и инструмента» и направлен на повышение эффективности процессов технического обслуживания (ТО) ВС в организации по ТО.

Продуктом проекта является спецавтомобиль на базе автомобиля марки «Газель», имеющий оснащение для эргономичного размещения АТИ и инструмента, наиболее востребованного при выполнении работ оперативных форм ТО. Результатом проекта является ожидаемое повышение показателей регулярности вылетов и экономичности процессов ТО, а именно снижение средней продолжительности задержки вылета и удельных трудовых затрат на ТО.

Применение стандартов управления проектами позволяет определить иерархическую структуру работ, составить расписание проекта с учетом их последовательности и длительности, и, в итоге, с достаточно высокой точностью оценить потребность в ресурсах и необходимые затраты. Эффект от ожидаемого повышения показателей регулярности и экономичности процессов может быть рассчитан в стоимостном выражении через лизинговую ставку и стоимость нормо-часа работ, соответственно.

Наибольшую неопределенность в оценку результата проекта вносит расчет ожидаемого изменения показателей эффективности процессов (табл. 1).

Табл. 1. Оценка сокращения средней продолжительности задержки вылетов

ФС	Доля ФС в общей продолжительности задержек вылетов	Удельное сокращение средней продолжительности задержки вылетов, %	Сокращение продолжительности задержки вылетов, %
Шасси	18%	10%	1,8%
Оборудование/ мебель	8,9%	50%	4,45%
Навигация	7,1%	0	0
Контроль полета	7%	5%	0,35%
Электроэнергия	5%	10%	0,5%

Вода / отходы	4,6%	10%	0,46%
Остальные	44,7	10%	4,47%

Так, для расчета суммарного сокращения продолжительности задержки вылета необходимо провести анализ статистики задержек вылета для наиболее значимых функциональных систем (ФС) ВС и выполнить экспертную оценку удельного сокращения средней продолжительности вылета за счет использования спецавтомобиля, с учетом специфики обслуживания конкретной ФС.

Суммарное сокращение времени задержки вылета прогнозируется на уровне 12%. Очевидно, что основную погрешность в результат расчета вносит точность экспертной оценки.

Таким образом, погрешность определения различных характеристик, входящих в расчет ожидаемого эффекта, определяет оценку риска недостижения результата проекта. Точность данной оценки важна при выборе оптимального проекта из числа альтернативных проектов портфеля, конкурирующих за аналогичные ресурсы предприятия.

Литература

1. Ицкович А.А., Чернов А.О., Файнбург Г.Д., Файнбург И.А. Повышение эффективности процессов поддержания летной годности воздушных судов на основе методологии управления проектами // Научный вестник МГТУ ГА. 2017; 20 (1): 26-35.

2. Ицкович А.А., Файнбург Г.Д., Файнбург И.А., Чернов А.О. Система процессов и проектов поддержания летной годности воздушных судов // Научный вестник МГТУ ГА. 2018; 21 (1):164-173.

3. Ицкович А.А., Файнбург Г.Д., Файнбург И.А. О рисках реализации проектов повышения эффективности процессов технической эксплуатации авиационной техники // Сборник статей VIII Международной научно-практической конференции «Вопросы технических и физико-математических наук в свете современных исследований» (29.10.2018).

УДК 629.7.083

ОБЕСПЕЧЕНИЕ НЕСНИЖАЕМОГО ЗАПАСА АВИАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКОГО ИМУЩЕСТВА

*Ю.И. Пичкин аспирант, Г.Д. Файнбург к.т.н., доцент кафедры ТЭЛА и АД,
Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

Обеспечение неснижаемого запаса авиационно-технического имущества (АТИ) является одним из ключевых критериев эффективности процесса закупки и логистики АТИ. В свою очередь процесс закупки и логистики является подпроцессом процесса поддержания летной годности (ПЛГ) воздушных судов (ВС) и оказывает значительное влияние на показатели его эффективности.

Иерархическая структура процесса ПЛГ может быть реализована в виде функциональной модели [1], позволяющей отобразить взаимосвязи процессов на различных уровнях.

На рисунке 1 представлен фрагмент спецификации процесса закупки и логистики АТИ.

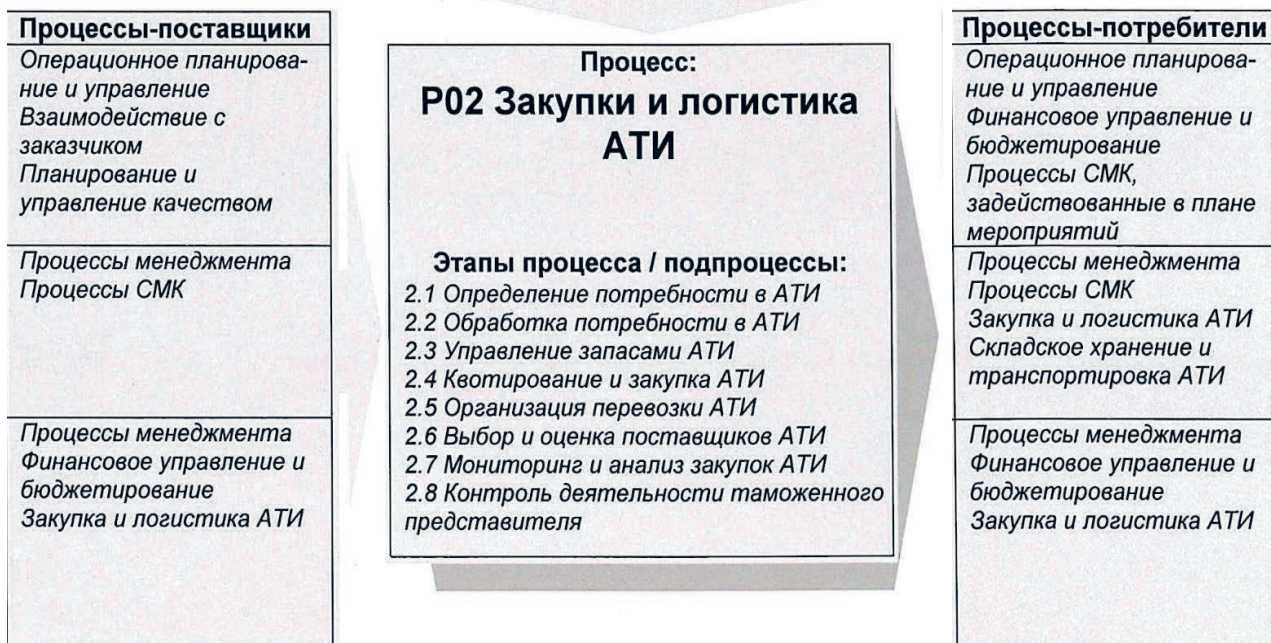


Рис. 1. Фрагмент спецификации процесса закупки и логистики АТИ

В случае возникновения отказа компонента функциональной системы (ФС), не входящего в список MEL (Minimum Equipment List – перечень, предусматривающий эксплуатацию воздушного судна в определенных условиях при отказе конкретного компонента оборудования), ВС переходит в состояние AOG (Aircraft On Ground – состояние, когда эксплуатация ВС запрещена). При наличии необходимого компонента на внутреннем складе организации по ТОиР или эксплуатанта, возможно оперативное устранение AOG-ситуации. При его отсутствии, процессы закупки и транспортировки занимают существенное время, которое увеличивается при условии зарубежной поставки.

В авиакомпании S7, эксплуатирующей ВС зарубежного производства, в среднем устранение AOG-ситуации занимает 3-4 дня. За это время ВС могло бы совершить 7-10 рейсов.

Потребное количество запчастей в зависимости от вероятности отказа описывается распределением Пуассона [2]. При условии возникновения потребности с постоянной средней частотой, а также допущения, что количество событий в определенный интервал времени не зависит от количества событий в любой другой период:

$$f(x; \lambda, t) = \frac{(\lambda t)^x}{x!} * e^{-\lambda t}$$

где:

- λ - частота отказов;
- t - рассматриваемый период;
- x - количество отказов;
- λt - прогнозируемое количество отказов за период.

Для рассматриваемого случая, вероятность n или меньше отказов за рассматриваемый период времени:

$$R(t) = \sum_{x=0}^n \frac{(\lambda t)^x}{x!} * e^{-\lambda t} = e^{-\lambda t} \left[1 + \lambda t + \dots + \frac{(\lambda t)^n}{n!} \right]$$

При этом:

$$\lambda t = \frac{1}{MTBUR} * t = \frac{A * N * M * T_s(r)}{MTBUR}$$

где MTBUR, час - показатель надежности компонента, выражаемый в часах наработки на отказ, усредненно;

A , шт. – количество компонентов, установленных на одно воздушное судно;

N , шт. – рассматриваемое количество воздушных судов;

T_s , год – время, требуемое на поставку компонента, к рассматриваемому периоду 1 год (для неремонтопригодных изделий);

T_R , год – время, требуемое для оборота компонента в ремонтной организации, к рассматриваемому периоду 1 год (для ремонтпригодных изделий);

M , часы - средняя утилизация ВС за период рассмотрения;

После расчета λt , от обратного, рассчитывается потребное количество запчастей в обороте для ремонтпригодных, и требуемых на рассматриваемый период времени для неремонтопригодных изделий, приравнивая $R(t)$ к P – вероятности нахождения исправного компонента на складе в данный момент времени (уровень уверенности). Уровень уверенности P для авиакомпании, выполняющей регулярные перевозки, принимается на уровне 90 - 98%.

Корректное установление значения P оказывает существенное влияние на результаты расчета потребного количества запчастей.

В случае поддержания количества определенной запчасти менее требуемого, увеличивается вероятность ее отсутствия на складе при возникновении отказа, что приводит к AOG-ситуации, если запчасть не входит в список MEL. Поддержание неснижаемого запаса выше требуемого приводит к росту затрат на закупки и логистику.

В этой связи, корректное значение P , используемое в расчетах, определяется вероятным снижением показателей эффективности процессов ПЛГ, стоимостная оценка которого должна быть соразмерна с оценкой стоимости поддержания складского запаса определенного компонента. На

использовании этой обратной связи может быть построена методика моделирования значения уровня уверенности Р.

Данный подход, использующий показатели эффективности процесса ПЛГ верхнего уровня в качестве управляющего воздействия, может быть использован для расчета характеристик других процессов различного уровня иерархии.

Литература

1. А.Р. Алексанян, А.А. Ицкович, И.А. Файнбург. Мониторинг процессов поддержания лётной годности воздушных судов на основе применения методов моделирования IDEF0 // Научный Вестник МГТУ ГА, 2010. – № 162. – С. 51-58.

2. Стерлигова А.Н. Управление запасами в цепях поставок: Учебник - М.: ИНФРА-М, 2008. – 577с.

УДК 629.7.083

ТРИБОДИАГНОСТИКА КАК МЕТОД ПЕРЕХОДА НА ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ПО СОСТОЯНИЮ

С.О. Стойко аспирант, младший научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории, Е.А. Шапорова к.х.н., доцент кафедры технической эксплуатации воздушных судов и двигателей, А.А. Жукова к.т.н., проректор по научной работе, В.А. Котович курсант, УО Белорусская государственная академия авиации (Минск, Беларусь)

Статистика авиационных происшествий свидетельствует о том, что их причиной чаще всего становятся нарушения работы двигателей. Такая ситуация может быть связана с неэффективностью диагностики работы топливной системы воздушного судна. И это несмотря на то, что существуют и применяются в эксплуатации самые различные способы контроля технического состояния авиационной техники. Переход эксплуатирующих организаций на техническое обслуживание по состоянию, является перспективным и экономически обоснованным, однако на сегодняшний день такой переход затруднителен по ряду причин.

Наиболее распространенными являются методы контроля с использованием видеоэндоскопов, по термогазодинамическим параметрам за камерой сгорания, по наличию вредных примесей в системе кондиционирования воздуха, по показателям качества масла и др.

По оценкам специалистов инструментальные методы диагностики, используемые в настоящее время для обнаружения дефектов на ранней стадии развития, чаще всего не дают возможности надежного прогнозирования дальнейшего функционирования двигателя [1]. Одним из наиболее перспективных и надежных направлений оценки состояния маслосистемы

двигателя нам представляется трибодиагностика, основанная на комплексном подходе [2, 3].

Немалую роль в диагностике состояния масла будут играть непосредственно его физико-механические параметры, такие как:

- **вязкость, изучение которой** позволяет определить, как изменяется способность сохранять смазывающую способность в зависимости от температурных условий для **работающего** авиационного масла;
- **температура вспышки, определение которой** позволяет контролировать загрязнение масел легкими фракциями, снижающими пожаробезопасность и технические характеристики;
- **механические примеси**, по концентрации которых в масле можно установить степень износа узлов двигателя; особое внимание уделяется примесям (наличие, содержание и форма частиц) железа, меди, алюминия, свинца, хрома, олова и никеля;
- **кислотное число, показывающее** деградацию комплекса присадок-антиоксидантов, присутствующих в масле, и указывает на необходимость его замены.

Изменение этих параметров обычно говорит о воздействии на масло высоких температур в масляной системе двигателя, что приводит к его термическому или окислительному гидролизу. Металлические примеси обуславливают износ узлов трения.

При анализе результатов износа важно учесть тот факт, какие металлы используются в конструкции двигателя, как происходит износ узлов трения в зависимости от времени наработки двигателя. Увеличенное содержание железа, титана и хрома в масляной системе обычно приводит к образованию крупных металлических частиц, которые нелегко проконтролировать с помощью спектрометрического анализа масла, но может быть проанализировано другими способами, такими как феррография и анализ металлических примесей с помощью детекторов магнитного чипа.

Совместно с эксплуатирующей организацией ОАО «Авиакомпания Трансавиаэкспорт» проводились трибологические исследования двигателей Д-30КП-2. С 2015 года двигатели воздушных судов ИЛ-76 были взяты на контроль по качеству масла: отбор проб проводился с помощью волнодисперсионного рентгенофлуоресцентного спектрометра для определения содержаний химических элементов «Спектроскан МАКС-G» через 15-30 минут после остановки двигателя с периодичностью 100 часов, контроль осуществлялся по содержанию Fe и Cu, как наиболее важным металлам для оценки технического состояния двигателя. На основании анализа экспериментальных данных, полученных с 4 силовых установок в период с 2018 по 2020 годы, была построена статистическая модель исправного двигателя.

Полученные результаты будут использованы при разработке прогнозной модели работоспособности авиационного двигателя на основе интеллектуального анализа экспериментальных данных (с помощью

нейронных сетей), что в дальнейшем позволит обосновать переход к проведению необходимого технического обслуживания по фактическому состоянию двигателей, а также осуществлять своевременную замену масла при ухудшении его параметров.

Литература

1. Менчиков, Р.В. Методы технического диагностирования авиационных двигателей / Р.В. Менчиков, Е.С. Панкеев, А.А. Парпуц // Решетневские чтения. – 2018. – С. 413-414.

2. Грядунов, К.И. Диагностирование авиационных двигателей по содержанию металлов в масле / К.И. Грядунов, [и др.] // Научный Вестник МГТУ ГА. – 2019. – Т. 22. – №3 – С. 35-44.

3. Машошин, О.Ф. Диагностика авиационного газотурбинного двигателя по наличию вредных примесей в системе кондиционирования воздуха / О.Ф. Машошин, Г.С. Зонтов // Научный вестник МГТУ ГА. – 2014. - № 205. – С. 44-48.

УДК 629.7.083

МЕТРОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ЗАДАЧ ТРИБОДИАГНОСТИКИ ДВИГАТЕЛЕЙ Д-30КУ/КП С ПРИМЕНЕНИЕМ СВЧ ПЛАЗМЕННОГО КОМПЛЕКСА

*А.А. Богоявленский д.т.н., главный метролог
ФГУП ГосНИИ ГА (Москва, Россия)*

«Методика диагностирования двигателей Д-30КП/КП2/КУ/КУ-154 при измерении параметров частиц изнашивания в пробах масел и смывов с маслофильтров СВЧ плазменным комплексом» вместе с комплектом связанных с ней нормативных и эксплуатационных документов на стандартные образцы, сцинтилляционный анализатор САМ-ДТ-01-2 и его неавтономное программное обеспечение, методики измерений и другие объекты и элементы (всего – 34 документа) – успешно прошли метрологическую экспертизу [1, 2]. Для проверки (оценки) прослеживаемости результатов измерений на основе государственных поверочных схем (ГПС) массовой доли компонентов в веществах и материалах, а также ГПС средств измерений длины в диапазоне от $1 \cdot 10^{-9}$ до 100 м выстроены локальные схемы метрологического обслуживания.

Рейтинги и показатели износа $R_{\text{общ.}}$, $R_{\text{прост.}}$, $R_{\text{сл.}}$, $V_{\text{общ.}}$, $V_{\text{эле.}}$ в Методике диагностирования определяются расчетным путем – по функциям, переменными в которых являются измеренные величины диагностических параметров. Полученные при этом значения рейтингов являются результатами косвенных измерений, а оценка суммарных погрешностей рейтингов методически выполняется с учетом частных производных функции определения конкретного рейтинга и погрешностей измерения входящих в

функцию диагностических параметров. Установлено, что функциональная зависимость погрешности определения рейтингов от гранулометрического состава (количества частиц) имеет характер регрессии. При проведении метрологической экспертизы Методики диагностирования выполнен анализ состояния метрологического обеспечения и обеспечения единства измерений. Реализованные мероприятия для устранения несоответствий, выявленных при метрологической экспертизе, позволяют снизить до приемлемого уровня метрологические риски негативных ситуаций при осуществлении авиационной деятельности в промышленности и воздушном транспорте. Перспективным продолжением работ по методическому обеспечению трибодиагностики с применением СВЧ плазменного комплекса является разработка Методики диагностирования двигателей семейства ПС-90А.

Литература

1. Богоявленский А.А., Боков А.Е. Метрологическая экспертиза и анализ точности методики трибодиагностики двигателей Д-30КУ/КП с применением СВЧ плазменного комплекса // Научный вестник ГосНИИ ГА. 2020. № 32. С. 41-52.

2. Богоявленский А.А., Боков А.Е. Методика трибодиагностики двигателей Д-30КУ/КП с применением СВЧ плазменного комплекса: результаты метрологической экспертизы и анализа точности // Мир измерений. 2020. № 4. С. 22-29. DOI: 10.35400/1813-8667-2020-4-22-29.

УДК 629.7.083

ОПЕРАТИВНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫМИ ПРОЦЕССАМИ ВОССТАНОВИТЕЛЬНОГО РЕМОНТА ВЕРТОЛЁТНОЙ ТЕХНИКИ

*Ю.А. Борисов¹ к.т.н, Ю.М. Чинючин² д.т.н., профессор,
А.Д. Грузд² ассистент,*

¹ АО «СПАРК» (Санкт-Петербург, Россия)

*² Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

Отличительной особенностью авиаремонтного производства является индивидуальность процесса ремонта каждого ремонтируемого изделия. Вертолётное авиаремонтное предприятие обычно ремонтирует несколько разных семейств вертолётов (например, вертолёты семейства Ми-8 и вертолёты семейства К-32). Причём, каждое семейство имеет несколько модификаций, например, Ми-8Т, Ми-8МТВ, Ми-8АМТ и другие. Более того, вертолёты одной модификации имеют разную, иногда индивидуальную, комплектацию.

Для каждого ремонтируемого вертолёта формируются и используются индивидуальные технологические документы, комплектующие изделия и

расходные материалы [1,2]. Оперативное управление таким производством без автоматизации информационных процессов и использования математического моделирования в настоящее время не мыслится.

Использование математической модели предприятия при формировании плана и в процессе оперативного управления позволяет решать следующие задачи:

- составление и корректировка производственных дневных планов для всех подразделений на заданную глубину прогноза;
- анализ параметров оперативного плана (например, равномерность занятости производственных площадей, рабочей силы и др.);
- автоматический контроль выполнения дневных планов подразделениями предприятия;
- при обнаружении нештатной ситуации (невыполнение дневного плана каким-либо подразделением) выдачу менеджеру информации о причинах появления нештатной ситуации;
- «проигрыш» на модели последствий нештатной ситуации для всех подразделений предприятия;
- «проигрыш» на модели различных управляющих воздействий и выбора из них оптимального для возвращения к штатной ситуации;
- составление новых производственных дневных планов для всех подразделений (в случае необходимости).

Моделирование производства производится с использованием концепции *IDEFO* [3,4].

На всех этапах технологического цикла ремонта вертолётов, находящихся в ремонте, образуется большой объём разнородных данных, которые необходимы для формирования оперативного плана работы предприятия. В настоящее время широко используется методика оформления таких данных в форме реляционной базы данных. Основной единицей реляционной базы данных является матрица, которую можно представить в виде таблицы, обладающей определёнными свойствами.

Разработанные методика и алгоритм автоматизированного формирования оперативного плана работы позволяют практически мгновенно учитывать всевозможные факторы и находить оптимальный план работы предприятия и его подразделений с выделением мероприятий взаимодействия между подразделениями.

Использование компьютерного варианта плана позволяет автоматизировать процессы контроля выполнения плана, и в случае отклонения от плана, быстро находить оптимальное решение по ликвидации отклонения.

Литература

1. ГОСТ Р 53863-2010. Система технического обслуживания и ремонта авиационной техники. Термины и определения. – М.: Стандартинформ, 2020. – 19 с.

2. ОСТ 54-3-285.67-95. Управление и обеспечение качества продукции (работ, услуг) гражданской авиации. Система качества ремонта авиационной техники. Типовое общее руководство по качеству. Основные положения по разработке, 1995. – 23 с.

3. National Institute of Standards and Technology. Integration Definition For Function Modeling (IDEF0). - Washington: Draft Federal Information, 1993. – 116 p.

4. Елиферов В.Г., Репин В.В. Бизнес-процессы: Регламентация и управление. М.: Инфра-М, 2005. - 319 с.

УДК 629.7.083

ЛЕТНАЯ ГОДНОСТЬ И РОЛЬ ИНЖЕНЕРНО-АВИАЦИОННОЙ СЛУЖБЫ В ЕЕ ПОДДЕРЖАНИИ

М.Г. Ефименко курсант второго курса факультета летательных аппаратов, А.В. Елизаров преподаватель кафедры эксплуатации авиационной техники, И.А. Цекулс курсант второго курса факультета летательных аппаратов

ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (Воронеж, Россия)

Летная годность – составляющая характеристика летательного аппарата, которая заключается в определенной реализации принципов технологического выбора конструкции, благодаря чему показатели безопасности полетов достигают результатов, которые ожидаются при установленных способах эксплуатации. Летная годность зарождается на этапах создания летательного аппарата, стадии проходят в соответствии с функционирующими в настоящее время авиационными правилами, нормативно-правовыми актами и требованиями руководящих документов. В течение всего времени использования летательного аппарата по назначению, летная годность сохраняется путем следования правил летной эксплуатации, технического обслуживания и ремонта [1].

Летная годность летательного аппарата в большей степени определяется безотказностью в работе. Под безотказностью понимают качество объекта сохранять функциональное состояние в период заданного времени или отдельной наработки. Безотказность — особенность надежности изделий. Обеспечение безотказности стало особенно актуально в настоящий момент из-за усложнения структуры современного самолета и его систем, которые состоят не из малого числа частей, устройств и узлов, увеличения функций работы и увеличения режимов. Безотказность и ее свойства зависят от различных факторов, которые определяются конструкторским решением, способами изготовления и методами эксплуатации.

При рассмотрении факторов было выявлено отклонение безотказности систем и агрегатов летательного аппарата возникающие из-за недостаточного контроля в процессе технического обслуживания и ремонта (ТОиР) [2]. Техническое обслуживание (ТО) – этап жизненного цикла авиационной техники (АТ), выполняемый инженерно-авиационной службой (ИАС), для сохранения функциональности АТ, исправности и готовности его к применению согласно предназначению.

Ремонт – процесс, проводимый для восстановления пригодности изделий, рабочих систем самолета и составных частей изделий. Совокупность методов по ТОиР формально делят на первую группу – это профилактические работы, выполняемые по плану, вторую группу – мероприятия, сосредоточенные для нахождения и устранения уже имеющихся отказов и повреждений. Главное условие, предъявляемое к процедуре ТО в целом, складывается в том, чтобы при минимальных затратах труда гарантировать высокую возможность того, что в нужное время воздушное судно окажется исправным и сможет выполнить поставленную задачу.

Для того чтобы поддерживать установленную степень готовности и использовать летательный аппарат по назначению стоит придерживаться разработанных методов ТОиР. В свой черед инженерно-технический состав призван осуществить инженерно-авиационное обеспечение летной годности воздушных судов. Инженерно-авиационная служба выполняет огромный комплекс задач по ТОиР, направленных на сохранение надежности и безопасности. Планирование применения летательного аппарата, организация и проведение ТОиР авиационной техники, разработка и реализация мероприятий по обеспечению безопасности полетов, предотвращению отказов и неисправностей самолета, предоставление инженерно-квалифицированной эксплуатации воздушного судна в полете. Поддержание летной годности также требует планирования, где мероприятия можно разбить на два типа: работы по плановости и работы для предупреждения отказов. Под плановостью подразумевается поставленный временной интервал отхода летательного аппарата на одну из фаз ТОиР, а также обычных регламентных работ с техническим диагностированием (с целью заблаговременного выявления критичного положения последних с дальнейшей заменой частей или приведение их характеристик в соответствие с нормами). Диагностирование осуществляется различными способами, например, диагностирование с помощью автоматизированных систем контроля (АСК).

АСК позволяет повысить глубину, полноту, достоверность контроля. Различают аналоговые и цифровые. Аналоговые АСК применяются, как специализированные системы контроля отдельных бортовых систем и устройств. Цифровые АСК – это универсальные системы. Диагностирование проводится как на земле, так и на борту, следовательно, существуют наземные АСК и бортовые АСК. Наземные АСК выполняют контроль технического состояния АТ при выполнении подготовки к полетам, поиске неисправностей, проведении осмотров. Наземные АСК могут применяться в узком

специализированном кругу. Бортовые АСК контролируют техническое состояние бортового оборудования в полете и на земле при подготовках к полетам, для выявления нарушений и ошибок экипажа в полете. Бортовые АСК позволяют повысить автономность технической эксплуатации, уменьшить затраты труда и время готовности самолета к полетам. Помимо этого, ИАС участвует в ряде других мероприятий, например, в проведении инженерно-штурманских расчетов, производстве доработок АТ, что не мало важно для сохранения летной годности.

Летная годность сохраняется правильным рациональным распределением сил и средств ИАС, временем, необходимым количеством средств наземного обслуживания. Для рационального использования времени создаются типовые технологические графики.

Для того, чтобы задачи ИАС эффективно выполнялись, то есть самолет возвращался в исправное состояние, разрабатываются определенные организационные структуры, под этим понимается, что ИАС должна взаимодействовать с другими службами, в результате формируется наиболее рациональная структура ИАС, таким образом эффективно решаются задачи по эксплуатации и ремонту, техника обслуживается, на ней устраняются неисправности, летная годность, как показательная характеристика, стремится в верх.

Любой из форм техобслуживания и устранения дефектов выделяется своим масштабом и сложностью работ, временем, которое нужно выделить для работы, и частотой их выполнения. Главными являются оперативное и периодическое техническое обслуживание [3].

Оперативное техобслуживание материализуется либо прямо перед вылетом, либо после посадки. Оно предназначено в основном для предотвращения появившихся в полете отказов и повреждений, которые явно отходят от норм летной годности, задача обнаружения причин и своевременного устранения является довольно-таки непростым делом, требующим от ИАС, другими словами, от исполнителей работ, глубоких знаний конструкции и эксплуатации летательных аппаратов.

Периодическое техобслуживание выполняется посредством поставленных временных интервалов, которые измеряются часами налета, числом посадок или календарным временем. Предназначение данного обслуживания заключается в устранении отказов и поврежденных элементов, изделий и аппаратов на ранних этапах, когда проблема еще не развита, в проведении мероприятий по предотвращению возникновения отказов и повреждений, а именно замена аппаратов, отработавших ресурс, смазка соединений, настройка по конечным результатам диагностирования.

Начиная с этапа разработки и до списания авиационной техники, большая часть времени приходится на стадию эксплуатации, только на ней летательный аппарат функционирует так, как должен, то есть проявляет заложенные потенциальные возможности.

Таким образом, техническая эксплуатация, являясь составной частью эксплуатации, призвана гарантировать летную годность авиационной техники, своевременную актуальную готовность к использованию согласно предназначению.

Литература

1. Смирнов Н.Н., Владимиров Н.И., Черненко Ж.С. Техническая эксплуатация летательных аппаратов: Учебник. –М.: Транспорт, 1990. - 423 с.
2. Румянцев А.И., Осовский В.П., Протопопов В.А. Инженерно-авиационное обеспечение боевых действий частей авиации вооруженных сил и эксплуатация авиационного оборудования: Учебник. – М.: Транспорт, 1998. - 435 с.
3. Чинючин Ю.М., Полякова И.Ф. Основы технической эксплуатации и ремонта авиационной техники: Уч. пособие. Часть I.-М.: МГТУ ГА, 2004.-83с.

УДК 629.7.083

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АВИАЦИОННОГО ДВИГАТЕЛЯ В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ

В.А. Загорский доктор технических наук, профессор, профессор кафедры ЭАТ, С.А. Маяцкий кандидат технических наук, доцент, начальник 7 факультета ЛА, Е.В. Фетисов к.т.н., доцент, начальник кафедры ЭАТ, М.В. Бледных адъюнкт кафедры ЭАТ
ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (Воронеж, Россия)

В течение эксплуатации авиационного двигателя (АД) происходит постоянное изменение его технического состояния (ТС), а также состояние средств его эксплуатации и технического обслуживания (ТО). В соответствии с определением ГОСТ ТС – это совокупность подверженных изменению в процессе производства или эксплуатации свойств объекта, характеризующаяся в каждый момент времени признаками, установленными технической документацией на этот объект [1]. Под объектом будем понимать АД и его составные части, подлежащие (подвергаемые) диагностированию (контролю).

Для поддержания и восстановления работоспособного состояния АД на нём проводятся работы по ТО. Результаты этих работ проверяются в ходе диагностирования ТС АД. Техническое диагностирование (диагностирование ТС) – это процесс определения ТС изделия с определенной точностью, результатом которого является заключение о ТС объекта с указанием при необходимости места, вида и причин дефектов [1].

Термин «техническое диагностирование» применяется в наименованиях и определениях понятий, когда решаемые задачи технического диагностирования равнозначны или основной задачей является поиск места и определение причин отказа (неисправности). Термин «контроль технического состояния» применяется, когда основной задачей технического

диагностирования является определение вида ТС [2]. При техническом диагностировании (контроле ТС) АД проверяется соответствие в данный момент времени значений его диагностических показателей значениям, установленным нормативно-технической документацией параметрам. Под диагностическими показателями понимается текущее измеренное (определенное) количественное значение диагностических признаков. Под диагностическими параметрами понимается количественное значение диагностических признаков, установленное нормативно-технической документацией.

Диагностирование (контроль ТС) АД всегда осуществляется по заранее установленным нормативно-технической документацией алгоритмам, как правило, определяющим состав и порядок проведения элементарных проверок объекта и правила анализа их результатов. При выполнении набора установленных алгоритмом диагностирования контрольных проверок каждый раз получают конкретные значения диагностических показателей. На основании сравнения (сопоставления) полученных при контроле ТС АД диагностических показателей со значениями установленных нормативно-технической документацией диагностических параметров определяется вид ТС АД. Запишем эту процедуру в виде формализованного описания, т.е. в виде применяемой на практике рутинной формулы диагностики. В данном случае определение «рутинный» используется в смысле обычного, общепринятого, повседневно используемого метода (способа) определения ТС АД [3].

Рутинная формула диагностики: «Техническое диагностирование АД – это определение его текущего ТС на основе сравнения (сопоставления) измеренных (определенных) значений диагностических показателей с установленными нормативно-технической документацией значениями соответствующих диагностических параметров». Рутинная формула диагностики выглядит весьма простой и не отражает всех сложностей реальных процессов, протекающих при диагностировании ТС АД. На самом деле этот процесс является весьма сложным многофакторным процессом, требующим при его организации и проведении квалифицированных действий. К таким действиям относится оценка точности измерения (определения) количественных значений диагностических признаков, их осреднение и нормализация, т.е. приведение к установленной номенклатуре режимов работы АД при стандартных атмосферных условиях.

Выполнив данные действия, получим переход от текущего значения случайной величины к измеренной действительной осредненной случайной нормализованной величине. После этого можно уточнить рутинную формулу диагностики и записать ее в следующем виде: «Техническое диагностирование АД – это определение его текущего ТС на основе сравнения (сопоставления) измеренных (определенных) действительных осредненных случайных нормализованных значений диагностических показателей с установленными нормативно-технической документацией значениями соответствующих диагностических параметров».

В случае реализации предлагаемой авторами уточненной формулы диагностики стандартная оценка достоверности получаемых при ее использовании результатов, т.е. результатов сравнения величин диагностических показателей с величиной диагностического параметра дает возможность установить верный диагноз с вероятностью в пределах 95-99 %. Данная вероятность является очень высокой по сравнению с вероятностью установки диагноза на основании простого сравнения текущего значения случайной величины с величиной диагностического параметра. Очевидно, что в большинстве случаев эти две величины просто нельзя сравнивать, поскольку они являются величинами, взятыми из разных совокупностей случайных величин, т.е. из разных множеств рассматриваемой случайной величины, имеющих место при различных условиях окружающей среды и разных режимах работы АД.

Однако на практике кроме вопросов о точности и достоверности диагноза ТС АД практически всегда стоит вопрос о достоверности предсказания вероятности возникновения внезапного отказа на ближайшем предстоящем интервале времени, например во время выполнения полета. Предложенная формула диагностики основывается на стандартных подходах к требованиям, предъявляемым к величинам дисперсии, среднеквадратического отклонения и вариации рассматриваемых диагностических показателей. Поэтому, вероятность возникновения внезапного отказа на ближайшем предстоящем интервале времени составляет рутинную величину $\approx 68,2$ %. Такой безотказности явно недостаточно для организации удовлетворительной эксплуатации современных авиационных двигателей. В результате в эксплуатации достаточно часто происходят внезапные отказы, которые не были предсказаны на основе прогнозирования, использующего стандартные методики. Исследования, проведенные авторами, показывают, что вероятность предсказания возникновения внезапных отказов на предстоящем интервале времени при использовании современных и перспективных авиационных двигателей и соответствующих им методик диагностики ТС может быть увеличена до значения $\approx 99,7$ %. Очевидно, что это существенным образом может повысить безопасность полетов при одновременном снижении эксплуатационных затрат на ремонт и восстановление внезапно отказавших авиационных двигателей.

Литература

1. ГОСТ Р 55255-2012. Национальный стандарт Российской Федерации. Воздушный транспорт. Система технического обслуживания и ремонта авиационной техники. Организация работ по диагностике технического состояния авиационной техники. М.: Стандартинформ, 2014. 22 с.
2. ГОСТ 20911-89. Техническая диагностика. Термины и определения. М.: Стандартинформ, 2009. 26 с.
3. ГОСТ Р ИСО 5725-6-2002. Точность методов и результатов измерений. Использование значений точности на практике. М.: Стандартинформ, 2009. 88 с

ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ БЕСПИЛОТНЫХ АВИАЦИОННЫХ КОМПЛЕКСОВ

*К.С. Кандыба ведущий инженер
АО «Кронштадт» (Москва, Россия)*

В настоящее время перспективным направлением в развитии авиационной техники (АТ) является создание беспилотных авиационных систем (БАС), включающих в себя беспилотные авиационные комплексы (БАК).

Перспективы применения БАК в гражданском секторе предполагают повышенные требования к безопасному их функционированию, которые определены в виде основных эксплуатационно-технических характеристик (ЭТХ), к которым относятся показатели безопасности, надежности, контролепригодности, эксплуатационной и ремонтной технологичности.

Для решения задач обеспечения безопасности полетов и повышения эксплуатационно-экономической эффективности направлено создание системы технической эксплуатации (СТЭ) АТ, концепция которой разрабатывается на этапах проектирования. Особое внимание концепции СТЭ и технико-экономическому обоснованию уделяется при создании новых видов АТ.

СТЭ АТ – совокупность взаимосвязанных объектов (финальное изделие и его составные части), средств эксплуатации, исполнителей и устанавливающей правила их взаимодействия документации, необходимых и достаточных для выполнения задач технической эксплуатации [1].

Финальным изделием в рассматриваемой работе является БАК, в состав которого включаются:

- определенное количество беспилотных воздушных судов (БВС);
- мобильные наземные пункты управления и обработки информации, технические средства взлета и посадки БВС;
- комплект целевых нагрузок;
- средства технического обслуживания БАК;
- запасные части, инструмент, принадлежности и материалы;
- техническая эксплуатационная и ремонтная документация.

Таким образом, контроль в эксплуатации подлежат не только ЭТХ БВС, но и ЭТХ наземной части (НЧ):

- коэффициент готовности при заданных периодах непрерывной работы;
- вероятность безотказной работы средств взлёта и посадки, управления и контроля в течение полёта БВС.

Стоит отметить, что для оценки технического состояния НЧ также применимы и базовые показатели ЭТХ (среднее время восстановления

работоспособного состояния аппаратуры; средняя наработка на отказ; назначенные ресурсы, сроки службы и хранения).

Из-за конструктивных особенностей БВС к особым характеристикам относятся показатели оперативности функционирования БАК:

- продолжительность развёртывания/свёртывания комплекса;
- продолжительность подготовки программы полёта БВС;
- продолжительности различных видов подготовок БВС (в том числе подготовка к повторному вылету с изменением полетного задания и предстартовая подготовка, проводимая непосредственно на взлётно-посадочной полосе перед взлетом БВС);

- удельная трудоемкость технического обслуживания (ТО) БВС в составе комплекса.

Так как БАК могут интегрироваться в составе БАС, необходимо также учитывать показатели характеристик унификации комплексов: коэффициенты применяемости и повторяемости.

Также к особенностям СТЭ БАК относятся требования к персоналу. Поскольку в составе БАК широко используется современная цифровая вычислительная техника, очевидно, что для грамотной эксплуатации комплекса необходимо наличие специалистов по информационным технологиям в составе инженерно-авиационной службы, выполняющих техническую эксплуатацию БВС, и инженерно-технического состава, обеспечивающего техническую эксплуатацию НЧ.

Задачи БАС в гражданской авиации могут быть различными, например, противопожарный мониторинг земной поверхности, ледовая разведка, доставка грузов в труднодоступные районы, патрулирование охранных зон. Поэтому тактика применения БАК может быть различной в зависимости от характера выполнения задачи: последовательный или одновременный вылет конкретных БВС, что отразится на периодичности их ТО. Также необходимо учитывать мобильность применения комплексов и удаленность от районов действий БВС.

Исходя из вышеизложенного, к особенностям функционирования СТЭ БАК можно отнести:

- необходимость контроля ЭТХ всего комплекса;
- необходимость наличия в составе штатных средств наземного обслуживания (СНО) БВС специального диагностического и ремонтного оборудования;

- необходимость совмещения периодичности регламентных работ на БВС и НЧ комплекса;

- потребность одновременного выполнения работ по ТО на нескольких БВС, что в свою очередь, влечет увеличение потребности в количестве необходимых и одновременно задействованных СНО.

Перечни процессов, элементов и временных характеристик технической эксплуатации отражаются в регламенте технического обслуживания БАК. В процессе испытаний и эксплуатации БАК ЭТХ контролируются, и для

поддержания необходимого уровня показателей программы ТО должны корректироваться.

Литература

1. ГОСТ Р 53394-2017 Интегрированная логистическая поддержка. Основные термины и определения. М. Стандартинформ. 2017. – 13 с.

УДК 629.7.083

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ С ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯМИ

Е.А. Пронин, Э.И. Зайнагутдинова, Р.Р. Уразбахтин
ФГБОУ ВО «УГАТУ» (Уфа, Россия)

На сегодняшний день авиация выступает важной частью мировой экономики, в частности, за счет содействия международной торговле и туризму, а также за счет обеспечения рабочих мест и развития инноваций. Авиация стала неотъемлемой частью мирового бизнеса, ее воздействие на мировую экономику особенно заметно по тому факту, что она составляет 3,5 процента валового внутреннего продукта в мире [1].

Таким образом, совершенствование гражданской авиации на современном этапе развития науки и техники является перспективным и актуальным направлением, развитие которого позволит мировому сообществу выйти на принципиально новый уровень в отношении как грузоперевозок, так и пассажирского обслуживания.

В настоящее время заметна тенденция роста интереса мировой промышленности к гибридным электрическим летательным аппаратам и полностью электрическим летательным аппаратам [2]. К преимуществам таких летательных аппаратов относятся: высокое значение удельной мощности, отказоустойчивость, невысокие массогабаритные характеристики, низкое шумовое воздействие и, прежде всего, значительное сокращение локальных выбросов продуктов сгорания. Крупные компании, такие как *Airbus, Boeing, Amazon, Google, Rolls-Royce, Tesla* и др. ведут свои разработки в данных областях [2-3].

Цель данного анализа состоит в представлении особенностей технической эксплуатации электрических летательных аппаратов на основе теоретических и практических знаний ученых, инженеров и обслуживающего персонала, работающих с электрической авиацией.

Порядок проведения технической эксплуатации и обслуживания электрической авиации кардинально отличается от традиционной. Это приводит к созданию принципиально новых правил и подходов к технической эксплуатации и обслуживанию современной авиационной техники [4].

Несмотря на то, что электрические двигатели в большинстве случаев имеют меньшую потребность в обслуживании, чем двигатели внутреннего

сгорания, электрическим двигателям также необходимо техническое обслуживание и ремонт. Основные конструктивные элементы электрической машины, такие как подшипники, обмотки, постоянные магниты и аккумуляторы необходимо подвергать серьезной постоянной проверке и при необходимости проводить замены поврежденных узлов [4].

Различные концепции электрической авиации также требуют отличной от традиционной стратегии управления летательным аппаратом. Основными требованиями к стратегии управления электрическими летательными аппаратами относятся: энергопотребление летательного аппарата [5-6], оптимизация параметров полета согласно выбранному маршруту и внешним условиям [7], управление шумовым загрязнением [8].

В настоящее время предлагаются различные конструкции летательных аппаратов для электрической авиации. Разное расположение конструктивных узлов электрического самолета влияет на сложность обслуживания электрического самолета, а также на их надежность [4].

Также стоит отметить необходимость изменения инфраструктуры современных аэропортов для обслуживания электрической авиации, что включает как проектирование новых инфраструктур для аэропортов, так и модернизацию и совершенствование существующих [9].

Необходимо отметить, что обслуживание гибридных летательных аппаратов, силовая установка которых может представлять собой комбинацию из газотурбинного двигателя и электрических машин, требует совмещения известных технологий ремонта и обслуживания летательных аппаратов с новыми, ориентированными на обслуживание электрических аппаратов [10].

При эксплуатации и обслуживании новых электросамолетов и самолетов с гибридными установками необходимо учитывать особенности системы электроснабжения на борту таких летательных аппаратов. Так, современные тенденции направлены на повышение удельной мощности и эффективности электрических машин при снижении массы, потерь и, как следствие, уменьшении тепловых выбросов, а также уменьшении потребления топлива в случае использования гибридных систем. Для достижения данных задач разрабатываются и исследуются перспективные системы электроснабжения. Например, система переменного тока переменной частоты при достижении значений f до 360 – 800 Гц. Также для применения на борту летательных аппаратов исследуются системы постоянного тока повышенного напряжения до 270 – 540 В [11]. Данные особенности непосредственно влияют на выбор методик обслуживания, их частоту, безопасность персонала и пассажиров при эксплуатации.

Помимо прочего, ключевыми факторами развития более электрических самолетов и самолетов с гибридными установками, которые необходимо учитывать в процессе их эксплуатации, являются существующие на данный момент ограничения, заключающиеся в малых временных промежутках автономной работы летательного аппарата, необходимости создания более

ёмких аккумуляторов и увеличения мощности применяемых электродвигателей.

Таким образом, развитие более электрических летательных аппаратов является перспективной, инновационной и экономически актуальной задачей, в то же время требующей проработку эксплуатационных особенностей. Исследования и новые решения в данной области приблизят авиационную промышленность к новому этапу, на котором будут решены проблемы увеличения эффективности и снижения стоимости эксплуатации и обслуживания летательных аппаратов, а также снижено негативное влияние на экологическую обстановку вследствие уменьшения топливных выбросов в атмосферу.

Литература

1. ICAO Uniting aviation [Электронный ресурс] / Future of Aviation. URL: <https://www.icao.int/Meetings/FutureOfAviation/Pages/default.aspx> (дата обращения: 23.03.21)

2. Gnadt, Albert R., et al. "Technical and environmental assessment of all-electric 180-passenger commercial aircraft." *Progress in Aerospace Sciences* 105 (2019): 1-30.

3. Epstein, Alan H., and Steven M. O'Flarity. "Considerations for reducing aviation's CO₂ with aircraft electric propulsion." *Journal of Propulsion and Power* 35.3 (2019): 572-582.

4. Naru R., German B. Maintenance Considerations for Electric Aircraft and Feedback from Aircraft Maintenance Technicians //2018 Aviation Technology, Integration, and Operations Conference. – 2018. – P. 3053.

5. Zhang Y. et al. Power scheduling in more electric aircraft based on an optimal adaptive control strategy //IEEE Transactions on Industrial Electronics. – 2019. – Т. 67. – №. 12. – P. 10911-10921.

6. Xia X. Dynamic power distribution management for all electric aircraft. – 2011.

7. Kaptsov M., Rodrigues L. Electric aircraft flight management systems: economy mode and maximum endurance //Journal of Guidance, Control, and Dynamics. – 2018. – Т. 41. – №. 1. – P. 288-293.

8. Riboldi C. E. D. et al. Predicting the effect of electric and hybrid-electric aviation on acoustic pollution //Noise Mapping. – 2020. – Т. 7. – №. 1. – P. 35-56.

9. Salucci F. et al. an Optimization Model for airport Infrastructures in Support to Electric aircraft //2019 IEEE Milan PowerTech. – IEEE, 2019. – P. 1-5.

10. L. Setlak Overview of aircraft technology solutions compatible with the concept of meae // Electronical Engineering Issue 1-E (8) 2015, vol. 2015, 2015.

11. Левин А.В., Мусин С.М., Харитонов С.А., Ковалев К.Л., Герасин А.А., Халютин С.П. Электрический самолет: концепция и технологии. – Уфа: Уфимский государственный авиационный технический университет, 2014, 388 с.

ВИДЫ, ФОРМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ В ООО «UZBEKISTAN AIRWAYS TECHNICS»

Р.А.Можзаев¹ магистрант кафедры «Авиационный инжиниринг»,

Т.А.Сагдиев¹ заведующий кафедрой «Авиационный инжиниринг»,

Д.К. Камбаров¹ ассистент кафедры «Авиационный инжиниринг»,

У.М. Киясов² директор

¹ Ташкентский государственный транспортный университет

(Ташкент, Узбекистан)

²ООО «Uzbekistan airways technics» (Ташкент, Узбекистан)

Целью каждой авиакомпании является перевозка пассажиров и/или грузов с одного до планируемого пункта назначения, и получать при этом прибыль. А для стабильного получения гарантируемой прибыли необходимо, чтобы самолёты авиакомпании должны отвечать требованиям по обеспечению безопасности полета, надежности и лётной годности при их эксплуатации. Для обеспечения данных требований авиакомпании необходимо организовать техническое обслуживание (ТО) авиационной техники (АТ) за весь период его эксплуатации. При этом выполняемое ТО должно гарантировать, что авиакомпания (перевозчик) имея необходимое количество самолётов в наличии, могла непрерывно выполнять график полетов, и что бы этот график полётов должен быть своевременно обеспечен со всем необходимым законченным техническим обслуживанием и поддерживать работу всех систем и устройств воздушного судна (ВС).

Как известно, служба выполняемое ТО авиакомпании или компании выполняемые работы по ТО и ремонту (ТОиР) являются ответственным за выполнение всех задач ТО, согласно программе производителя АТ и требованиям авиакомпании. В свою очередь с точки зрения осуществления ТО бывают как плановые, так и вне плановые. Целью, которой является - безопасный, надежный, и годный к полету самолет.

Современный подход к ТО ВС является довольно – таки сложной задачей. Самолеты конструируются и изготавливаются с точки зрения безопасности полётов, лётной годности, и ремонтпригодности, и подробная программа ТОиР совершенствуется, наряду с каждыми новыми моделями самолетов или производной существующей модели.

ТО АТ техники – это комплекс работ, выполняемый для поддержания лётной годности ВС при его подготовке к полётам, а также при обслуживании ВС и его компонентов после полётов, при хранении и транспортировке [1,2].

Плановые ТО ВС состоит из периодических проверок технического состояния самолётов, которые должны быть осуществлены компаниями по ТОиР по истечению определённого времени или определённого налёта часов (указанного в Maintenance Program авиакомпании). Существуют следующие

формы проверок: Transit check, Daily Check, A-check, B-check, C-check и D-check.

A - check и B - check – это простая (лёгкая) проверка, в то время как C и D – check являются тяжёлой формой технического обслуживания.

Особенностью каждой из форм является его содержание, место и сроки их проведения, а именно:

Transit check (Транзитная проверка) – это самая простая форма сервисного обслуживания самолёта. Выполняется перед каждым вылетом воздушного судна.

Daily Check (ежедневный технический осмотр) – эта ежесуточная проверка технического состояния воздушного судна, должна выполняться каждые 24 часа, но в некоторых случаях может выполняться и через 36 часов. Выполняется она обычно ночью.

Weekly Check (еженедельный технический осмотр) – выполняется приблизительно раз в неделю. Может выполняться как днем, так и ночью. Не требует обязательного наличия помещения (ангара). Как правило, выполняется за 3-4 часа.

A – check (А-чек) – эта проверка производится примерно раз в месяц или каждые 500 часов налёта, по форме: А1, А2, А4, А8. Чем выше цифра, тем больше объём работ. А - check, как правило, делается ночью в ангаре аэропорта. Содержание этой проверки зависит от типа самолёта, количества циклов («цикл»-взлет с последующей посадкой ВС, образно выражаясь - "квант" наработки самолета) или количества часов налёта с момента последней проверки. Проверка может быть отсрочена авиакомпанией, в зависимости от определённых условий.

B – check (Б-чек) – эта проверка осуществляется примерно каждые 3 - месяца. Она тоже, как правило, делается ночью в ангаре аэропорта.

C – check (Си-чек) – эта форма технического обслуживания является более сложной, чем предыдущие, и выполняется каждые 15-20 месяцев или 4000 часов налёта. Эта форма обслуживания подразделяется на C1, C2, C4, C6 и C8. Для выполнения этой проверки требуется выведение самолёта из эксплуатации на какое – то время (порядка 2-х недель), а также требуется много пространства – как правило, в большом ангаре аэропорта. Сроки проведения этой проверки зависят от многих факторов, в частности от типа самолёта.

D – check (Д-чек) – это самая тяжёлая форма обслуживания самолёта. Эта проверка происходит примерно раз в 12 лет и длится 30 – 40 дней. Во время неё проверяется весь самолёт, все его узлы и детали. Узлы, выработавшие ресурс или непрошедшие проверку, подлежат замене. Эта проверка ВС требует ещё больше места и времени, чем все другие, и выполняется на соответствующей технической базе.

SV (Shopvisit) – тяжелая форма технического обслуживания главных двигателей самолета. Периодичность (средняя) – 12000 часов налета [4].

Рассмотренные выше первые три формы относятся к оперативному виду ТО, а последующие пять к периодическому виду ТО и выполняются соответственно в указанные сроки и налёту часов, согласно намеченного графика предприятия – изготовителя.

Как указывалось выше, кроме планового существует еще и вне плановое ТО, связанные с непредвиденно возникшими (случайные) отказами и неисправностями в процессе эксплуатации ВС. Вышеперечисленные все формы работ по ТОиР ведутся и на предприятии ООО «Uzbekistan airways technics».

Для выполнения вышеуказанных ТО компании тратят много времени и большое количество валютных средств. Поэтому, эти компании заинтересованы в совершенствовании ТО и ведут дополнительные исследования в направлении повышения эффективности выполняемых ТОиР за счет:

- модернизации оснащения производства выполнения ТОиР, включающая приобретение современных эффективных оборудования взамен малоэффективных и устаревших;

- совершенствование организации и оптимизации выполнения ТОиР (за счет перепланирования и распараллеливания выполнения работ ТО различных систем) самолёта, без ущерба и изменения программ ТО;

- сокращение сроков подготовительно - заключительного и вспомогательного времени технологического процесса ТОиР и т.д.

Результаты данных исследований и поэтапное их внедрение на производстве, позволит повысить эффективность и сократит сроки ТОиР, а также сроки простой ВС на формах ТО [3].

Литература

1. Руководство по техническому обслуживанию самолета Боинг 767. 2018г.

2. Сагдиев Т.А., Киясов У.М., Ахматов Д.Ф. Пути повышения эффективности технического обслуживания воздушных судов в ООО «Uzbekistan airways technics». Международный научный ON-LINE журнал "Мировая наука" №5 (38) 2020г. <https://6f11d5b6-a34f-44d4-b696-52ed0e72afa9.filesusr.com/ugd/b06fdc5ad2eed9a7b410b88dc115389932293.pdf?index=true>.

3. Sagdiev T.A., Kiyasov U.M., Bobomurodov S.K. Analytical work and development of the work carry out on the basis of reliability program in "Uzbekistan airways technics" aircraft maintenance enterprise which is part of the nas "Uzbekistan airways". Журнал «Теория и практика современной науки», № 11 (41) ноябрь 2018г. Россия, г. Саратов. С. 273-277.

4. <https://aviado.ru/guide/planes/checks/>

ОДИН ИЗ ФАКТОРОВ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ОТКАЗОВ И НЕИСПРАВНОСТЕЙ В ДВИГАТЕЛЯХ САМОЛЁТОВ

Ш. Б. Мамиров¹ магистрант кафедры «Авиационный инжиниринг»,

Т.А. Сагдиев¹ Заведующий кафедрой «Авиационный инжиниринг»,

У.М. Киясов² – директор

¹Ташкентский государственный транспортный университет

(Ташкент, Узбекистан)

²ООО «Uzbekistan airways technics» (Ташкент, Узбекистан)

Одним из основных факторов возникновения отказа или неисправности двигателя, не позволяющий продолжить полёт при выполнении запланированного рейса, является то – что *из* – за большой скорости самолёта столкновение с птицей или другими объектами в полете приводит к серьёзному повреждению многих уязвимых деталей двигателя или же нарушения режима его работы.

Ежегодно происходит примерно 5500 столкновений самолетов и птиц. Таковы официальные данные Международной организации гражданской авиации. На масштабы проблемы указывает количество зарегистрированных столкновений самолётов с птицами. Например, по официальным данным ИКАО в мире в период с 2001 по 2007 гг. было зарегистрировано 42508 случаев столкновений. Наиболее часто угрозу столкновений с воздушными судами создают стаи птиц в дневное время. Подавляющее большинство столкновений – 75% - аварий происходит на высоте до 300 м. на этапах разбега, отрыва и первичного набора высоты, а также захода на посадку, касания и пробег по взлётной полосе, то есть непосредственно в зоне аэродромов, 20% - на высоте от 300 до 1500 м (на этом уровне летают преимущественно хищные птицы) и только 5% - выше 1500 м. Чем больше высота и скорость самолета, тем ощутимее удар.

Самая крупная авиакатастрофа, вызванная столкновением с птицами, произошла в 1960 году в Бостоне. Самолет L-188 вылетел в Филадельфию, но менее чем через полминуты с момента взлета рухнул в Бостонскую бухту. Погибли 62 человека. Причиной ЧП стало столкновение со стаей скворцов - позже на взлетной полосе нашли 75 трупов птиц. Установлено, что пернатые попали внутрь трех из четырех двигателей, произошло резкое снижение тяги и самолет упал. Кроме того, по статистике еще не менее 210 человек погибли в последние 30 лет после того, как их самолеты столкнулись с птицами. Авиакомпании теряют по 600 млн долларов ежегодно - все по тем же причинам. По оценкам международных экспертов ежегодный ущерб мировой коммерческой авиации от столкновений с птицами составляет до 1,2 млрд \$.

По официальным данным, Инспекции по безопасности полетов РУз., по результатам подготовленного ими анализа состояния безопасности полетов, о

количестве и характере авиационных событий, произошедших с ВС транспортной авиации АО «Uzbekistan airways» по годам следует:

- общее количество столкновений ВС с птицами увеличилось с 53 в 2016 году до 64 в 2017 году, из них 3 столкновения привели к авиационным инцидентам с повреждениями элементов ВС на общую сумму 219 490 208 сум (в 2016 г. 2 инцидентов на сумму 136 475 072 сум), сумма ущерба увеличилась на 83 015 136 сум.

- общее количество столкновений ВС с птицами увеличилось с 28 в 2018 году до 37 в 2019 году, из них 2 столкновения привели к инцидентам с повреждениями ВС. Данная статистика показывает, что общее количество столкновений ВС с птицами в I полугодии 2019 г. увеличилось на 25% в сравнении с 2018 г., в т.ч. на а/д Ташкент количество столкновений увеличилось на 50% с 8 в 2018 г. до 12 в 2019 году [1].

На двигатель приходится больше 50% всех повреждений, далее идут крылья (22%) и фюзеляж (8%). Это объяснимо – двигатель при сближении просто всасывает в себя воздух вместе с птицами. Причем современные критерии сертификации предусматривают, что движки должны быть способны «проглотить» птиц весом до 3,5 кг без особого ущерба для конструкции. Что касается характера остальных повреждений, то речь идет, как правило, о вмятинах, трещинах и прочих неприятностях, которые не должны мешать спокойному полету. Основными повреждаемыми частями двигателя являются – лобовая часть гондолы двигателя, турбовентиляторные лопатки и другие части двигателя.

Помимо попадания птиц в двигатель существуют еще другие факторы, которые повреждают рабочие лопатки двигателя: при вибрационных нагрузках, усталости деталей, влияние температурно-временных факторов на повреждение металла и характеристики выносливости рабочих лопаток.

Лопатки двухконтурных турбовентиляторных авиационных двигателей Pratt & Whitney 4000 являются менее сложными и более надежными. Как известно, что лопатки газовых турбин турбореактивного двигателя работают в очень сложных и ответственных условиях и поэтому, задачу повышения надежности работы авиационных ГТД необходимо решать как конструктивными, так и технологическими, эксплуатационными методами.

Двухконтурные турбовентиляторные авиационные двигатели типа Pratt & Whitney 4000 применяются на самолетах типа: Airbus A300, Airbus A310, Airbus A330, Boeing 747, Boeing 767, Boeing 777, Boeing 747 Dream Lifter, Stratolaunch и т.д. [2].

Повреждение хотя бы одной или нескольких лопаток двигателя может привести к серьезному авиационному событию, даже к катастрофе. Обычно при повреждении первой ступени лопаток (Fan Blade), самолет снимается с полета и ВС ставят на базу, создается комиссия и начинается подготовительные работы к снятию силовой установки [3]. Согласно статистическим данным, на долю двигателей, снятых по причине попадания в

воздушный тракт птиц, приходится до 40 %, от общего досрочно съема в следствие забоин.

Известно, что в настоящее время техническое обслуживание и ремонт (ТОиР) ВС, её деталей и элементов требует от авиакомпаний больших валютных средств. Естественно, чтобы поддержать лётную годность и готовность к полёту ВС, обслуживать пассажиров комфортно, быстро и безопасно авиакомпаниям требуются большие расходы.

ТОиР деталей и элементов двигателя выполняет только сам производитель или же специалисты имеющие полномочия со специальными сертификатами на данный тип самолёта для их выполнения. Поэтому, для выполнения ремонтных работ (как при легкой, так и тяжелой формы) требуется отправка двигателя или его поврежденные элементы на завод изготовителя, который влечет за собой:

- вне плановый простой ВС не выполняющие запланированные рейсы;
- увеличение срока и затрат на ТОиР (время на отправку и возвращение двигателя или его элементов с завода производителя) ВС;
- уменьшение ресурса других частей самолета за время простоя (ожидания) и прохождения ТОиР.

Данные исследования направлены на выявление возможностей и разработку обоснованных рекомендаций на освоение и выполнения ремонтных работ турбовентиляторных двигателей PRATT&WHITNEY (P&W) ВС на авиапредприятии ООО «Uzbekistan airways technics».

Литература

1. Анализы состояния БП в РУз. 2019 г.
2. Руководство по техническому обслуживанию самолета Боинг 767. 2018 г.
3. Tim J. Carter. Failures in gas turbine blades Engineering Failure Analysis 12 (2005). – P. 237-247.
4. <https://prattwhitney.com/-/media/project/pw/pw-internet/pwu/pwu/products/commercial/pw4000-94.jpg?rev=761d8e882fcb4b149cf7f5ba68ee2059>

УДК 629.7.083

УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССАМИ ОПЕРАТИВНОГО ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ

Г.Д. Файнбург к.т.н., доцент кафедры ТЭЛА и АД, А.А. Ицкович д.т.н., проф., профессор кафедры ТЭЛА и АД, И.А. Файнбург к.т.н., доц., доцент кафедры ТЭЛА и АД

*Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

Целью оперативного технического обслуживания (ТО) воздушных судов (ВС) является обеспечение исправности, готовности и использования

ВС в интервалах между формами периодического ТО. Повышение эффективности процесса оперативного ТО ВС является важной задачей, для решения которой могут быть использованы инструменты имитационного моделирования [1-3].

В настоящей работе объектом моделирования являлся процесс оперативного ТО ВС типа Boeing 737-800 российской авиакомпании. Парк самолетов, обслуживание которых выполнялось в организации по техническому обслуживанию и ремонту (ТОиР), состоял из 10 единиц. Для моделирования использовалась программа ARENA v.9.0 компании Rockwell Software Inc. [4].

На каждом поступающем на обслуживание ВС параллельно выполняются работы цехом оперативного технического обслуживания (ЦОТО) и цехом оперативного обслуживания интерьера (ЦООИ).

С учетом специфики выполнения работ и задействованных в них различных категорий специалистов, составлена имитационная модель процесса оперативного ТО (рис. 1.).

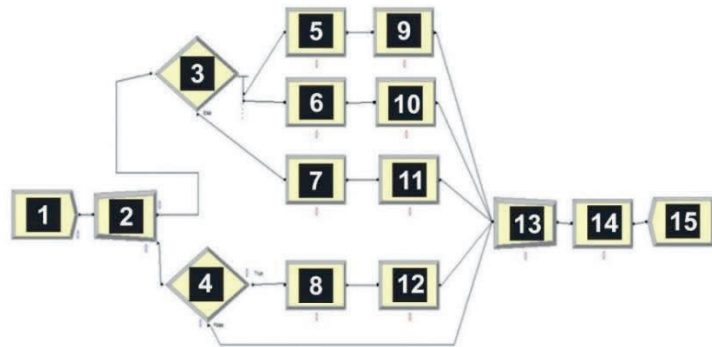


Рис. 1. Структурная схема имитационной модели процесса оперативного ТО

Представленные на схеме модули отражают операции имитационной модели: установление временных интервалов поступления ВС на ТО (1); распределение работ между ЦОТО и ЦООИ, а также на категории по трудоемкости (2-4); захват и удержание ресурсов (специалистов различных категорий) (5-12, 14); синхронизацию (13) и завершение работ (15).

Исходной информацией для определения параметров модели, отражающих распределение времени поступления объектов, времени обслуживания для различных видов работ, объема требуемых ресурсов являлись суточные планы работ и диспетчерские графики. В результате их обработки были получены данные по объемам выполняемых работ различными категориями специалистов и по располагаемому времени на выполнение работ, которые были сгруппированы отдельно для весенне-летнего и осенне-зимнего периодов. Для расчетов использовались статистические данные за июнь и декабрь месяцы, характерные для сезонных периодов.

Законы распределения времени поступления и обслуживания ВС и трудоемкости работ подбирались с использованием встроенной утилиты Input

Analyzer. Из-за ограниченного объема исходной информации и существенного влияния точности отдельных значений, для различных наборов данных лучшую сходимость показывали различные типы распределений.

Для обеспечения прогностических возможностей использования модели необходимо было уточнить закон распределения параметров, для чего был проведен статистический анализ с проверкой гипотез по критерию Пирсона [5].

В качестве примера на рисунке 2 приведен статистический анализ распределения трудоемкости работ в осенне-зимний период.

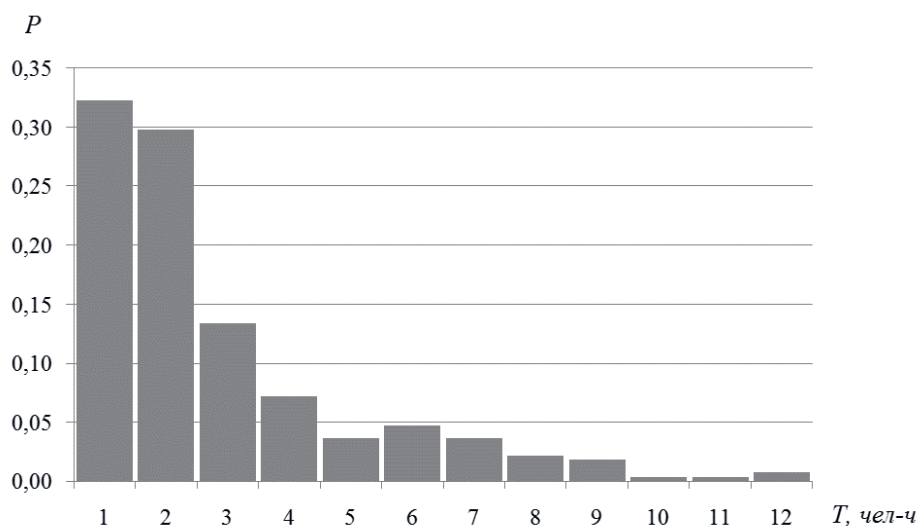


Рис. 2. Гистограмма распределения объемов работ оперативного ТО в осенне-зимний период

При заданном уровне значимости ($\beta=5\%$) принята гипотеза о распределении данной случайной величины по закону Вейбулла.

Уточненные в результате статистического анализа типы распределений исходных данных затем детерминировано были заданы в модели для определения параметров распределения, наилучшим образом согласующихся с фактическими значениями.

Для описания модулей 5-7 модели была проведена оценка распределения работ по трем уровням трудоемкости, выполняемых различным числом специалистов определенных категорий.

Результаты симуляции модели процесса оперативного ТО в весенне-летний и осенне-зимний периоды показали отклонение от описываемых данных в пределах 2%, что дает возможность использовать построенную имитационную модель для решения задач прогнозирования.

С применением разработанной модели были выполнены расчеты оптимального числа и состава специалистов при изменении количества обслуживаемых ВС. При выполнении процедуры поиска оптимального решения использовалась встроенная в программу утилита OptQuest. Целевым показателем при оптимизации задавалось предельное время ожидания ТО,

критерием выбора оптимального решения являлась минимальная суммарная стоимость трудовых ресурсов P .

Так, при ожидаемом росте количества обслуживаемых бортов в 2 раза расчеты показали увеличение потребности в специалистах для выполнения оперативного ТО на 50%.

Имитационная модель продемонстрировала высокую точность описания исходных данных, что позволяет ее использовать для расчета различных характеристик процессов оперативного ТО и поиска оптимальных значений его параметров. Предложенный подход к разработке модели может быть адаптирован к особенностям процессов организаций по ТОиР при обслуживании различных типов ВС.

Литература

1. Лоу А.М., Кельтон В.Д. Имитационное моделирование. СПб: Питер ВHV, 2004.

2. Алексанян А.Р., Киселев Д.Ю., Файнбург И.А. Формирование процедур выполнения регламентных работ с применением информационных технологий имитационного моделирования // Научный вестник МГТУ ГА - 2011. - №173(11). - С.98-108.

3. Ицкович А.А., Алексанян А.Р., Файнбург И.А. Управление системами и процессами эксплуатации авиационной техники. Пособие по проведению практических занятий «Имитационное моделирование систем и процессов эксплуатации авиационной техники». – М.: МГТУ ГА, 2016. – 32 с.

4. Simulation modeling and Arena / Manuel D. Rossetti. – NY 2016. – 720 с.

5. Ицкович А.А., Файнбург И.А., Файнбург Г.Д. Основы теории надежности. Учебно-методическое пособие по проведению практических занятий для обучающихся по направлению подготовки 25.03.01. – М: МГТУ ГА, ИД Академии Жуковского, 2020.

УДК 629.7.083

ФОРМИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Ю.И. Самуленков к.т.н., кафедра ТЭЛА и АД,

Я.А. Филатова студент ФУВТ,

*Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

В современных условиях к системе технического обслуживания (ТО) воздушных судов (ВС) предъявляют высокие и зачастую противоречивые требования.

В связи с этим, проведение исследований по совершенствованию системы ТО поможет установить рациональную периодичность работ,

повысить их эффективность при одновременном сокращении трудоемкости их выполнения, непрерывно оценивать техническое ВС с учетом эксплуатационной технологичности, надежности, контролепригодности и других факторов.

Наибольшее распространение для проведения оценки и анализа эффективности системы технического ВС получили метод динамики средних величин, теории массового обслуживания, метод статистического моделирования и др. [1]. Особенное значение для эффективного функционирования системы ТО ВС имеет прогнозирование технического состояния ВС на основе вероятностно-статистического моделирования.

В случаях, когда аналитическое решение затруднительно используют имитационный метод статистического моделирования. Наибольшее распространение получил марковский процесс с дискретными состояниями и непрерывным временем [2].

Известно, что марковский случайный процесс с дискретными состояниями и непрерывным временем можно при достаточно малом промежутке времени Δt между шагами приближенно рассматривать как марковскую цепь, то есть процесс с дискретными состояниями и дискретным временем, изменения состояний которого происходят в моменты $t = 0, t = \Delta t, t = 2\Delta t, \dots$, определяемые заданным шагом работы ЭВМ [3].

При моделировании системы ТО с использованием марковских процессов интенсивности перехода из i состояния в j состояние обозначают через λ_{ij} , а через P_{ij} соответственно вероятности перехода из одного состояния в другое. Интенсивности перехода характеризуют частоту перехода из одного состояния в другое в единицу времени, а P_{ij} – с какой вероятностью осуществляется переход из одного состояния в другое.

$$\lambda_{ij} = \frac{1}{t_i} p_{ij}$$

Одной из проблем, при моделировании данным методом, является определение интенсивностей перехода объекта исследования из i состояния в j состояние, которые в общем случае являются функцией времени нахождения объекта в i состоянии. Зачастую определение λ_{ij} зависит от предпочтений исследователя и носит частный характер для конкретной задачи [3].

Следует отметить, что одно из основных принимаемых допущений – переход ВС из состояния в состояние подчиняется пуассоновскому потоку [2]. При построении математической модели системы ТО предлагается определять продолжительность нахождения авиационной техники в состоянии «оценка технического состояния» с учетом «необнаружения» отказа при оценке технического состояния авиационной техники [5].

В основу исследования при разработке математической модели системы технического обслуживания ВС могут быть положены следующие правила [4]:

- общая модель состоит из ряда частных моделей;

- возможность наращивания модели новыми или хорошо зарекомендовавшими и апробированными частными моделями.
- возможность получения расчетных данных в любой момент времени.

Литература

1. Колпаков Б.К., Шпилев К.М. Инженерно-авиационная служба и инженерно-авиационное обеспечение боевых действий частей авиации Вооруженных Сил. Учебник. М. ВВИА им. Н.Е. Жуковского, 1986
2. Ицкович А.А., Кабков М.А. Вероятностно-статистические модели. Учебное пособие. – М: МГТУ ГА, Часть 2, 2005
3. Бусленко Н.П. Моделирование сложных систем - М.: Наука, 1968 г.
4. Советов Б. Я., Яковлев С. А. Моделирование систем: Учеб. для вузов — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Высш. шк., 2001. — 343 с: ил.
5. Мачалин И.А. Математические модели стратегий технического обслуживания современной авионики ISSN 1028-9763. Математичні машини і системи, 2005, № 2

УДК 629.7.083

АНАЛИЗ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕГЛАМЕНТНЫХ РАБОТ НА АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКЕ В АВИАЦИОННЫХ ПОЛКАХ

*Н.Р. Халимов к.т.н., доцент кафедры эксплуатации авиационной техники,
А.В. Елизаров преподаватель кафедры эксплуатации авиационной техники
ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е.
Жуковского и Ю.А. Гагарина» (Воронеж, Россия)*

В настоящее время при организации регламентных работ в технико-эксплуатационной части авиационных полках руководящий инженерно-технический состав использует методики, разработанные в объединениях военно-воздушных сил, изложенные в приказах и директивах командующего ВВС. В них подробно определены основные направления в работе, основные показатели (критерии) и основные мероприятия, направленные на своевременное выполнение регламентных работ и достижение запланированных значений показателей годового плана-графика регламентных работ.

Для проведения анализа и оценки эффективности деятельности любой организации необходимо сформировать информационную базу, как систему количественных показателей, которые выступают критериями грамотных выводов о достоинствах и недостатках функционирования исследуемой организации.

Данные выводы позволят вскрыть резервы, устранить недостатки и тем самым повысить эффективность деятельности любого объекта, в том числе и технико-эксплуатационных частей (ТЭЧ) авиационных полков.

Как правило, основными показателями для анализа и оценки эффективности организации выступают показатели достигнутых значений результатов [1].

Результаты работы ТЭЧ не могут быть измерены традиционными для оценки эффективности деятельности показателями, поскольку не носят финансового характера.

В связи с этим возникает методическая проблема, связанная с формированием системы показателей для оценки эффективности организации ТЭЧ с учётом специфики её деятельности.

Особенность деятельности исследуемого объекта – ТЭЧ, заключается в осуществлении всех технологических процессов регламента и ремонта авиационной техники, в том числе влияющих на безопасность полётов [2].

Данные процессы строго регламентированы и осуществляются в соответствии с совокупностью нормативно-технической документации, определяющей действия управленческого и технического персонала по отношению к техническим объектам.

В состав ТЭЧ, как объекта управления, входят:

- исполнители работ (инженерно-технический персонал);
- средства труда (контрольно-измерительная аппаратура, средства технического обслуживания и ремонта авиационной техники, инструмент, производственные помещения и т.д.);
- объект труда (авиационная техника).

Важнейшей функцией управления ТЭЧ является контроль, учёт и анализ результатов работы, поскольку с их помощью организуется корректировка управляющего воздействия, что в дальнейшем напрямую влияет на качество эксплуатации и обслуживания авиационной техники (рис. 1.).

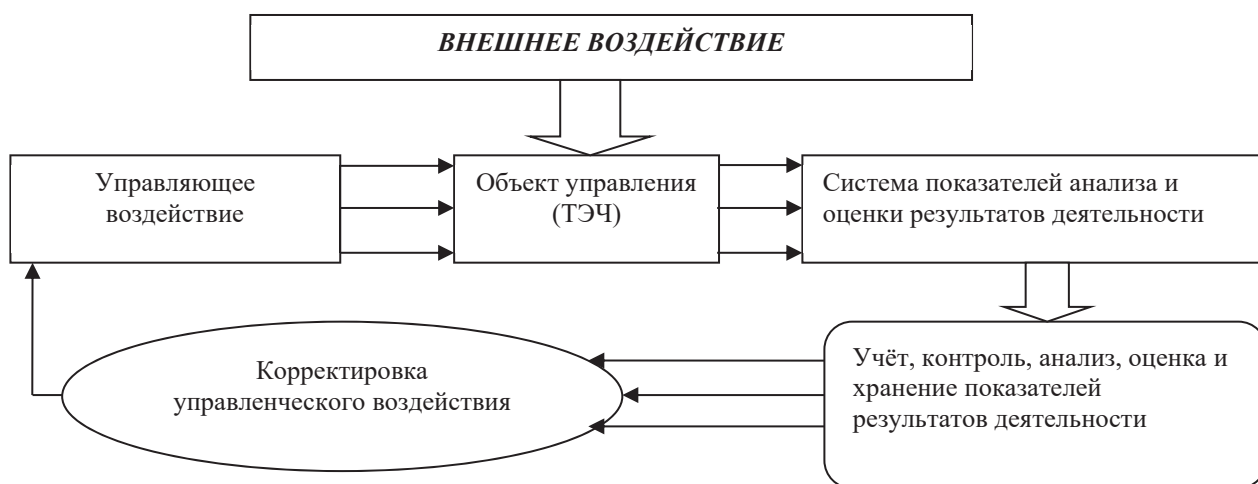


Рис. 1. Модель управления деятельностью ТЭЧ

По модели управления (рис. 1.) видно, что для полноценного и качественного управления ТЭЧ необходимо располагать информацией о её состоянии и о результатах деятельности.

В настоящий момент времени оценка результатов деятельности ТЭЧ авиационных полков проводится в ходе итоговых и инспекторских проверок. В отношении боевой авиационной техники данные проверки проводятся в соответствии с Федеральными авиационными правилами инженерно-авиационного обеспечения государственной авиации, приказами и директивами главнокомандующего военно-космическими силами [3].

Оценка проводится по следующим составляющим:

- наличие и правильность ведения документации;
- учёт и состояние материальных ресурсов в группах регламента и ремонта;
- экспертных оценок состояния авиационной техники после выполнения регламентных работ;
- хронометраж выполнения мероприятий при приведении в высшие степени боевой готовности.

Информация формируется в бальной системе оценок «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» по составляющим элементам проверок.

Такой подход формирования информации о функционировании ТЭЧ, не является достаточным для принятия качественных управленческих решений. Сформированная таким образом информационная база не даёт возможности оценить, как влияют на эффективность работы инженерно-технического состава, такие факторы, как степень напряжённости труда, уровень материально-технического оснащения, степень изношенности материальной базы и т.п.

Кроме того, полученные в ходе проверки оценки не всегда объективны. Так, «низкие» оценки деятельности ИАС могут быть связаны с высоким уровнем износа авиационной техники, отсутствием в достаточном количестве современных технических средств, устаревшей материальной базы. И наоборот, «отличные» оценки не всегда будут свидетельствовать об эффективности работы личного состава, если авиационная часть оснащена новой авиационной техникой и современной материально-технической базой. Существующий подход оценки деятельности ИАС исключает анализ вклада личного состава в обеспечение боеготовности, вследствие чего затруднена сравнительная оценка работы инженерно-технического состава ТЭЧ одной воинской части с подобными структурными подразделениями других воинских частей.

При этом использование существующих показателей выполнения регламентных работ позволяет оценить только выполнение плана регламентных работ и затраченные при этом ресурсы. Однако эффективность выполненных регламентных работ (качество) необходимо оценивать не только по их выполненному плану, но и по результатам последующей эксплуатации авиационной техники.

Таким образом, для устранения указанных недостатков необходимо разработать новую методику оценки эффективности выполненных регламентных работ на авиационной технике с учетом последующего облета и пострегламентного периода эксплуатации, разработать новую систему показателей для оценки и анализа эффективности деятельности ТЭЧ, характеризующей основные направления и специфику работы данного структурного подразделения, не изменяя, а дополняя при этом существующую «Единую систему основных показателей», изложенную в Федеральных авиационных правилах инженерно-авиационного обеспечения [4], научному обоснованию показателей качества выполненных регламентных работ и их рекомендованных значений.

Литература

1. Кравченко В.Н., Лысенко А.Д. Диагностика и оценка эффективности основной деятельности предприятия // Экономика промышленности. 2010. № 4. С.145-152.

2. Чинючин Ю.М., Полякова И.Ф. Основы технической эксплуатации и ремонта авиационной техники: Уч. пособие. Часть I.-М.: МГТУ ГА, 2004.-83с.

3. Федеральные авиационные правила производства полетов государственной авиации. Приложение к приказу Министра обороны РФ от 24 сентября 2004 г. № 275 [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://base.garant.ru/187535/> (дата обращения 08.11.2019)

4. Федеральные авиационные правила инженерно-авиационного обеспечения государственной авиации. Книга 1, 3. Зарегистрированы в Министерстве юстиции РФ 18 февраля 2005 г. № 6340 [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://studall.org/all2-8866.html> (дата обращения 08.11.2019)

УДК 629.7.083

СИСТЕМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ В ПРЕДПРИЯТИЯХ ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ ОБСЛУЖИВАНИЮ КОМПОНЕНТОВ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ ИНОСТРАННОГО ПРОИЗВОДСТВА

*С.Г. Хрустиков старший преподаватель
Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

Анализ деятельности российских предприятий, связанных с ТОиР зарубежных самолетов и сертифицированных по Part 145, показал, что техническое обслуживание компонентов воздушных судов иностранного производства еще не носит массового характера.

В докладе формулируются основные объективные причины, которые тормозят развитие этого направления в нашей стране, проведен анализ основных положений европейского авиационного законодательства, установлены основные требования к организациям по ТОиР, персоналу,

занятому в обслуживании компонентов, установлен перечень технической документации, требуемой для подтверждения сертификата летной годности

На основе результатов этого анализа, а также обобщая опыт работы уже существующих предприятий, разработаны рекомендации для предприятий по ТОиР компонентов, касающиеся организации всего цикла обслуживания компонента с момента получения заказа на обслуживание до выпуска из предприятия обслуженного компонента с оформлением сертификата летной годности компонента (EASA Form 1). Представлена структура предприятия и описаны взаимодействия всех структурных подразделений, задействованных в ТОиР компонента под рейтингом «С», то есть вне обслуживания ВС и выполняющих такие формы обслуживания компонента как капитальный ремонт (overhaul), инспекция/тестирование (inspection/test), ремонт (repair), чистка (cleaning) в соответствии с руководством по ТО компонентов (Component Maintenance Manual). Особое внимание уделено процессу расширения рейтинга, сформулированы основные положения Плана расширения, подготовке Программы обучения персонала для расширения рейтинга обслуживания компонента.

На основании требований EASA в докладе обозначены основные процессы, протекающие в рамках процесса ТОиР компонентов, такие как расширение сферы деятельности предприятия, подготовки производства к обслуживанию нового компонента, действия основных подразделений предприятия, вовлеченных в процесс ТО. Определены требования и разработаны шаблоны основных внутренних документов предприятия, используемых при подготовке и проведения ТО. Для наглядности представления всего процесса обслуживания компонентов разработаны типовые блок-схемы, пошагово демонстрирующие протекание процесса ТО от момента получения задания на ТО негодного компонента, до выпуска сертификата летной годности по европейской Форме 1 обслуженного изделия, с завершением процесса выставлением счета заказчику.

Адаптируя данные схемы к конкретному предприятию, и анализируя каждый под-процесс схемы, можно добиться оптимального взаимодействия подразделений, исключить из процесса лишние структуры и шаги. Одной из рекомендаций является разработка таких блок-схем, чтобы визуализировать все звенья процесса ТО.

Внедрение современных систем менеджмента качества на предприятии способствует повышению конкурентоспособности отечественных авиапредприятий на зарубежных рынках по ТОиР. В докладе приводятся результаты анализа международных стандартов качества, действующих для предприятий аэрокосмической отрасли, приведены основные подходы международного стандарта AS/EN9110 к разработке и внедрению СМК на предприятиях ТОиР авиационной техники. Особое внимание было уделено применимости подходов стандарта к организации управления качеством предприятия, занимающего обслуживанием компонентов воздушных судов западного производства.

Для успешного внедрения системы качества на предприятиях ТО компонентов предлагается разработанный детальный план подготовки такого внедрения и прохождения сертификации по указанному стандарту.

В рамках реализации процессного подхода определены процессы и подпроцессы, протекающие при ТО компонента, входы и выходы процессов, основные характеристики, предложена номенклатура основных инструкций и процедур. В докладе предлагаются основные критерии результативности указанных процессов, дан пример обработки их значений, обозначены пути улучшения показателей, модель построения системы менеджмента качества, соответствующая международному стандарту AS/EN9110, рекомендованы шаги к формированию системного подхода в управлении качеством услуг, внедрение риск-ориентированного мышления.

Следование рекомендациям, предложенным в докладе, позволит предприятию не только подготовиться к прохождению процедуры сертификации по Part 145 у европейских авиационных властей (EASA), но и выстроить взаимодействие между структурными подразделениями в рамках производства, наладить процессы технического обслуживания, организовать обеспеченность запасными частями и материалами.

Литература

1. Easy Access Rules for Continuing Airworthiness (Regulation (EU) No 1321/2014), - EASA, European Union, 2019.

2. Хрустиков С.Г. Отчет о выполнении НИР №501-18/гр. по теме: “Организация производства по техническому обслуживанию компонентов воздушных судов иностранного производства в условиях российских авиапредприятий” – М.: МГТУГА, 2019. – 101 с.

3. AS/EN 9110 Rev. C «Aerospace Standard. Quality Management Systems – Requirements for Aviation Maintenance Organization» - EU, 2016.

УДК 629.7.083

НЕКОТОРЫЕ ПРЕДПОСЫЛКИ К РАЗРАБОТКЕ И ВНЕДРЕНИЮ ПРЕДИКТИВНОГО МЕТОДА ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ

*Ю.М. Чинючин Ю.М. д.т.н., профессор, А.Д. Грузд ассистент
Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

На современном этапе развития гражданской авиации значительное внимание уделяется предиктивному (предсказательному) подходу в организации технической эксплуатации воздушных судов, применяющемуся для решения следующих задач:

- формирование стратегии управления технической эксплуатацией воздушного судна с учетом рисков;

- внедрение процессов технического обслуживания, основанных не на осуществлении обслуживания по факту возникновения нештатных ситуаций, а на поддержании воздушного судна в исправном состоянии;

- разработка математических моделей работоспособности и прогноза технического состояния воздушного судна, функциональной системы и их компонентов (изделий) [1];

- формирование предупреждений до возникновения негативных событий, что обеспечивает возможность опережающих действий со стороны специалистов по техническому обслуживанию воздушного судна;

- осуществление мониторинга в режиме реального времени в отношении компонентов функциональной системы (топливные насосы, теплообменники, компрессоры) с целью формирования прогнозов, необходимых для принятия решений

Реализация предиктивного подхода базируется на увеличении объема данных о техническом состоянии функциональной системы (компонентов) и требует формирования расширенной системы информационного обеспечения их технической эксплуатации [2].

Для реализации методов предполагается использование полетной и послеполетной информации. От совершенства процессов организации, сбора, обработки и своевременной адресной передачи информации зависит эффективность принятия управленческих решений.

Информационная система может иметь такие признаки, как функциональное назначение; направленность на объект управления; характер использования получаемой информации, в частности, включающей определенные рекомендации для принятия решений (система поддержки процедур принятия управленческих решений) [3].

Информационные потоки должны отражать объемы информации (перечень исходной информации для решения задач в процессе управления) и порядок использования поступающей информации, исключая ее дублирование. Функциональная значимость информационных потоков и их взаимосвязь предопределяется конкретными задачами, подлежащими решению для достижения целей исследования, и методологией решения этих задач.

Своевременность информации необходима для оперативности принятия управленческих решений и определения приоритетных управляющих воздействий.

В результате исследований предложены основные принципы формирования информационного обеспечения процесса технической эксплуатации воздушного судна. Использование потоков полетной и послеполетной информации, их обработка и анализ направлены на создание информационной автоматизированной системы управления процессом технической эксплуатации воздушного судна.

Литература

1. Смирнов Н.Н., Чинючин Ю.М. Основы теории технической эксплуатации летательных аппаратов: - М.: МГТУ ГА, 2015. – 505 с.
2. Герасимова Е.Д., Смирнов Н.Н., Ойдов Н. Влияние надежности функциональных систем на эффективность технической эксплуатации воздушных судов// Научный вестник МГТУ ГА. 2017. № 1. С. 45-52.
3. Алексанян А.Р., Ицкович А.А. Формирование процедур поддержания летной годности воздушных судов на основе современных информационных технологий имитационного моделирования // Гражданская авиация на современном этапе развития науки, техники и общества: Тез. докл. междунар. науч.-техн. конф., посвященной 40-летию образования МГТУ ГА, 26 мая 2011. М.: МГТУ ГА, 2011. С. 11.

УДК 629.7.083

ОБ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕДУР ОЦЕНКИ ПАРАМЕТРОВ РАБОТЫ АВИАЦИОННЫХ ГТД В ЭКСПЛУАТАЦИИ

Б.А. Чичков д.т.н., профессор

*Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

В эксплуатации авиационных газотурбинных двигателей (ГТД) в составе силовых установок воздушных судов решаются задачи по оценке параметров их работы в зависимости от условий окружающей среды.

К типичным работам, требующим таких оценок, относятся работы по запуску и опробованию двигателей [1]. При этом перед их проведением необходимо оценить как ожидаемые, для располагаемых атмосферных (внешних) условий, параметры системы запуска (давление воздуха на входе в воздушный стартер) и термогазодинамические параметры (частоту вращения роторов низкого и высокого давления, максимально допустимой температуры газов за турбиной, оборотов ротора высокого давления, при которых происходит открытие и закрытие клапанов перепуска воздуха, начало страгивания лопаток регулируемого входного направляющего аппарата из положения пусковое в рабочее, время приемистости, параметр тяги и т.п., в зависимости от типа двигателя).

До сих пор для такого рода оценок используются графические представления в виде номограмм, позволяющих оценить указанные выше параметры в зависимости от температуры и давления окружающей среды [1,2]. Поэтому представляется актуальной автоматизация рассматриваемых процедур, целью которой является формирование всего необходимого перечня значений оцениваемых параметров при задании располагаемых условий окружающей среды с учетом требуемых ограничений.

Для решения поставленной задачи для случаев описания зон изменения параметров используется аппроксимация линий, описывающих границы полей искомых значений и линий, описывающих ограничения, например системы автоматического управления. Дальнейшее математическое описание строится на получении значения шага между границами и добавления произведения шага на значение параметра окружающей среды. Такой принцип работает и для границ, описываемых аппроксимирующими зависимостями разных степеней. В случаях необходимости получения только значений ограничений параметров используются или аппроксимации линии ограничения, или кусочные аппроксимации при невозможности описать линии ограничений одной зависимостью. Для сохранения преемственности представления и контроля получаемых значений на диаграммы выводятся маркеры.

Литература

1. Двигатель Д-30КП-2. Инструкция по технической эксплуатации. Изд-во разработчика. 1989.
2. ПС-90А. Руководство по технической эксплуатации. Изд-во разработчика. 2004.

УДК 629.7.083

ПРОБЛЕМЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ СИСТЕМ ТОРМОЖЕНИЯ ВС ПРИ ОБЕСПЕЧЕНИИ ВЗЛЁТНО-ПОСАДОЧНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК

*М.Ю. Трифонов старший преподаватель кафедры ТЭЛА и АД
Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

Одними из наиболее опасных этапов полёта является взлёт и посадка воздушного судна. Главной угрозой безопасности полётов, возникающей на этих этапах, по данным ИКАО, представленным в Глобальном плане мероприятий [2] по повышению безопасности полётов на ВПП 2017 года, является выкатывание воздушного судна за пределы ВПП сопровождающееся нанесением ущерба жизни и здоровью людей, повреждению авиатехники и инфраструктуры.

Методология определения индекса риска безопасности взлетно-посадочной полосы, разработанная FAA, была использована ИКАО [5] для оценки риска и серьезности категорий инцидентов безопасности взлетно-посадочной полосы. Методология индекса риска использует моделирование для присвоения уровня риска исходам событий, таких как смертельные случаи, травмы, повреждения воздушных судов для каждого типа происшествия на взлетно-посадочной полосе.

Эти индексы основаны на оценке вероятности возникновения смертельных случаев и дают возможность принять меры для спасения жизней и предотвращению повреждений самолетов.

Риски возникновения угрозы жизни и здоровью людей на этапе взлёта и посадки ВС в категории RE (выкатывание ВС) оцениваются как наиболее высокие, причём их уровень значительно отличается от других категорий опасностей.

Этап взлёта подразделяется на два варианта развития событий [1]:

Продолженный взлёт. Успешность которого зависит в том числе от способности воздушного судна сохранять продольную устойчивость при выдерживании направления движения вдоль полосы. При подготовке к вылету производится расчёт параметров успешного взлёта, в котором учитываются факторы, влияющие на сцепление колёс шасси с ВПП. Степень риска в этом случае напрямую зависит от точности замеров параметров сцепления.

Прерванный взлёт. При подготовке вылета и производстве расчётов параметров взлёта, определяются скорости и дистанции устанавливающие рубежи безопасного прекращения взлёта в случае возникновения нештатной ситуации. Точное определение этих рубежей позволяет установить параметры принятия решения о остановке воздушного судна с исключением риска выкатывания за пределы ВПП. Точность таких расчётов зависит от точности замеров параметров сцепления колёс шасси воздушного судна с покрытием ВПП.

В мировой практике вопрос о точности определения параметров сцепления колёс воздушного судна и ВПП рассматривается в нескольких направлениях.

Первое направление – это техническое совершенство систем торможения воздушного судна, развитие современных систем, повышающих эффективность торможения и устойчивости воздушного судна при движении по ВПП. [4].

Тормозные устройства для самолетов наземного базирования, почти исключительно расположены на главных колесах, хотя на протяжении многих лет были некоторые самолеты, которые также имели носовые колесные тормоза. Работа тормозов эволюционировала от одного рычага, применяющего все тормоза симметрично, до педалей с пятками и педалей с носками, включенных в педали руля направления. С ножным управлением появилась возможность применять левый или правый тормоза независимо друг от друга, что позволяет использовать дифференциальное торможение для управления самолетом во время движения ВС по ВПП и управлять направлением движения во время той части взлета или посадки, когда скорость воздушного потока слишком низка для эффективного аэродинамического управления.

Второе направление – это качество авиационных шин, которые предназначены для того, чтобы выдерживать чрезвычайно тяжелые нагрузки в течение короткого промежутка времени. [6].

Рисунок протектора авиационных шин предназначен для обеспечения устойчивости в условиях сильного бокового ветра, отвода воды для предотвращения аквапланирования и юза.

Третье направление – это характеристики покрытия ВПП. Точное определение текстуры покрытия ВПП оказывает значительное влияние на трение, особенно когда поверхность влажная.

Учитывая исключительную важность информации о состоянии поверхности ВПП, [6] при подготовке к полёту необходимо точно определить параметры сцепления. Эти данные используются для расчётов взлётно-посадочных характеристик ВС на конкретной полосе, ограничения и рубежи принятия решений.

Одним из параметров сцепления признан Канадский индекс сцепления на ВПП (CFRI). [7]. С ним связаны таблицы рекомендованных посадочных дистанций, широко применяемые в Канаде в качестве пособия для пилотов при определении возможности совершения безопасной посадки на заснеженную ВПП в зимнее время.

Данное регулирование устанавливает сертификационные требования к авиационной технике в части состояния тормозной системы, к поверхности ВПП, и к системе расчёта взлётно-посадочной дистанции. [1], [8].

В докладе рассматриваются вопросы, связанные с разработкой, сертификацией и эксплуатацией современных тормозных систем ВС [4].

Литература

Издания ИКАО.

1. Приложение 6 "Эксплуатация воздушных судов"
2. Global Runway Safety Action Plan.
3. Приложение 8 "Летная годность воздушных судов"

Руководства.

4. Руководство по летной годности (Doc 9760).
5. Руководство по управлению безопасностью полетов (РУБП) (Doc 9859)

Циркуляры.

6. ICAO Circular 329 - Runway Surface Condition Assessment, Measurement and Reporting (draft), April 2011

Документы EASA.

7. Easy Access Rules for Aerodromes (Regulation (EU) No 139/2014)

Документы FAA.

8. FAA AC 150/5200-28F - Notices to Airmen (NOTAMs) for Airport Operators, December 2016

ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ВОЙСКОВОГО РЕМОНТА АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ В ХОДЕ ИНЖЕНЕРНО-АВИАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

*А.М. Сафин к.т.н., доц., начальник кафедры восстановления авиационной техники, М.Р. Дорошенко к.в.н., доцент кафедры восстановления авиационной техники, О.Н. Карпенко к.т.н., старший преподаватель кафедры восстановления авиационной техники, В.П. Степанов адъюнкт кафедры восстановления авиационной техники
ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (Воронеж, Россия)*

Аннотация. Рассмотрены вопросы имитационного моделирования системы войскового ремонта авиационной техники, как сложной организационно-технической системы. Для оценки эффективности восстановления исправности и работоспособности авиационной техники предложена имитационная модель функционирования системы войскового ремонта с учетом влияния различных факторов.

Ключевые слова: математическое моделирование, имитационная модель, восстановление, ремонт авиационной техники, эффективность системы войскового ремонта.

Эффективность применения авиационной техники (АТ) существенным образом зависит от эффективности инженерно-авиационного обеспечения (ИАО), выполняемого инженерно-авиационной службой (ИАС) в целях поддержания и восстановления требуемого уровня исправности и работоспособности АТ.

Для восстановления исправности на местах размещения или базирования АТ выполняется войсковой ремонт. В то же время анализ существующего порядка функционирования системы войскового ремонта (СВР) при решении задач по восстановлению исправности и работоспособности АТ в условиях эксплуатирующей организации, вскрывает ряд недостатков, приводящих к снижению исправности и увеличению простоя АТ в неисправном состоянии. [1] Для устранения данных недостатков необходим переход на перспективную систему войскового ремонта, способную качественно выполнять процесс восстановления исправности АТ.

Решение подобных проблем невозможно без математического моделирования. В настоящее время, интенсивное развитие компьютерных технологий позволяет решать сложные задачи достаточно простыми способами, снижая при этом временные и ресурсные затраты. Один из методов такого упрощения – использование имитационного моделирования.

Процесс создания имитационной модели проходит несколько стадий. Он начинается с изучения реальной системы, ее внутренней структуры и завершается разработкой модели [2].

Анализ существующих методов исследования СВР показал, что применяющиеся методы исследования не позволяют оценить процесс функционирования СВР в динамике, с учетом влияния на систему различных факторов. Таким образом целью имитационного моделирования является оценка возможностей СВР по восстановлению исправности ВС в процессе функционирования с учетом влияния внешних и внутренних факторов позволяющая выбрать такой вариант организации восстановления исправности и работоспособности воздушных судов (ВС) из заданных допустимых вариантов, значения параметров которого обеспечивают увеличение значения критерия эффективности.

Разработанная имитационная модель функционирования СВР в ходе ИАО состоит из четырех взаимосвязанных блоков - частных моделей.

В первом блоке хранятся исходные данные для последующего их ввода в процесс моделирования. Они включают в себя параметры летной подготовки, характеристики воздушного судна, параметры ИАО.

Второй блок моделирующий ИАО включает в себя модель оперативных форм технического обслуживания, модель формирования летной смены и информационную модель, учитывающая передачу информации в процессе ИАО между уровнями управления.

Третий блок – блок войскового ремонта (восстановления исправности ВС) состоит из модели определения вида ремонта ВС и модели восстановления исправности ВС.

Для формального описания процессов функционирования СВР использовался подход предложенный Н. П. Бусленко [3]. Выбор А-схемы при моделировании процесса ИАО полетов авиационной части предопределен следующими обстоятельствами. Процесс технического обслуживания и ремонта АТ при выполнении плановых полетов осуществляется в реальных условиях по месячным планам, увязанных с годовым планом, в котором и формулируется задача на учебный год. Работа подразделений ИАС связанных с обслуживанием летных смен, выполнением всех видов подготовок, устранением внезапных отказов, выполнении регламентных работ и т.д., осуществляется в рамках рабочего дня, статус которого (предварительная подготовка, летный день, парковый день, и т.д.) определен в плане работы на месяц. Кроме того, при моделировании также учитываются полномочия должностных лиц, направленных на коррекцию работы того или иного подразделения в ходе реализации плана работы. В свою очередь управляющие воздействия должностных лиц на процесс функционирования ИАО полетов регламентированы нормативными документами, ограничивающие их функциональные возможности.

Основные допущения, принятые в модели:

– авиационная часть имеет на вооружении однотипную авиационную технику.

– не учитывается уровень квалификации инженерно-технического состава.

– рассматриваются достигнутые эксплуатационные характеристики ВС на начало учебного года.

– обнаружение на одном ВС одновременно нескольких значительных отказов маловероятно.

Таким образом, разработанная имитационная модель функционирования системы войскового ремонта в процессе инженерно-авиационного обеспечения полетов [4] предназначена для оценки временных параметров восстановления исправности и работоспособности ВС в ходе инженерно-авиационного обеспечения полетов. В программе моделируется порядок использования парка ВС в ходе инженерно-авиационного обеспечения полетов в виде совокупности процессов предполетной подготовки ВС, устранения выявленных неисправностей штатным составом подразделений инженерно-авиационной службы непосредственно на местах стоянки авиационной техники, ремонта авиационной техники в технико-эксплуатационной части авиационного подразделения. Эффективность СВР в модели оценивается через количество реализованных самолето-вылетов (налета) за плановый период полетов при заданных значениях вероятности отказа бортовых систем ВС, количества средств наземного обслуживания и личного состава инженерно-авиационной службы.

Литературы

1. Войсковой ремонт в системе технической эксплуатации на современном этапе развития авиационной техники / Степанов В.П., Сафин А.М., Карпенко О.Н., Трофимчук М.В.// Воздушно-космические силы. Теория и практика. 2020. № 16. С. 238-245.

2. Советов Б.Я., Яковлев С.А. Моделирование систем. учебник для академического бакалавриата. 7-е изд. М.: Юрайт, 2017. 343 с.

3. Бусленко Н.П. Моделирование сложных систем. 2-е изд. М.: Наука, Главная редакция физико-математической литературы, 1978. 402 с.

4. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021611970 «Имитационная модель функционирования системы войскового ремонта в процессе инженерно-авиационного обеспечения полетов»/ Степанов В.П., Сафин А.М., Дорошенко М.Р., Подрезов С.Н., Иванчура В.И. Дата публикации 09.02.2021

**ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ
БАЗЫ ПО ВЕДЕНИЮ ПОНОМЕРНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ
АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

*К.В. Кобелева^{1,2} аспирант каф. ИТМ, А.Л. Каменева¹ д.т.н., профессор каф.
ИТМ, зам. зав. баз. каф. «Специальное машиностроение»*

¹ПНИПУ, (Пермь, Россия)

²АО «Редуктор-ПМ» (Пермь, Россия)

Вертолетостроение в России на современном этапе развития характеризуется увеличением спроса выпуска продукции, как за счет гособоронзаказов, так и гражданских авиакомпаний частного характера. При этом выросло число поставляемой продукции на экспорт. За последние несколько лет объем контрактов на поставку военных вертолетов на экспорт превысил более чем в три раза общий объем совместных поставок за 2017 и 2018 годы.

Изделия авиационной техники поставляются потребителю с комплектом эксплуатационных документов. Такой комплект документов относится к конструкторской эксплуатационной документации, и разрабатывается на основе нормативных документов и стандартов страны-изготовителя авиационной техники. На сегодняшний день в российской авиации используются межгосударственные стандарты по эксплуатационной документации (ЭД), в частности ГОСТ 27692, ГОСТ 27693 на разработку, ведение и заполнение пономерной документации (формуляров, паспортов и этикеток) [1, с. 23-24].

В соответствии с Главой 8 (Статья 32) Федерального закона «О стандартизации в Российской Федерации» основными направлениями международного и регионального сотрудничества в сфере стандартизации являются:

1. Обеспечение конкурентоспособности на мировом рынке;
2. Гармонизация национальных стандартов с международными стандартами и региональными стандартами.

Таким образом, за последние несколько лет активно внедряются российские национальные стандарты «ГОСТ Р» по разработке и оформлению ЭД, при этом российское воздушное законодательство до настоящего времени не в полной мере гармонизировано с положениями ИКАО в отношении ведения эксплуатационной документации. [1, с.49].

Следует отметить, что решением задач по гармонизации в разработке и ведению ЭД, вновь разрабатываемых стандартов, рекомендательного материала, в России накоплен значительный научно-практический опыт. Среди ведущих ученых и авиационных специалистов, работы которых широко используются в авиации, можно выделить Ю.М. Чинючин (МГТУ ГА), Н.Н.

Смирнов (МГТУ ГА), Кирпичёв И.Г. (ФГУП ГосНИИ ГА), Глухов Г.Е. (ФГУП ГосНИИ ГА).

Полученный опыт позволил успешно решить широкий круг проблем и задач, связанных с выполнением требований действующей научно-технической базы по разработке и оформлению ЭД на изделия авиационной техники, эксплуатируемой в российских и зарубежных авиакомпаниях. В то же время система Федеральных авиационных правил (ФАП), Авиационные правила (АП), а также нормативная база по разработке и оформлению ЭД требует актуализации и пополнения. [1, с. 4-5].

Для своевременной адаптации российских авиапредприятий к условиям рыночной экономики требуется решить сложную задачу по введению ЭД, поставляемой на экспорт и соответствующей требованиям эксплуатирующих стран.

Для решения указанной задачи необходима разработка новой концепции современных научных методов и механизмов анализа, оценки и управления [2 с. 7].

Учитывая постоянный рост объема авиационной техники, поставляемой на экспорт, основной задачей при разработке пономерной документации является гармонизация научно-технической документации с международными формами и стандартами по разработке и ведению эксплуатационных документов.

Литература

1. Чинючин, Ю.М. Нормативная база технической эксплуатации и поддержания летной годности воздушных судов [Текст] : учебное пособие // Чинючин Ю.М., Далецкий С.В., Маклаков В.В. – М.: МГТУ ГА, 2015. – 80 с.

2. Чинючин, Ю.М. Инновационный учебный центр сохранения летной годности воздушных судов [Текст] // Научный вестник МГТУ ГА. 2011. №173 С. 7-11.

СЕКЦИЯ 2. НАЗЕМНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОЛЕТОВ. АВИАТОПЛИВООБЕСПЕЧЕНИЕ

УДК 629.735.08

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ ФИЛЬТРОЭЛЕМЕНТОВ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ПОВЫШЕНИЯ УРОВНЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛЁТОВ

О.В. Громов¹ советник генерального директора, В.К. Громов¹ советник генерального директора, Г.И. Литинский¹ генеральный директор, В.В. Гордеев¹ главный инженер, Офицеров В.С.² зам. генерального директора
¹ООО «Туполев Сервис», ²АО «ПРИЗ»

Целью исследования является анализ изучения рабочей зоны фильтрующих элементов фильтров-водоотделителей, устанавливаемых на аэродромных топливозаправщиках с целью повышения уровня безопасности полётов воздушных судов (ВС) (1). Фильтры-водоотделители, устанавливаемые на средствах заправки ВС, служат окончательными техническими устройством окончательной очистки авиатоплива от механических примесей и воды перед баками воздушных судов (2). Исследованием установлены и математически описаны границы рабочей зоны, обеспечивающие нормированные показатели качества авиатоплива при заправке воздушных судов. Также дано математическое описание нерабочей зоны при стохастических режимах работы фильтроэлементов (прорывы, насыщение механическими примесями) и не обеспечивающие нормированные показатели чистоты авиатоплива (3, 4). Установлены границы блокировок заправки воздушных судов при переходе на ненормированные, стохастические режимы в нерабочую зону, где не обеспечиваются нормированные показатели качества, и выработки сигнала на прекращении заправки воздушных судов (5). На практике, средства очистки авиатоплива при выполнении заправочных операций воздушных судов, в силу ряда объективных и субъективных факторов, с различной степенью вероятности могут выходить за пределы рабочей зоны, и, как следствие, на ненормируемые (стохастические) показатели качества авиатоплива, с последующими негативными для безопасности полётов причинно-следственными связями. Это означает, что выход за указанные в технической документации нормируемые параметры рабочей зоны фильтроэлементов в момент заправки воздушных судов, может привести к опасным последствиям, так как функционирование на ненормированных режимах средств очистки авиатоплива приводит к попаданию в баки воздушных судов авиатоплива с повышенным содержанием воды и механических примесей. В работе были предложены модели математического обеспечения создания компьютерной системы защиты от попадания в баки воздушных судов загрязнённого авиатоплива (6). На основе математического описания предложен подход созданию системы защиты и блокировки процесса заправки. Наибольший интерес для исследования представляют типовые фильтры водоотделители,

устанавливаемые на аэродромных топливозаправщиках как окончательные технические устройства очистки топлива при заправках ВС.

Научная новизна: заключается в математическом описании процесса очистки авиатоплива, установке границ выработки сигналов блокировки заправки ВС и разработке автоматических систем контроля содержания механических примесей и воды в процессе заправки воздушных судов.

Практический результат: в практику проектирования и производства средств заправки производства ООО «Туполев Сервис» внедрена система защиты «Барьер», препятствующая попаданию в баки воздушных судов авиатоплива с ненормируемыми показателями качества по воде и механическим примесям.

Литература

1. Бордунов В.Д., Елисеев Б.П. Стратегия правовой политики применения приложения 19 «Управление безопасностью полетов» // Научный вестник Московского государственного технического университета гражданской авиации. 2015. № 216. С. 5-10.

2. ГОСТ Р 18.12.03-2018 Технологии авиатопливообеспечения. Средства фильтрации авиатопливообеспечения. Общие технические требования

3. Браилко А.А. Метод непрерывного мониторинга чистоты авиатоплива в технологической схеме топливообеспечения воздушных судов. Диссертация под руководством Самойленко В.М. МГТУ ГА 2017

4. Рыбаков К.В. Авиационные фильтры для топлив, масел, гидравлических жидкостей и воздуха. Учеб. пособие. - М.: Машиностроение, 1982. - 103 с.

5. Кельберт М. Я., Сухов Ю. М. Вероятность и статистика в примерах и задачах. Т. II: Марковские цепи как отправная точка теории случайных процессов и их приложения. — М.: МЦНМО, 2010. — 295 с. — ISBN 978-5-94057-252-7

6. Дьёденноне Ж., Керрол Дж., Мамфорд Д. Геометрическая теория инвариантов. — М.: Мир, 1974. — 278 с.

УДК 629.735.08

УСЛОВИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОРИОЛИСОВЫХ МАССОМЕРОВ В СИСТЕМЕ АВИАТОПЛИВООБЕСПЕЧЕНИЯ

А.Н. Тимошенко к.т.н., доцент каф. АТО и РЛА,

К.И. Грядунов к.т.н., доцент, доцент каф. АТО и РЛА,

А.Н. Козлов к.т.н., доцент, доцент каф. АТО и РЛА, С.А. Савушкин студент

Московский государственный технический университет гражданской авиации (Москва, Россия)

В настоящее время владельцами многих топливозаправочных комплексов (ТЗК) гражданской авиации (ГА) являются организации

нефтепродуктообеспечения: вертикально интегрированные нефтяные компании («Роснефть», «Газпром», «Лукойл» и др.) и нефтетрейдеры.

По данным Росавиации, средняя цена одной тонны керосина в июле 2020 года составляла 46165 рублей (без НДС). В настоящее время наибольшую долю в стоимости авиационного билета для пассажира занимает стоимость топлива. Системе нефтепродуктообеспечения для успешной коммерческой деятельности необходима достоверная информация о количестве поставляемого в авиакомпанию топлива, т.е. необходим достоверный коммерческий учёт. Широко применяемые в настоящее время объёмные расходомеры измеряют количество перекаченного топлива в единицах объема (литрах). Но объёмы топлива, отпускаемого с нефтеперерабатывающего и заправленного в баки ВС, могут быть разным из-за различной температуры топлива в процессе поставки. несовершенство объёмных расходомеров может выдавать погрешность до 5%. несовершенство аппаратуры учёта является фактором, способствующим хищениям топлива. Выход из этой ситуации предприятия нефтепродуктообеспечения видят в замене объёмных расходомеров на массомеры так как масса топлива является неизменной характеристикой.

В настоящее время «модным» техническим решением системы нефтепродуктообеспечения вышеуказанной проблемы является замена объёмных расходомеров на кориолисовые массомеры [1-6].

Точность измерений массы заправленного топлива для ГА имеет не меньшее, а существенно большее значение, чем для предприятий нефтепродуктообеспечения, так как точность измерения топлива влияет не только на коммерческий учёт, но и, что более важно, на безопасность полётов и организацию лётной работы по причинам:

- имевших место катастроф и аварий из-за полной выработки топлива в полете (Air Canada Boeing-767 Канада 23.07.1983 Гимли; Avianca Boeing-707 Колумбия 25.01.1990 Нью-Йорк; Tuninter ATR-72 Италия 06.08.2005 Палермо; LaMia BAe-146 Колумбия 28.11.2016 Ла-Унион))

- нарушений в процессе эксплуатации воздушного судна периодичности тарировки судовых топливомеров;

- разрешения зарубежных авиастроительных корпораций на эксплуатацию воздушных судов их производства с неисправными топливомерами [7-8];

- передачи функций заправки персоналу ТЗК при двухчленном экипаже [9];

- необходимости обеспечения единства измерений топлива в процессе эксплуатации воздушных судов [10];

- необходимости ведения учёта заправленного топлива по показаниям расходомеров средств заправки.

Перечисленные обстоятельства настоятельно требуют обеспечения уверенности эксплуатантов ГА в точностных характеристиках кориолисовых массомеров средств заправки.

Однако замена объемных расходомеров на кориолисовые массомеры проводится без одобрения со стороны ГА. Системы обязательного подтверждения в каком бы то ни было виде возможности применения тех или иных технических средств в ГА в настоящее время не существует.

Анализ нормативной документации Международной организации законодательной метрологии (МОЗМ) [11] и эксплуатационной документации кориолисовых массомеров производства Endress+Hauser GmbH+Co. Instruments International (Германия) [12-15] и ООО НТФ «БАКС» (Россия) [16] свидетельствует о высокой требовательности кориолисовых массомеров к условиям эксплуатации, а также месту и способу установки.

Невыполнение этих требований может привести к существенным ошибкам при измерениях [17-18]. Выполнение указанных требований производителями средств заправки ВС объективными и независимыми исполнителями не подтверждается.

Поэтому для обоснованного решения о возможности применения кориолисовых массомеров в гражданской авиации требуются дальнейшее проведение теоретических и практических исследований, направленных на разработку методик испытания кориолисовых массомеров на предмет оценки влияния на относительную погрешность приборов:

1. Вибрации трубопровода, на котором они установлены;
2. Вибрации основания, на котором они установлены;
3. Воздуха в перекачиваемой жидкости;
4. Режимы работы насоса;
5. Места установки;
6. Схемы установки (вертикальная, горизонтальная, под углом);
7. Малых расходов жидкости;
8. Изменения давления в трубопроводах.

Литература

1. Уметбаев Ф.С. Совершенствование методов и средств учета нефтепродуктов в процессах транспорта и хранения / Ф.С. Уметбаев: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 16.05.2013/ Уметбаев Ф.С. – Уфа, 2013. 23С.

2. Виленский А.А. Автоматизация оперативного учета для ТЗК аэропорта / Виленский А.А. // Центр учетных технологий. – 2014. – С. 17.

3. ГОСТ 15528-86 Средства измерений расхода, объема или массы протекающих жидкости и газа. Термины и определения

4. ГОСТ 34396-2018 Системы измерения количеств и показателей качества нефти и нефтепродуктов. Общие технические условия

5. ГОСТ 8.587-2019 Государственная система обеспечения единства измерений. Масса нефти и нефтепродуктов. Методики (методы) измерений

6. ГОСТ Р 8.595-2004 Государственная система обеспечения единства измерений. Масса нефти и нефтепродуктов. Общие требования к методикам выполнения измерений

7. Master Minimum Equipment List. Boeing B-737 100/200/300/400/500/600/700/800/900 Issue 05 of December 2010. Endorsed by U.S. Department of Transportation Federal Aviation Administration.

8. Master Minimum Equipment List. Airbus A318/A319/A320/A321 Issue 05 of December 2015. Endorsed by U.S. Department of Transportation Federal Aviation Administration.

9. Громов В.К. Заправка воздушных судов в сокращенном составе экипажей / Громов В.К. // Русский инженер. –2013. –№ 4 (39). – С. 2-6.

10. Богоявленский А.А. Обеспечение единства измерений расхода топлива и масла силовых установок при летно-технической эксплуатации воздушных судов / Богоявленский А.А. // Научный вестник ГосНИИ ГА. – 2019. – № 25 – С. 7-21.

11. Dynamic measuring systems for liquids other than water. Metrological and technical requirements. Issue 2007. Endorsed by International organization of legal metrology.

12. Официальный сайт Производственной компании Emerson Process Management [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.emerson.com.html>//свободный.

13. Operating manual. MA Optimass 6000 R02. Issue 03.2013. Endorsed by © KROHNE

14. Operating manual. TM / UMC4. Issue 2006. Endorsed by Heinrichs Messtechnik GmbH.

15. Operating manual. PROMASS 40. Issue 2017. Endorsed by Endress+Hauser GmbH+Co.

16. Руководство по эксплуатации. Счетчик-расходомер массовый кориолисовый «ЭМИС-МАСС 260». - Челябинск.: ЗАО «ЭМИС», 2020. – 74 с.

17. Системы измерительные АМКУА методика поверки: приказ федерального государственного унитарного предприятия всероссийского научно-исследовательского института метрологической службы от 05.10.2018 № МП 208-076-2018. – М.: ФГУП «ВНИИМС», 2018. – 12с.

18. Михеев, М. Ю. Информационно-структурные модели системы сбора и обработки данных с кориолисова расходомера инерционного типа / М. Ю. Михеев, Е. А. Гудкова, А. А. Лепешев // Надежность и качество сложных систем. – 2015. – № 1 (9). – С. 43–50.

МЕТОДИКА АКУСТИКО-ЭМИССИОННОЙ ДИАГНОСТИКИ ОСТЕКЛЕНИЯ КАБИН ВОЗДУШНЫХ СУДОВ

А.В. Попов д.т.н., доцент, профессор кафедры восстановления авиационной техники, А.Б. Комлев адъюнкт кафедры восстановления авиационной техники

ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (Воронеж, Россия)

В настоящее время существуют различные подходы к диагностике состояния остекления кабины воздушного судна начиная от простейших визуальных осмотров деталей до широкого применения современных комплексов неразрушающего контроля в условиях авиаремонтных предприятий [1].

В настоящее время существует способ диагностирования состояния остекления фонаря кабины воздушного судна [2]. Недостатком данного способа является низкая вероятность обнаружения и прогнозирования динамики развития дефектов на ранних стадиях.

Техническим результатом применения заявленного способа является:

1. Повышение вероятности обнаружения дефектов остекления кабины воздушного судна в области заделки;
2. Возможность прогнозирования динамики развития дефектов на ранних стадиях.

Возможно создание системы оценки прочности и определения местоположения дефектов остекления кабины воздушного судна путем разработки методического обеспечения на основе метода акустической эмиссии (АЭ). Данный метод позволяет оценивать акустические сигналы, возникающие при образовании и развитии дефектов в материале силовых элементов при воздействии на них нагрузки равной или превышающей эксплуатационную.

При проведении диагностирования остекления кабины воздушного судна в условиях технико-эксплуатационной части создается избыточное давление в кабине воздушного судна, равное или превышающее эксплуатационное. При этом в остеклении и местах крепления остекления с каркасом кабины воздушного судна (клеевые соединения), при возникновении дефектов (трещин, расслоений) датчиками регистрируются импульсы АЭ [3,4].

Для повышения оперативности и эффективности АЭ контроля разработан теоретико-вероятностный подход к оценке параметров, характеризующих поток АЭ сигналов. Проведены обобщение результатов исследования связи информативных параметров АЭ и закономерностей процессов накопления повреждений в силовых элементах конструкций, статистический анализ информативных параметров АЭ процессов [5-9].

Разработан способ оценки процессов накопления повреждений в остеклении и местах крепления остекления к каркасу кабины воздушного судна, основанный на оценке изменения распределений информативных параметров потока АЭ на фиксированных интервалах времени в процессе приложения нагрузки к силовым элементам конструкций [5-10].

Применение разработанного способа диагностирования остекления кабины воздушного судна: повышает вероятность обнаружения дефектов остекления кабины воздушного судна в области заделки, позволяет прогнозировать динамику развития дефектов остекления на ранних стадиях.

Литература

1. «Восстановление боевой авиационной техники», издание ВВИА имени профессора Н.Е. Жуковского, 1989 г., С. 263-266.

2. Методические рекомендации по эксплуатации и восстановлению деталей остекления из органического стекла воздушных судов государственной авиации РФ в условиях заводского и войскового ремонта, Выпуск ГИ ВВС, Москва 2015 г., 16 с.

3. ПБ 03-593–03. Правила организации и проведения акустико-эмиссионного контроля сосудов, аппаратов, котлов и технологических трубопроводов. М.: Ростехнадзор России, 2003. 102 с.

4. Неразрушающий контроль: справочник: в 8 т. /под общ. ред. В. В. Клюева. Т. 7: в 2 кн. Кн. 1. Метод акустической эмиссии / В. И. Иванов, И. Э. Власов. Кн. 2 Вибродиагностика / Ф. Я. Балицкий, А. В. Барков, Н. А. Баркова 2-е изд., дораб. М.: Машиностроение, 2006. 829 с.

5. Расщепляев Ю. С., Попов А. В. Метод инвариантов в задаче исследования потоков акустической эмиссии // Дефектоскопия. 2000. № 10. С. 79 – 82.

6. Пат. 2233444 РФ. Способ оценки процессов разрушения конструкций при акустико-эмиссионном контроле Попов А.В. Бюл. 2004. № 21. 5 с.

7. Расщепляев Ю. С., Попов А. В. Обобщение метода инвариантов для оценки изменения характеристик акустической эмиссии при контроле прочности конструкций // Контроль. Диагностика. 2006. № 5. С. 28 – 30.

8. Попов А. В., Кондранин Е. А. Метод контроля прочности силовых элементов конструкций на основе оценки численно-временных характеристик АЭ-процессов // Контроль. Диагностика. 2008. № 7. С. 45 – 47.

9. Попов А. В., Жумай В. Э. Определение прочностных характеристик конструкций на основе амплитудных инвариантов акустико-эмиссионных процессов // Контроль. Диагностика. 2008. № 10. С. 29 – 32

10. Попов А. В., Тесля Д. Н., Комлев А. Б. Система оценки прочности конструкций авиационной и ракетно-космической техники на основе метода акустической эмиссии // Контроль. Диагностика. 2018 №8 (242) С. 34 – 35.

ВЛИЯНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ АВИАЦИОННЫХ ДЕТАЛЕЙ МЕТОДОМ КОНТАКТНОЙ РАЗНОСТИ ПОТЕНЦИАЛОВ

*В.С. Олешко¹ к.т.н., доц., начальник кафедры Летательных аппаратов
Военного учебного центра, В.М. Самойленко² д.т.н., проф., заведующий
кафедрой АТО и РЛА*

*¹Московский авиационный институт (национальный исследовательский
университет) (Москва, Россия)*

*²Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

Неразрушающий контроль исправного состояния металлических деталей авиационной и космической техники весьма важен в производстве. Известен метод контактной разности потенциалов (КРП) металлических деталей машин, относящийся согласно отечественной классификации к электрическому виду неразрушающего контроля [1]. Метод КРП позволяет определить уровень энергетического состояния поверхности металлических деталей, и успешно применяется в их производстве, например, при оценке качества очистки поверхностей деталей от загрязнений, термической обработке, склеивании, пайке, нанесении защитных покрытий [2, 3]. При измерениях в вакууме КРП является разностью работ выхода электрона из поверхностей исследуемой металлической детали и токопроводящего измерительного электрода датчика прибора измерения КРП. Однако при измерениях КРП металлов в атмосфере воздуха имеют место поляризационные и адсорбционные явления. Целью данной работы было определение степени зависимости измерений КРП на поверхности твердых металлов от параметров окружающей воздушной атмосферы.

Исследовались образцы с плоской поверхностью из чистых алюминия, титана и никеля. Определение параметров окружающей среды (температуры, относительной влажности и атмосферного давления) производилась с помощью цифровой метеостанции «Ната EWS-800» с заявленной точностью измерений 2 %. Исследования проводились в лабораторных условиях, поэтому диапазон изменения параметров атмосферы был небольшим. В течение нескольких месяцев было проведено 314 сеансов измерений КРП. При этом температура окружающей среды изменялась от 14 до 29 °С со средним ее значением 23 °С, относительная влажность воздуха изменялась от 19 до 59 % со средним значением 34 % и атмосферное давление воздуха изменялось от 963 до 1022 гПа со средним его значением 997 гПа.

Перед измерениями КРП поверхность образцов была тщательно очищена и высушена. Измерения КРП на поверхности металлических образцов проводились устройством, реализующим способ динамического конденсатора с вибрирующим измерительным электродом, изготовленным из

никеля [4]. Воздушный зазор между поверхностями исследуемых металлических образцов и поверхностью измерительного электрода датчика прибора измерения КРП составлял 0,5 мм. Постоянство зазора между исследуемым металлом и измерительным электродом датчика прибора при измерениях КРП имеет определяющее значение.

Методика определения КРП была следующей. Каждый сеанс измерений КРП на поверхности образцов состоял из 8 измерений, из которых исключались минимальное и максимальное значения КРП. По результатам оставшихся 6 измеренных значений КРП вычислялось ее среднее арифметическое значение. Применение данной методики необходимо по причине флуктуации КРП между металлами во времени. В результате проведенных исследований были получены следующие результаты. Среднее арифметическое значение КРП образцов из алюминия составило 874 мВ со средним квадратическим отклонением 75 мВ, среднее значение КРП образцов из титана составило 284 мВ со средним квадратическим отклонением 70 мВ, и среднее значение КРП образцов из никеля составило 208 мВ со средним квадратическим отклонением 65 мВ. Наблюдаемая КРП, равная в среднем 208 мВ, между исследуемым никелевым образцом и никелевым же измерительным электродом прибора измерения КРП объясняется разницей в технологии изготовления и параметрами их поверхностей, и прежде всего шероховатостью, что оказывает влияние на уровень энергетического состояния их поверхности.

Далее с использованием программы «Statistica 10» был проведен линейный регрессионный анализ результатов экспериментальных исследований зависимости КРП металлических образцов из алюминия, титана и никеля от параметров окружающей среды — температуры, относительной влажности и атмосферного давления. Полученные линейные уравнения регрессии показали, что КРП исследуемых металлов слабо зависит от указанных параметров окружающей среды. Наибольшее влияние на измерения КРП металлов оказывает температура. При увеличении температуры окружающей среды на 1 °С происходит уменьшение КРП образцов: из алюминия на 6 мВ, титана на 14 мВ и никеля на 9 мВ, соответственно. Зависимости же значений КРП, измеренной на поверхности исследуемых образцов, от относительной влажности и давления воздуха оказались ещё меньшими. Однако данная зависимость КРП от параметров окружающей среды все же имеет место. В процессе измерений КРП металлов также важно обеспечить стабильность окружающей среды.

Наблюдаемое изменение КРП исследуемых металлов при изменении параметров окружающей среды объясняется сопутствующими физико-химическими процессами на их поверхностях, например, изменением диэлектрической постоянной в зазоре между образцом и измерительным электродом датчика, донорным или акцепторным их взаимодействием.

Зависимость измеренных значений КРП металлов от параметров окружающей среды является слабой по причине лабораторных условий

экспериментальных исследований. Но при измерениях же КРП на поверхности металлических деталей в условиях вакуума или на больших высотах над уровнем моря изменения давления воздушной атмосферы будет иметь большее значение. Это же касается и зависимости КРП от других параметров — температуры и относительной влажности, поскольку они взаимосвязаны.

Учет зависимости КРП металлов от параметров окружающей среды позволит повысить эффективность этого метода неразрушающего контроля деталей аэрокосмической техники.

Литература

1. Mousokhranov M.V., Kalmykov V.V., Logutenkova E.V. The influence of technological parameters on physical and mechanical properties of surfaces, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 483, 012054 (2019), <https://doi.org/10.1088/1757-899X/483/1/012054>.

2. Арефьева Л. П., Сукиязов А.Г., Долгачев Ю.В., Шахова Л.С. Контактная разность потенциалов легированной стали после термической обработки, Advanced Engineering Research, том 20, № 3, с. 289–294 (2020), <https://doi.org/10.23947/2687-1653-2020-20-3-289-294>.

3. Alymov M.I., Averin S.I. Lower Limit Size Of Pores In Metals Under Sintering, Inorganic Materials: Applied Research, volume 11, p. 669–671 (2020), <https://doi.org/10.1134/S207511332003003X>.

4. Олешко В.С., Ткаченко Д.П., Федоров А.В. Устройство измерения контактной разности потенциалов металлических деталей авиационной техники. Патент РФ на изобретение № 2717747, опубликован 25.03.2020, бюллетень № 9.

УДК 629.735.08

ОЧИСТКА АВИАЦИОННЫХ ТОПЛИВ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИМИ ФИЛЬТРАМИ

*В.Е. Турчанинов к.т.н., старший научный сотрудник,
Ф.Е. Шарыкин старший научный сотрудник, А.И. Замятин, инженер
ФАУ «25 ГосНИИ химмотологии Минобороны России» (Москва, Россия)*

Универсальными устройствами очистки авиационных топлив (топлив) от твердых загрязнений являются фильтры, главные преимущества которых — стабильная тонкость очистки и простота эксплуатации. Недостатком этих средств очистки является ограниченный ресурс работы фильтроэлементов (ФЭ), связанный с закупориванием пор фильтрующего материала частицами загрязнений, а также физико-механическими характеристиками материалов фильтрующей перегородки.

Результаты исследований [1, 2] подтверждают, что использование в конструкции средств очистки топлив бумажных ФЭ, имеющих низкую

влагостойкость и относительно высокую вымываемость волокон (до 10000 штук на 1 м³), фактически не позволяет сохранять задекларированные производителем характеристики элементов даже в течение гарантийного срока эксплуатации [2]. Это приводит к деградации порового пространства, обусловленной образованием поровых отверстий большого диаметра при содержании в исходном продукте даже незначительного количества воды. Бумажные ФЭ не подлежат регенерации и обладают ограниченным ресурсом, что требует их периодической замены, а сбор и утилизация влекут трудовые и материальные затраты.

Очистка жидких сред пористыми перегородками получила применение и при обезвоживании топлив. Они основаны на использовании водоотталкивающих (гидрофобных) и водопоглощающих (гидрофильных) материалов, а также их сочетании. Недостатком использования первых является блокирование микрокаплями воды пор перегородки, при использовании гидрофильных перегородок ресурс их работы ограничен временем полного насыщения влагой, а перегородки из сочетания гидрофобных и гидрофильных волокон имеют значительные размеры. Фильтры-водоотделители содержат, как правило, три ступени (фильтрующую, коагулирующую, водоотталкивающую), что отражается на их габаритных размерах и массе. Они также требуют периодической замены комплектующих элементов или их регенерации.

Анализ состояния фильтрационного оборудования, применяемого при очистке топлив свидетельствует, что сырье для изготовления комплектующих к отечественным средствам очистки производится за рубежом [3]. С начала 90-х годов прошлого столетия отечественная промышленность практически прекратила производство фильтровальных бумаг, удовлетворяющих современным требованиям. Учитывая относительную дешевизну целлюлозного сырья, производители ФЭ были вынуждены перейти на применение импортных аналогов. Зарубежное производство в данной области (Alstrom, Hollingsworth&Vose) поставляет сырье с эпоксидными, фенолформальдегидными и др. пропитками. Для изготовления самих элементов при склейке торцевых оснований отечественные предприятия используют двухкомпонентный литьевой полиуретан Stobicoll®F 468.00 производства Stockmeier Urethanes GmbH & Co. KG.

На ряду с отечественными средствами очистки в экономическом комплексе страны используются аналогичные устройства зарубежных производителей, таких как PESCOFacet, Velcon, Faudi и др. Назревшая необходимость кардинального совершенствования технологий и технических средств топливообеспечения в полной мере относится к средствам фильтрации. С учетом сложившейся геополитической обстановки, введения с 2014 года в отношении России санкций, охватывающих области технологической продукции двойного назначения, особую роль приобретают вопросы импортозамещения указанной продукции.

На этом фоне перспективным, и ранее нашедшим применение в других отраслях промышленности, направлением является использование средств очистки, в которых одновременно с фильтрованием обеспечивается непрерывная регенерация пористых перегородок, что достигается совмещением этих процессов и обеспечивает постоянное удаление частиц загрязнений с их поверхности.

К таким устройствам, позволяющим реализовать процесс непрерывной очистки топлив относятся фильтры, использующие в своей конструкции принцип гидродинамического фильтрования. Использование данного эффекта даёт возможность повысить тонкость очистки продукта без уменьшения размера пор материала и возрастания гидравлического сопротивления, что позволяет увеличить ресурс его работы.

Их недостатком является необходимость сброса части очищаемого продукта (до 10 %), создающего продольный поток на поверхности ФЭ. Это не играет роли при установке фильтров в циркуляционных неполнопоточных системах, где есть возможность возврата части очищаемого продукта обратно в бак, но вызывает определённые трудности при однократном прохождении продукта через средство очистки, например, при заправке техники [4].

В настоящее время ФАУ «25 ГосНИИ химмотологии Минобороны России» проводится комплекс научно-исследовательских работ, направленных на совершенствование технических средств обслуживания авиационной техники, их рациональное применение в современных условиях материально-технического обеспечения деятельности государственной авиации.

На базе современных научных достижений разработаны технические решения, применение которых способствует уменьшению количества продукта, поступающего на сброс при гидродинамическом фильтровании [5]. Кроме того, использование в фильтрах такого типа принципа многоканальности, реализуемого за счет размещения в корпусе определенного количества параллельно подключенных идентичных пористых перегородок (элементов) и линии рециркуляции, позволяет значительно снизить габариты устройства и практически исключить сброс части очищаемого продукта при обеспечении требуемой пропускной способности и тонкости очистки [6]. Комплексность процесса, то есть удаление механических загрязнений и эмульсионной воды на одной ступени очистки устройства, реализуется путем придания пористой перегородке водоотделяющих свойств. Материалом перегородки может служить недорогая и недефицитная металлическая сетка с гидрофобным фторопластовым покрытием, способ изготовления которой, при поэтапной термической обработке повышает эффективность водоотталкивающих свойств перегородки и увеличивает срок эксплуатации изделия [7].

В этой связи, применение многоканальных гидродинамических устройств комплексной очистки с перспективой разработки типоразмерных рядов позволит создать эффективную альтернативу большей части

номенклатуры применяемых средств очистки и положительно скажется на эффективности процессов подготовки топлив при транспортно-складских и заправочных операциях: существенно снизит продолжительность и трудоёмкость технического обслуживания, значительно увеличит ресурс эксплуатации и позволит уменьшить габаритные размеры и массу этих средств, даст возможность отказаться от закупки сменных комплектующих элементов, тем самым снизив зависимость сферы производства от импортного сырья.

Литература

1. Шарыкин Ф.Е. Новый метод контроля ресурса фильтрующих элементов // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2018. № 10. С. 551-555.

2. Браилко А.А. Метод непрерывного мониторинга чистоты авиатоплива в технологической схеме топливообеспечения воздушных судов: дисс. канд. техн. наук: 05.22.14 / А.А. Браилко. М., 2018. 134 с.

3. Галко С.А., Шарыкин Ф.Е. Обеспечение чистоты горюче-смазочных материалов, применяемых при эксплуатации вооружения, военной и специальной техники // Труды 25 ГосНИИ. 2018. Выпуск № 58. С. 476-485.

4. Коваленко В.П., Галко С.А., Шарыкин Ф.Е., Косых А.И. Перспективы развития средств очистки горюче-смазочных материалов // Труды 25 ГосНИИ. 2014. Выпуск № 56. С. 472-480.

5. Коваленко В.П., Галко С.А., Шарыкин Ф.Е. Технические решения для очистки топлив и масел на этапах их жизненного цикла // Химия и технология топлив и масел. 2015. № 6. С. 47-49.

6. Патент РФ № 2630125. Установка для очистки жидкостей и газов / В.П. Коваленко, Ф.Е. Шарыкин, С.А. Галко, Д.У. Думболов, А.В. Тодорив. Опубл. 05.09.2017. Бюл. № 25.

7. Патент РФ № 2706608. Способ изготовления водоотталкивающей перегородки для фильтров-сепараторов / В.Е. Турчанинов, Ф.Е. Шарыкин, А.И. Замятин. Опубл. 19.11.2019. Бюл. № 32.

УДК 629.735.08

СМАЗЫВАЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ РЕАКТИВНЫХ ТОПЛИВ ДЛЯ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ

*К.И. Грядунов к.т.н., доцент, К.Э. Бальшин К. Э. ведущий инженер
Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

Авиационный керосин, используемый во всех реактивных двигателях, выполняет ряд функций, одной из которых является смазочная функция. Сущность смазочной функции заключается в снижении интенсивности

изнашивания пар трения за счёт проявления авиационным топливом противоизносных и противозадирных свойств.

На данный момент на нефтеперерабатывающих заводах России для гражданской авиации производятся реактивные топлива отечественных марок ТС-1, РТ по ГОСТ 10227–86 и иностранной ДЖЕТ А-1 по ГОСТ 32595–2013. В соответствии с руководящими документами гражданской авиации марки керосина ТС-1 и РТ могут смешиваться в любых пропорциях. Смешение марок ТС-1 и РТ с ДЖЕТ А-1 допустимо только в баках воздушных судов. В указанных стандартах для марок ТС-1 и РТ нормируются 26 показателей качества, для ДЖЕТ А-1 – 18. При этом в стандарте на топливо ДЖЕТ А-1 имеется показатель, характеризующий смазывающую способность, а в стандарте на топлива ТС-1 и РТ такой показатель отсутствует.

Противоизносные свойства топлив зависят от многих факторов: углеводородного состава, наличия гетероатомных соединений, чистоты, наличия ПАВ и пр. На момент оценки смазывающих свойств квалификационными методами испытаний процессами получения реактивных топлив ТС-1 и РТ были прямая перегонка и гидрогенизационные процессы соответственно. В топлива, подверженные гидроочистке, лишённые естественных компонентов, повышающих смазывающую способность, обязательно вводится ряд присадок, в т. ч. и противоизносные присадки, которые на сегодняшний день также изменились. Также ряд нефтеперерабатывающих заводов (НПЗ) России – по сути это те заводы, которые прошли модернизацию и широко внедрили вторичные процессы переработки нефти, – выпускают, так называемое, смесевое топливо ТС-1, в состав которого входят как продукты прямой перегонки нефти, так и продукты, полученные за счёт вторичных процессов переработки нефти [1]. Очевидно, что данные факторы влияют на смазывающую способность авиационных топлив, которая не контролируется. Также следует отметить, что информация о соотношении прямогонных и непрямогонных компонентов в смесевом топливе ТС-1 отсутствует, равно как и информация о введении в такое топливо каких-либо присадок. Отличить же смесевое ТС-1 от несмесового не представляется возможным – выпускаются они по единому стандарту под единым наименованием.

В директивах летной годности European Aviation Safety Agency (EASA) – Европейское Агентство по Безопасности Авиации с регулирующими и исполнительными задачами в области безопасности полетов содержатся претензии к качеству топлива ТС-1, и в первую очередь, к его противоизносным свойствам: EASA AD No.: 2017–0065 [2], EASA PAD No.: 17–023 [3], EASA CRD of PAD No. 17–023 [4]. По этой причине межремонтный ресурс топливорегулирующей аппаратуры ряда марок зарубежных двигателей сокращён на 50 % [5, 6]. Указанные претензии не конкретизируются, поэтому данное обстоятельство может быть вызвано как субъективными, так и объективными причинами. Безусловно, наличие показателя качества «смазывающая способность» в ГОСТ–10227 могло бы служить надёжным

обоснованием для отклонения таких претензий.

На сегодняшний день имеются десятки различных методов оценки смазывающих свойств материалов и соответствующих лабораторных установок. Одним из самых доступных методов является сравнительная экспресс-оценка смазывающих свойств с применением четырёхшариковой машины трения (ЧМТ). Сущность метода заключается в измерении размера (диаметра) пятен износа, оставляемых на трех неподвижных стальных шариках четвертым вращающимся шариком под заданной нагрузкой в среде смазочного материала. Одним из показателей смазывающих свойств является критическая нагрузка, при которой происходит потеря смазывающих свойств испытуемого продукта. Она характеризуется резким увеличением диаметров пятен износа.

В лаборатории МГТУ ГА на установке ЧМТ-1 в соответствии с ГОСТ 9490–75 были проведены сравнительные эксперименты по оценке противоизносных свойств образцов различных марок авиакеросина. Результаты эксперимента представлены на рис. 1.

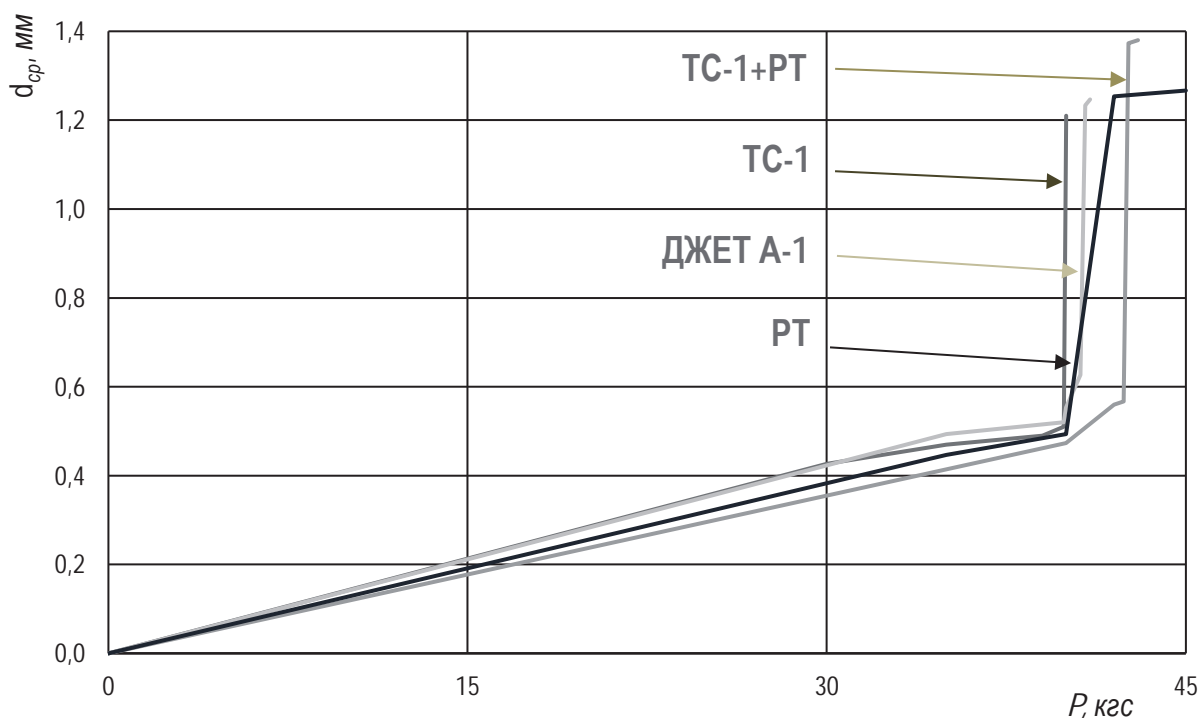


Рис. 1. Определение критической нагрузки

Из рис. 1 видно, что данные образцы топлив имеют близкие значения критических нагрузок.

В качестве показателя смазывающих свойств авиационных топлив могут быть использованы различные показатели: критическая нагрузка, диаметр пятна износа и пр. Одним из показателей может быть выраженный в процентах расчётный показатель противоизносных свойств, предложенный А. Ф. Аксёновым [7]:

$$K = \frac{P_{кр}^н}{P_{кр}^э} \cdot \frac{I_э}{I_n} \cdot 100,$$

где K – показатель противоизносных свойств, %;

$R_{кр}^{и}$ – критическая нагрузка перехода трения металлов из жидкостного в граничное в испытуемом топливе, кгс;

$R_{кр}^{э}$ – критическая нагрузка перехода трения металлов из жидкостного в граничное в эталонном топливе, кгс;

$I_э$ – износ металлов в эталонном топливе, мм;

$I_и$ – износ металлов в испытуемом топливе, мм.

Таким образом, существует необходимость: дальнейших исследований по оценке противоизносных (смазывающих) свойств отдельных образцов товарных топлив, изготовленных различными российскими НПЗ, а также сложных смесей всех марок топлив, получаемых в баках воздушных судов, эксплуатирующихся на международных линиях, т. к. в большей или меньшей степени показатели одной марки топлива могут улучшать или ухудшать показатели другой; определения и введения показателя, характеризующего смазывающую способность, в отечественный стандарт для реактивных топлив ГОСТ–10227.

Литература

1. Лихтерова Н. М. Проблема оценки противоизносных свойств современных отечественных реактивных топлив / Н. М. Лихтерова, К. В. Шаталов, В. В. Кондратенко, Д. Ф. Баевский // Научный вестник МГТУ ГА. – М.: МГТУ ГА, 2014. № 206. – С. 37–42.

2. EASA AD No.: 2017–0065 – EASA Airworthiness Directive – ATA 73 – Engine Fuel and Control – Hydro-Mechanical Units – Operational Limitations.

3. EASA PAD No.: 17–023 – EASA Notification of a proposal to issue an Airworthiness Directive – ATA 73 – Engine Fuel and Control – Hydro-Mechanical Units – Operational Limitations.

4. EASA CRD of PAD No. 17–023 – EASA comment response document – Notification of a proposal to issue an Airworthiness Directive – ATA 73 – Engine Fuel and Control – Hydro-Mechanical Units – Operational Limitations.

5. Тимошенко А. Н. Частные претензии к ТС-1 остаются без разрешения / А. Н. Тимошенко // Авиаглобус. – 2009. № 2 (118). – С. 12–13.

6. Урявин С. П. О работе по отмене ограничений на применение авиатоплива ТС-1 со стороны зарубежных двигателестроительных корпораций / С. П. Урявин, А. Н. Тимошенко // Ассоциация ОАТО ГА. – 2010. № 5. – С. 32–33.

7. Аксенов А. Ф. Авиационные топлива, смазочные материалы и специальные жидкости. – М.: Транспорт, 1970. – 256 с.

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОВРЕЖДЕНИЯ ТОПЛИВНЫХ СИСТЕМ

*А.А. Кривушина¹ к.б.н., старший научный сотрудник,
А.Н. Тимошенко² к.т.н., доцент*

¹Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов (Москва, Россия)

²Московский государственный технический университет гражданской авиации (Москва, Россия)

Проблема биоповреждений очень широко распространена и актуальна, поскольку практически все материалы, создаваемые человеком подвержены воздействию микроорганизмов. Микроорганизмы присутствуют вокруг нас повсюду, в воздухе, в почве, на поверхности предметов и среди них довольно много потенциальных деструкторов, которые при наличии определенных условий могут вызывать возникновение биоповреждений. Особенно эта проблема актуальна для техники, которая эксплуатируется в странах с влажным тропическим и субтропическим климатом, где в условиях повышенной температуры и влажности наиболее велик риск возникновения биоповреждений. Но и в других климатических зонах эта проблема встречается довольно часто.

Микробиологические повреждения авиационного топлива и других нефтепродуктов – одна из наиболее важных проблем среди различных видов биоповреждений. Накопление продуктов жизнедеятельности микроорганизмов, прежде всего органических кислот, приводит к коррозии металлического оборудования. Отдельно отмечены частые случаи коррозии алюминиевых деталей топливных баков грибом *Hormoconis resiniae*, развивающегося в авиационном топливе. Кроме того, образование агрессивных продуктов жизнедеятельности микроорганизмов, кислот и ферментов, ведет к разрушению многих неметаллических материалов, таких как резины, герметики, лакокрасочные покрытия. Следствием этих процессов может быть нарушение герметичности баков.

Показано, что в топливных баках самолетов могут присутствовать различные виды микроорганизмов, однако наибольшую опасность представляют мицелиальные грибы. Подобные организмы развиваются и в топливе, внешне представляют собой слизистые сгустки из тонких переплетенных нитей. Мицелиальные грибы могут размножаться и с помощью примитивных плодовых тел, и с помощью различных типов спороношений, а также и просто фрагментами мицелия. Такие фрагменты перелетают по воздуху, оседают на субстрат и прорастают в новую колонию.

Отдельную проблему представляет микробиологическая коррозия металлов. Хотя микроорганизмы не могут использовать металлы в качестве источника питания, они активно развиваются на неметаллических материалах,

находящихся в контакте с металлическими элементами, при этом усиливая коррозионные процессы. Также микроорганизмы способны развиваться и на поверхности самих металлических элементов, получая питание из органических загрязнений, попадающих на поверхность изделий в ходе эксплуатации. Микромицеты в процессе своей жизнедеятельности удерживают на поверхности металлов влагу, выделяя при этом кислоты, что приводит к появлению коррозии деталей из латуни, меди, стали, алюминия и его сплавов. Мицелий микромицетов способен образовывать мосты между металлическими контактами изделий, совместно с образованием продуктов биокоррозии это приводит к появлению электролитов на поверхности контактов, замыканию электрических цепей и к возможному ухудшению электрических параметров изделий. Большинство исследовательских работ по микробиологической коррозии металлов посвящено изучению влияния бактерий на материал, так как до недавнего времени считалось, что именно бактериям принадлежит первостепенная роль в инициации коррозионных процессов. Однако роль микроскопических грибов, или микромицетов, в процессах биокоррозии также крайне велика, об этом свидетельствует ряд проводимых исследований.

Для защиты топлив и материалов топливных систем от микробиологического поражения существуют физические, механические и химические методы борьбы. Самым распространенным способом защиты топлив от микробиологического поражения является введение в нефтепродукты специальных антимикробных присадок. Помимо тех требований, которые предъявляются ко всем биоцидам, вещества, рекомендуемые в качестве присадок для топлив, должны удовлетворять еще и специфическим требованиям. Они должны быть растворимыми как в воде, так и в топливе, для того, чтобы исключить возможность вспышки инфекции при попадании микроорганизмов непосредственно из топлива на поверхность раздела топливо-вода.

УДК 629.735.08

**РАЗРАБОТКА ПЕРСПЕКТИВНЫХ СОСТАВОВ ПУСКОВЫХ
ЖИДКОСТЕЙ ДЛЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ОБСЛУЖИВАНИЯ
ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ
КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ**

И.В. Леденева, к.х.н., старший преподаватель;

Лесков В.В., старший преподаватель;

*ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского
и Ю.А. Гагарина» (Воронеж, Россия)*

Безопасность полетов и сроки подготовки летательных аппаратов в значительной степени определяются совершенством, возможностями и

техническим состоянием средств наземного обслуживания (СНО) – комплекса специальных машин, механизмов, приборов, инструмента и приспособлений, технологически взаимосвязанных между собой и предназначенных для подготовки авиационной техники (АТ) к применению и содержания ее в исправном и боеготовом состоянии. Наиболее важными требованиями, предъявляемыми к СНО АТ со стороны ИАС, являются: 1) обеспечение минимально возможного времени технического обслуживания воздушного судна; 2) малые сроки приведения в рабочее состояние, автономность; 3) надежность работы и возможность эффективного использования в разнообразных климатических и метеорологических условиях.

СНО АТ делятся на средства наземного обслуживания общего применения (СНО ОП) и средства наземного обслуживания специального применения (СНО СП).

В состав СНО ОП входят средства заправки ГСМ, специальными жидкостями и газами, средства энергоснабжения, теплотехнические средства, средства наддува, тягачи-буксировщики, подъемные транспортные средства, средства очистки и специальной обработки.

В целях экономии ресурса двигателей и горючего, сокращения времени работы двигателей на земле, на аэродромах применяют буксировку ЛА колесными тягачами. Буксировка осуществляется с помощью специальных водил, которые имеют сцепное устройство с передней стойкой шасси ЛА и буксировочным крюком тягача.

К СНО СП относятся приспособления для буксировки, удержания и швартовки, подъемные средства, средства доступа, монтажно-демонтажные средства, средства обслуживания специальных систем, средства защиты ЛА на стоянке, средства техники безопасности, вспомогательные средства.

Запуск двигателей внутреннего сгорания средств наземного обслуживания летательных аппаратов, будь то искровое зажигание или воспламенение от сжатия, в холодных условиях, то есть в условиях, когда температура окружающей среды опускается ниже точки замерзания, представляет собой довольно серьезную проблему в зимний период в умеренных зонах. В крайних северных и южных широтах эта проблема стоит особенно остро. Дизельным двигателям часто разрешается работать на холостом ходу в течение нескольких часов, а часто и в течение ночи, чтобы поддерживать температуру воспламенения, а не пытаться инициировать воспламенение от сжатия в двигателе, остывшим до температуры воздуха.

Большое количество «заправочных» или пусковых жидкостей и многие механические вспомогательные средства для запуска предложены и используются с разной степенью успеха для облегчения проблем с запуском, возникающих при низких температурах. До сих пор диэтиловый эфир считается одной из самых эффективных исходных жидкостей.

Так, промышленность в РФ выпускает два типа пусковых жидкостей: «Холод Д-40» для дизельных двигателей и «Арктика» для бензиновых. Пусковая жидкость «Холод Д-40» имеет следующий химический состав:

этиловый эфир (58-62%), изопропилнитрат (13-17%), газовый бензин (13-17%) и маловязкое масло (8-12%). Для обеспечения плавного и последовательного воспламенения в состав смеси вводят изопропилнитрат и газовый бензин, которые воспламеняются после этилового эфира, но раньше основного топлива. Для снижения износа деталей при пуске двигателя в состав пусковой жидкости добавляют 8-12% масла. Жидкость «Арктика» состоит из этилового эфира (45-60%), газового бензина (35-55%), инициатора воспламенения (изопропилнитрата) (1,5%), масла с противозадирной присадкой (2%). Обе жидкости выпускают в запаянных ампулах или в аэрозольной упаковке (в металлических баллонах), вводят пусковым приспособлением 6ПП-40 или 5ПП-40 во впускной трубопровод двигателя [Кириченко, 2003].

Однако, как показала практика, пусковые жидкости на основе этилового эфира малоэффективны и не могут обеспечить удовлетворительный запуск двигателей внутреннего сгорания даже при $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$. В любом случае диэтиловый эфир не воспламеняется при температурах ниже $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$, то есть при температурах, часто встречающихся в Сибири, Арктике и Антарктике. Ввиду создания в последние годы военных баз и метеорологических станций в этих отдаленных районах, возможность запуска двигателей внутреннего сгорания при экстремально низких температурах имеет большое значение.

Экспериментально установлено, что в качестве перспективных пусковых жидкостей для «холодного» запуска двигателей внутреннего сгорания средств наземного обслуживания летательных аппаратов в условиях экстремально низких температур могут применяться химические составы на основе комплексов металлоорганических соединений алюминия – триметил(этил)алюминия и метилата/этилата алюминия. При этом предпочтительно применять жидкий состав, представляющий собой раствор в диэтиловом эфире метилата алюминия или этилата алюминия (от примерно 10 до 20% по массе) и триметилалюминия или триэтилалюминия (от 5 до 25% по массе). Комплексы триметил алюминия $\text{Al}(\text{CH}_3)_3$ и этилата алюминия $\text{Al}(\text{OC}_2\text{H}_5)_3$ образуются при контактировании 4 моль соответствующего триалкилалюминия с 3 молями диэтилового эфира. Полученные системы показывают крайне низкие температуры замерзания (до минус $60\text{ }^{\circ}\text{C}$) и высокую способность к воспламенению. Триметилалюминий и триэтилалюминий являются коммерчески доступными реагентами, но обращение с ними требует особой осторожности и мер предосторожности, поскольку они самовоспламеняются на воздухе. Однако при растворении в диэтиловом эфире эти соединения образуют относительно стабильные эфиратные комплексы. При комнатной температуре эти эфиры дымятся, но не воспламеняются на воздухе самопроизвольно. При соблюдении надлежащих мер предосторожности растворы указанных соединений в диэтиловом эфире можно приготовить в атмосфере нейтрального газа, такого как азот, диоксид углерода, аргон или т.п. Полученные растворы в смеси с инертным газом предпочтительно хранить в специальных запаянных одноразовых ампулах под давлением и вводить во впускной трубопровод двигателя с использованием

специального пускового приспособления (аналогично пусковым жидкостям «Холод Д-40» и «Арктика»).

Принцип работы новых составов пусковой жидкости заключается в следующем. Смесь метилата или этилата алюминия, поступающая в камеру сгорания, при запуске гидравлического/электрического воздушного стартера или аккумулятора, диссоциирует и высвобождает самовоспламеняющийся триметилалюминий (или триэтилалюминий). Светящиеся частицы последнего облегчают зажигание диэтилового эфира от электрической искры в случае двигателя с искровым зажиганием или из-за сжатия, что в противном случае невозможно из-за низкой температуры вокруг и внутри двигателя. Чистый диэтиловый эфир обычно не самовоспламеняется в условиях температуры ниже точки замерзания.

Таким образом, раствор металлоорганических соединений алюминия – триметил(этил)алюминия и метилата/этилата алюминия в диэтиловом эфире представляет собой новую перспективную композицию пусковых жидкостей для «холодного» запуска двигателей внутреннего сгорания средств наземного обслуживания летательных аппаратов в условиях экстремально низких температур. Описанный состав может облегчить запуск как дизельных, так и бензиновых двигателей при температуре окружающей среды ниже температуры застывания топлива.

Литература

1. Кириченко Н.Б. Автомобильные эксплуатационные материалы: Учебное пособие. – М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 208 с.
2. Gupta, R.V. Cold Starting of IC Engines // R.V. Gupta / Def Sci J, 1988. – Vol. 38, No. 1. – P. 77-85.

УДК 629.735.08

РАЗРАБОТКА МЕХАНОХИМИЧЕСКОГО СПОСОБА ОЧИСТКИ РЕАКТИВНЫХ ТОПЛИВ ОТ ВОДЫ

Т.Р. Грамадчуков, И.В. Леденева, к.х.н.

ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (Воронеж, Россия)

Известно, что вода в топливе может находиться в растворенном (гигроскопическая) и в свободном (эмульсионная и отстойная вода) состояниях. При эксплуатации авиационной техники в заправляемом топливе нормируется только эмульсионная вода, регистрируемая как отсутствие помутнение топлива, и отстойная, которая должна отсутствовать.

При эксплуатации авиационной техники общая массовая доля воды в реактивных топливах может достигать 0,008-0,010 %, в том числе растворенной - в пределах 0,002-0,007 %. Допускается наличие свободной воды в топливе в количестве не более 0,003% масс. [1].

Процесс накопления воды в топливе в основном происходит за счет растворения воды в мицеллах поверхностно-активных веществ (ПАВ) (мицеллярная вода). Образование мицеллярной воды в углеводородных средах обусловлено ее высокой поверхностной активностью. При этом вода связывает полярные группы поверхностно-активных веществ внутри мицеллы и ее количество может быть значительным [2].

Для предотвращения кристаллообразования воды, в случае отсутствия в конструкции летательного аппарата специальных систем подогрева топлива, в него вводят антиводокристаллизационные (АВК) присадки – химические соединения, к которым предъявляются следующие требования: они должны хорошо растворяться в топливе, повышать растворимость воды в топливной смеси и удерживать ее избыточное количество, понижать температуру кристаллизации воды из системы топливо–вода–АВК присадка.

Опыт применения антиводокристаллизационных присадок в эксплуатации показал, что они не полностью удовлетворяют вышеперечисленным требованиям. Одни присадки (Жидкость И ТГФ) существенно повышают растворимость воды в топливе, удерживая ее до более низких температур, однако из-за сравнительно низкого коэффициента распределения этих присадок между водой и топливом они не могут образовывать высококонцентрированный раствор с водой. Другие присадки (ТГФ-М и жидкость И-М) обладают меньшей способностью удерживать растворенную воду в топливе; однако, имея высокий коэффициент распределения, обеспечивают достаточную концентрацию в выделившемся водном растворе, который кристаллизуется при более низких температурах [3].

Кроме того, при эксплуатации воздушного судна на топливах, содержащих присадки ТГФ-М или И-М, в ряде случаев было зафиксировано помутнение топлива после прилета. Также выявлены отказы, приводящие к забивке бортовых фильтров, возрастанию перепада давления на фильтрах, залипанию золотников ТРА, происходящие вследствие взаимодействия пропитки фильтровальных картонов с АВК присадками [4].

На основании вышеизложенного можно сделать вывод, что разработка принципиально новых методов удаления влаги из реактивных топлив является актуальной задачей.

Известными методами удаления воды из органических сред являются: 1) азеотропная перегонка, 2) диффузное испарение через мембрану, 3) адсорбция на молекулярных ситах. Применение первых двух методов в условиях аэродрома не представляется возможным, как требует больших энергозатрат и использования специальных установок. Недостатком третьего метода является сложность в производстве цеолитов с нужными размерами пор, а также быстрое снижение их эффективности со временем.

В то же время, применение сухого твердофазного суперадсорбента делает возможным удаление находящейся в топливе воды практически до полного её связывания. Адсорбент, нерастворимый в топливе, будет незначительно растворяться только в водосодержащем слое вблизи него, и

взаимодействовать с ним с образованием кристаллогидрата. Необходимым свойством кристаллогидрата является его способность к регенерации – возможность при его термической обработке разлагаться, возвращаясь в безводное состояние, что позволяет применять его многократно. Кроме того, такой адсорбент должен также обладать хорошей адсорбцией к воде и в то же время, слабо растворяться в ней, так как последнее обстоятельство приводит к дополнительным материальным затратам, связанных с его регенерацией. С другой стороны, он должен практически не подвергаться гидролизу, так как его продукты, в отличие от самого адсорбента, могут быть хорошо растворимы в топливе и содержащихся в нём компонентах.

На основе вышеизложенных требований для проведения экспериментальных исследований были отобраны адсорбенты, обладающие (в соответствии с литературными данными [5]) высокой сорбционной активностью по отношению к воде в присутствии органических сред, а также способностью к регенерации: силикагель гранулированный, полиакрилат натрия, пенополифенилформаль.

Предварительно проанализированное топливо ТС-1 объемом 1 л помещалось в герметично закрытый сосуд и выдерживалось в присутствии соответствующего адсорбента (необходимая масса адсорбента рассчитана в соответствии с его удельной поверхностью) в течение 24 ч при комнатной температуре. Общую массовую долю воды в топливе до и после испытания определяли по методу Дина-Старка в соответствии с ГОСТ 2477-2014. Массовую долю растворенной воды определяли по известной методике [6, С. 40]. Результаты исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты экспериментальных исследований

Адсорбент	Активная (удельная) поверхность адсорбента, м ² /г	Масса адсорбента, г/1000 мл топлива	Общая массовая доля воды, масс. % (ГОСТ 2477-2014)		Массовая доля растворенной (микроэмульсионной) воды, масс. % (согласно [6])	
			до испытания	после испытания	до испытания	после испытания
Силикагель гранулированный	465	3	0,013	0,003	0,008	0,002
Полиакрилат натрия	250	6		0,005		0,004
Пенополифенилформаль	550	2,5		0,008		0,004

В ходе эксперимента установлено, что использование всех перечисленных адсорбентов позволяет снизить содержание как связанной, так и свободной воды в топливе. При этом лучшую адсорбционную активность по отношению воды в топливе показал гранулированный силикагель.

Таким образом, применение в качестве адсорбента гранулированного силикагеля позволяет снизить общую массовую долю воды в топливе ТС-1 более чем в 4 раза, а растворенной – в 3 раза. Данный адсорбент может быть использован в процессе подготовки топлива к заправке воздушного судна, а также в составе фильтрующих элементов топливозаправщиков.

Литература

1. Физико-химические и эксплуатационные свойства реактивных топлив: справочник / Н. Ф. Дубовкин, В. Г. Маланичева, Ю. П. Массур, Е. П. Федоров. – Москва : Химия, 1985. С. 22, 25.
2. Химмотология ракетных и реактивных топлив / А.А. Братков, Е.П. Серегин, А.Ф. Горенков и др.; под ред. А.А. Браткова. Москва: Химия. 1987. С. 187, 195.
3. Осипов А.О. Особенности взаимодействия противокристаллизационных жидкостей с авиационным топливом / А.О. Осипов, К.В. Велапатынь // Научный вестник МГТУ ГА. 2006. №109. С.129-131.
4. Коняев Е.А. Обоснование изменения технологии ввода антиводокристаллизационных присадок в топливо при заправке ВС / Е.А. Коняев, О.П. Осипов, А.О.Осипов // Научный вестник МГТУ ГА. 2009. №147. С. 125-127.
5. Адсорбция: теоретические основы, адсорбенты, адсорбционные технологии / Ю. Я. Филоненко, И. В. Глазунова, А. В. Бондаренко; под общ. ред. Ю. Я. Филоненко. – Липецк : ЛЭГИ, 2004. 103 с.
6. Аксенов А.Ф. Авиационные топлива, смазочные материалы и специальные жидкости. Изд-во «Транспорт», 1970. С.40.

УДК 629.735.08

ОБЗОР МЕТОДОВ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ ПРИ ДИАГНОСТИКЕ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИИ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

*В.В. Лесков ст. преподаватель, И.В. Леденева к.х.н, ст. преподаватель,
А.О. Красников курсант, М.Г. Коптев курсант
ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского
и Ю.А. Гагарина» (Воронеж, Россия)*

Неразрушающий (дефектоскопический) контроль введен в технологию обслуживания авиационной техники как средство предотвращения аварий и катастроф летательных аппаратов (ЛА), в том числе беспилотных ЛА (БПЛА) по причине разрушения высоконагруженных деталей и узлов из-за развития в них усталостных трещин (скрытые, поверхностные, сквозные), коррозионных повреждений и других дефектов сплошности материала. Незарушающий контроль (НК) – один из факторов безопасной эксплуатации авиационной техники (АТ) и представляет собой совокупность методов контроля

надежности свойств и параметров исследуемого объекта, не требующие вывода объекта из эксплуатации либо его демонтажа. Существующие в настоящее время методы НК предоставляют возможность решать определённые задачи по обнаружению дефектов на ранней стадии их развития.

Необходимо учитывать, что силовые установки летательных аппаратов – это совокупность компонентов, имеющих сложную геометрическую форму и доступ к некоторым может быть затруднен. В таких случаях дефектоскопия – это оптимальное и удобное решение задачи обследования объектов без выведения объекта из эксплуатации.

Дефектоскопия как средство своевременного выявления признаков разрушения материала деталей и узлов и предупреждения лётных происшествий, находится в поле зрения инженерного и научного сообщества. Развитие методов определения размеров, ориентации дефектов, совершенствование оборудования происходит непрерывно для последующего анализа характеристик дефектоскопического оборудования. В настоящее время вопросам неразрушающего контроля материалов и конструкций уделяется самое пристальное внимание в разных областях науки [2].

Дефектоскопы – приборы для определения нахождения дефектов в объектах из металлических и неметаллических материалов с применением метода (методов) неразрушающего контроля. Принципы работы дефектоскопов разных моделей будут различны, однако можно выделить ряд параметров, на основании которых можно оценить оборудование по проведению процесса диагностики определенным методом неразрушающего контроля. Какие же характеристики необходимо учесть при выборе дефектоскопа?

Это, в первую очередь, разрешение дефектоскопа. Правильность определения размеров и расположения дефекта.

Скорость диагностики также влияет на точность определения дефекта в обратно пропорциональной зависимости.

Способ крепления прибора и степень защиты прибора от внешних факторов (температура, осадки, давление) оказывают влияние на точность показаний.

Вихретоковый метод – вид неразрушающего контроля, основан на анализе взаимодействия внешнего электромагнитного поля с электромагнитным полем вихревых токов, наводимых в объекте контроля этим полем. Современные средства НРК, рекомендуемые к применению взамен устаревших: дефектоскоп микропроцессорный ВД-10А (с полным комплектом сменных датчиков)

Оптико-визуальный метод. Оптико-визуальный контроль выполняют путем наблюдения деталей в видимом свете с применением оптических или оптикоэлектронных приборов, способных передавать изображения. Он используется для обнаружения остаточной деформации деталей, механических и коррозионных поражений их поверхности, повышенного

износа, прогаров, крупных трещин, забоин, изломов, пробоин, нарушений сплошности защитных покрытий, наличия течи горючесмазочных материалов и т.д. Современные средства НРК, рекомендуемые взамен устаревших: жесткий эндоскоп Ø 5,5 (модель 5.5-400-90), жесткий эндоскоп Ø 7 (модель 7.0-440-75) (рис.3), гибкий эндоскоп Ø6 (модель 043-150), гибкий эндоскоп Ø8 (модель 046-200), поясной осветитель к гибким и жестким эндоскопам ОКД-03-02, видеоэндоскоп ТСГ 6-1,5-2-В, видеоэндоскоп ТСГ 8-2,0-2-В.

Капиллярный цветной метод контроля. Капиллярный цветной метод контроля основан на явлении капиллярного проникновения в полости дефектов окрашенной в красный цвет жидкости. Дефекты выявляются в виде красных индикаторных рисунков после нанесения на поверхность проверяемых деталей проявителя (краски или суспензии). Метод применяется для обнаружения трещин, растрескивания, межкристаллитной коррозии и других поверхностных дефектов преимущественно на деталях из немагнитных материалов.

Люминесцентный метод: основан на регистрации контраста люминесцирующего видимым излучением следа на фоне поверхности контролируемого объекта в длинноволновом ультрафиолетовом излучении [3].

Цветной метод: основан на регистрации контраста цветного индикаторного следа на фоне поверхности контролируемого объекта в видимом излучении. Современные средства НРК, рекомендуемые взамен устаревших: красная проникающая жидкость «К» (ТУ 2332-014-73057924-2004) и белая проявляющая краска «М» (ТУ 2332-014-73057924-2004).

Магнитнопорошковый метод: основан на притяжении частиц магнитного порошка силами неоднородных магнитных полей, возникающих над дефектами на поверхности намагниченных деталей, изготовленных из ферромагнитных материалов. Современные средства НРК, рекомендуемые взамен устаревших: портативный магнитопорошковый дефектоскоп МДМ-2 с автономным питанием, портативный электромагнит КУ-140 с автономным питанием для магнитопорошкового контроля, прибор контроля размагниченности деталей – микротесламетр МФ-24ФМ, черный магнитный порошок «МИНК-070М» для магнитопорошкового контроля ТУ 2379-001-73527608-2004 [1]

Рентгенографический метод: основан на анализе параметров проникающего ионизирующего излучения после взаимодействия с контролируемым объектом.

Методы неразрушающего контроля не являются универсальными и выделить какой-то один метод невозможно, каждый из них обладает своими достоинствами, недостатками, ограничениями в применении. Каждый из них может быть использован наиболее эффективно для обнаружения определённых дефектов и наилучшие результаты достигаются при комплексном использовании различных методов.

Современные разработки позволяют значительно повысить надежность диагностики и обнаруживать проблему контроля состояния различных

элементов конструкции БПЛА. Своевременное и достоверное определение наличия, размеров, конфигурации дефектов исключительно необходимо для оценки остаточного ресурса, для планирования и выбора технологии восстановления поврежденного участка элемента конструкции БПЛА.

Литература

1. Афанасьев В. Б., Чернова Н. В. Современные методы неразрушающего контроля // Успехи современного естествознания. — 2011. — № 7 — С. 73–74

2. Петин, С. В. Обзор методов дефектоскопии при обследовании трубопроводов / С. В. Петин, В. Г. Сидоренко. – Текст: непосредственный // Молодой ученый. – 2016. – № 2 (106). – С. 194-199.

3. Сайфутдинов С. М. Капиллярный контроль: история и современное состояние. М., 2008.

4. Зацепин Н. Н. Исследование магнитного поля вихревых токов над поверхностными дефектами. Дефектоскопия, 1969, № 4, с. 104–112.

УДК 629.735.08

ПОВЫШЕНИЕ УРОВНЯ ЧИСТОТЫ АВИАЦИОННЫХ ТОПЛИВ

А.В. Петров к.т.н., доцент, профессор кафедры ВАТ

Т.И. Головнева, к.т.н., доцент кафедры ВАТ, А.Ю. Жданов, курсант ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (Воронеж, Россия)

Надежность топливных систем летательных аппаратов напрямую зависит от степени загрязненности самого топлива, которая в условиях эксплуатации остается всё еще высокой, не отвечающей требованиям, предъявляемым соответствующими нормативными документами. Наиболее опасными на сегодняшний день можно считать те частицы, размер которых соизмерим с диаметром радиального зазора золотниковых пар насосов высокого давления, т.е. 5 - 12 мкм.

В любом нефтепродукте имеются загрязнения, возникшие в процессе его производства, и загрязнения, которые попали в жидкость в результате износа трущихся пар агрегатов, контакта с окружающей средой, появились в результате физико-химических изменений и продуктов распада. В процессе эксплуатации, хранения и перевозок нефтепродуктов их загрязнение происходит непрерывно. Основным источником загрязнения является пыль, которая поступает в жидкость через систему дренажа и через заливные горловины при открытой заправке баков.

Пыль в атмосфере представляет собой типичную дисперсную систему с размером пылинок до 100 мкм. Исследования показали, что в одном литре воздуха количество пылинок может изменяться от 10 шт. до 200 тыс. шт. Форма частиц пыли зависит от их физико-химического состава. Так, частицы

супесчаной пыли по форме приближаются к тетраэдрам и имеют острые грани. Пыль осадочных пород состоит из частиц овальной формы. Активными источниками загрязнения являются гидроцилиндры, не оснащенные грязесъемниками. При движении штоков большая часть твердых частиц, осевших на штоки, проходит через уплотнения и попадает внутрь гидроцилиндра с интенсивностью до 2000 частиц (размером крупнее 10 мкм) в минуту [1].

Непрерывно происходит процесс окисления нефтепродуктов, активность которого повышается с увеличением в жидкости растворенного и эмульгированного воздуха. Катализатором окисления являются металлические частицы износа стальных и, особенно, медных деталей агрегатов. При окислении в жидкости образуются растворимые и нерастворимые продукты более высокого молекулярного состава, чем исходная жидкость. Первые способствуют сгущению и могут, в конечном счете, выпасть из нефтепродукта в виде «лака» на детали. Мельчайшие нерастворимые продукты окисления коагулируют и укрупняются. При нагреве в топливе и масле протекают химические процессы – окисление и разложение. Они приводят к образованию твердых и мазеподобных отложений, повышению вязкости жидкости, изменению фракционного состава, усилению коррозионной активности. Стойкость топлива к окислению при повышенных температурах характеризуется термоокислительной стабильностью, стойкость к разложению – термической. Современные топлива при их нагреве до температуры 60–90°C практически не меняют своих свойств. При более высоком нагреве процессы окисления и осадкообразования интенсифицируются. При некоторой температуре, характерной для каждого топлива, осадкообразование достигает максимального значения и в дальнейшем начинает уменьшаться. Измерения показали, что размер нерастворимых частиц осадка зависит от температуры топлива. Так, при нагреве до температуры 120°C величина частиц осадка не превышает 50 мкм, при температуре около 150°C в топливе, кроме мелких частиц, образуются частицы размером до 120 мкм, при дальнейшем повышении температуры количество мелких частиц размером до 30 мкм сокращается, однако растет число крупных частиц [1].

Кроме температуры, большое влияние на образование осадков оказывает концентрация кислорода как в газовой среде над топливом, так и растворенного в жидкости.

При эксплуатации топливных систем, как на черных, так и на цветных металлах наблюдается коррозия и шелушение поверхностей. Частицы ржавчины выпадают в виде осадков микронных размеров. Одной из причин коррозии является наличие в нефтепродуктах различных продуктов окисления -перекисей, органических кислот, а также серы и сернистых соединений. Сильное коррозионное действие оказывает влага, которая может быть в топливе. Нагрев жидкости интенсифицирует коррозионные процессы. Загрязнения в жидкость попадают при обслуживании систем, при небрежном

монтаже агрегатов, гибких шлангов и трубопроводов через не заглушенные соединительные узлы. Причинами загрязнения являются также загрязненность инструментов, заправочных средств, одежды обслуживающего персонала. При длительном хранении в условиях положительных температур в нефтепродуктах могут развиваться колонии микроорганизмов, водорослей и грибов. В основном они наблюдаются на границе топливо — вода в отстойной зоне. Присутствие в топливе эмульсионной воды вызывает уменьшение долговечности агрегатов. Наличие в топливе эмульсионной воды приводит к быстрому увеличению гидравлического сопротивления фильтров, независимо от того гидрофобными или гидрофильными свойствами обладает фильтрационный материал. При эксплуатации гидросистем в условиях низких температур наличие воды в топливе может привести к прекращению подачи жидкости из-за закупоривания фильтров кристаллами льда и замерзания отстойной воды, скопившейся в нижних частях баков.

С целью уменьшения содержания механических примесей и воды в топливе необходимо разработать ряд мероприятий, направленных на очистку указанных жидкостей, как на земле, так и на борту ЛА. Очистка авиационных топлив проводится различными методами. Широкое распространение получил метод фильтрации. При этом необходимая чистота обеспечивается применением соответствующих фильтров на нефтеперерабатывающих предприятиях, складах ГСМ аэропортов и в системах ЛА. Использование многоступенчатой системы фильтрации вызвано тем, что в процессе эксплуатации самолётов, вертолётов и различного оборудования топливо постоянно загрязняется [2].

Недостатками пористого фильтрования являются: прямая зависимость гидравлического сопротивления фильтра от тонкости очистки топлива, малая грязеемкость, большие габариты, высокая стоимость изготовления и технического обслуживания, большая трудоемкость регенерации, как правило, одноразовость применения.

Недостатками методов очистки с использованием центробежных очистителей являются: низкая эффективность при уменьшении размеров частиц загрязнения при увеличении вязкости рабочей жидкости. Сложность конструкции и большие габаритные размеры в отдельных случаях позволяют использовать их только как стационарные.

Возникшее техническое противоречие между возможностями существующих методов, способов и средств и все возрастающими требованиями к уровню чистоты, а значит и надежности функционирования топливных и гидравлических систем, устраняется переходом на принципиально иную технологию очистки - технологию удаления частиц твердой дисперсной фазы из потока жидкости или воздуха с помощью силовых электрических полей.

В настоящее время довольно хорошо зарекомендовали себя электроочистители. Но и они имеют ряд ограничений: это, во-первых, хоть и большая, чем у механических фильтроэлементов, но все же определенная

грязеемкость, а во-вторых, низкие предельные значения концентрации эмульсионной воды в очищаемой жидкости. Поэтому целесообразно с целью сохранения работоспособности фильтрующего устройства, обеспечить постоянный отвод концентрата загрязнения и эмульсионной воды, т.е. применить сепаратор который бы сохранял работоспособность на протяжении всего времени очистки рабочей жидкости. Таким образом, учитывая значимость проблемы обеспечения чистоты рабочих сред, используемых в системах оборудования и ЛА, очевидна актуальность разработок, направленных на обеспечение эффективного удаления воды и частиц загрязнения из топлива с постоянным отводом из фильтрующего устройства концентрата загрязнения и эмульсионной воды.

Литература

1. Актуальные проблемы экологии и природопользования: Сборник научных трудов. - Вып. 9 - Ч.3. - М.: РУДН, 2007. - 283с.

2. А.С. Тимонин. Инженерно-экологический справочник, том 2 – Калуга.: , 2003. 880 с.

УДК 629.735.08

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ОПЕРАТИВНОЙ ОЦЕНКИ ТРЕЩИНОСТОЙКОСТИ ПЛАНЕРА ВОЗДУШНЫХ СУДОВ НА ОСНОВЕ ИНВАРИАНТОВ АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ

Попов А.В. д.т.н., доцент, профессор кафедры восстановления АТ

Самуйлов А.О. адъюнкт кафедры восстановления АТ

*ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского
и Ю.А. Гагарина» (Воронеж, Россия)*

Только за последние 5 лет в государственной авиации зафиксировано более 20 авиационных событий, причиной которых явилось частичное или полное разрушение силовых элементов планера воздушных судов (ВС). Разрушение силовых элементов планера ВС в полете приводит к тяжелым последствиям, начиная от прекращения полетного (боевого) задания, что уже является авиационным происшествием, до аварии ВС и гибели летного состава.

Определение трещиностойкости силовых элементов планера ВС в настоящее время производится оптическими методами, проникающими веществами, магнитными методами на предмет наличия трещин [1]. Такая методика не позволяет должным образом обнаруживать развивающиеся дефекты, дефекты малых размеров, а также дефекты, находящиеся в труднодоступных местах.

К перспективным методам диагностики трещиностойкости следует отнести акустический метод диагностики позволяющий оценивать опасность

возникновения усталостного разрушения вне зависимости от типа, размеров и предыстории эксплуатации.

Особенностью метода акустической эмиссии (АЭ), определяющей его использование для оценки трещиностойкости силовых элементов планера воздушных судов, является возможность выявления развивающихся (активных) дефектов, т.е. таких дефектов, которые могут вызвать разрушение конструкции и привести к человеческим жертвам или существенным материальным потерям, а также классифицировать повреждения по степени опасности и оценивать остаточный ресурс конструкции [2-3].

Важным критерием для диагностики данным методом является приложение нагрузки к объекту контроля. Степень приложения нагрузки выбирается из условий достижения норм и прочности и безопасной эксплуатации для данной конструкции [3].

Предлагается рассмотреть статистический метод оценки кинетики разрушения, основанный на инвариантных соотношениях характеристик случайных потоков (математическое ожидание и дисперсия) импульсов АЭ называемых «разладками» [4].

Характер «разладки» зависит от особенностей материала и динамики нагружения конструкций. Предлагаемый метод оценки процессов АЭ обладает следующими преимуществами:

- дает возможность повышения достоверности оценки прочностных характеристик конструкций силовых элементов планера ВС по сигналам АЭ;
- возможность периодического и постоянного определения прочностных характеристик конструкций;
- по информации о характере распределений и «разладки» для одного элемента позволяет осуществлять определение прочностных характеристик конструкций однотипных серий;
- справедливость использования предлагаемого метода подтверждена экспериментальными исследованиями, характерным изменением других информативных параметров АЭ [5-8].

Рассмотренный метод инвариантов является средством получения информации о характере внутренних процессов накопления повреждений в силовых элементах конструкций при деформировании. Так как все измерения сопровождаются случайными погрешностями, то обработка полученных результатов должна включать в себя операции над случайными величинами, выполняемыми на основе теории вероятностей и математической статистики.

Применение разработанного метода оперативной оценки трещиностойкости планера ВС на основе инвариантов АЭ, учитывающий степень опасности дефектов, может быть использован при постоянном или периодическом определении прочностных характеристик конструкций планера ВС и повышает вероятность обнаружения дефектов и позволяет прогнозировать динамику развития дефектов планера ВС на ранних стадиях.

Литература

1. «Восстановление боевой авиационной техники», издание ВВИА имени профессора Н.Е. Жуковского, 1989 г., С. 251-253.
2. ПБ 03-593–03. Правила организации и проведения акустико-эмиссионного контроля сосудов, аппаратов, котлов и технологических трубопроводов. М.: Гостехнадзор России, 2003. 102 с.
3. Неразрушающий контроль: справочник: в 8 т. /под общ. ред. В. В. Клюева. Т. 7: в 2 кн. Кн. 1. Метод акустической эмиссии / В. И. Иванов, И. Э. Власов. Кн. 2 Вибродиагностика / Ф. Я. Балицкий, А. В. Барков, Н. А. Баркова 2-е изд., дораб. М.: Машиностроение, 2006. 829 с.
4. Расщепляев Ю. С., Попов А. В. Метод инвариантов в задаче исследования потоков акустической эмиссии // Дефектоскопия. 2000. № 10. С. 71 – 75.
5. Пат. 2233444 РФ. Способ оценки процессов разрушения конструкций при акустико-эмиссионном контроле Попов А.В. Бюл. 2004. № 21. 5 с.
6. Расщепляев Ю. С., Попов А. В. Обобщение метода инвариантов для оценки изменения характеристик акустической эмиссии при контроле прочности конструкций // Контроль. Диагностика. 2006. № 5. С. 28 – 30.
7. Попов А. В., Кондранин Е. А. Метод контроля прочности силовых элементов конструкций на основе оценки численно-временных характеристик АЭ-процессов // Контроль. Диагностика. 2008. № 7. С. 45 – 47.
8. Попов А. В., Жумай В. Э. Определение прочностных характеристик конструкций на основе амплитудных инвариантов акустико-эмиссионных процессов// Контроль. Диагностика. 2008. № 10. С. 29 – 32

УДК 629.735.08

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОЧИСТКИ ЖИДКИХ СРЕД

*В.Е. Турчанинов к.т.н., старший научный сотрудник, М.И. Мусинова, младший научный сотрудник, А.И. Замятин инженер
ФАУ «25 ГосНИИ химмотологии Минобороны России», г. Москва, Россия*

Гранулометрический состав твердых загрязнений (распределение частиц по размерам) также как и размер частиц загрязнений, наряду с их концентрацией в жидких средах является важнейшим показателем при износе сопряженных деталей, забивке калиброванных отверстий, заклинивании прецизионных пар и в значительной степени влияет на эффективность очистки нефтепродуктов от загрязнений всеми существующими методами.

Поскольку содержащиеся в жидких средах твердые частицы полидисперсные и их размеры находятся в широких пределах, дисперсный состав загрязнений в каждом конкретном случае приводится обычно в виде таблиц, содержащих числовые значения количества частиц в определенном объеме нефтепродукта по размерным интервалам. Такая форма обработки

результатов анализа загрязнений недостаточна для оценки изменений загрязненности нефтепродуктов при транспортно-складских операциях и в процессе его применения по назначению, а также оценки эффективности очистки нефтепродукта на стадии доставки и при эксплуатации техники [1].

Авторы проанализировали закономерность распределения частиц загрязнений в нефтепродуктах с целью нахождения аналитического выражения с минимальным числом параметров, которое достаточно точно описывает гранулометрический состав загрязнений и возможность сравнивать загрязненность продуктов на различных этапах в целом и по количеству частиц в любом размерном интервале [2].

При нахождении выражения, описывающего распределение загрязнений в нефтепроводах график выбранной зависимости должен приходить через начало координат. Учитывая, что процесс формирования загрязнений является вероятностным, экспериментальные данные целесообразно аппроксимировать теоретическим распределением, например, использовать для этого логарифмически нормальное распределение [1], в котором логарифм размера частиц распределен по нормальному закону. Однако более точные результаты дает использование плотности Вейбулла-Гнеденко:

$$P(\delta) = \alpha \lambda \delta^{\alpha-1} e^{-\lambda \delta^\alpha}, \quad (1)$$

где, α, λ – коэффициенты, характеризующие дисперсию и математическое ожидание;

δ – размер частиц, мкм.

Дисперсия представлена в виде:

$$D(\delta) = \lambda^{-\frac{\alpha}{2}} \left\{ \frac{\alpha}{2} \Gamma\left(\frac{2}{\alpha}\right) - \frac{1}{\alpha^2} \left[\Gamma\left(\frac{1}{\alpha}\right) \right]^2 \right\}, \quad (2)$$

математическое ожидание:

$$M(\delta) = \lambda^{-\frac{1}{\alpha}} \Gamma\left(1 + \frac{1}{\alpha}\right), \quad (3)$$

где $\Gamma(x)$ – гамма-функция (значение находится по специальным таблицам);

$$\Gamma(x) = \int_0^\infty t^{x-1} e^{-t} dt; \quad \Gamma(x) = (x-1)!, \text{ если } x - \text{целое число.}$$

Функция распределения примет вид:

$$P(\delta) = \int_0^\infty P(\delta) d\delta = 1 - e^{-\lambda \delta^\alpha}, \quad (4)$$

Градуировка шкалы « δ » с шагом 2 мкм приведена ниже:

Размер частиц, мкм	2	4	6	8	10	12...	2 n
Деление шкалы	1	2	3	4	5	6...	n

Тогда коэффициент λ определяется из уравнения:

$$\int_0^1 P(\delta) d\delta = 1 - e^{-\lambda} = A_1, \quad (5)$$

где A_i – доля частиц размерного интервала 0-2 мкм от общего их количества, то есть:

$$\lambda = \ln[1 - A_1] \quad (6)$$

При нахождении коэффициента α следует искать для каждого i -го интервала такое значение λ_i , чтобы отклонение величины интеграла от плотности распределения было минимальным.

Поскольку в интервале 0-2 мкм, соответствующем первому делению шкалы, коэффициент α в вычислениях не учитывается, то при определении весовости коэффициентов λ_i следует соотносить количество частиц i -го размерного интервала с общим их количеством без частиц размером 0-2 мкм, то есть:

$$A_i = \frac{N_i}{N_{\text{общ}} - N_1}, \quad (7)$$

где A_i – доля частиц i -го размерного интервала от общего их количества;
 $N_{\text{общ}}$ – общее количество частиц, шт.;

N_i, N_1 – количество частиц в i -го и 1-м размерных интервалах соответственно, шт.

Коэффициент α определяют по формуле:

$$\alpha = \alpha_1 A_{(2)} + \alpha_2 A_{(3)} + \dots + \alpha_{n-1} A_n \quad (8)$$

Составление программы определения значений коэффициентов на различных языках программирования позволяет использовать ее на различных типах операционных систем.

Для определения характера и величины увеличения или снижения загрязненности нефтепродукта в целом и по размерам частиц введена условная плотность изменения распределения загрязнений, определяемая по формуле:

$$\Delta P(\delta) = P_k(\delta) - P_0(\delta), \quad (9)$$

где $P_0(\delta), P_k(\delta)$ – распределение частиц в нефтепродукте в начальный и конечный момент времени соответственно.

Например, эффективность очистки нефтепродукта от частиц загрязнений i -го размерного интервала можно определить с помощью выражения:

$$\int_{\delta_{i-1}}^{\delta_i} \Delta P(\delta) d\delta = e^{-\lambda_0 \delta_{i-1}^{\alpha_0}} - e^{-\lambda_0 \delta_i^{\alpha_0}} - e^{\lambda_0 \delta_i^{\alpha_0}} - e^{-\lambda_k \delta_i^{\alpha_k}}, \quad (10)$$

Литература

1. Коваленко В.Г., Зоря Е.И., Турчанинов В.Е. Очистка нефтепродуктов от загрязнений в системе нефтепродуктообеспечения. М.: Нефть и Газ, 2002. 136 с.
2. Жужиков В.А. Фильтрование. М.: Химия, 1980. 400 с.

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО РЕЖИМА ИССЛЕДОВАНИЙ ЗАГРЯЗНЕНИЙ МЕТОДОМ ЦИФРОВОЙ МИКРОСКОПИИ

В.Е. Турчанинов к.т.н., старший научный сотрудник,

М.И. Мусинова младший научный сотрудник

ФАУ «25 ГосНИИ химмотологии Минобороны России», г. Москва, Россия

Надежная и безопасная работа двигателей и топливной аппаратуры воздушных судов зависит от чистоты авиационных топлив. На пути от нефтеперерабатывающего завода до баков воздушных судов в топливо различными путями попадают всевозможные загрязнения [1]. Очистка авиационного топлива при заправке баков воздушных судов осуществляется фильтрами и фильтрами-водоотделителями, поэтому высококачественный анализ определения размера и количества частиц загрязнений в системе очистки становится все более актуальным.

Наиболее точным является метод подсчета размера и количества твердых частиц при помощи оптического микроскопа. Обработка изображений методом цифровой микроскопии состоит из улучшения визуального качества, выделения объектов и исследование их свойств (размеров, форм и т.д.). Программные обеспечения, применяемые в микроскопии на сегодняшний день, основаны на методике подсчета частиц крови и ее составляющих. В них используют метод повышения локального контраста, выделяя детали на изображении, и тем самым улучшают его. В тоже время появляются несущественные детали (слипшиеся частицы, мусор и т.п.) или мешающий фон, как правило, желтоватых оттенков [2]. В связи с чем, алгоритм автоматического подсчета частиц, как правило, выделяет фон и считает его как множество частиц, что приводит к значительным погрешностям. При таком анализе точное измерение частиц загрязнений без участия человека на каждом этапе работы с изображением, в том числе и самом подсчете частиц загрязнений, невозможно, так как приходится вручную выделять необходимые частицы, корректировать и проверять каждый снимок отдельно. Следствием является более длительное время обработки результатов и большое количество ошибок.

Стандарты, используемые для подсчета частиц загрязнений в жидкостях, имеют жесткий регламент проведения исследований и обобщении данных, и даже незначительная ошибка на этапе подсчета может привести к недостоверным результатам [3].

Таким образом производить обработку снимка целесообразно так, чтобы на итоговом изображении объекты частиц загрязнений отображались более отчетливо. Проведенные исследования процесса оценки загрязнений должны проводиться на оттенках серого цвета. Кроме того, преобразование изображений в серый цвет улучшает качество изображений и приводит к более точным результатам распознавания объектов при дальнейшем проведении

анализа. При исследовании гранулометрического состава загрязнений топлив проводится как минимум несколько определений одной пробы. Исследования показывают, что при правильной и точной работе программного обеспечения, время, потраченное на исследование пробы, сокращается в несколько раз.

Литература

1. Коваленко В.П., Галко С.А., Шарыкин Ф.Е. Технические решения для очистки топлив и масел на этапах их жизненного цикла // Химия и технология топлив и масел. 2015. № 6. С. 47-49.

2. ГОСТ ИСО 4407-2006 Чистота промышленная. Определение загрязненности жидкости методом счета частиц с помощью оптического микроскопа. М.: Стандартинформ, 2007. 19 с.

3. ГОСТ 17216-2001 Чистота промышленная. Классы чистоты жидкостей. М., ИПК Издательство стандартов, 2002. 11 с.

УДК 629.735.08

УСТАНОВКА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СКЛОННОСТИ ТОПЛИВ ДЛЯ РЕАКТИВНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ К ОБРАЗОВАНИЮ КОКСОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

*Д.И. Анисимов младший научный сотрудник, В.Д. Журавлева инженер,
Н.М. Лихтерова д.т.н., доцент, ведущий научный сотрудник.*

ФАУ «25 ГосНИИ химмотологии Минобороны России» (Москва, Россия)

Современный опыт эксплуатации авиационной техники свидетельствует о том, что наиболее характерными неисправностями, связанными с высоким уровнем склонности авиакеросинов к образованию отложений, являются закоксовывание форсунок [1], появление отложений на элементах топливорегулирующей аппаратуры (в дроссельных пакетах, жиклерах клапана постоянного перепада, заедание иглы распределителя топлива, заклинивание (залипание) золотников насосов-регуляторов) [2]. В настоящее время, с позиции обеспечения химмотологической надежности эксплуатации авиационной техники, наиболее значимым является способность топлива к закоксовыванию форсунок.

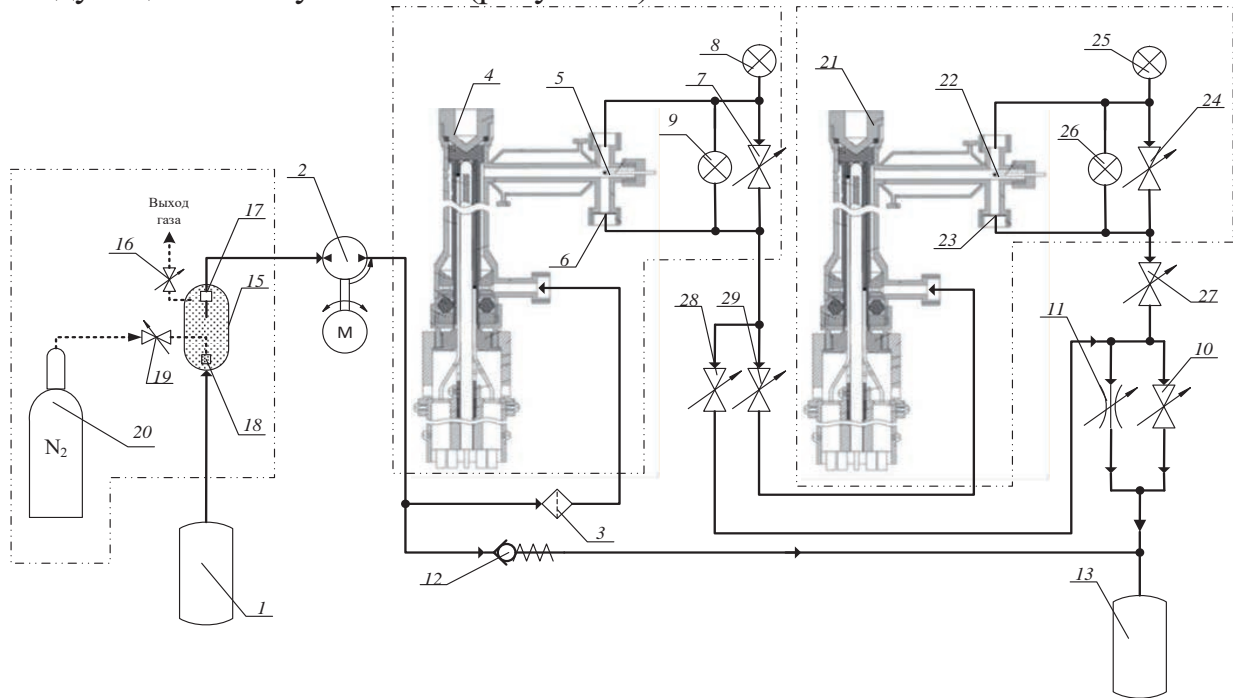
Образование отложений связано в первую очередь с химическими превращениями углеводородов входящих в состав авиакеросинов. Выделяют [3] два основных механизма образования таких отложений: жидкофазное автоокисление при низких температурах (150-360 °С) (термоокислительная стабильность), а также пиролиз и крекинг при высоких температурах (> 400°С) (термолиз), и эти – коксовые отложения существенно отличаются по составу и структуре в зависимости механизма образования.

Проведенная систематизация [4] известных отечественных и зарубежных установок для исследования реакций термолиза компонентов авиакеросинов и углеводородов показала, что они не подходят для

моделирования условий функционирования топливных форсунок авиационных газотурбинных двигателей, поскольку не учитывают снижение концентрации растворенного в топливе кислорода при его движении по топливной системе авиационных газотурбинных двигателей, а так же не соответствуют условиям применения авиакеросинов по значениям давления и температуры испытания. Таким образом встала задача разработать новую установку позволяющая моделировать условия функционирования топливных форсунок авиационных газотурбинных двигателей.

На основе полученных критериев подобия [4] были сформулированы технические требования к установке для оценки склонности авиакеросинов к образованию коксовых отложений (условное название ИТТ-1). Установка ИТТ-1 должна обеспечивать окисление и термоллиз топлива в динамических условиях в режимах, близких к условиям эксплуатации.

Для обеспечения контроля влияния давления, степени турбулентности потока, температуры, а также снижения концентрации растворенного в топливе кислорода и степени окисленности топлива была предложена следующая схема установки (рисунок 1).



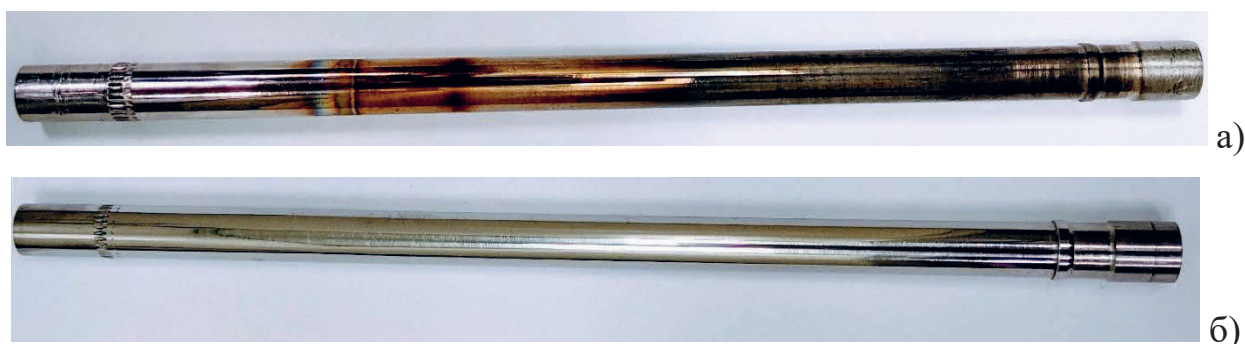
1 - Расходная ёмкость; 2 - плунжерный агрегат; 3 - фильтр предварительной очистки; 4, 21 - контрольные блоки; 5, 22 - датчики температуры топлива; 6, 23 - контрольные фильтры; 7, 24 - клапаны перепуска топлива; 8, 25 - датчики давления топлива; 9, 26 - датчики перепада давления на контрольных фильтрах; 10, 27, 28, 29 – клапана промывки установки и отключения второго контрольного блока; 11 - регулятор давления; 12 - предохранительный клапан; 13 - сливная ёмкость; 14 - 20 – система азотирования топлива.

Рис. 1. Гидравлическая схема установки для оценки склонности топлив для реактивных двигателей к образованию коксовых отложений ИТТ-1

В предложенной схеме авиакеросин посредством плунжерного агрегата 2 с предварительным фильтром 3 прокачивается через гидравлическую схему с расходом от 10 до 140 см³/мин, что обеспечивает как ламинарный, так и турбулентный режимы течения. Топливо поступает в последовательно соединенные два контрольных блока 4, 21, где в первом блоке 4 оно нагревается до 453 К, что соответствует температуре топлива, поступающего в форсунку авиационного газотурбинного двигателя. В качестве контрольных блоков использованы контрольные блоки от установки для оценки термоокислительной стабильности топлив для реактивных двигателей [5]. Во втором контрольном блоке 21 топливо подвергается термолизу посредством стенки тестовой трубки, нагретой до значений температур от 723 К до 785 К. После топливо проходит через регулятор давления 11, который поддерживает значения давления в гидравлическом контуре от 25 до 80 кг/см². На выходе из обоих контрольных блоков размещены узлы контрольных фильтров 6, 23, датчики давления 8, 25 и датчики перепада давления 9, 26. Программно-управляемые электрические клапана 10, 27, 28, 29 позволяют автоматически осуществлять промывку системы и смену режимов работы установки ИТТ-1.

Для проверки устойчивости работы узлов установки были проведены предварительные испытания прямогонного авиакеросина марки ТС-1 производства ООО «Лукойл-ВНП». В результате были получены тестовые трубки с коксовыми отложениями (рисунок 2).

В дальнейшем планируется провести на разработанной установке исследования авиакеросинов различного компонентного состава по их склонности к образованию углистых отложений. На основе новой установки возможно разработать новый метод который позволит оценивать ресурс форсунок и коллекторов основной камеры сгорания авиационных газотурбинных двигателей при работе на топливах, полученных по разным технологиям производства.



а) – оценочная трубка с углистыми отложениями,
б) – чистая оценочная трубка

Рис. 2. Результат предварительных испытаний. Полученные отложения на оценочной трубке

Литература

1. Зырянов А. В., Сенюшкин Н. С., Харитонов В. Ф. Разработка метода диагностики камер сгорания ГТД на основе математического моделирования их рабочего процесса // Вестник УГАТУ. Авиационная и ракетно-космическая техника. -Уфа: УГАТУ, 2012. - Т. 16. - № 2 (47). - С. 98–105.
2. Урявин С.П. Коняев Е.А. Высокотемпературные отложения (ВТО) реактивных топлив: негативность, влияющие факторы, способы борьбы. // Научный Вестник МГТУ ГА №162 -М.: МГТУ ГА, 2010, С.81-84.
3. Hazlett, R.N., Free radical reactions related to fuel research, in frontiers of free radical chemistry. 1980: Pryor, W.A. d., Academic Press, New York. pp. 195-223.
4. Проников А.С. Надёжность машин. М.: Машиностроение, 1978.
4. Научно-технический отчет. Разработка квалификационных методов испытаний горюче-смазочных материалов для их допуска к применению в ВВСТ. Этап 4.2. Экспериментальные исследования влияния состава авиакеросинов на количество углистых отложений: ФАУ «25 ГосНИИ химмотологии Минобороны России». – М., 2020, – 211 с. – инв. № 4418.
5. Астафьев В.А., Анисимов Д.И., Козина Л.Н. Контрольный блок для определения термоокислительной стабильности топлив в динамических условиях. // Патент РФ № 191813 U1. 2019.

УДК 629.735.08

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ИЗНОСОВ ПЛУНЖЕРНЫХ ПАР ТОПЛИВНЫХ НАСОСОВ С УЧЁТОМ УРОВНЯ ПРОТИВОИЗНОСНЫХ СВОЙСТВ АВИАЦИОННЫХ КЕРОСИНОВ

*В.В. Кондратенко старший научный сотрудник,
Д.А. Маньшев д.т.н., доц., начальник управления, И.М. Никитин к.ф.-м.н.,
старший научный сотрудник, В.В. Сузиков, научный сотрудник.
ФАУ «25 ГосНИИ химмотологии Минобороны России» (Москва, Россия)*

Повышение надежности агрегатов топливных систем авиационных газотурбинных двигателей (ГТД) путем регламентирования необходимого уровня эксплуатационных свойств ГСМ является одной из важнейших задач химмотологии.

В системах подачи топлива ГТД широко применяются плунжерные насосы (ПН), смазывающей средой в которых служит авиационный керосин, оказывая существенное влияние на скорость изнашивания их пар трения, и, таким образом надежность и долговечность ПН [1]. Наибольшим износам и разрушениям в ПН подвергаются сферические поверхности сопряжения пары плунжер-подпятник. Изнашивание указанного сопряжения сопровождается значительным увеличением люфта в шарнирном соединении плунжер-подпятник, вызывающим появление ударных нагрузок на плунжер, что в свою очередь, может привести к обрыву его головки [2].

Известно, что противоизносные свойства (смазывающая способность) авиационных керосинов существенно зависят от их состава, на которые определяющее влияние оказывают технологии их производства. Широкий спектр современных технологий производства авиационных керосинов – прямая перегонки нефтей, гидроочистка прямогонных керосиновых фракций, гидрокрекинг вакуумных газойлей – определяет и различный уровень противоизносных свойств вырабатываемых топлив. Противоизносные свойства авиационных керосинов оценивают, как правило, на лабораторных установках, проводя испытания в регламентированных условиях и измеряя значения износа на контрольных элементах. В ФАУ «25 ГосНИИ химмотологии Минобороны России» для этих целей используют установку ПСТ-3, в которой реализуется режим трения качения с проскальзыванием в паре шар-цилиндр, характерный для сопряжения плунжер-подпятник ПН.

На одном из предприятий, выполняющем ремонт ПН типа НР-3, были собраны и проанализированы статистические данные об измеряемых в процессе дефектации люфтах в шарнирных соединениях плунжер-подпятник и их наработке. Увеличение указанных люфтов в эксплуатации происходит вследствие изнашивания деталей сопряжения. Результаты анализа свидетельствуют о том, что износы шарнирных соединений плунжер-подпятник у ПН с примерно равной наработкой могут существенно отличаться, причём отмечено, что у части насосов с небольшой наработкой все плунжера имеют люфт, значительно превышающий допустимое значение. С другой стороны, у многих насосов, практически выработавших ресурс, значения люфтов значительно меньше допустимых. Таким образом, можно сделать вывод о том, что наиболее существенное влияние на увеличение люфта в шарнирном соединении плунжер-подпятник, вследствие износов сопрягаемых деталей, оказывают противоизносные свойства применяемых топлив.

Для прогнозирования износов плунжерных пар ПН при их эксплуатации на авиационных керосинах с различным уровнем противоизносных свойств разработана методика расчёта износа сопряжения плунжер-подпятник ПН.

В основе методики лежит положение о том, что в результате трения плунжера и подпятника их сопряжённые поверхности одновременно изнашиваются, что приводит к изменению взаимного положения указанных деталей, и таким образом, к увеличению люфта в их шарнирном соединении [3, 4].

В методике используются следующие факторы, определяющие скорость изнашивания сопряжения плунжер-подпятник – радиус головки плунжера, радиус сферы подпятника, координаты дуги поверхности шарового контакта, давление, действующее на поверхность трения, частота вращения плунжера относительно подпятника, а также коэффициент, характеризующий смазывающие (противоизносные) свойства среды – авиационного керосина. В методике указанный коэффициент рассчитывается по результатам оценки противоизносных свойств образца авиационного керосина в ходе его

испытания на лабораторной установке ПСТ-3 (ширина дорожки трения), в расчёте также используются геометрические параметры пары трения (диаметры шарика и цилиндра) и параметры режима испытания – нагрузка на пару трения, частоты вращения шарика и цилиндра и время испытания.

Методика реализована в форме программы для ЭВМ [5], написанной на алгоритмическом языке FORTAN-90.

С использованием разработанной методики на примере ПН НРЗ показано, что при применении авиационных керосинов с низкой смазывающей способностью в эксплуатации ГТД в течение межремонтного периода возможно увеличение люфтов в шарнирных соединениях плунжер-подпятник выше регламентируемых, что может создать предпосылки к отказу ПН в полёте.

Разработанная методика позволяет прогнозировать износ плунжерных пар авиационных ПН с учётом уровня противоизносных свойств авиационных керосинов, а также предложить на них браковочную норму.

Литература

1. Пискунов В.А. Влияние топлив на надёжность реактивных двигателей. М.: Машиностроение, 1978.
2. Орлов Ю.М. Авиационные объёмные гидромашины с золотниковым распределением. Пермь: ПГТУ, 1993.
3. Трение, изнашивание и смазка: справочник в 2-х книгах / под ред. И.В. Крагельского, В.В. Алисина. – М.: Машиностроение, кн. 1, 1978, кн. 2, 1979.
4. Проников А.С. Надёжность машин. М.: Машиностроение, 1978.
5. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ «Программа расчета износа сопряжения плунжер-подпятник топливного насоса в среде авиационных керосинов» в Реестре программ для ЭВМ Федеральной службы по интеллектуальной собственности № 2019665664 от 27.11.2019.

УДК 629.735.08

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ НОВЫХ УПАКОВОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ С ЛЕТУЧИМИ ИНГИБИТОРАМИ КОРРОЗИИ НА АВИАЦИОННОМ РЕМОНТНОМ ЗАВОДЕ

Т.И. Головнева к.т.н., доцент кафедры ВАТ, А.Ю. Жданов, курсант ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (Воронеж, Россия)

Авиационный ремонтный завод (АвРЗ) – производственное учреждение, основанное на общественной собственности на средства производства и коллективном труде свободных от эксплуатации работников [1].

Авиаремонтные заводы выполняют капитальный и средний (профилактический) ремонты на авиационной технике, ремонт агрегатов,

проверку и ремонт контрольно-измерительной аппаратуры, изготовление запасных частей, а также мелкосерийной технологической оснастки, стенового оборудования для обеспечения технологического процесса ремонта авиационной техники в АвРЗ, ВАРМ.

Авиаремонтные предприятия ВВС подразделяются на заводы авиационно-технического оборудования (ЗАТО) и заводы ремонта авиационной техники (ЗРАТ). ЗРАТ специализируется по ремонту авиационной техники, в частности: только самолетов (вертолетов) или только двигателей;

- самолетов (вертолетов) и двигателей на одном ЗРАТ;
- агрегатов систем самолета (вертолета) и двигателей;
- спецоборудования (РТО, АО, АВ).

Основные задачи АвРЗ:

-восстановление межремонтного ресурса авиационной техники, расходуемого в течение учебно-боевой подготовки, а также поврежденной авиационной техники в период ведения боевых действий;

-выполнение планового ремонта и освоение ремонта новой АТ;

-обеспечение эксплуатационной надежности отремонтированной АТ на основе полного выполнения требований технологии ремонта, высокого качества проводимых работ;

-проведение работ направленных на сокращение цикла ремонта, повышение эффективности и рентабельности производства;

-систематический анализ надежности отремонтированной АТ, проведение необходимых исследований и испытаний, разработка и внедрении организационных технологических мероприятий в целях повышения послеремонтной надежности изделий [2];

-оказание помощи авиационным войсковым частям в восстановлении поврежденной АТ. АвРЗ выполняют капитальный и профилактический ремонт авиационной техники, ремонт агрегатов, проверку и ремонт контрольно- измерительной аппаратуры, а также изготавливают запасные части и техническую оснастку.

Из состава АвРЗ выделяются следующие предприятия по типам авиационной техники, которые выполняют следующие задачи: -осваивают ремонт новых типов авиационной техники; -обобщают и распространяют передовой опыт ремонта; -оказывают практическую помощь другим ремонтным предприятиям в освоении ремонта новой техники; -внедряют новые технологические процессы и методы ремонта.

Одним из новых технологий консерваций воздушных судов является применения упаковочных материалов с летучими ингибиторами коррозии

Перечень полимерных упаковочных антикоррозионных материалов, применяемых в настоящий момент, довольно широк – это термоусадочные, воздушно-пузырьковые, вспененные и стретч-плёнки, литьевые и термоформованные изделия (чехлы и футляры). Спектр упаковываемых материалов также широк – от швейных игл и подшипников до стальных труб

и танков. Упаковочные плёнки с ингибитором коррозии прозрачны, что облегчает идентификацию деталей, не имеют запаха, не токсичны и не наносят вреда окружающей среде. Такие плёнки легко подвергаются вторичной переработке на стандартном оборудовании.

Плёнку, содержащую ингибитор коррозии, следует обмотать вокруг защищаемого изделия. Если это невозможно, то следует создать герметично запаянный пакет вокруг изделия. Расстояние от плёнки до изделия не должно превышать 30 см, иначе летучий ингибитор коррозии не наберёт достаточной концентрации для эффективной защиты. Чем ближе плёнка находится к поверхности изделия, тем эффективнее защита. Именно по этой причине широко используется термоусадочная и стретч-плёнка с ингибитором коррозии. Полная герметичность упаковки необязательна, но для длительных сроков хранения необходимо использовать герметично запаянные пакеты. Упаковка может быть вскрыта без вреда для защищаемого изделия, так как антикоррозионное покрытие обладает свойством самовосстановления за счёт запаса активного компонента в плёнке. Возможно, использование импрегнированных ингибитором вспененных или воздушно-пузырьковых плёнок, которые используются не только для защиты от коррозии, но и для защиты от повреждений. При упаковке крупногабаритных изделий необходимо избегать контакта металла с кислыми субстанциями (картонные коробки, деревянные поддоны) и прокладывать места контакта плёнкой с ингибитором коррозии. Защитный эффект проявляется очень быстро, буквально через несколько часов, так как максимум давления газа в герметично закрытой упаковке набирается уже через 16 часов [3].

Срок службы упаковки значительно сокращается при хранении изделий на открытом воздухе в плохо закрытой упаковке - чем больше объём воздуха, проходящий через упаковку, тем быстрее уносится активный компонент. При хранении изделий в упаковке с ингибитором коррозии в закрытом прохладном помещении эффективность ингибитора сохраняется до 5 лет.

При длительных сроках хранения, агрессивных условиях окружающей среды, наличии дополнительных добавок в плёнке (антистатики в упаковке для электроаппаратуры, антипирены во вспененной плёнке для изоляции труб и т.п.) необходимо проконсультироваться с производителем ингибитора и провести предварительные испытания на совместимость. Хранить готовую плёнку с ингибитором коррозии необходимо в сухом прохладном месте, вне доступа прямых солнечных лучей. Одним из основных преимуществ ингибиторов коррозии является простота использования - поверхность металла не требует специальной подготовки, так как ингибитор мигрирует к поверхности металла и проникает в самые труднодоступные части изделия. Изделие готово к применению сразу же после извлечения из упаковки, не требуется никаких операций по удалению покрытия. Через 2-3 часа на поверхности изделия не обнаруживаются следы ингибитора. Летучие ингибиторы коррозии – это чрезвычайно эффективный и экономичный способ защиты металлов от атмосферной коррозии металлов и сплавов на срок до

пяти лет. Принцип работы летучих ингибиторов коррозии заключается в изменении свойств окружающей среды и создания защитного слоя на поверхности металла, который предотвращает контакт металла с кислородом и предотвращает процесс окисления, т.е. образования ржавчины [3]. Одним из основных преимуществ ингибиторов коррозии является простота использования - поверхность металла не требует специальной подготовки, так как ингибитор мигрирует к поверхности металла и проникает в самые труднодоступные части изделия. Изделие готово к применению сразу же после извлечения из упаковки, не требуется никаких операций по удалению покрытия. Через 2-3 часа на поверхности изделия не обнаруживаются следы ингибитора.

Присутствие на поверхности металлического изделия невидимого, мономолекулярного слоя не влияет на свойства металла, даже в высокоточных изделиях, например, электронной промышленности, где малейшие изменения проводимости, проницаемости или размерной стабильности может привести к выходу изделия из строя.

Ингибиторы коррозии представляют собой саморегулирующиеся системы, т.е. при повышении агрессивности среды (в особенности температуры) скорость испарения увеличивается. Защитное покрытие обладает свойством самовосстановления - т.е. при нарушении герметичности упаковки необходимая концентрация паров ингибитора поддерживается за счёт запаса в плёнке.

Литература

1. Инженерно-авиационная служба, эксплуатации и ремонта авиационной техники – М.: Лебедев А, 1989.
2. Войсковой и заводской ремонт авиационной техники, 1987.
3. Особенности применения упаковочных материалов с летучими ингибиторами коррозии [Электронный ресурс] URL:[http:// borapack.ru/useful-articles/obtain-materials/](http://borapack.ru/useful-articles/obtain-materials/) (дата обращения: 22.04.2018)

УДК 629.735.08

СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРИМЕСЕЙ В СОСТАВЕ АВИАЦИОННОГО ТОПЛИВА

*П.В. Павлов к.т.н., доцент, А.А. Богданов курсант
ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского
и Ю.А. Гагарина» (Воронеж, Россия)*

Анализ статистики авиационных инцидентов, связанных с плохим качеством авиационного топлива и появлением в топливной системе различных желеобразных примесей подтверждает, что экспресс-контроль топлива при заправке воздушного судна остается субъективным – все зависит от возможностей человеческого зрения. Таким образом, разработка новых

оптических способов определения примесей в составе авиационного топлива является актуальным научно-технической задачей.

Цель работы заключается в повышении достоверности результатов экспресс-контроля авиационного топлива при подготовке воздушного судна к полетам. Для достижения поставленной цели решены следующие задачи:

1. Разработан способ определения наличия примесей (воды) в составе авиационного топлива по анализу параметров цифровой спекл-фотографии [1].

2. Разработан программный модуль обработки цифровых спекл-фотографий для определения примесей в составе авиационного топлива [2].

3. Проведены натурные испытания предлагаемого способа в ходе оценки обводненности авиационного топлива ТС-1.

Разработанный способ экспресс контроля отличается от существующего тем, что в оптической системе используется дифракционный оптический элемент (ДОЭ), который позволяет формировать вихревой пучок лазерного излучения, что позволяет повысить чувствительность метода спекл-структур оптического излучения [3].

Испытание способа проходило на образцах авиационного топлива ТС-1 при зондировании пробы плоским и вихревым волновым фронтом. Установлено, что чувствительности метода спекл-структур оптического излучения при использовании вихревого волнового фронта, повышается \approx на 20%.

Литература

1. Способ определения примесей в жидких средах: пат. 2730418 Рос. Федерация № 2019131305; заявл. 02.10.19; опубл. 21.08.20. Бюл. № 24. 7 с.

2. Программный модуль определения примесей в жидких средах по анализу изменения параметров цифровых спекл-фотографий. Свидетельство РФ №2020660003 от 26.08.20 г.

3. Павлов П.В., Малов А.Н. Определение параметров шероховатости оптически-непрозрачных деталей методом спекл-структур с применением спиральных пучков // Компьютерная оптика. 2012. том 36. №3. С. 365 – 370.

УДК 629.735.08

ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИКИ ОКИСЛЕНИЯ МАСЕЛ НА ОСНОВЕ ПОЛИЭФИРОВ ДЛЯ АВИАЦИОННЫХ ГТД И РЕДУКТОРОВ ВЕРТОЛЁТОВ

Л.С. Яновский д.т.н. профессор начальник отдела,

В.М. Ежов к.т.н. начальник сектора, М.А. Ильина инженер-химик,

К.В. Шаранина инженер-химик 1 кат.

ФГУП «ЦИАМ им. П.И. Баранова» (Москва, Россия)

Рост теплонапряженности является общемировой тенденцией развития авиационного двигателестроения. Термоокислительная стабильность (ТОС)

масел является критическим эксплуатационным свойством и, в большой степени, определяет возможность применения и ресурс масла [1].

В настоящее время не существует расчетных методов определения степени деградации масел в процессе окисления, а также математических моделей, описывающих изменение параметров масла в зависимости от времени и температуры окисления.

Предложена формула определения значений параметров масел в зависимости от времени и температуры окисления с помощью уравнения Аррениуса и правила Вант-Гоффа [2].

На основании полученных экспериментальных данных по ТОС масел были разработаны математические модели на основе уравнения Аррениуса и правила Вант-Гоффа, описывающие изменения кинематической вязкости при температурах 100°C и минус 40°C , а также кислотного числа от температуры и времени окисления для штатного масла ЛЗ-240, а также новых отечественных авиационных масел на основе эфиров полиолов с вязкостью $5 \text{ мм}^2/\text{с}$ со стандартным (масло STD) и повышенным уровнем (масло HTS) ТОС, а также масло с вязкостью $4 \text{ мм}^2/\text{с}$ с повышенным уровнем ТОС (масло Gr4). (рис.1).

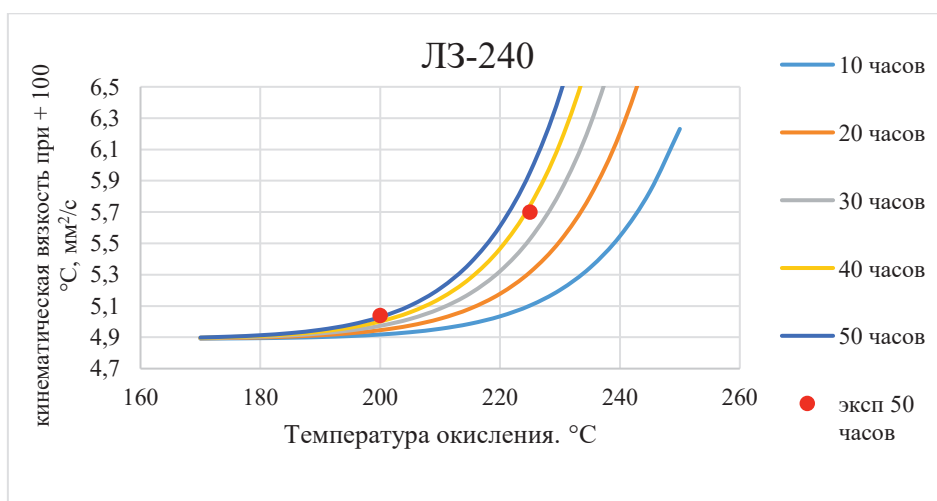


Рис. 1. Зависимости вязкости масла ЛЗ-240 при температуре 100°C от температуры окисления для разных времен окисления.

Верификация зависимостей показала, что их точность в диапазоне температур окисления $200\text{-}240^{\circ}\text{C}$ и времени окисления до 50 часов сопоставима и погрешность не превышает 10%, что позволяет применять полученные зависимости для расчета показателей после окисления масла в равной мере.

Построены зависимости температуры окисления масел от времени окисления, при которых достигаются предельно допустимые значения (ПДЗ) параметров масла с помощью обеих зависимостей (рис. 2.). Зависимости позволяют оценить запас качества масел по ТОС, их работоспособность при заданных времени или температуре окисления, а также сравнить масла между собой по уровню ТОС.

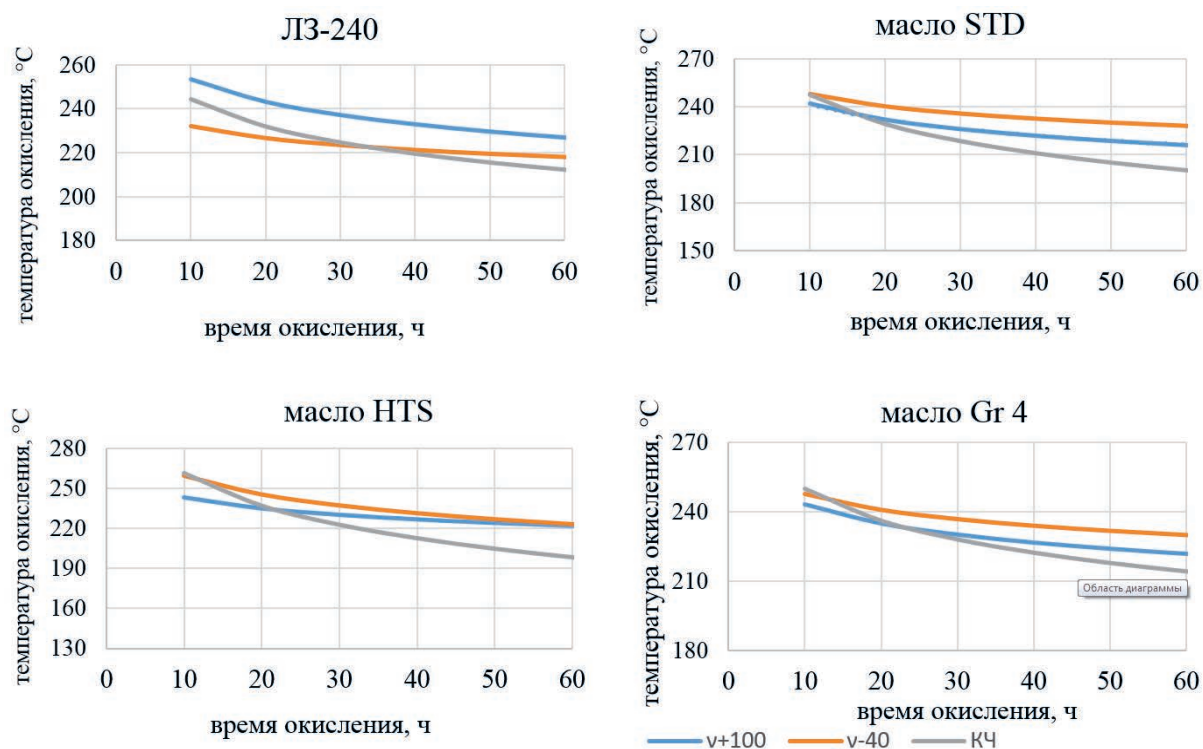


Рис. 2. Зависимости времени достижения ПДЗ параметров разных масел от времени окисления

Исследованные масла обладают наименьшим запасом качества по кислотному числу. Время достижения ПДЗ кислотного числа меньше, чем время достижения ПДЗ вязкости.

Литература

1. Яновский Л. С., Ежов В.М., Молоканов А.А., Нормативные требования к отечественным и зарубежным маслам для авиационных газотурбинным двигателям // Вестник МАИ, №4, Т. 19, 2012. С. 81-85.

2. Жирякова М.В., Тифлова Л.А., Русакова Г.М., Скокан Е.В., «Задачи практикума по физической химии. Кинетика реакции в растворах»: методическая, разработка. – М.: МГУ им. М.В. Ломоносова. Химический факультет, 2015.-35 с.

ВЛИЯНИЕ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО ОТЖИГА НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКУЮ ПЛАСТИЧНОСТЬ ПРОВОЛОКИ ИЗ СПЛАВА В95П

Н.А. Абдужабаров

*к.т.н., декан факультета Авиационной транспортной инженерии,
Ташкентский государственный транспортный университет
(Ташкент, Узбекистан)*

Широкому применению в самолетостроении деталей крепежа из высокопрочных алюминиевых сплавов, и в частности из сплава В95П, препятствует недостаточная технологическая пластичность проволоки при высоких прочностных характеристиках в окончательно термообработанном состоянии. Так, при высадке заклепок и болтов из сплава В95П, а также при постановке заклепок на изделия (при расклепывании) часто наблюдается образование трещин на замыкающих головках. Такое происходит даже после максимального режима старения, предложенного в работе [1].

Возможной причиной недостаточной технологической пластичности проволоки из сплава В95П может быть неполное выделение из алюминиевой матрицы сплава, так называемых элементов-антирекристаллизаторов (в данном случае – марганца Mn и хрома Cr).

Известно [2], что элементы-антирекристаллизаторы растворяются в алюминиевой матрице в процессе кристаллизации алюминиевого слитка, а последующие нагревы (в том числе, гомогенизация слитка, промежуточные нагревы для обработки давлением и, наконец, нагрев под закалку) приводят к распаду твердого раствора с образованием дисперсных выделений интерметаллидов, создающих так называемый «барьерный эффект», который затрудняет процесс рекристаллизации. Однако в работе [3] было показано, что при гомогенизации слитков алюминиевых сплавов распад пересыщенного твердого раствора элементов-антирекристаллизаторов в алюминии может быть неполным и что степень этого распада зависит не только от режимов гомогенизации, но и от множества других факторов, в частности от природы сплава и содержания в нем легирующих компонентов.

Если не произойдет полного выделения элементов-антирекристаллизаторов даже при наиболее высокотемпературном и длительном нагреве, каковым является гомогенизация, то можно ли ожидать, что оно произойдет при последующих нагревах для обработки давлением и под закалку, которые и по температурному уровню (не считая нагрева под закалку), и по продолжительности значительно ниже гомогенизационного отжига.

Если предположить, что к моменту закалки алюминиевая матрица сплава еще не полностью освобождена от растворенных в ней атомов элементов-антирекристаллизаторов, то их полному выделению может

способствовать увеличению продолжительности нагрева под закалку, так как этот нагрев в отличие от гомогенизации осуществляется после всех этапов деформирования. Любая же деформация, особенно холодная (в данном случае – волочение проволоки), способствует, как известно [4], интенсификации диффузионных процессов, и в частности процессов выделения.

Целью данной работы является исследование возможности повышения технологической пластичности проволоки из сплава В95П путем увеличения продолжительности ее нагрева под закалку.

Исследования проводили на проволоке диаметром 5 мм, имеющей следующий химический состав: Zn - 6,45 %; Mg - 2,2 %; Cu - 1,7 %; Mn - 0,45 %; Cr - 0,2 %; Fe - 0,2 %; Si - 0,11 %; остальное - алюминий. Проволоку получили по следующей технологии. Слиток диаметром 110 мм и высотой 200 мм был отлит в лабораторных условиях. Гомогенизационный отжиг проводили при температуре 733°К в течение 16 часов. Далее слиток был обточен до диаметра 100 мм и прессован на 750-тонном горизонтальном гидравлическом прессе в контейнере диаметром 105 мм, нагретом до 673 °К, через отверстие в матрице диаметром 10 мм. Прессование осуществляли без смазки. Затем прутки получали волочением в несколько переходов при комнатной температуре (с промежуточными рекристаллизационными отжигами) до диаметра 5 мм. Проволоку нагревали под закалку в расплаве селитры при 743°К в течение исследуемых промежутков времени, закачивали в воде комнатной температуры и подвергали ступенчатому старению.

Технологическую пластичность термообработанной проволоки определяли на цилиндрических образцах диаметром 5 мм и высотой 10 мм по степени деформации до появления макротрещины при продольной (вдоль оси образца) осадке, которую осуществляли на гидравлической испытательной машине FT-100. При этом фиксировали максимальное усилие осадки к моменту появления трещины, которое характеризует работу разрушения материала при испытании на продольное сжатие.

Для определения механических свойств при статическом растяжении были изготовлены стандартные цилиндрические образцы с рабочей частью 3 мм. Сопротивление срезу определялось испытанием образцов диаметром 5 мм и длиной 20 мм на специальных приспособлениях стандартным способом.

Анализ полученных результатов показывает, что с увеличением продолжительности нагрева проволоки из сплава В95П под закалку, особенно в интервале от 10 до 24 часов, существенно повышается ее технологическая пластичность, при этом сохраняются прочностные характеристики при статическом растяжении и сопротивление срезу. Следует отметить значительное увеличение усилия осадки к моменту появления трещины (более чем в 1,5 раза).

Аналогичным образом изменялись свойства проволоки из сплава В95П промышленного изготовления, обработанной по указанной технологии.

Таким образом, результаты исследования подтверждают предположение о неполном выделении элементов-антирекристаллизаторов из

алюминиевой матрицы высокопрочного алюминиевого сплава при закалке проволоки по стандартной технологии, в противном случае увеличение продолжительности нагрева под закалку не приводило бы к повышению технологической пластичности проволоки.

По результатам проведенных исследований можно сделать следующие выводы. Для повышения технологической пластичности проволоки из сплава В95П следует пересмотреть стандартную продолжительность ее нагрева под закалку (в сторону увеличения) [5-7]. Это позволит расширить область применения сплава В95П для изготовления деталей крепежа: изготавливать из него значительную номенклатуру болтов и заклепок взамен широко используемых в настоящее время заклепочных сплавов В65 и Д18, что, в свою очередь, даст возможность существенно уменьшить массу конструкций, повысить статическую прочность заклепочных соединений, их надежность и снизить трудоемкость сборочных работ.

Литература

1. Колобнев Н.И., Губарева Т.Ф., Тимонин Г.Д. и др. Алюминиевые сплавы для высокопрочного крепежа // Технология легких сплавов. 1982. № 7. С. 8 - 10.

2. Воронов СМ. Избранные труды по легким сплавам. М.: Оборонгиз, 1957.

3. Гришковец Я.Г., Буданова Л.В., Моргачева Д.А. Структурные изменения в слитках алюминиевых сплавов при гомогенизации//Металловедение и термическая обработка металлов. 1983. № 8. С. 37 - 39.

4. Bernhardt W. Einflub der kaltverformung auf das auflo-sungsverhalten von Al_2Cu - Ausscheidungen im Aluminium -Mischkristall // Neue Hutte. 1976. №1. P. 25 - 27.

5. Патент № 4319 (Республики Узбекистан). Способ термомеханической обработки проволоки из термически упрочняемых алюминиевых сплавов / Шиф Е.Л., Штеренгарц А.Г., Абдужабаров Н.А. // Б.И. 1997. № 2.

6. Abdujabarov N., Sverdlin A. Heat Treating Aluminum For Rivets And Bolts// Heat treating progress, Volume 5 Issue. July 2005 (www.asminternational.org/static/)

7. Абдужабаров Н.А. Влияние высокотемпературного отжига на технологическую пластичность проволоки из сплава В95П. Материалы IV Международной научно-практической конференции «Наука и образование в мире: вызовы XXI века», Нур-Султан, Казахстан, 29-31 октября 2019 г. ОЮЛ в форме ассоциации «Общенациональное движение «Бобек», с.165-168. ISBN 978-601-332-366-4

РЕМОНТ ДЕТАЛЕЙ ПЛАНЕРА ИЗГОТОВЛЕННЫХ ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

*А.В. Петров к.т.н., доц., профессор кафедры ВАТ, Т.И. Головнева к.т.н.,
доцент кафедры ВАТ, С.С. Кравцов*

*ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского
и Ю.А. Гагарина» (Воронеж, Россия)*

Основное требование к ремонту любой конструкции заключается в восстановлении необходимой прочности и жесткости. Это не обязательно означает полное восстановление прочности исходного материала конструкции, определяемой по прочности волокон на разрушение. Восстанавливаемая статическая прочность должна превышать расчетное значение предела прочности, по возможности максимально приближаться к прочности исходного материала конструкции в пределах, определяемых другими критериями.

Следующее требование к ремонту конструкции заключается в обеспечении качества аэродинамической поверхности. При выполнении ремонтных работ необходимо, чтобы возрастание веса было минимальным, особенно это требование значительно при ремонте рулевых поверхностей.

Особенности ремонта конструкций из полимерных композиционных материалов (ПКМ) связаны с рядом факторов, определяющих их удельные прочность и жесткость. К таким факторам относятся: структура ПКМ, технологические параметры изготовления ПКМ, условия эксплуатации, взаимодействие разнородных материалов, долговечность. Высокие удельные прочность и жесткость однонаправленного ПКМ позволяют создать элементы конструкции с требуемыми прочностными характеристиками.

Применяемые материалы и методы ремонта должны обеспечить долговечность конструкции в течение всего срока эксплуатации самолета. В реальной ситуации при проведении ремонта придется сделать выбор между ремонтом поврежденной конструкции в войсковых условиях или в условиях авиаремонтных баз. Этот выбор, т.е. доступность ремонта, определяется такими факторами, как легкость съема поврежденной конструкции, время вынужденного простоя самолета, наличие запасных частей, возможность доступа к повреждению с двух сторон или только с одной стороны.

С целью максимального восстановления прочности конструкции для проведения ремонтных работ необходимо применять марки материалов, из которого была изготовлена ремонтируемая конструкция. В современном авиастроении для изготовления конструкций из ПКМ и сотовых заполнителей применяются препреги на основе углеродных лент, стекло- и органотканей на связующих, клеевые препреги на основе пленочных клеевых материалов и связующих, клеевые пленочные материалы, пастообразные клеевые материалы.

Ремонт в производственных условиях имеет целью восстановление эксплуатационных характеристик агрегатов. При подготовке к устранению конкретного дефекта необходимо: определить зону повреждения; определить границу повреждения; определить толщину обшивки, её состав и тип заполнителя в зоне ремонта; подобрать соответствующие методы работы, оборудование, оснастку, материалы; изучить правила безопасности работ. Перед выполнением ремонта зона работ должна быть очищена от загрязнений. Установка заплат на ремонтируемую зону может быть выполнена по двум схемам: приклеивание заранее изготовленных заплат и формование заплат из слоев препрега в специально вырезанном в обшивке углублении с частичной заменой заполнителя. Вторая схема является более предпочтительной, так как позволяет восстанавливать выше 90% исходной прочности [1].

Формирование клеевого соединения при ремонте отслоений обшивки от сотового заполнителя, установки усиливающих заплат требует обязательной механической обработки места повреждения как для удаления микро- и макроконцентраторов напряжений, так и для подготовки поверхности под склеивание. Оптимальным инструментом для этого является коническая зенковка с рабочей поверхностью из синтетических алмазов на гальванической связке. Шероховатость поверхности ПКМ зависит от подачи и скорости резания, причем скорость резания оказывает меньшее влияние, чем подача и зернистость абразива. Снижение высоты микронеровностей при больших скоростях резания и подачи объясняется термомеханической деструкцией связующего. Адгезионная прочность клеевого соединения зависит не только от шероховатости поверхности, но и от количества активных функциональных групп на ней, которые образуются за счет механохимической деструкции полимера. Количество активных групп зависит от скорости резания, повышение концентрации активных групп при больших и малых скоростях резания подтверждает увеличение степени деструкции полимерного связующего. Повышение качества клеевых соединений при выполнении ремонтных работ может быть достигнуто с помощью ультразвукового воздействия [2]. Установлено, что в результате подвода высокочастотных механических колебаний к клеевому шву происходит, во-первых, увеличение площади сцепления клеевой прослойки с поверхностью композита за счет звукокапиллярного эффекта, который представляет собой явление аномального возрастания глубины и скорости проникновения жидкости в капиллярные каналы под действием ультразвука. Давление, создаваемое ультразвуком и действующее на жидкость в капилляре, растет с увеличением поверхностного натяжения и уменьшением вязкости жидкости. Наибольшее влияние на повышение прочности клеевого соединения оказывает амплитуда колебаний концентратора. Снижение амплитуды резко увеличивает время ультразвуковой обработки, увеличение может привести к частичному разрушению армирующих волокон композиционного материала, вспениванию клеевой прослойки и в конечном результате к резкому снижению прочности, как основного материала, так и всего клеевого

соединения. Амплитуда и частота ультразвуковых колебаний должны подбираться в зависимости от состава основного материала, материала ремонтного элемента, а также свойств клея, таких как плотность, вязкость, адгезия и когезия. После обработки высокочастотными колебаниями можно снизить давление в процессе полимеризации клеевого шва, т.к. оно необходимо только в случае некоторой неплоскостности соединяемых поверхностей относительно друг друга. Кроме того, ультразвуковая обработка позволяет исключить зашкуривание поверхности соединяемых деталей и обезжиривание с помощью легковоспламеняющихся жидкостей. Формирование клеевого слоя одна из наиболее ответственных стадий ремонта конструкций из ПКМ, особенно когда применяются клеи ВК-9, ВК-27, отличающиеся высокой, нарастающей за короткое время вязкостью. Поэтому актуальным является определение оптимальных значений технологических параметров для клеємеханических соединений. Таким образом, возможно определять параметры технологического процесса формирования слоя клея оптимальной толщины в соединениях с заданными конструктивными требованиями [2].

При ремонте многослойных конструкций из ПКМ, имеющих дефект в виде расслоения необходимо проводить усиление конструкции путем сшивания слоев. При выполнении ремонта трехслойных конструкций в случае замены части обшивки приходится выполнять одновременное формование заменяемой части обшивки непосредственно на сотовом наполнителе с приклеиванием ее к нему.

Таким образом, можно сделать вывод, о том что, применение обязательной механической обработки с высокой скоростью резания, для снижения возможности возникновения микрорастрескивания, а также ультразвукового воздействия на клеевую прослойку с целью увеличения площади сцепления клеевой прослойки с поверхностью композита приводит к увеличению качества ремонта конструкции из композиционных материалов.

Литература

1. Захаров В.А. Конструирование узлов и деталей из композиционных материалов. М.: МАИ, 1992. 64 с.

2. Коновалов Б.А. Остаточная прочность трехслойной оболочки из композиционного материала с макродефектом в наружном слое //Вопросы прочности и долговечности элементов авиационных конструкций: Межвуз. сб. научных трудов. Куйбышев: КуАИ, 1990. С. 138-143.

СЕКЦИЯ 3. КОНСТРУКЦИЯ И ЛЕТНАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ

УДК 629.73.07

ПРОЕКТ СПЕЦИАЛЬНОГО РЕГИОНАЛЬНОГО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО САМОЛЕТА

*Д.Т. Алиакбаров старший преподаватель,
К.А. Рахимкариев старший преподаватель,
Ташкентский государственный транспортный университет
(Ташкент, Узбекистан)*

В настоящее время трудно переоценить значение самолетов в сельскохозяйственном производстве. До настоящего времени в сельском хозяйстве нашей республики, да и всех республик бывшего Союза, используется самолет АН-2. Самолет АН-2 создан в ОКБ им. Антонова в 1948 году, как самолет многоцелевого назначения. Сегодня он устарел как физически, так и морально.

В настоящее время сельское хозяйство Республики Узбекистан остро нуждается в специализированном парке сельскохозяйственной авиации.

Учитывая большие объемы авиационно-химических работ, создание оптимального регионального сельскохозяйственного самолета (СХС) нового поколения является настоятельной необходимостью и весьма актуально на сегодняшний день.

В рамках проекта по разработке специального регионального СХС были проведены научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы [1]. Прежде всего, на основе параметрических исследований, было разработано научно обоснованное техническое задание (ТЗ) на проектирование СХС. Затем были разработаны техническое предложение (аванпроект) и эскизный проект оптимального варианта СХС, а также комплект конструкторской и технологической документации по проекту самолета. В этапе рабочего проектирования, прежде всего, осуществлены прочностные расчеты всех элементов конструкции, узлов и агрегатов самолета. Графическая конструкторская документация по всем элементам конструкции разработана в виде мастер-моделей (в 3^x-мерном изображении), что позволяет изготовление деталей самолета без применения трудоемкого плазово-шаблонного метода. Определены комплексы бортового оборудования и выполнена объемно-весовая компоновка самолета. Рассчитаны взлетно-технические и технико-экономические показатели.

Основные параметры проектируемого СХС:

- | | |
|--------------------|-----------|
| 1. Взлетная масса | – 2092 кг |
| 2. Масса химикатов | – 1000 кг |
| 3. Размах крыла | – 13,4 м |
| 4. Длина разбега | – 200 м |

5. Расход химикатов	– от 5 до 100 л/га
6. Рабочая скорость	– от 130 до 160 км/ч
7. Силовая установка	– 1 ТВД
8. Мощность двигателя	– 410 л.с.

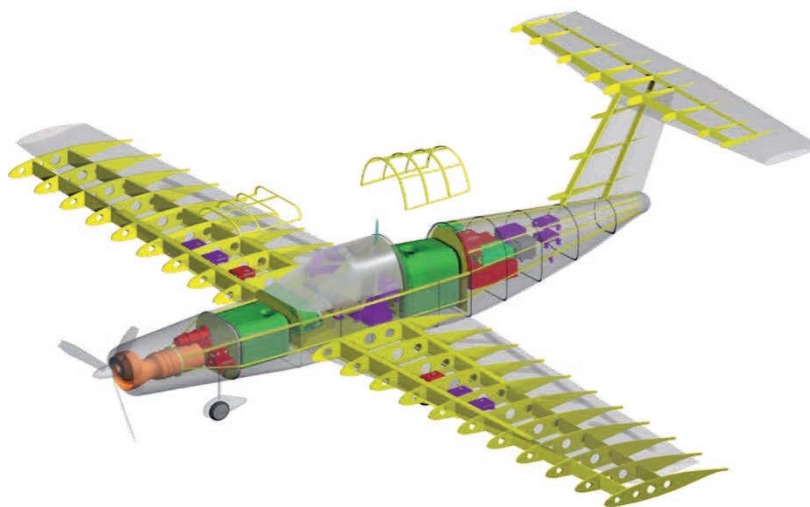


Рис. 1. Трехмерная модель САХ

Предложена компоновочная схема САХ с двумя сообщающимися баками для химикатов и расходным баком в центроплане, при котором расход химикатов в процессе АХР не будет влиять на центровку, т.е. самолет будет иметь минимальные потери на продольную балансировку. Другими словами, в данном случае самолет не будет иметь потерь аэродинамического качества на балансировку, связанного с массой химикатов и их расходом. Данное обстоятельство является одним из важных достоинств проектируемого самолета [2].

Результаты показали, что предлагаемый к созданию специальный САХ имеет весьма высокие летно-технические и экономические показатели:

- по максимальной весовой отдаче самолет превосходит существующие аналоги на 6-10% (20% – по сравнению самолетом Ан-2);
- себестоимость обработки может быть снижена более чем на 40%;
- использование малообъемной (МО) и ультрамалообъемной (УМО) технологий обработки сельхозкультур позволит снизить себестоимость обработки в пределах от 20% (МО) до 60% (УМО).

В проекте самолета реализован ряд новых технических решений и получен патент на полезную модель.

Литература

1. Отчет ГНТП «№15-027» по теме: Разработка конструкторско-технологической документации на проект специального регионального сельскохозяйственного самолета на этапе рабочего проектирования. – Ташкент: ТГТУ, 2014.

2. Арепьев А.Н. Вопросы проектирование легких самолётов. Выбор схемы и параметров. – Москва: МГТУ ГА, 2001.

ВОЗДУШНАЯ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ

К.А. Рахимкариев старший преподаватель,

Д.Т. Алиакбаров старший преподаватель,

Ташкентский государственный транспортный университет

(Ташкент, Узбекистан)

Удовлетворение всевозрастающей потребности народного хозяйства Республики Узбекистан в электроэнергии является одной из актуальных социально-экономических задач развития. Правительство республики уделяет большое внимание социально-экономическому развитию села, улучшению социально-бытовых условий сельского населения. Одним из главных путей решения данной проблемы, является развитие производств по переработке сельскохозяйственной продукции на основе мини технологий. Создаются благоприятные условия для приобретения современного оборудования для мини технологий. Однако, без соответствующего электроэнергетического обеспечения невозможно решение поставленных задач. Кроме того, необходимо учесть, что в республике насчитывается более 600 отдалённых населенных пунктов (кишлаков), которые не обеспечены электроэнергией. А мощности электроэнергии, подаваемые в большинство населённых пунктов, подключенных к электрической инфраструктуре, едва хватает для удовлетворения бытовых нужд. В этих условиях, ряд ученых видят решение данной проблемы в развитии теплоэнергетики, т.е. увеличении выработки электроэнергии на природных запасах – газа и особенно каменного угля. Однако, известно, что это экологически самый неблагоприятный способ получения электроэнергии.

За последние годы во всем мире уделяется большое внимание получению электроэнергии от таких возобновляемых источников как ветер и солнце. Во многих странах мира принимаются государственные программы по использованию возобновляемых источников энергии (ВИЭ). Узбекистан обладает огромными резервами ВИЭ. Так, технический потенциал ежегодно поступающей на территорию Узбекистана солнечной энергии в 4 раза превышает годовую потребность страны в энергоресурсах [1].

В настоящее время известно большое количество как ветроэнергетических станций (ВЭС), так и энергоустановок, позволяющих получение электроэнергии с помощью солнечных фотопреобразователей-фотоэлектрических станций (ФЭС). Так, например, немецкая компания «VESTAS», является крупнейшим производителем ВЭС с мощностью от 850 кВт до 4500 кВт. (4,5 МВт).

Отдельные специалисты нашей Республики считают проблематичной развитие ветроэнергетики, основываясь на данные метеорологов, согласно которым среднегодовая скорость ветра в Узбекистане составляет (2...4) м/сек. Эти данные получены на основании измерений и «методики оценки климата»

для высоты до 10 метров от поверхности земли. Однако, известно, что скорость ветра с ростом высоты увеличивается. По данным метеорологических служб авиации на высотах 100...200 метров наблюдается движение воздушных масс со скоростью 8...12 м/сек. В качестве доказательства сказанному можно отметить, что ВЭС компании «VESTAS» имеют башни установки ветроагрегатов высотой от 60 м до 120 м.

В процессе разработки наземных ВЭС возникает необходимость решения ряда технических проблем, в числе главных из которых можно отметить следующие:

- строительство инженерного сооружения в виде высотной мачты (башни) для установки ветроагрегата;
- обеспечение постоянного положения ветротурбины (ВТ) перпендикулярно к направлению ветра;
- ВЭУ должна иметь специальный редуктор, для согласования скорости вращения ветроколеса с оборотами ветрогенератора.

Кроме того, необходимо отметить, что ВЭС занимает определенную территорию и имеет отрицательное высокочастотное влияние ветрогенератора на окружающую среду.

При необходимости обеспечения населенного пункта электроэнергией небольшой мощности – (10...100) кВт с помощью ВЭС, строительство мачты высотой порядка 100 м может оказаться не только достаточно сложной технической задачей, но и экономически нецелесообразной.

В качестве альтернативы наземным ВЭС предлагается создание аэростатической (воздушной) ветроэлектростанции – АВЭС (см. рис. 1).

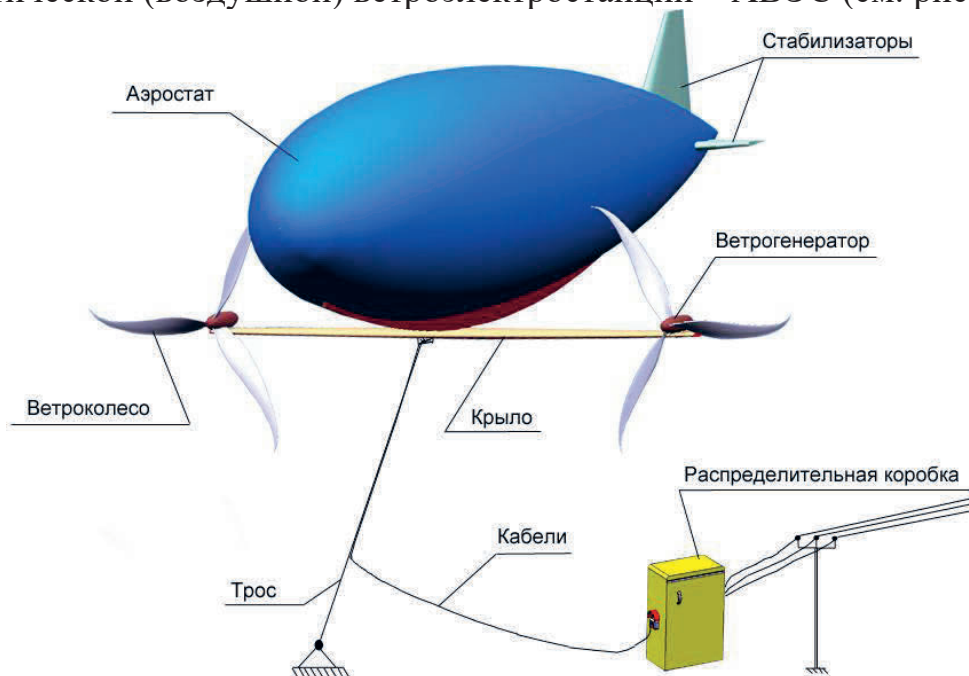


Рис. 1. Аэростатическая ветроэлектростанция

АВЭС состоит из аэростата, снабженного стабилизаторами. В нижней части аэростата имеется крыло, к которому крепятся ветрогенераторы с

ветротурбинами. Определенная поверхность аэростата, крыла и стабилизаторов могут быть покрыты фотоэлектрическими преобразователями солнечной энергии в электрическую. Таким образом, в предлагаемом проекте рассматривается комбинированный вариант – получение электроэнергии, как от ветровой, так и от солнечной энергии [2].

АВЭС обладает рядом преимуществ по сравнению с наземными ВЭС. Прежде всего, это простота конструкции аэростатического аппарата. Однако, главное преимущество АВЭС состоит в отсутствии ряда технических проблем, связанных с наземными ВЭС. В их числе можно отметить следующие:

1. Нет необходимости строительства дорогостоящей высотной мачты (башни);

2. Аэростатический аппарат (АА) автоматически обеспечит работу ветроагрегатов в оптимальном режиме:

– ветротурбины (ветроколеса) будут всегда находится перпендикулярно (фронтально) направлению ветра;

– АА будет всегда находится в потоке с определенной (расчетной) скоростью ветра, при изменении скорости ветра будет изменяться высота зависания АА, за счет изменения аэродинамического сопротивления.

Это обстоятельство позволит существенно упростить конструкцию ветроэлектрических установок: отсутствие механизма торможения и остановки ВТ, механизма изменения шага лопасти. В отдельных случаях возможно применение ветроагрегатов прямого действия, т.е. без использования редуктора. Это, несомненно, окажет положительное влияние на стоимость получаемой электроэнергии. Кроме вышеперечисленных можно отметить также преимущество АВЭС как: возможность транспортировки и перетранспортировки, возможность использования территории под АВЭС в сельскохозяйственных или промышленных целях, возможность получения дополнительной электроэнергии от солнечных фотопереобразователей.

Отметим, что в зависимости от потребной мощности могут быть созданы АВЭС различных классов:

1. Малые АВЭС с расчетной мощностью – (2...10) кВт;

2. Средние АВЭС с расчетной мощностью – (20...100) кВт;

3. Крупные АВЭС, рассчитанные на получение электроэнергии мощностью от 200 кВт до 1 МВт и более.

Литература

1. Закон Республики Узбекистан от 21.05.2019 г. № ЗРУ-539 «Об использовании возобновляемых источников энергии».

2. А.Х. Султанов. Аэростатический ветрогелиоэнергетический аппарат. Журнал: «Проблемы информатики и энергетики». изд. «Фан» АН РУз. № 4, 2006 г.

3. Радионов В.Г. Энергетика: проблемы настоящего и возможности будущего. – М.: ЭНАС, 2010 –352 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИБКОГО КРЫЛА ВОЗДУШНОГО СУДНА

С.С. Самохина¹ к.п.н., доцент, доцент кафедры ЕНД,

А.Б. Дурдымурадов² второй пилот, А.Д. Левкович¹ курсант ФЛЭиУВД

¹ФГБОУ ВО УИ ГА имени Б.П. Бугаева, (Ульяновск, Россия)

²ООО «Авиакомпания «Победа» (Москва, Россия)

Современные самолеты на взлете и посадке используют управляемую в полете механизацию крыла, что эквивалентно увеличению эффективного удлинения крыла и уменьшению индуктивного сопротивления. Эффект основан на управлении пограничным слоем воздуха на поверхности крыла при изменении кривизны его профиля.

Отрицательным является то, что наличие на летательном аппарате подвижных соединений и силовых приводов значительно усложняет и утяжеляет его конструкцию. В частности, применение системы поворота консолей крыла увеличивает массу летательного аппарата более чем на 20%. Выпуск закрылков увеличивает аэродинамическое сопротивление крыла, усложняет управление летательным аппаратом.

Эти элементы не являются единым целым с крылом, при их отклонении образуется множество щелей, которые служат дополнительными источниками возмущений ламинарного воздушного потока и ухудшают аэродинамическое качество крыла.

Таким образом, в настоящее время актуальной является проблема создания крыла нового поколения для воздушных судов. Улучшить аэродинамическое качество крыла можно, выполнив его механические части в виде единых с ним элементов, то есть, используя концепцию «гибкой обшивки» и технологию адаптивного крыла (Morphing Aircraft Structures).

Первое в мире адаптивное крыло было разработано специалистами NASA и ВВС США и испытано на тактическом бомбардировщике дальнего радиуса действия F-111 Aardvark. Кривизна крыла в полете изменялась в зависимости от высоты, скорости и установки угла стреловидности.

В России на палубном учебно-боевом истребителе четвертого поколения Су-33КУБ (эксплуатировался с 1999 по 2009 год) использовалось адаптивное крыло с гибким носком.

С 2001 года в рамках программы ВМС США, NASA, Исследовательской лаборатории ВВС США разрабатывается экспериментальный самолёт X-53 с активным аэроупругим крылом для модернизированного самолёта F/A-18A «Hornet». Управление по крену осуществляется элеронами и отклоняемыми носками с гибкой обшивкой.

В гражданской авиации при создании А-330 и А-340 в 1987 году AirbusIndustrie проводили эксперименты с автоматическим отклонением элеронов и части закрылков в полёте для создания оптимальной кривизны

крыла на каждом этапе полёта, но из-за сложности и увеличения массы конструкции данная разработка не оправдала затраты.

В настоящее время вновь активно обсуждается вопрос о перспективности разработок по технологии изготовления адаптивного крыла, так как созданы новые легкие, прочные, эластичные композитные материалы.

Анализ литературы показал, что имеются сообщения о проведении разработок такого назначения. Однако, техническое описание конструкции разрабатываемых устройств для создания гибкой обшивки не приводится.

Цель работы – на основе программного комплекса САПР SolidWorks – 2019 выполнить трехмерное моделирование элерона, позволяющего реализовать на крыле самолета гибкую обшивку (адаптивное крыло) для оценки его эффективности на самолете типа Diamond; разработать и изготовить демонстрационный макет.

С помощью комплекса САПР SolidWorks – 2019 созданы 3D-модели стандартного и гибкого крыла, выполнено имитационное моделирование, исследованы режимы обтекания. Для оценки эффективности проведено сравнение по следующим параметрам: среднее статическое, динамическое и полное давление; интенсивность турбулентности, энергия турбулентности и диссипация энергии турбулентности. Результаты имитационного моделирования позволили сделать вывод о эффективности предложенного технического решения в виде составного элерона для создания гибкого крыла [1,2].

Мы предлагаем применить плавный профиль крыла с подвижным элероном для сохранения ламинарного характера обтекания на самолетах типа Diamond, что практически без больших затрат и изменения массы самолета позволит получить выигрыш в аэродинамическом качестве, улучшит продольную балансировку самолета (малое изменение продольного момента, а значит малые балансировочные потери), повысит топливную эффективность.

Нами разработан и создан экспериментальный образец (макет) для демонстрации возможности управления рулевыми поверхностями и механизацией крыла воздушного судна с использованием концепции гибкой обшивки. Элерон состоит из двух подвижных частей, закрепленных на горизонтальных осях. Деление элерона на две части позволяет исключить излишнюю деформацию обшивки, что продляет ее ресурс. Конструкция скреплена пружинящим элементом между половинами элерона. Тяга передает усилия на кабачик на нижней поверхности элерона и приводит в движение элерон. При отклонениях части скользят друг относительно друга по внутренним поверхностям элерона. В районе оси вращения происходит изгиб обшивки. Для компенсации аэродинамических нагрузок можно использовать противовес внутри крыла.

Механизм не имеет электронных компонентов, для работы не требуется дополнительных устройств. Использование стандартной проводки управления позволит внедрить данное решение на существующие воздушные суда без

значительных доработок за счет интегрирования в имеющуюся конструкцию крыла.

Конструкция проста и технически реализуема, не требует сложных производственных технологий. Предлагаемое нами устройство элерона позволяет реализовать гибкую обшивку и при этом сохранить полезное пространство внутри крыла. Патентный поиск показал, что данное решение является оригинальным.

Имеются перспективы дальнейшего совершенствования предложенной конструкции составного элерона для создания гибкой обшивки крыла самолетов DA40 и DA42 и оптимизации условий ее использования.

Литература

1. Дурдымурадов А.Б., Самохина С.С. Исследование конструктивных особенностей крыла самолета с помощью 3D-моделирования. // Материалы 21 Всероссийской молодежной научной школы-семинара “Актуальные проблемы физической и функциональной электроники”, Ульяновск, 4-6 декабря 2018г. –Ульяновск: УлГТУ, 2018. – С.348-349

2. Samokhina S.S., Durdymuradov A.B. Research of influence of aircraft wing geometry on aerodynamic processes by a modeling method. - Materials of the International Conference «Scientific research of the SCO countries: synergy and integration» (Reports in English). January 25, 2019. Part 2.-Beijing, China, 2019. – pp.177-183

УДК 629.73.07

МОДЕЛИ И МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ И ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ ВЫСОТНОГО ГИБРИДНОГО БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

*П.Н. Татарников адъюнкт кафедры защитных сооружений
ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского
и Ю.А. Гагарина» (Воронеж, Россия)*

В настоящее время выполнение задач воздушного мониторинга и обеспечения работы средств связи возложено на пилотируемые и беспилотные летательные аппараты (ЛА) и искусственные спутники Земли (ИСЗ). Недостатками данных аппаратов являются:

1. Ограниченное время автономной работы комплексов, зависящее от остатка располагаемой энергии (топлива) на борту ЛА.

2. Необходимость вывода на орбиту, невозможность наземного технического обслуживания оборудования ИСЗ и ограничения по возможности передвижения на орбите и массе полезной нагрузки [1].

Задачи значительного увеличения продолжительности времени автономной работы комплексов (АРК) ЛА и повышения степени их автономности являются актуальными [2].

Возможно проектирование высотных комплексов БЛА, использующих возобновляемую энергию солнечного излучения с неограниченным временем АРК, с энергетической точки зрения, путем разработки методического обеспечения, позволяющего определить параметры и характеристики комплексов БЛА и их электрических энергетических установок.

Высотные комплексы БЛА позволяют выполнять задачи в условиях нижних слоев стратосферы, в условиях низких значений температур и плотности атмосферы и относительно слабых горизонтальных ветровых воздействиях [3].

В настоящее время разрабатываются и проводятся опытные испытания высотных комплексов ЛА, использующих энергию солнечного излучения. При этом данные комплексы демонстрируют и положительные качества – двухнедельный полет в условиях стратосферы, и отрицательные – недостаточные прочностные и весовые характеристики, обусловленные особенностями конструкции [1].

В ряде стран проектируются высотные комплексы БЛА аэростатного типа, использующие энергию Солнца. Для данных аппаратов предлагается электрическая энергетическая установка, оснащенная источниками питания:

1. Основным – панелями солнечных батарей.
2. Резервным – аккумуляторными батареями.

Разработаны технические решения движителей для высотных комплексов БЛА, образующих винтомоторную группу.

Разработаны технические решения высотных комплексов БЛА с электрическими энергетическими установками [4–6].

Разработаны математические модели и методика определения параметров и характеристик электрической энергетической установки высотного комплекса БЛА на основе уравнений энергетического и весового балансов, позволяющие определить геометрические, массовые, энергетические и скоростные характеристики комплексов.

С помощью разработанных математических моделей и методики проведены исследования и оценены возможности использования высотных комплексов БЛА.

Применение разработанного методического аппарата позволяет на этапах предварительного проектирования решать задачи, связанные с определением энергетических и скоростных характеристик создаваемых комплексов БЛА.

Показана возможность с энергетической точки зрения использования высотных комплексов БЛА с электрическими энергетическими установками в течение продолжительного времени (пять месяцев и более).

Литература

1. Татарников П.Н., Писаревский Ю.В., Репин А.А. Обзор силовых установок беспилотных летательных аппаратов. Анализ и перспективы их

применения // сборник статей по итогам международной НПК «БПЛА...», Воронеж 2019 г.

2. Писаревский Ю.В., Татарников П.Н., Демихов В.О., Беляев К.Э. Увеличение полетного времени беспилотных летательных аппаратов // сборник статей по итогам IV НПК «Инфраструктура», Воронеж, 2019 г., с. 106 – 110.

3. ГОСТ 24728-81. Ветер. Пространственное и временное распределение характеристик.

4. Гибридный беспилотный летательный аппарат: пат. 198620 Российской Федерации, МПК В64В 1/34 В64В 1/38 / Фурсов В.Б., Писаревский Ю.В., Писаревский А.Ю., Ген Ж.А., Рыбалко Д.О., Татарников П.Н.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО ВГТУ. Заявка 2020101261 от 10.01.2020. Бюл. № 21 от 21.07.2020. 10 с.

5. Писаревский Ю.В., Фурсов В.Б., Писаревский А.Ю., Татарников П.Н., Ситников Н.В., Горемыкин С.А. Электрический гибридный дирижабль с неограниченным полетным временем // статья по итогам международной НПК «SUSTAINBLEENERGYSYSTEMS: INNOVATIVEPERSPECTIVES (SES-2020)»

6. Гибридный беспилотный летательный аппарат: пат. 195315 Российской Федерации, МПК В64В 1/06 В64С 27/08 / Писаревский Ю.В., Сафонов С.А., Звенигородский И.И., Татарников П.Н.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО ВГТУ. Заявка 2019122935 от 17.07.2019. Бюл. № 3 от 22.01.2020. 9 с.: ил.

УДК 629.73.07

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ФЮЗЕЛЯЖА В ЗОНЕ ВЫРЕЗА ПОД ЛЮК С УЧЁТОМ НЕЛИНЕЙНЫХ ЭФФЕКТОВ

*А.В. Болдырев д.т.н., доц., зав. каф. конструкции и проектирования
летательных аппаратов, М.В. Павельчук ст. преп. каф. конструкции и
проектирования летательных аппаратов
СГАУ им. академика С.П. Королёва (Самара, Россия)*

Важной задачей в проектировании современной авиационной техники гражданского назначения является отыскание рациональной окантовки фюзеляжа в зоне выреза под люк [1]. Большие вырезы в этой зоне вызывают концентрацию усилий и напряжений в обшивке, уменьшая жёсткость конструкции в радиальном и продольном направлениях. На весовую эффективность при проектировании фюзеляжа в данной зоне влияет выбор силовой схемы конструкции (ССК). В работе [2] при исследовании цилиндрической каркасированной оболочки с большим прямоугольным вырезом и круглым поперечным сечением, нагруженной кручением,

отмечается необходимость учёта в расчётах на прочность нелинейного поведения конструкции.

Рассматривается модельная задача проектирования ССК отсека фюзеляжа самолёта в зоне большого выреза на учёт наиболее опасных случаев нагружения конструкции – внутреннее избыточное давление и кручение. Применяется конструкционный нелинейный материал с характеристиками Д16. Задача решается в среде NASTRAN [3].

Цель работы – выполнить сравнение технических решений [4] с учётом физической нелинейности материала при проектировании фюзеляжа в зоне выреза под люк.

Критерии оценки эффективности коэффициент концентрации напряжений на контуре выреза, и критерий весовой эффективности выреза в оболочке – отношение дополнительной массы материала для компенсации выреза к массе вырезанного материала [5].

В работе [4] при отработке новых конструктивных решений исследуются следующие ССК: традиционное техническое решение [6, с. 66], техническое решение с пространственной рамой [5, с. 24–25], новое техническое решение с внутренними панелями, расположенными в углах выреза [6, с. 68]. Для целей топологической оптимизации фюзеляжа в [6] предлагается развитие методики проектирования ССК с использованием моделей тела переменной плотности и алгоритм оптимизации распределения материала с учётом требований прочности и жёсткости в форме обобщённых перемещений.

Согласно развитию процессов методики проектирования [6] используется оптимизационная модель, содержащая обшивку фюзеляжа, силовые элементы конструкции в зоне выреза с присоединением по всем контактным поверхностям элементов непрерывной упругой среды (заполнителя) переменной плотности. Анализ распределения материала и усилий в заполнителе с применением стратегии [7] позволяет сформировать усовершенствованную ССК.

Для всех исследуемых вариантов ССК выполняется анализ заполнителя в конечно-элементных моделях и принимаются решения по реализации ССК. Предлагается рациональная форма окантовки обшивки в зоне выреза и внутренней панели с учётом толщин подкрепляющих их накладок. Проводятся расчёты принятых решений с учётом физической нелинейности материала в элементах окантовки выреза в обшивке и на контуре выреза.

В ходе исследования установлено, что для разных вариантов ССК коэффициент концентрации напряжений на контуре большого выреза с учётом физической нелинейности материала составляет от 2,95 до 2,97. Погрешность между линейным и нелинейным расчётами варьируется: традиционное техническое решение – 22,6 %, решение с пространственной рамой – 22,9 %, новое техническое решение с внутренними панелями, расположенными в углах выреза – 17,8 %.

Таким образом, проведённое исследование продемонстрировало возможность учёта нелинейных эффектов при проектировании фюзеляжа в зоне больших вырезов.

Литература

1. МС-21 – передовые технологии, воплощённые в самолёт // Крылья Родины. 2016. № 6. С. 10–23.
2. Фомин В.П. Расчёт цилиндрических подкреплённых оболочек с учётом нелинейного поведения элементов конструкции // Учёные записки ЦАГИ. 1980. Т. XI. № 1. С. 72–80.
3. Рычков С.П. Моделирование конструкций в среде Femap with NX Nastran. М.: ДМК Пресс. 2013. 784 с.
4. Болдырев А.В., Павельчук М.В. Оценка весовой эффективности новых конструктивных решений при математическом моделировании фюзеляжа в зоне выреза под люк на основе моделей тела переменной плотности // Моделирование авиационных систем: сб. тез. докл. IV Всерос. науч.-технич. конф., 26–27 ноября 2020 г. Москва: ГосНИИАС, 2020. С. 39.
5. Болдырев А.В., Комаров В.А. Проектирование силовой схемы фюзеляжа самолёта в зоне большого выреза // Полёт. 2016. № 8–9. С. 21–26.
6. Болдырев А.В., Павельчук М.В., Синельникова Р.Н. Развитие методики топологической оптимизации конструкции фюзеляжа в зоне большого выреза // Вестник Московского авиационного института. 2019. Т. 26. № 3. С. 62–71.
7. Комаров В.А. Проектирование силовых схем авиационных конструкций // Актуальные проблемы авиационной науки и техники. М.: Машиностроение. 1984. С. 114–129.

УДК 629.73.07

ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА ПРОЧНОСТНОЙ ОТРАБОТКИ КОНСТРУКЦИЙ ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА НА БАЗЕ НАТУРНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

Костин В.А. д.т.н. профессор, А.И. Герасимов

*Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева-КАИ, (Казань, Россия)*

Представленный авторами материал является инициативной тематикой, возникшей на базе проводимых в течение многих лет лабораторией прочности сертификационных испытаний по хозяйственным договорам с предприятиями авиационного профиля, в том числе с КВЗ.

Авторы доклада предлагают повысить информативность проводимых по утвержденным Программам прочностных натуральных экспериментов, используя данные полученных измерений для решения задач идентификации, как правило, не предусмотренных Программами, но очень актуальных для практических расчетов. Известно, при проведении прочностных расчетов

авиационных конструкций требуется знание реальных диаграмм деформирования материалов элементов конструкций [1]. Особенно это касается тонкостенных конструкций, поскольку приведенные в справочниках диаграммы деформирования получены в результате испытаний образцов на простые виды нагрузок. Прочностные же свойства материалов реальных тонкостенных конструкций в большинстве случаев отличаются от свойств образцов вследствие того, что элементы реальных тонкостенных конструкций работают в более сложных условиях как с точки зрения закрепления, так и нагружения. Уточнение параметров расчетной модели по результатам натурного эксперимента позволит повысить достоверность теоретического расчета и расширить область его использования, так как получены в качестве отклика реальной конструкции на известное силовое воздействие

Новизна предлагаемого в работе подхода по обработке экспериментальных данных заключается:

- в адаптации континуальной и суперэлементной моделей для решения коэффициентных обратных задач применительно к типовым авиационным конструкциям;
- в получении уравнений сопряженных задач с использованием метода множителей Лагранжа;
- в реализации алгоритмов и программного обеспечения градиентного метода;
- в применении эффективного способа оперативной идентификации с использованием аппарата функции чувствительности.

Практическая значимость работы заключается в том, что созданная методика и программное обеспечение могут быть использованы как для уточнения физико-механических параметров авиационных конструкций, так и в более широких целях мониторинга состояния сложных и ответственных инженерных сооружений [2].

В дальнейшей работе предполагается учесть стохастический характер экспериментальных данных.

Литература

1. Костин В.А. Валитова Теория и практика прочностной отработки конструкций летательных аппаратов. – Казань: Изд-во Казанского гос. техн. университета, 2014 – 140 с.

2. Костин В.А., Торопов М.Ю., Снегуренко А.П. Обратные задачи прочности летательных аппаратов. – Казань, издательство КГТУ 2002 – 284.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ФРОНТА ПЛАМЕНИ КЕРОСИНО-ВОЗДУШНОЙ СМЕСИ В ИМПУЛЬСНОЙ КАМЕРЕ СГОРАНИЯ

*А.М. Сафарбаков к.т.н., доц., доцент кафедры ЛАиД
Иркутский филиал МГТУ ГА (Иркутск, Россия)*

Единичный цикл работы импульсной камеры сгорания включает в себя фазы наполнения камеры сгорания керосино-воздушной смесью, горение и истечение продуктов сгорания через сопло. От того с какой скоростью происходит горение топливовоздушной смеси будет зависеть величина полного давления в камере сгорания, давление газа на срезе сопла и как следствие расход газа через сопло. В свою очередь расход газа определяет величину импульса от истекающих газов [1].

Для определения скорости распространения фронта пламени топливной смеси необходимо знать удельную теплоту сгорания керосина и его массу.

Удельная теплота сгорания керосина определяется по формуле [2]:

$$Q_H^P = 339 \cdot C^P + 1257 \cdot H^P - 109 \cdot (O^P - S^P) - 25 \cdot W^P,$$

где: C^P , H^P , O^P , S^P , W^P C^P , - содержание в рабочей массе топлива углерода, водорода, кислорода, летучей серы и влаги в % (по массе).

Для керосина процентное содержания химических элементов на горючую массу следующее: углерод $C = 85,28$; водород $H = 14,12$; сера $S = 2$; кислород $O = 0,6$; азот $N = 3$; содержание зольности на сухую массу $A^C = 0,3$; влажность рабочая $W^P = 1$. Коэффициент избытка воздуха при горении $\alpha = 1,0$ [3].

Для определения рабочего состава керосина необходимо определить коэффициент пересчета k с сухой массы топлива на рабочую массу:

$$k = \frac{(100 - W^P)}{100} = \frac{(100 - 1)}{100} = 0.99.$$

Тогда величина A^P характеризующая зольность топлива в рабочем состоянии:

$$A^P = k \cdot A^C = 0.99 \cdot 0.3 = 0.297\%.$$

Для пересчета горючей массы керосина на рабочую уточняется коэффициент k :

$$k = \frac{[100 - (A^P + W^P)]}{100} = \frac{[100 - (0.297 + 1)]}{100} = 0.987\%.$$

Тогда состав керосина на рабочую массу в процентах сведем в таблицу 1.

Таб. 1. Состав керосина

C^P	H^P	S^P	O^P	N^P	A^P	W^P
84.1713	13.9364	1.974	0.5922	2.961	0.297	1

Подставляем полученные значения в формулу Д.И. Менделеева и получаем:

$$Q_H^P = 45876,5 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

Это значение говорит, что при сгорании одного килограмма керосина выделяется примерно $4,6 \cdot 10^7$ Джоулей тепла.

Для определения массы топлива разобьем процесс распространения фронта пламени на итерации. Каждая итерация будет соответствовать единичному моменту времени. Так как фронт пламени до соприкосновения его со стенками камеры сгорания представляет собой увеличивающуюся сферу, то в каждый момент времени ее объем определяется:

$$V_{\text{ш}} = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot R^3,$$

где R – радиус сферы горения.

После соприкосновения со стенками камеры сгорания сфера горения представляет собой шаровый слой, объем которого определяется как сумма объема цилиндра и двух шаровых сегментов:

$$V_{\text{ш.слоя}} = (\pi \cdot r^2 \cdot h) + 2 \left(\pi \cdot h_{\text{сегм}}^2 \cdot \left(R - \frac{1}{3} \cdot h_{\text{сегм}} \right) \right),$$

где r – радиус камеры сгорания $r=0,035$ м, h – длина камеры сгорания, $h=0,13$ м, $h_{\text{сегм}}$ – высота шарового сегмента, (изменяется при распространении сферы горения).

Для определения массы воздуха в шаровом слое воспользуемся уравнением состояния идеального газа:

$$p_{\text{нач}} \cdot V_{\text{ш.слоя}} = m_{\text{в.ш.с.}} \cdot R \cdot T_{\text{нач}}$$

Где R – удельная газовая постоянная $R \approx 287 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$, $T_{\text{нач}}$ – температура воздуха в начальный момент, $T_{\text{нач}}=313^\circ\text{К}$; $p_{\text{нач}}$ – давление воздуха в начальный момент, $p_{\text{нач}}=97894$ Па; $m_{\text{в.ш.с.}}$ – масса воздуха в шаровом слое, кг.

Отсюда получаем выражение для массы воздуха в шаровом слое:

$$m_{\text{в.ш.с.}} = \rho \cdot V_{\text{ш.слоя}} = \frac{p_{\text{нач}} \cdot V_{\text{ш.слоя}}}{R \cdot T_{\text{нач}}},$$

где ρ – плотность воздуха перед процессом горения $\rho = \frac{p_{\text{нач}}}{R \cdot T_{\text{нач}}}$, $\text{кг}/\text{м}^3$.

Зная массу воздуха, участвующего в горении, определяется масса

топлива m_T в шаровом слое:

$$m_T = \frac{m_{\text{в.ш.с.}}}{L_0 \cdot \alpha},$$

где α – коэффициент избытка воздуха, L_0 – потребное количество воздуха для сжигания 1 кг керосина.

Определив массу топлива в каждой итерации можно определить удельную теплоту сгорания этой массы топлива. График изменения удельной теплоты сгорания при изменении массы керосина показан на рисунке 1.

Скорость распространения фронта пламени ν определяется по формуле [4]:

$$v = \sqrt{2 \cdot q \cdot (k^2 - 1)},$$

где q – удельная теплота сгорания единицы массы топлива, Дж/кг; k – показатель адиабаты, $k=1,25$

График изменения скорости распространения сферы горения на каждой итерации показан на рисунке 2.

Анализ графика показывает, что в объеме камеры сгорания при импульсном горении керосино-воздушной смеси происходит взрывное дефлаграционное горение.

Зная скорость распространения сферы горения и длину камеры сгорания можно итерации перевести в значение времени горения керосино-воздушной смеси в объеме импульсной камеры сгорания.

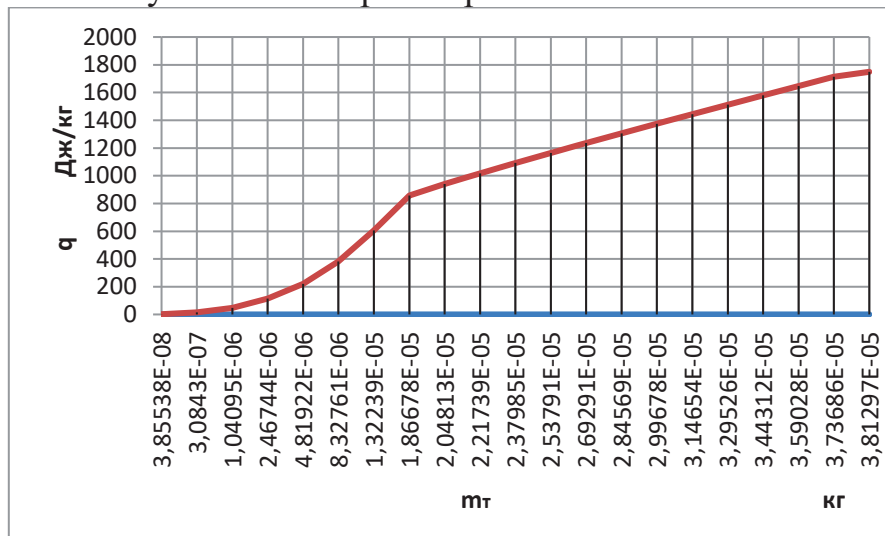


Рис. 1. Изменение удельной теплоты сгорания при сжигании m кг керосина

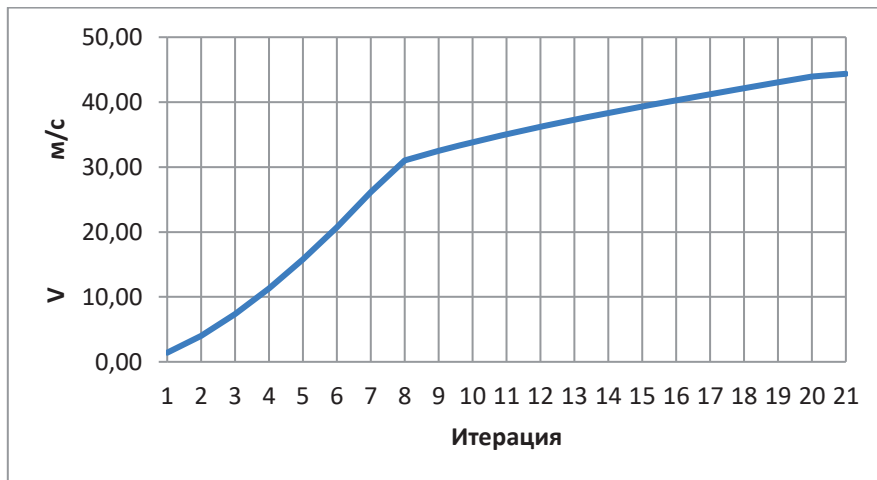


Рис. 2. Изменение скорости распространения сферы горения при итеративном процессе

Литература

1. Исаев А.И., Сафарбаков А.М., Ходацкий С.А., Майрович Ю.И. Исследование процесса образования топливовоздушной смеси в импульсной

камере сгорания и термодинамический расчет импульсного горения. [Электронный ресурс] Труды МАИ – М: МАИ, 2016, №91.

2. С.Н.Гущин, Л.А. Зайнуллин, М.Д. Казяев, Б.П. Юрьев, Ю.Г. Ярошенко. Топливо и расчеты его горения учебное пособие / С.Н. Гущин, Л.А.Зайнуллин, М.Д. Казяев, Б.П. Юрьев, Ю.Г. Ярошенко; под ред. Ю.Г. Ярошенко. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2007. 105 с.

3. Гуреев А. А., Фукс И. Г., Лашхи В. Л., Химмотология, М., 1986; Химмотология ракетных и реактивных топлив, под ред. А. А. Браткова, М., 1987. А. Ф. Горенков.

4. Теория горения и взрыва: учебное пособие /А.С. Голик, Ю.И. Иванов, В.А. Зубарева, О.С. Токарев; под ред. А.С. Голика; Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – Кемерово, 2011. – 121 с.

УДК 629.7.083

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ЦИФРОВОЙ ГОЛОГРАФИИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ДЕФЕКТОВ ОСТЕКЛЕНИЯ КАБИН САМОЛЕТОВ

П.В. Павлов¹ к.т.н., доцент, Р.Г. Хобта¹ курсант, Н.Н. Юдин² инженер-исследователь, В.В. Демин² к.ф-м.н., доцент, первый проректор

¹ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е.

Жуковского и Ю.А. Гагарина» (Воронеж, Россия)

²НИ ТГУ (Томск, Россия)

При эксплуатации авиационной техники остекление кабин подвергается негативному воздействию от УФ-излучения, аэродинамических нагрузок и перепадов температур, что приводит к появлению, развитию и накоплению в органическом стекле различных дефектов. Используемые в настоящее время оптические устройства неразрушающего контроля элементов остекления не позволяют достоверно определить параметры таких дефектов, и оценка производится визуально, что приводит к ошибкам оператора.

Для определения геометрических размеров и параметров дефектов в ходе проведения регламентных работ на воздушном судне и войскового ремонта элементов остекления кабин воздушных судов предлагается использовать оптико-электронную систему, принцип действия которой основан на методе цифровой голографии [1].

В состав системы входит голографическая камера, оптическая система которой, реализованная по осевой схеме записи голограммы и портативное вычислительное устройство с оригинальным программным обеспечением, позволяющее осуществлять операции по восстановлению и расчету параметров дефектов остекления [2].

Возможности оптико-электронной системы позволяют оператору определять не только ширину и длину дефектов, но и фиксировать глубину его залегания во внутренней структуре остекления.

Литература

1. Юдин Н.Н., Павлов П.В., Зиновьев М.М., Подзывалов С.Н., Дёмин В.В., Половцев И.Г., Кусков И.Э., Вольф И.Э., Евсин А.О., Балашов А.А., Костин А.С. Оценка усталостных повреждений авиационного фторорганического стекла методами цифровой голографии // Оптический журнал. 2021. № 2. Т. 88. С. 20 – 26.

2. Программный модуль голографической системы неразрушающего контроля: Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ 2020619980 Рос. Федерация № 2020618836; заявл 10.08.2020. опубл. 28.08.20.

УДК 629.73.07

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ТИПОВЫХ РАЗРУШЕНИЙ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ

*К.К. Кадырбекова д.т.н., доцент, профессор кафедры Авиационный
инжиниринг, Д.Д. Хурушудян магистр кафедры Авиационный инжиниринг
Ташкентский государственный транспортный университет
(Ташкент, Узбекистан)*

Характерной особенностью авиационных конструкций и, в частности, конструкции планера является высокая силовыгруженность, которая в сочетании с требованиями минимизации массы летательных аппаратов, ведёт к необходимости использования высокопрочных конструкционных материалов (дюралюминия, легированных сталей и т.д.). Последние, в силу специфического химического состава и термической обработки, обычно имеют повышенную чувствительность к концентраторам напряжений и склонность к образованию очагов коррозии, которые, в свою очередь, являются сильными концентраторами напряжений.

Необходимо отметить, что указанные особенности авиационных конструкций приводят к повышенной чувствительности и эксплуатационным повреждениям: рискам, забоинам и т.д., перегрузкам в полете и воздействию агрессивных сред, которые приводят к образованию очагов коррозии, усталостных трещин и к разрушениям [1].

Одной из деталей, работающих в условиях сложного нагружения и подверженных износу, является деталь каретка, предназначенная для крепления закрылков на крыле, обеспечения их выпуска в заданное положение и уборки с помощью винтовых механизмов. На каждой консоли крыла на четырех балках, закреплены четыре каретки. Балки снизу закрыты обтекателями. Каждая секция закрылка с помощью двух рельсов, неподвижно закрепленных на ней, перемещается по роликам двух кареток. Конструктивно

все каретки выполнены аналогично и отличаются друг от друга геометрическими размерами и набором роликов [2]. Основную опасность представляет развитие трещин, возникающих на ней, которые в последствии влияют на ухудшения аэродинамических качеств (неработающие закрылки, заедание их в раскрытом положении) и представляющих большую угрозу для безопасности и регулярности полётов. Для контроля и диагностики возникновения и развития трещин, повышения безопасности полётов и их регулярности, необходимо применять оптимальные методы диагностирования дефектов.

Рассмотрим следующие способы диагностирования методом неразрушающего контроля. Широкое применение нашли ультразвуковой метод и метод вихретокового неразрушающего контроля в виду своей практичности.

Акустический ультразвуковой эхо-импульсный метод основан на излучении в контролируемое изделие коротких импульсов упругих колебаний (длительностью 0.5...10 мкс) и регистрации интенсивности (амплитуды) и времени прихода эхо-сигналов, отраженных от дефектов объекта контроля.

К достоинствам ультразвукового эхо-метода можно отнести:

- поиск дефектов внутри материала по всей толщине;
- поиск дефекта скрытых элементов конструкции;
- контроль широкого ассортимента материалов;
- контроль без демонтажа детали с объекта;
- контроль без нарушения лакокрасочного покрытия.

К отрицательным свойствам ультразвукового эхо-метода относятся:

- наличие неконтролируемой зоны (зоны Френеля);
- наличие геометрических мертвых зон;
- наличие мешающих факторов (сигналы отражения от болтов, уступов);
- уменьшение отраженного сигнала в зависимости от угла наклона плоскости дефекта.

Вихретоковым (электромагнитным) (рис.1) называют вид неразрушающего контроля, основанный на регистрации изменения взаимодействия собственного электромагнитного поля катушки искателя с электромагнитным полем вихревых токов, наводимых этой катушкой в контролируемом объекте [3]. Полезную информацию о состоянии контролируемых металлических деталей несет в себе результирующее электромагнитное поле. Полученный сигнал зависит от наличия и расположения несплошности, увеличивающей траекторию вихревых токов, от удельной электропроводности, магнитной проницаемости, формы и взаимного расположения источника поля и контролируемого объекта, а также частоты испытательного тока. О наличии дефекта в ОК судят по изменению амплитуды и фазы тока в возбуждающей или измерительной катушках, а степень развития дефекта оценивается по величине комплексного (полного) сопротивления измерительной катушки.

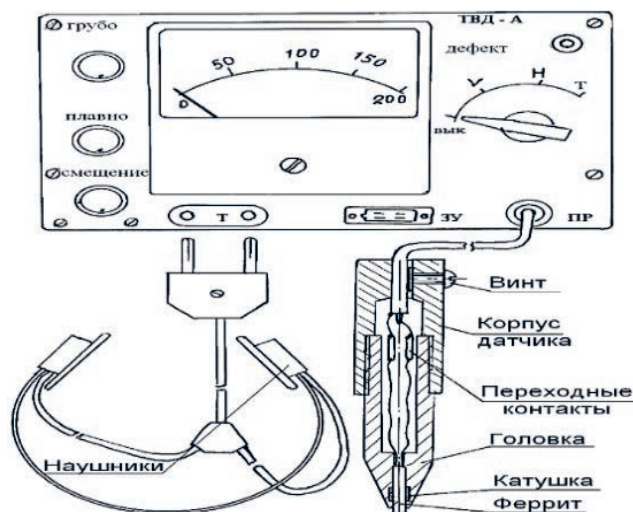


Рис. 1. Вихретоковый дефектоскоп с датчиком типа «карандаш»

Вихретоковый контроль широко применяется в авиационной технике и занимает по количеству выполняемых проверок до 70% от всех выполняемых работ по неразрушающему контролю, а выявляемость дефектов по отношению ко всем остальным видам контроля составляет 60%. Особенно необходимо отметить высокую чувствительность этого метода (выявляются трещины с раскрытием до 5 мкм) и возможность работы через лакокрасочные и неэлектропроводные покрытия толщиной до 1 мм.

К недостаткам вихре токового контроля относят невозможность контроля материалов на глубине более 0,25...5 мм (в зависимости от применяемой частоты).

Необходимые условия для выявления дефектов на объектах контроля при ВТК:

- шероховатость поверхности не должна превышать $Rz = 20$, мкм;
- стальные элементы не должны находиться ближе 2 мм;
- скорость сканирования не должна превышать 3 м/мин.

Вихретоковым методом хорошо выявляются такие дефекты, как трещины, расслоения, разрывы, закаты, заковы, раковины, шлаковые включения и коррозия в пределах выявляющей способности дефектоскопов.

Заключение: для диагностики каретки выбран вихретоковый метод диагностирования, потому что этот метод контроля имеет ряд преимуществ по сравнению с другими методами, в частности расходных материалов и дорогостоящего оборудования. Метод имеет высокую производительность, значительную достоверность контроля и не выдвигает особых требований к качеству подготовки поверхности и ее шероховатости. Контроль можно проводить даже без удаления покрытия или нагара. Особенностью метода является его выявляемость дефектов по отношению ко всем остальным видам контроля и легкость его применения. Целью работы является улучшение показателей безопасности - путем своевременного выявления предотказных и неисправных состояний элементов конструкций.

Литература

1. М.Г. Ефимова. Кафедра аэродинамики, конструкции и прочности летательных аппаратов «Основы авиации» Часть 2, Москва-2005 г.- 52 стр.
2. Денисов М.И., Уланова Л.Г. Самолёт ЯК-42. Учебное пособие том 1. Северокавказский тренировочный центр гражданской авиации, 2000 г.- 152 с.
3. Д.А. Иванов «Методы и средства диагностирования авиационной техники» Методические указания по изучению дисциплины/СПбГУ ГА, Санкт-Петербург 2016 г.-149 стр.

УДК 629.73.07

ОБ АКТУАЛЬНОСТИ ИССЛЕДОВАНИЯ НАПРЯЖЕННО- ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИИ ВС С КОРРОЗИОННЫМ ПОВРЕЖДЕНИЕМ

Д.П. Саиджанов аспирант ЭАТ,

*В.В. Ефимов д.т.н., доц., профессор кафедры АКПЛА
Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

Последние события в мировой гражданской авиации, связанные с внедрением ограничений на перелеты ввиду новой коронавирусной инфекции, привели к масштабному вводу воздушных судов (ВС) в состояние хранения. Для ВС, находящихся в данном состоянии, характерно постоянное влияние различных климатических условий, таких как прямые солнечные лучи, перепады температур, высокая влажность, осадки и т.д. Такое длительное влияние внешних факторов приводит к образованию коррозионных повреждений на элементах конструкции ВС. Анализ статистики ремонтов за период с 01.03.2020 по 01.03.2021 года показал, что количество ремонтов, связанных с устранением коррозионных повреждений выросло более чем в 1,5 раза по сравнению аналогичным периодом прошлых лет. Как показала практика, характерные коррозионные повреждения, описанные в Руководстве по технической эксплуатации (РТЭ) разработчика, появлялись при гораздо меньших наработках с начала эксплуатации, также возросло количество повреждений, которые не описаны в документации разработчика, устранение которых требует дополнительных запросов в адрес производителя ВС и внедрению новых схем ремонтов.

Современные требования к летной годности ЛА практически не допускают коррозию на элементах конструкции, поэтому при её появлении она должна быть немедленно устранена. Выполнение ремонта, в основном механическая зачистка, замедляет в дальнейшем распространение коррозии, однако, может привести к негативным последствиям. Во-первых, при зачистке обычно удаляются не только продукты коррозии, но и нетронутый коррозией материал, что приводит к уменьшению площади поперечных сечений силовых элементов конструкции, а это, в свою очередь, ведет к росту действующих

напряжений, что может стать причиной снижения ресурса конструкции. Во-вторых, при местном удалении очагов коррозии концентрация напряжений полностью, как правило, не устраняется, что также может негативно сказаться на ресурсе конструкции, в частности повысить вероятность возникновения усталостных трещин. Несмотря на большое количество работ, посвященных исследованию коррозионных повреждений элементов конструкции ЛА, вопрос об оптимизации параметров зачистки при устранении коррозионных повреждений остается открытым.

По данным, приведенным в работе [1], наиболее распространенным видом повреждения конструкций самолетов при длительной эксплуатации является коррозия (примерно 30...65% всех повреждений). Коррозия вызывает разрушение элементов конструкции ЛА, в том числе силовых элементов. Это приводит как к уменьшению прочности и жесткости конструкции, так и к уменьшению ее долговечности. Для того чтобы остановить возникшую коррозию и устранить или, по крайней мере, снизить концентрацию напряжений на пораженных коррозией элементах конструкции, при техническом обслуживании производится удаление коррозионных повреждений (зачистка) с последующим восстановлением защитного лакокрасочного покрытия. Руководства по техническому обслуживанию ЛА обычно содержат рекомендации по удалению очагов коррозионных повреждений. При этом, однако, остается открытым вопрос оптимизации зачистки.

Как указано в работах [1, 2], снижение усталостной долговечности элемента конструкции, пораженного общей коррозией, происходит в основном за счет повышения действующих напряжений из-за уменьшения площади поперечного сечения элемента вследствие коррозии. Влияние же изменения свойств материала и концентрации напряжений в очагах коррозии приводят к дополнительному уменьшению усталостной долговечности на 20...30 %. В процессе же зачистки площадь поперечного сечения элемента конструкции еще больше уменьшается. Однако от зачистки нельзя отказаться, но можно попытаться оптимизировать параметры области зачистки, с условием минимизации напряжений, которые будут возникать в конструкции после проведения антикоррозионных мероприятий. Поставленную задачу можно решить, как экспериментальными методами, так и теоретическими. Преимуществом теоретического метода является минимизация трудозатрат, поэтому данный метод является наиболее предпочтительным. Предлагается использовать метод математического моделирования напряженного состояния упругого тела, основанный на методе конечных элементов. Для проведения вычислительных экспериментов предлагается использовать только свободное программное обеспечение (ПО).

Литература

1. Васильев В.Ю. Коррозия и старение воздушных судов при длительной эксплуатации: монография / В.Ю. Васильев, В.С. Шапкин, Е.С. Метелкин, А.В. Дуб. М.: Логос, 2007. 224 с.

2. Байков В.М., Лапаев А.В., Шапкин В.С. Исследование характеристик усталостной долговечности и трещиностойкости при коррозионном поражении алюминиевого сплава 1163, применяемого в конструкциях современных самолетов // Научный Вестник МГТУ ГА. 2011. № 163. С. 110–116.

УДК 629.73.07

ТЕХНОЛОГИЯ РЕМОНТА СОТОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ МЕТОДОМ ТЕРМОКОМПРЕССИОННОГО ФОРМОВАНИЯ

Н.В. Горбаконь¹ аспирант, старший преподаватель,

В.И. Резниченко² к.т.н., доцент

*¹ Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

² «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» (Москва, Россия)

В современных условиях эксплуатации гражданских и военных воздушных судов, а также беспилотных летательных аппаратов, важнейшую роль играет такая составляющая управления жизненным циклом изделия, как ремонт.

Совершенствование методик диагностики и ремонта повреждений призвано обеспечивать сокращение сроков и стоимости ремонтных работ, а также повышать надёжность восстановления повреждённых изделий, их несущей способности и, в конечном итоге, сохранять и продлевать их ресурс.

Технологии ремонта традиционных металлических деталей планера на сегодняшний день хорошо изучены, испытаны и задокументированы, что позволяет говорить о достижении высокой эффективности их использования в жизненном цикле летательных аппаратов.

Как правило, ремонт большинства композиционных агрегатов летательных аппаратов (ЛА) производят из предварительно пропитанных листов заплаток из углеродной и стеклянной ткани – препрегов максимальной площадью не более 150мм² под вакуумом, путем их отверждения в автоклаве или термопечи с возможностью создания избыточного давления.

Применение данной технологии, с одной стороны, позволяет получать более совершенные с точки зрения массы изделия, а, с другой стороны, создает проблемы с их ремонтом, в особенности, в условиях ежедневной эксплуатации вдали от завода-изготовителя, в отсутствии автоклавов и другого специализированного оборудования.

Увеличение объемов применения композиционных материалов (КМ) требует разработки новых и совершенствования существующих технологий ремонта. Кроме того, на наружном контуре летательных аппаратов часто

встречаются тонкостенные сотовые конструкции, которые более других чувствительны к сосредоточенным нагрузкам, часто повреждаются от попаданий посторонних предметов [1]. В процессе эксплуатации выявляются скрытые дефекты, которые не были обнаружены при производстве конструкций. Поэтому основное условие при проведении ремонта в авиации – восстановление исходных прочностных и аэродинамических характеристик ЛА. В полной мере это может быть достигнуто путем применения технологии постановки ремонтной детали (заплатки) с использованием тканей со связующим, пленочных и пастообразных клеев, с обеспечением необходимой температуры и давления при формовании или приклеивании ремонтной детали на ремонтируемом изделии [2].

Научная проблема данного исследования заключается в том, что на сегодняшний день ремонт композиционных агрегатов летательных аппаратов производится либо методом вакуумного формования, либо методом автоклавирования при помощи препрегов, которые являются дорогостоящими. В статье рассмотрена возможность ремонтировать детали, избегая характерных недостатков изложенных выше методов ремонта, кроме того мы разработали технологию ремонта больших (500мм²) площадных повреждений, при которых обычно изделие снимается с эксплуатации.

При восстановлении основным условием сохранения жесткости отремонтированного участка является соблюдение равенства $E_n F_n = E F$. Величины E и F этого равенства без индекса соответствуют модулю упругости материала и площади повреждённого силового элемента, а с индексом "н"-силовой (ремонтной) накладке. Таким образом, мы можем рассчитать требуемую площадь поперечного сечения накладки:

$$F_n = \frac{E}{E_n} F$$

Найдя необходимую величину предела прочности материала прокладки, вклеиваемой в дефектную зону, удовлетворяющего условию равнопрочности и зная материал, из которого она будет изготавливаться, можно определить схему армирования.

$$\sigma_{впр} = \frac{F - \Delta F}{F_{ПР}} \sigma_B$$

где ΔF – уменьшение площади поперечного сечения обшивки за счёт удаления дефектной части; $F_{ПР}$ – площадь поперечного сечения компенсирующей прокладки, вклеенной в зону доработки; σ_B - предел прочности материала ремонтируемой обшивки.

Действующие технологии предназначены для ремонта небольших повреждений диаметром не более 150 мм, однако, в случае пробоины или большого площадного повреждения, традиционные технологии ремонта не подходят.

Нами предлагаются следующие технологические операции при ремонте больших площадных повреждений, в частности, сотовых конструкций из

полимерных композиционных материалов, которые выглядят следующим образом: 1) подготовка поврежденных участков к ремонту выполняется аналогично по традиционной технологии ремонта, однако далее ремонт больших площадных повреждений значительно отличается от традиционного ремонта:

2) после вырезки поврежденного участка в форме окружности, производится изготовление коробчатого подкрепляющего элемента из КМ в форме кольца или овалоида, в зависимости от формы выреза в зоне повреждения, при этом изготовление подкрепления производится термокомпрессионным способом с помощью специальной силиконовой оправки с внутренним жгутом из углеволокна, типа УКН-5000П, используемого в качестве нагревателя; 3) торцы сот заполняются клеевой смесью с микросферами; 4) устанавливается сотовая вставка в полость агрегата с учетом направления выкладки сот; 5) изготавливается крышка из материала аналогичного обшивке, при формовании крышки применяется металлическая цулага и термоодеяло для создания давления и температуры при полимеризации связующих горячего отверждения; 6) далее крепим крышку к обшивке, соединяя обшивку и крышку с нижней окантовкой-подкреплением вытяжными заклепками, вровень с поверхностью детали, или болтами; 7) наносим ЛКП и проверяем качество ремонта.

Исходя из таких технологических недостатков традиционных «полевых» ремонтных материалов со связующим ЭДТ-69Н, как низкие механические свойства, а также таких экономических недостатков традиционных «заводских» ремонтных материалов, как длительность и дороговизна демонтажа поврежденного агрегата, его транспортировки на завод и ремонта автоклавным способом, видится целесообразным рекомендовать новые технологии проведения ремонта в полевых условиях безавтоклавным способом, возможно, даже без демонтажа агрегата, что позволяет обеспечить высокие прочностные характеристики подкрепленных больших площадных повреждений термокомпрессионным способом.

Литература

1. Крысин В.Н., Крысин М.В. Технологические процессы формования, намотки и склеивания конструкций // М.: Машиностроение – 1989 – С. 240.

2. Технологические рекомендации ТР 1.4.1831-88. Ремонт сотовых клееных конструкций из полимерных композиционных материалов // М.: НИАТ – 1984 – С. 183.

3. ICAS proceedings. 17th congress of the international council of the aeronautical sciences. 1990.

4. Карпусенко Б.Ф. Ремонт конструкций из КМ // Техника, экономика, информация. Сер. "Техника и технология", Вып.2. – 1985 – С. 28-33.

5. Резниченко В.И., Хомич В.И. Применение композиционных материалов в энергетике, электротехнике, электронике // М.: Российский Дом Знаний – 1992 – С. 238.

6. P. D. Shockey and others, Structural Airframe Application of Advanced Composite Materials, General Dynamics, IT Research Institute, Texaco Experiment, AFML-TR-69-01, IV, AF 33(615)-5257, October 1969.

7. Dutton, S., and Kelly, D. (Editors), "Composite Materials for Aircraft Structures," Second Edition, American Institute of Aeronautics and Astronautics, Reston, VA, 2004.

УДК 629.73.07

ОЦЕНКА ТРУДОЕМКОСТИ ПОДГОТОВКИ К ПОЛЕТАМ КОМПЛЕКСА С БЕСПИЛОТНЫМИ ЛЕТАТЕЛЬНЫМИ АППАРАТАМИ НА СТАДИИ ИХ РАЗРАБОТКИ

А.В. Петухов старший преподаватель (адъюнкт),

Е.В. Фетисов к.т.н., доцент, начальник кафедры,

В.А. Загорский д.т.н., профессор, С.А. Шевцов д.т.н., доцент

*ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского
и Ю.А. Гагарина» (Воронеж, Россия)*

Роль комплексов с беспилотными летательными аппаратами (БпЛА) в составе современных и перспективных систем вооружения армии определяется широким диапазоном боевых свойств и возможностей, которые существенно отличаются от других систем и средств вооруженного противостояния, включая пилотируемую авиацию.

Успех в применении БпЛА, особенно разведывательно-ударных, во многом будет зависеть от эффективного выполнения мероприятий по поддержанию комплексов с БпЛА в постоянной исправности и готовности к боевым действиям специалистами инженерно-авиационной службы (ИАС) [1]. Важнейшим условием получения эффективной ИАС является наличие в подразделениях и частях рациональной организационно-штатной структуры (ОШС) с необходимым количеством специалистов, имеющих соответствующий опыт и уровень подготовки. Соблюдение этого условия позволяет обеспечить высокий уровень боевой готовности комплексов с БпЛА, что в настоящее время является одной из актуальных проблем в современной беспилотной авиации (БПА) военного назначения.

Анализ деятельности подразделений и частей БПА, проводимый кафедрой, выявил высокую загруженность личного состава ИАС при выполнении работ при подготовке к полетам комплексов с БпЛА. Это создает предпосылки для возникновения авиационных происшествий и инцидентов. В требованиях руководства [2] указано, что наиболее характерными опасными факторами в инженерно-авиационном обеспечении (ИАО) являются несоответствие ОШС ИАС подразделений, частей, соединений и объединений объему и сложности решаемых задач. Причиной большой «нагрузки» на личный состав может быть отсутствие научно-обоснованной методики

формирования ОШС ИАС в БпА, учитывающей реальные трудозатраты на подготовку комплексов к применению.

Результаты проведенных авторами исследований позволяют сделать вывод о наличии объективного противоречия, обусловленного с одной стороны, высокими требованиями к исправности и боевой готовности комплекса с БпЛА, а с другой стороны, отсутствием достаточно совершенных математических моделей расчета трудозатрат, а также расчетно-аналитических методик формирования ОШС ИАС, позволяющих учитывать тактико-технические характеристики (ТТХ) разрабатываемых комплексов.

Разрешение данного противоречия возможно за счет разработки методического аппарата по формированию ОШС ИАС подразделения беспилотной авиации, формирование которой будет начинаться на ранних стадиях создания комплекса. По мере уточнения облика комплекса с БпЛА будут проводиться необходимые корректировки в структуре и штатной численности ИАС.

Существующие на сегодняшний день методики расчета предполагаемых трудозатрат на техническое обслуживание (ТО) КБпЛА, а также численности личного состава ИАС части (подразделения) на стадии опытно-конструкторских работ и этапе эскизного проекта, как правило, основываются на результатах экспертных оценок. Поскольку на этом этапе только формируется компоновочная схема, геометрические, летно-технические характеристики, то получить данные по трудозатратам на подготовку к применению другими методами в таких условиях достаточно сложно.

Для получения первичных трудозатрат на подготовку к применению КБпЛА коллективом авторов использовались ТТХ объектов АТ, предшествующих проектируемому. По причине отсутствия на вооружении МО РФ разведывательно-ударных комплексов, использовать ТТХ пилотируемым ВС схожим по массе и решаемым задачам. Анализ выполняемых операций по подготовке БпЛА и пилотируемого ВС к применению выявил их схожесть. Исходя из этого, задача по оценки предполагаемых трудозатрат должна включать в себя анализ перечня операций формирующих основную часть трудозатрат на ТО, а также определение факторов их формирующих. В качестве факторов использовались: - количество систем и блоков ЛА, а также наземной составляющей комплекса; - масса систем ЛА и наземной составляющей; - количество двигателей и особенности их обслуживания; - геометрические размеры планера (площадь осматриваемой при подготовке поверхности) и т.д.

На основании статистических данных по трудозатратам найдены функциональные зависимости между трудозатратами и соответствующими факторами на объектах, предшествующих проектируемому.

Этап технического проекта (макета) выполняется на основе материалов эскизного проекта и имеет целью определить окончательное техническое решение проектируемого комплекса. На этом этапе формируется полное представление о конструкции образца, составе и характеристиках его бортовых систем и системы вооружения, структуре, боевых и

эксплуатационно-технических характеристик. Используя указанные сведения, выполняется уточнение полученных на предыдущем этапе сведений о трудозатратах. Проводится планирование программы ТО, формируется перечень необходимых работ для подготовки образца к применению с учетом СНО СП, КПА и инструмента. Полученный перечень работ преобразуется в последовательность выполняемых операций по ТО по специальностям, на основе которых строится модель ТО.

Для определения трудозатрат на этапе технического проекта (макета) формируется программа ТО. Строится 3D модель объекта обслуживания в которой изделие разбивается на пространственные области (зоны). Каждая отдельная пространственная зона должна содержать в себе информацию по трудозатратам на выполнение операций по подготовке к применению. В одну или несколько зон может входить информация по вскрываемым и осматриваемым отсекам, люкам, а также выполняемым зарядкам, заправкам и т.д. Зоны с рабочими местами операторов БПЛА, операторов полезной нагрузки, устройствами ввода информации и систем самотестирования, используемые при подготовке к применению также нормируются. Нормированию также подлежит каждый участок осматриваемой поверхности планера, двигателя, бортового оборудования по каждой специальности отдельно. Общий расчет трудозатрат выполняется методом микроэлементного нормирования труда. Полученные технологические операции разделяются по технологическим маршрутам.

На этапах испытаний проводится исследование трудозатрат на реальном объекте с использованием хронометража, после чего в общую модель расчета трудозатрат вносятся уточняющие сведения на выполнение операций в «зонах» ТО комплекса с БПЛА. Полученные таким образом трудозатраты и ОШС ИАС подлежат корректировке на этапе войсковых испытаний. Использование данной методики позволит получить на этапе эксплуатации обоснованные трудозатраты, позволяющие рассчитать необходимое количество специалистов ИАС и рациональную ОШС подразделения и части вооружаемую комплексами с БПЛА.

Литература

1. Федеральные авиационные правила инженерно-авиационного обеспечения государственной авиации. книга 1 утверждены приказом Министра обороны Российской Федерации от 09.09.2004 № 044 [Электронный ресурс]. – URL: <http://rubuo.narod.ru/Avia/Doc/> (дата обращения: 23.03.2021).

2. Приказ Министра обороны Российской Федерации от 30.09.2002 № 390 (ред. от 03.09.2018) «Об утверждении Руководства по предотвращению авиационных происшествий с государственными воздушными судами в Российской Федерации» [Электронный ресурс]. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_41207/ (дата обращения: 23.03.2021).

СПОСОБ ПРОТИВООБЛЕДЕНИТЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ С ПОМОЩЬЮ ДРОНОВ

*Р.А. Гайсенов заведующий лабораторией, В.М. Бычкин преподаватель
ЕАТК ГА им. В.П. Чкалова – филиал МГТУ ГА (Егорьевск, Россия)*

Проект содержит один или несколько беспилотных летательных аппаратов, которые несут 200 кг противообледенительной жидкости.

Целью проекта является ускорение обработки воздушных судов противообледенительной жидкостью при их обледенении перед взлетом.

Задачи: переоборудование дронов грузоподъемностью 200 кг для размещения жидкости, системы подачи жидкости на самолет под давлением и системы управления.

Проект актуален, поскольку во время обледенения самолета при ожидании на взлетно-посадочной полосе надо быстро обработать все поверхности, а автомобильные агрегаты не могут прибыть на ВПП, быстро осмотреть и обработать самолет.

Рынок продаж беспилотных летательных аппаратов для различных целей большой, есть образцы для внешнего осмотра самолетов, но для обработки воздушных судов противообледенительной жидкостью образцов нет.

Проект предусматривает применение дронов, оснащенных резервуаром для противообледенительной жидкости, насосами, форсунками, телекамерами и системой радиоуправления. Автоматика самого дрона должна увести его вверх и в сторону при опасном приближении к поверхности самолета. Перед взлетом аккумуляторные батареи дрона заряжаются, резервуар дрона заполняется жидкостью. По команде оператора радиоуправления дрон поднимается в воздух и подлетает к самолету типа Суперджет 100. Оператор через телекамеру осматривает наиболее обледеневшие поверхности самолета, включает насосы и обрабатывает самолет жидкостью. Могут применяться несколько дронов одновременно. По окончании обработки дроны быстро покидают воздушное пространство над взлетно-посадочной полосой. В настоящее время дроны применяются для осмотра самолетов сверху на предмет повреждений и для тушения возгораний на большой высоте.

Дрон позволяет быстрее обработать воздушное судно, экономическая эффективность достигается уменьшением времени на простой воздушного судна, уменьшением стоимости дрона по сравнению с автомобильным агрегатом противообледенительной обработки, отсутствием затрат на заправку горючим и гаражи.

Применение дронов зависит от погодных условий, а при потере управления дрон может повредить обшивку воздушного судна

Внедрение дронов в процесс оперативного обслуживания воздушных судов дает ряд преимуществ, указанных выше, но также требует изменения

эксплуатационной документации по обслуживанию воздушных судов, что сделать несложно. Дроны в процессе обслуживания воздушных судов довольно перспективны.

В настоящее время дроны для обработки поверхностей воздушного судна противообледенительной жидкостью не применяются.

Литература

1. Сайт. Ан-148-100В RA-61704 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mak-iac.org/rassledovaniya/an-148-100b-ra-61704-11-02-2018/>.- Заглавие с экрана. – (Дата обращения: 13.03.2018).

2. ICAO DOC 9640-AN/940 «Руководство по противообледенительной защите воздушных судов на земле». Издание второе. – 2000.

3. Письмо Росавиации от 05.02.2013 №03.10-7 «Рекомендации по противообледенительной обработке воздушных судов».

4. Казанские грузовые дроны [Электронный ресурс] – 2018 URL: https://vpk.name/news/199080_kazanskii_gruzovoi_dron_poluchit_ot_asi_podderzhku_v_razvitiy_biznesa.html

5. Беспилотники для тушения пожара [Электронный ресурс] – 2018 URL: <https://ru-bezh.ru/news/2018/01/22/%E2%80%8Bv-rossii-razrabotali-bespilotnik-dlya-tusheniya-pozharov>

УДК 629.73.07

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ РАСХОДОВ ТОПЛИВА ВС ОТЕЧЕСТВЕННОЙ И ЗАРУБЕЖНОЙ РАЗРАБОТКИ В ЭКСПЛУАТАЦИИ

*Р.Р. Тажетдинов инженер
ФГУП ГосНИИ ГА, г. Москва*

В докладе описаны результаты исследования массивов оценок часовых расходов топлива, полученных в рейсовых полетах самолетов типа Ан-148, Ту-204-300 и Ту-214, RRJ-95 (Sukhoi Superjet 100) и А-319-115SJ. Для каждого типа рассматривалась связь изменения расходов с наработками планера и двигателей с начала эксплуатации, а также математическое ожидание и стандартное отклонение массива оценок. Также был выполнен анализ наличия связи оценки расхода топлива с другими параметрами полета. Наличие значимых коэффициентов корреляции оценок расхода топлива с некоторыми параметрами полета, косвенным образом свидетельствует о несоответствии данных РЛЭ фактическим изменениям характеристик при изменении этих параметров.

На основе полученных распределений был выполнен сравнительный анализ количественной оценки ухудшения характеристик расхода топлива на тысячу часов наработки, смещения математического ожидания массива оценок расхода топлива и погрешности оценки с самолетами прошлого поколения.

Литература

1. Котик М.Г., Павлов А.В., Пашковский И.М. Летные испытания самолетов.- М.: Машиностроение, 2-е изд.1968.-423 с.
2. Арепьев К.А., Масленникова Г.Е., Потанина Н.В. Исследования влияния наработки планера и силовой установки на изменение расходов топлива в крейсерском полете самолетов Ту-154М // Научный вестник МГТУ ГА. Серия: «Аэромеханика, прочность, поддержание летной годности ВС». 2002. Вып. №53. С. 68-71.
Об утверждении нормативов расхода топлива и технических скоростей на эксплуатацию воздушных судов. Указание Департамента Воздушного транспорта 10.04.1996 № ДВ-45/И.
3. Барзилович Е.Ю., Воскобоев В.Ф. Эксплуатация авиационных систем по состоянию (элементы теории). М.: Транспорт, 1981. - 197 с.
4. Федеральные авиационные правила «Экземпляр воздушного судна. Требования и процедуры сертификации» в редакции приказов Минтранса РФ от 16.07.2003 №163 и от 03.07.2008 N 96. Министерство транспорта РФ. 12 с.
5. Арепьев К.А., Николас А.В., Масленникова Г.Е. Мониторинг летных характеристик - решаемые задачи и перспективы использования // Научный вестник ГосНИИГА. №1 - 2011. - Вып. №1. - С. 28-34.
6. Самолет Ту-204-300. Руководство по летной эксплуатации. 74.08.0000000 РЛЭ Издание первое Книга первая, 2005. 836 с.
7. Самолет Ту-214. Руководство по летной эксплуатации. Издание первое Книга первая, 2000. 688 с.
8. Maslennikova G.E., Arep'ev K.A., Tazhetdinov R.R., Nikonov V.V., Spryskov V.B Changes in the Cruise Climb Performance of the Il-96-300 Aircraft Russian Aeronautics Volume 62, Issue 1, 1 January 2019, Pages 157-162
9. Масленникова Г.Е., Дмитриева С.В., Горшков В.А. Исследование причин изменения расхода топлива самолетов Ту-214. Научный вестник ГосНИИ ГА. 2019. № 26. С. 27-35.

УДК 629.73.07

К ВОПРОСУ ОБ ОЦЕНКЕ И АНАЛИЗЕ ЛЕТНО-ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВОЗДУШНЫХ СУДОВ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ

*К.О. Чернигин старший преподаватель
Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

Летно-технические характеристики (ЛТХ) воздушных судов (ВС) количественно описывают их функциональные свойства, в связи с чем безусловно важно иметь инструмент, позволяющий проводить их оценку в рамках решения двух видов задач: подбор эксплуатантом воздушного судна

под конкретную авиалинию (сеть авиалиний) либо обобщенная оценка уровня ЛТХ для принятия решения о целесообразности финансирования программы создания воздушного судна или его закупки лизингодателем с точки зрения анализа его возможной востребованности у авиакомпаний.

В рамках решения задач первого рода имеет смысл выстраивать критерий выбора на основе показателей технической эффективности, рассмотренных в [1, 2] на примере магистральных самолетов гражданской авиации. При этом следует выбирать такие показатели, которые обладают физическим смыслом и при этом наиболее полно учитывают рассматриваемые ЛТХ (в данном примере к ним относят массу коммерческой нагрузки, дальность полета, крейсерскую скорость, потребную длину ВПП). Проведенный анализ позволяет сделать вывод о том, что наиболее полно этим требованиям соответствуют показатели рейсовой и часовой производительности (которые характеризуют «полезную работу» и «мощность» транспортной операции), а также показатель топливной эффективности (как интегральный показатель, учитывающий, с одной стороны, уровень затрат топлива как одну из существенных статей эксплуатационных расходов, с другой – учитывающий весовое и аэродинамическое совершенство конструкции ВС и совершенство его двигателей). Для корректности сравнения ЛТХ исследуемых самолетов следует приводить к общему (меньшему из рассматриваемых) значению коммерческой нагрузки, а также учитывать характеристики рассматриваемой авиалинии (потребная дальность полета и потребная длина ВПП). Наибольшее влияние на значения рассматриваемых показателей оказывает потребная длина ВПП, так как она ограничивает максимальную взлетную массу, что негативно сказывается на и на производительности, и на топливной эффективности.

При решении задач второго рода недостаточно проведения оценки значений показателей эффективности на конкретных авиалиниях, так как вариантов использования эксплуатантами исследуемых типов ВС может быть бесчисленное множество, и просчитать их (и, главное, соотнести полученные результаты) не представляется возможным. Для такого рода задач нужен обобщенный показатель, который включает в себя наибольшее количество исследуемых ЛТХ и дает интегральную оценку их уровня в виде единственного значения. В качестве такого показателя предлагается обобщенный показатель технического уровня, предложенный в [3]. Преимуществом данного показателя также является то, что результат его расчета не зависит от варианта исходных данных для рассматриваемого самолета (например, комбинации коммерческой нагрузки и дальности полета), что не требует приведения ЛТХ исследуемых самолетов к общему значению, как для показателей эффективности, рассмотренных выше [4]. При этом можно отметить, что если показатель технического уровня следует использовать для обобщенной оценки ЛТХ, то показатели эффективности в данного рода задачах могут использоваться для анализа того, почему и за счет

каких характеристик воздушное судно имеет получившийся совокупный уровень функциональных свойств.

Литература

1. В.В. Ефимов, К.О. Чернигин. Применение показателей технической эффективности и технического уровня для анализа функциональных свойств самолетов гражданской авиации // Научный вестник МГТУ ГА. 2018; 21(1). С. 185 – 194.

2. К.О. Chernigin, V.V. Efimov, N.I. Nikolaykin, V.V. Vorob'ev, M.S. Kublanov. Mathematical estimation of flight characteristics of civil airplanes // International Journal of Mechanical Engineering and Technology (IJMET) Volume 9, Issue 10, October 2018, pp. 1512–1517

3. В.В. Ефимов, К.О. Чернигин. Совершенствование метода определения технического уровня самолетов гражданской авиации // Научный вестник МГТУ ГА. 2016; 19(6). С. 24 – 34.

4. В.В. Ефимов, К.О. Чернигин. Оценка функциональных свойств самолетов гражданской авиации с использованием показателя технического уровня // Материалы XXX научно-технической конференции по аэродинамике. 25 - 26 апреля 2019 г. пос. Володарского. ЦАГИ, 2019 г – С. 116-117

УДК 629.73.07

ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО УРОВНЯ САМОЛЕТОВ ДЕЛОВОЙ АВИАЦИИ

*К.О. Чернигин старший преподаватель
Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

Задача исследования уровня технического совершенства самолетов деловой авиации представляется достаточно актуальной в связи с тем, что такие самолеты могут приобретаться, с одной стороны, авиакомпаниями для осуществления чартерных перевозок с высоким уровнем комфорта, с другой стороны – для личного использования частными лицами. В первом случае авиакомпания должна четко представлять, какой самолет будет востребован у заказчиков по уровню свойств и характеристик, во втором – какой самолет будет наилучшим образом соответствовать требованиям частного лица, когда уровень свойств и характеристик имеет приоритет перед экономической эффективностью эксплуатации. В рамках данной задачи рассматривался самый распространенный вид самолетов деловой авиации – так называемые бизнес-джеты (business jets) - самолеты с двумя турбореактивными двигателями, по скоростям и дальностям полета близкие к магистральным и региональным самолетам коммерческих авиакомпаний, но характеризующиеся низким уровнем относительной массы коммерческой

нагрузки, что связано с низкой плотностью размещения пассажиров для повышения комфорта.

Так как технический уровень является относительным показателем, то есть определяемым по отношению к другому объекту, сравнение самолетов происходило в рамках категорий классификации, сформированной производителями самолетов и другими участниками индустрии и основанной на разделении самолетов по количеству пассажиров, уровню комфорта, дальности и взлетной массе: очень легкие (very light jets), легкие (light jets), средние (mid-size jets), суперсредние (super mid-size jets), большие (large jets) и дальнемагистральные (long range jets) бизнес-джеты. Рассматривались самолеты марок Cessna, Eclipse, Honda, Embraer, Learjet, Gulfstream, Challenger, Falcon, Global.

Для расчета показателя технического уровня использовалась формула, предложенная в [1]. Расчет показателя технического уровня производился при «типовой» для рассматриваемого самолета коммерческой нагрузке и соответствующей дальности полета. Обоснованность и адекватность такого подхода подтверждается исследованиями, проведенными в [2]. Для обеспечения единого подхода к публикации летно-технических характеристик бизнес-джетов разных производителей в качестве источника исходных данных для расчета использовалось официальное издание [3].

По результатам проведенных расчетов можно сделать следующие выводы:

1) В рамках одной категории наблюдается существенный разброс значений показателя технического уровня. Это связано с большими значениями весовых коэффициентов дальности, скорости и длины ВПП, что, в свою очередь, объясняется низкими значениями относительной массы коммерческой нагрузки самолетов такого класса. Из-за этого при незначительном изменении характеристик рассматриваемого самолета относительно базового происходит существенное изменение значения показателя технического уровня.

При этом значения весовых коэффициентов увеличиваются от категории очень легких бизнес-джетов к категории дальнемагистральных бизнес-джетов. Это связано с тем, что по мере роста дальности происходит, с одной стороны, уменьшение относительной массы коммерческой нагрузки, с другой стороны происходит увеличение относительной массы топлива. Поэтому разброс значений показателя технического уровня у дальнемагистральных самолетов существенно больше, чем у легких и очень легких самолетов.

2) По мере увеличения взлетной массы самолета и дальности его полета изменение массы коммерческой нагрузки приводит ко все меньшему влиянию на значение показателя технического уровня, так как при низком значении относительной массы коммерческой нагрузки, характерной для больших и дальнемагистральных бизнес-джетов, ее изменение ничтожно влияет на массу топлива, и, соответственно, дальность полета.

3) В категории очень легких и легких самолетов возможна ситуация, когда при расчетной коммерческой нагрузке при максимальной массе топлива на борту взлетная масса не достигает максимального значения, что при использовании максимальной взлетной массы в качестве расчетного значения взлетной массы занижает значение показателя технического уровня.

Анализ полученных значений показателя технического уровня позволяет сделать следующие выводы:

- в рамках одной категории более новые модели самолетов одного производителя имеют более высокие значения показателя технического уровня, что подтверждает научно-технический прогресс в данном секторе авиастроения;

- наибольшее влияние на рост показателя технического уровня оказывает дальность полета, в связи с чем самолеты производителей, делающих ставку на дальность полета даже в ущерб взлетной массе, имеют более высокое значение показателя технического уровня;

- систематически низкое значение показателя технического уровня имеют самолеты производства компании Learjet. При анализе их характеристик видно, что по сравнению с самолетами других производителей той же категории при схожих летно-технических характеристиках самолеты Learjet имеют существенно большую максимальную взлетную массу, либо при схожей массе имеют более низкий уровень летно-технических характеристик. Вероятно, производитель затрачивает дополнительную массу на повышение уровня характеристик, не включенных в расчетную формулу, например, уровня комфорта или безопасности полетов;

- показатель технического уровня может использоваться для более точного отнесения определенного типа ВС к той или иной категории. Например, самолет Falcon 2000S позиционируется производителем как относящийся к категории больших бизнес-джетов. Однако по результатам расчетов у данного самолета в категории больших бизнес-джетов значение показателя технического уровня равнялось 0,67. При перемещении данного самолета в категорию суперсредних бизнес-джетов показатель его технического уровня стал равняться 1,04.

Литература

1. В.В. Ефимов, К.О. Чернигин. Совершенствование метода определения технического уровня самолетов гражданской авиации // Научный вестник МГТУ ГА. 2016; 19(6). С. 24 – 34.

2. В.В. Ефимов, К.О. Чернигин. Оценка функциональных свойств самолетов гражданской авиации с использованием показателя технического уровня // Материалы XXX научно-технической конференции по аэродинамике. 25 - 26 апреля 2019 г. пос. Володарского. ЦАГИ, 2019 г – С. 116-117

3. Business Jet Guide. – М.: ООО «Каталог «Бизнес Джетс Гайд», 2014 г. – 516 с.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПИЛОТИРУЕМЫХ И БЕСПИЛОТНЫХ ВС ГРАЖДАНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Е.В. Витковский аспирант,

М.А. Киселёв д.т.н., профессор, заведующий кафедрой.

*Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

В настоящее время, беспилотные летательные аппараты (БПЛА) приобрели огромную популярность, особенно в наиболее развитых государствах мира. На рынке постоянно увеличивается количество и разнообразие БПЛА [1, 4], расширяется круг решаемых ими задач, среди которых есть задачи, которые ранее не выполнялись пилотируемыми летательными аппаратами (ПЛА), либо выполнялись ими с меньшей эффективностью.

В докладе проводится анализ и сравнение областей применения ПЛА и БПЛА гражданского назначения, анализируются характеристики существующих ПЛА и БПЛА. Рассмотрены тенденции, связанные с заменой ПЛА на БЛА для решения различных задач. Так, например, показано, что в таких областях как аэрофотосъемочные работы [2, 5], мониторинг линий электропередач, трубопроводов, дорожной ситуации как в городской черте, так и на отдаленных участках дорог, пожарной обстановки в лесах, контроль паводковой ситуации [3], патрулирование территориальных границ и наблюдения за ответственными объектами, например, строительными или добычи полезных ископаемых [6] произошло практически полное замещение ПЛА беспилотными ЛА. Происходит постепенное вытеснение ПЛА и при выполнении сельскохозяйственных работ, доставке небольших грузов и в сфере предоставления услуг для населения.

Анализируя существующие тенденции, можно утверждать, что в среднесрочной перспективе БПЛА начнут активнее использоваться и в области грузовых перевозок. Постоянное совершенствование лётно-технических характеристик БПЛА в части увеличения грузоподъёмности, крейсерской скорости полёта и дальности полета обеспечат весомые конкурентные преимущества по сравнению как с ПЛА, так и с другими традиционными видами транспорта. Следует отметить также, что на сегодняшний день в России согласно статистике, грузовые авиаперевозки развиты недостаточно хорошо относительно других видов транспорта, а значит существуют достаточно высокий потенциал их развития, в том числе и за счет активного использования БПЛА.

Литература

1. Бодрова А.С., Безденежных С.И. Перспективы развития и применения комплексов с беспилотными летательными аппаратами: конф. г. Коломна, 2016. — 274 с. — С. 106-113.

2. ГОСТ Р 54265-2010 Воздушный транспорт. Авиационные работы. Классификация. М., 2012. —17 с. — С.5-8

3. Федосеева Наталья Алексеевна, Загвоздкин Матвей Викторович Перспективные области применения беспилотных летательных аппаратов // Научный журнал. 2017. №9. — С. 26-29.

4. Витковский Е.В., Киселёв М.А. История и перспективы развития БПЛА в ГА // Наука. Техника. Человек. Мировоззренческие, исторические и методологические проблемы: межвузовский сборник научных работ. Выпуск 10 – М.: МГТУ ГА, 2020 – 89 с. — С.18-21

5. Журавлев Владимир Николаевич, Журавлев Павел Владимирович Применение беспилотных летательных аппаратов в отраслях экономики: состояние и перспективы // Научный вестник МГТУ ГА. 2016. №226 (4).

6. Ren, H., Zhao, Y., Xiao, W. et al. A review of UAV monitoring in mining areas: current status and future perspectives. Int J Coal Sci Technol 6, 320-333 (2019).

УДК 629.73.07

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПИЛОТИРУЕМЫХ И БЕСПИЛОТНЫХ ВС ВОЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Е.В. Витковский аспирант,

М.А. Киселёв д.т.н., профессор, заведующий кафедрой.

*Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

В настоящее время, в военной отрасли наблюдается тенденция превалирование технологического оснащения в вооружении над обеспечением количественного преимущества за счет человеческих ресурсов. Данная тенденция сложилась на фоне того, что техника обладает большим потенциалом при проведении боевых операций, а также вследствие тяжести последствий, связанных с человеческими жертвами как моральных, так и экономических (затраты на обучение, компенсации и невозможность быстрого восполнения потерь) [4]. Вполне очевидно, что в недалеком будущем будет возможно ведение боя без непосредственного участия человека. Очевидным подтверждением данной концепции является интенсивное развитие и внедрение беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) военного назначения [5]. В 60 странах мира уже сейчас разрабатывается более 2000 проектов указанных БПЛА [1].

В докладе проводится обзор и сравнение областей применения различных видов ЛА военного назначения, а также приводятся анализ летно-технических характеристик, используемых БПЛА отечественного и зарубежного производства. Рассмотрены тенденции по постепенному перераспределению задач между ПЛА и БПЛА и определены области, в

которых БПЛА будут играть определяющую роль в системе вооружения ВВС ведущих стран мира как необходимое и важное дополнение к пилотируемым боевым авиационным комплексам [2].

В докладе указывается, что в ближайшем десятилетии мировой рынок БПЛА военного назначения будет расти быстрыми темпами и что сильнее всего вырастут продажи разведывательных и ударных БПЛА [1]. Очевидно, что летно-технические характеристики военных БПЛА развиваются быстрее чем гражданские. Грузоподъемность и скорость БПЛА непрерывно увеличиваются. Это даёт возможность предположить, что используемые в военных БПЛА технология в скором времени будет применяться в гражданской области, что приведет, в том числе, к появлению эффективных грузовых БПЛА гражданского назначения, а значит, следует ожидать перехода части функций грузоперевозок от пилотируемых, к беспилотной авиации. Интересным с этой точки представляется активность одной из крупнейших государственных корпораций России (Ростеха) в части развития беспилотных технологий и их адаптации для гражданской сферы [3].

Литература

1. Евтодьева М., Целицкий С. Беспилотные летательные аппараты военного назначения: тенденции в сфере разработок и производства. Пути к миру и безопасности, 2019, № 2(57), – С. 104-111.

2. Полтавский Александр Васильевич, Жумабаева Асель Сагнаевна, Бикеев Ринат Равхатович Многофункциональные комплексы беспилотных летательных аппаратов: развитие в системе вооружения // НиКСС. 2016. №1 (13). – С. 39-46.

3. Ростех предлагает создать в России единого оператора по беспилотникам //агентство ТАСС, 15 марта 2021. URL: <https://tass.ru/ekonomika/10908777> (дата обращения: 18.03.2021)

4. Kalle Saastamoinena, Tuomas Taipaleb. Short study of unmanned cargo multicopters with simulation // Procedia Computer Science, Volume 176, 2020, Pages 3217-3224, ISSN 1877-0509

5. Киселев Михаил Анатольевич Методика и результаты обоснования основных технических параметров маневренного беспилотного летательного аппарата // Научный вестник МГТУ ГА. 2016. №6.

АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ ПОДГОТОВКИ ЛЕТНОГО СОСТАВА ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ

*А.Д. Барабаш аспирант каф. АКПЛА, С.Ф. Бородкин доцент, к.т.н.,
М.А. Киселёв д.т.н., профессор, заведующий кафедрой
Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

Несмотря на регулярно предпринимаемые усилия со стороны национальных регуляторов, международной организации гражданской авиации и международной ассоциации воздушного транспорта (ИКАО и ИАТА), разработчиков авиационной техники подавляющее большинство авиационных происшествий и инцидентов продолжает происходить по причине человеческого фактора. Так с течением времени конструкция и надежность воздушных судов (ВС) неуклонно и существенно улучшаются, но, тем не менее, авиационные происшествия происходят все чаще и чаще, в том числе, и на исправных ВС [1,2]. Ярким тому подтверждением служит факт того, что столкновение с землей в управляемом полете (CFIT) остается одной из самых распространенных причин авиационных происшествий. Это обусловлено целым рядом проблем, требующих поиска комплексных, взаимоувязанных решений. Среди указанных проблем следует выделить все возрастающую сложность ВС как технической системы, а также практически неизменные вот уже более чем полувека подходы к подготовке пилотов на тип и к поддержанию их квалификации, основанные на заранее определенных сценариях, формируемых исходя из предшествующего опыта эксплуатации ВС. Одним из возможных путей выхода из создавшейся ситуации может быть внедрение так называемой концепции подготовки персонала на основе анализа фактических данных (ЕВТ), в основе которой лежит не стремление заучить определенный перечень упражнений, а развить у каждого конкретного пилота компетенции, которые обеспечили бы ему возможности справиться с любой, непредсказуемой ситуацией. Ключевая особенность ЕВТ заключается в переориентации на анализ первопричин неуспешно выполненных маневров (действий пилота), в первую очередь для того, чтобы откорректировать несоответствующие действия вместо того, чтобы просто отработать повторно «правильную последовательность действий».

В докладе анализируются основные причины, способствующих сохранению высокой доли человеческого фактора в авиационных происшествиях, в том числе связанные с подготовкой летного состава, а также подробно раскрывается содержание и перспективы концепции ЕВТ.

Литература

1. Состояние безопасности полетов в гражданской авиации государств-участников соглашения о гражданской авиации и об использовании воздушного пространства в 2018 г. Москва, 2019. [Электронный ресурс] //

Межгосударственный авиационный комитет. URL: <https://mak-iac.org/upload/iblock/4b6/bp-17-2.pdf> (дата обращения 15.10.2021).

2. Анализ состояния безопасности полетов в гражданской авиации Российской Федерации в 2018 году. Управление инспекции по безопасности полетов ФАВТ. [Электронный ресурс] // Госавианадзор. URL: <https://avia.rostransnadzor.ru/bezopasnost--poletov/analiz-bezopasnosti-poletov> (дата обращения 18.10.2021).

УДК 629.73.07

НОВЫЙ ПОДХОД К ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛЕТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДЕЛИ ПИЛОТА

*А.Д. Барабаш аспирант каф. АКПЛА, С.Ф. Бородкин доцент, к.т.н.,
М.А. Киселёв д.т.н., профессор, заведующий кафедрой
Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

В докладе раскрывается содержание методики, конечной целью которой является выработка основанных на сравнительной оценке качества пилотирования конкретного пилота рекомендаций по совершенствованию профессиональных компетенций пилота, базирующая на обобщенной и персонализированных моделях пилота, а также решению задач оптимального управления. Указанная методика, помимо обозначенной выше задачи, обеспечивает решение следующих задач:

- 1) обоснование критерия качества пилотирования;
- 2) расчет критерия качества пилотирования для конкретного пилота;
- 3) расчет вероятности неблагоприятного завершения маневра в данных условиях для конкретного пилота с целью выявления потенциально опасных или вызывающих трудности в реализации для данного пилота режимов полета.

Входными данными для предлагаемой методики является персонализированная информация, получаемая со средств объективного контроля ВС, пилотируемого конкретным пилотом в течении его летной деятельности:

- 1) подготовки на тип;
- 2) поддержания квалификации;
- 3) повседневной летной деятельности,

а также информация, генерируемая во время «полетов» пилота на тренажере. Указанная информация разбивается по этапам (взлет, набор высоты и др.) и условиям полета (время суток, метеоусловия, наличие и тип отказов и др.). Кроме того, входной информацией методики являются данные, получаемые с помощью двух моделей пилота:

- 1) персональной (индивидуальной) модели пилота;
- 2) обобщенной (идеализированной) модели пилота.

Литература

1. Тихий И. И., Кашковский В. В., Полуэктов С. П. Оценка качества пилотирования в режиме полета по глассаде // Научный вестник МГТУ ГА. 2009. №138.

2. Евдокименков В. Н., Ким Р. В., Якименко В. А. Согласование технического и биологического сегментов эргатической системы «самолет-летчик» с использованием нейросетевого подхода // Труды МАИ. 2016. №89.

3. Гладков Б. М. Автоматизированная оценка натренированности летчиков с использованием показателей управляющих воздействий: научно-методические материалы по проблемам обеспечения безопасности полетов. Иркутское ВВАИУ / Б. М. Гладков. – И., 1991. – С. 73–79.

УДК 629.73.07

РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ПРЕДОТВРАЩЕНИЮ ОПАСНОГО ОБЛЕДЕНЕНИЯ ВОЗДУШНОГО СУДНА

В.В. Ефимов д.т.н., доцент кафедры АКПЛА,

С.Р. Боков ассистент кафедры АКПЛА

*Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

Требования, содержащиеся в нормах летной годности, в части обледенения самолетов транспортной категории [1] и винтокрылых аппаратов транспортной категории [2] гражданской авиации сводятся к использованию средств по предотвращению обледенения наиболее ответственных частей воздушных судов и периодическому сбрасыванию образовавшегося льда, что обеспечивает в эксплуатации высокий уровень безопасности полетов с большими затратами. Однако по данным Межгосударственного авиационного комитета [3] существуют воздушные суда, необорудованные противообледенительными системами, которые непреднамеренно совершают полеты в условиях обледенения. Для совершения безопасных полетов в зоне обледенения необходимо знать зависимость параметров обледенения в прогнозируемых погодных условиях. В связи с этим актуальной задачей является прогнозирование обледенения.

Данной задачей занимались многие авторы, среди которых наибольший интерес вызвали работы Б. Мессингера и Т. Майерса. Б. Мессингер разработал и верифицировал одномерную математическую модель процесса обледенения на основе уравнения теплового баланса на границе воздуха и твердого тела [4]. Развитием этой модели является одномерная математическая модель образования слоев льда и воды на поверхности подложки Т. Майерса. Данная модель была верифицирована в работе Т. Майерса [5].

Целью работы является определение наиболее опасных условий обледенения воздушных судов и разработка метода определения наиболее

опасных условий обледенения. Для достижения поставленной цели были поставлены следующие задачи:

1. Анализ проблемы обледенения.
2. Определение главные метеорологических параметров обледенения.
3. Изучение физических основ образования льда на поверхностях ЛА.
4. Подбор математической модели процесса обледенения.
5. Разработка метода определения наиболее опасных условий обледенения и соответствующее программное обеспечение.

В ходе решения задачи прогнозирования обледенения была изучена учебная, научная и исследовательская литература с целью изучения процесса образования льда и современных способов борьбы с данным явлением, а также нормативно-правовая база в части установленных требований к воздушным судам гражданской авиации по выполнению полетов в условиях обледенения.

После проведения вычислительного эксперимента на разработанном программном обеспечении на основе модели Майерса были получены следующие результаты:

- существуют такие скорости полета самолета, при которых образуется максимальная толщина льда (далее такие скорости будут называться *опасными*);
- при увеличении высоты полета максимальная толщина льда и значение опасной скорости увеличиваются, а скорость нарастания льда уменьшается;
- при увеличении значения влажности увеличиваются значения опасных скоростей;
- с увеличением содержания воды в воздухе диапазон опасных скоростей уменьшается;
- при длительном нахождении воздушного судна в зоне обледенения значения максимальных толщин льда достигаются на малых скоростях полета;
- при уменьшении температуры подверженной обледенению поверхности воздушного судна значения опасной скорости увеличиваются, а также увеличивается скорость нарастания льда;
- вблизи земли диапазон опасных скоростей полета тем больше, чем больше значение высоты полета.

В заключении данной работы был разработан метод определения наиболее опасных условий обледенения и соответствующее программное обеспечение, которые дают возможность прогнозировать толщину льда при известных метеорологических условиях, параметрах полета и конструкции, подверженной обледенению части воздушного судна, а также проводить научно-исследовательские работы с целью изучения процесса обледенения.

Поставленная цель была достигнута, а задачи, поставленные в данной работе решены.

Литература

1. Авиационные правила часть 25. Нормы летной годности самолетов транспортной категории, 2015 г.
2. Авиационные правила часть 29. Нормы летной годности винтокрылых аппаратов транспортной категории, 2018 г.
3. Интернет-источники (на 07.2020): www.mak-iac.org.
4. Messinger, Bernard L. Equilibrium Temperature of an Unheated Icing Surface as a Function of Air Speed, Journal Of The Aeronautical Sciences, 1953, Vol. 20, No. 1, pp. 29 – 42.
5. Myers, Tim G. Extension to the Messinger Model for Aircraft Icing. AIAA Journal, Vol. 39, No. 2, February 2001, pp. 211 – 218.

УДК 629.73.07

СПЕЦИАЛЬНАЯ БЕТОННАЯ ПОЛОСА ДЛЯ ТОРМОЖЕНИЯ ВС ПРИ ЕГО ВЫКАТЫВАНИИ ЗА ПРЕДЕЛЫ ВПП

*М.А. Киселёв д.т.н., профессор, заведующий кафедрой,
И.А. Носатенко аспирант*

*Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

Проблема минимизации последствий выкатывания ВС за пределы взлетно-посадочной полосы (ВПП) на сегодняшний день не теряет своей актуальности, поскольку это наиболее частое авиационное событие, имеющее за последние пять лет тренд на увеличение [1]. Один из перспективных путей решения указанной проблемы заключается в использовании так называемой специальной бетонной полосы (Engineered Materials Arresting System, EMAS) [2,3]. Доклад посвящен анализу конструкции, особенностям эксплуатации указанной системы, а также известным рекомендациям по ее проектированию. Кроме того, в докладе анализируется поведение ВС при его выкатывании на EMAS, приводятся примеры практической реализации EMAS и ее использования. В заключении доклада авторы формулируют основные проблемы на пути внедрения систем, подобных EMAS в нашей стране.

Литература

1. IATA SAFETY REPORT 2019. International Air Transport Association. Montreal—Geneva. 2020.
2. Engineered Materials Arresting Systems (EMAS) for Aircraft Overruns, FAA Advisory Circular No: 150/5220-22B, 2012.
3. Ketabdari M., Toraldo E., Evaluating the interaction between engineered materials and aircraft tyres as arresting systems in landing overrun events. Case Studies in Construction Materials 13. 2020.

СКБ МГТУ ГА. ИСТОРИЯ И ДОСТИЖЕНИЯ

*К.О. Чернигин старший преподаватель
Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

Студенческое конструкторское бюро (СКБ) Московского института инженеров гражданской авиации (МИИГА) было создано в 1976 году, когда студенты-механики И. Никитин, Б. Ваканья, С. Биге, И. Федоров и другие образовали дельтапланерный клуб. За короткий срок было построено несколько дельтапланов, с которыми студенты выезжали на учебные сборы в Коктебель. В 1982 году на базе дельтапланерного клуба приказом ректора было создано штатное студенческое конструкторское бюро на правах структурного подразделения. Начальником СКБ был назначен выпускник МИИГА Игорь Валентинович Никитин, а научным руководителем – профессор Герман Иванович Страхов.

В 1981 г. СКБ занялось разработкой и созданием моторных сверхлегких летательных аппаратов с балансирным управлением – дельталётов (мотодельтапланов). В 1982 г. по заказу Центральной опытно-методической геологической экспедиции был разработан и построен экспериментальный дельталёт «Поиск-01», который в августе 1982 г. проходил эксплуатационные испытания в геологической партии в Магаданской области. «Поиск-01» был одним из первых дельталётов в СССР, а испытания 1982 года были первой попыткой применения сверхлегких летательных аппаратов в авиационных работах. В 1983-1987 гг. была поднята в небо целая серия экспериментальных дельталётов, в числе которых первый двухместный «Поиск-02» с мотоциклетным мотором, двухместный «Поиск-03» с двумя одноцилиндровыми моторами от мотоцикла, одноместный «Поиск-04» с лодочным мотором водяного охлаждения, «Поиск-05» с силовой установкой из двух моторов с соосными воздушными винтами. На этих дельталётах было выполнено большое количество полетов в различных районах бывшего СССР, причем большинство этих полетов выполнялось в сложных условиях в геологических экспедициях.

Накопленный коллективом СКБ опыт позволил создать в 1988 г. дельталет «Поиск-06», который и по сей день является одним из лучших в мире среди аппаратов, предназначенных для авиационных работ. В 1989 году дельталёт «Поиск-06» был запущен в серийное производство на 514-м авиаремонтном заводе Министерства обороны. В 1991 г. «Поиск-06» получил типовой сертификат летной годности от сертификационной комиссии Объединенной Федерации сверхлегкой авиации России. «Поиск-06» имеет множество модификаций: 06 - стандартный, 06С - вариант с обтекателем, 06М – с поплавковым шасси, 06А – аэрофотосъемочный, 06СХ – сельскохозяйственный, 06Т – трехместный, 06МСН – спецназначения, 06У – учебный (отличается схемой размещения экипажа "дуэт" и дублированной

системой управления). Всего выпущено более 300 экземпляров дельталётов «Поиск-06» и его модификаций, их можно встретить во всех уголках бывшего СССР, а также во Вьетнаме, Монголии, США, Испании, Венгрии, Мальте, Греции, Канаде, ЮАР, Новой Зеландии и других странах. [1]

Одним из направлений деятельности СКБ было участие в 2005-2014 гг. в проекте «Полет надежды», заключавшемся в использовании дельталёта для восстановления популяции белого журавля-стерха на полуострове Ямал. В рамках участия в этом проекте была разработана специальная модификация дельталёта «Поиск-06», предназначенного для обучения птенцов-стерхов навыкам полета и освоения дальней миграции к месту зимовки. Значимой вехой проекта стало участие в полетах с журавлями Президента Российской Федерации В.В. Путина в 2012 году, обучение пилотированию которого осуществлял руководитель СКБ, пилот-инструктор СЛА И.В. Никитин. В 2015 году СКБ МГТУГА за значительный вклад в дело организации и поддержки авиационной части проекта был награжден Международной авиационной федерацией (FAI) дипломом Анжело д'Ариго. [2]

Разработки СКБ отмечены массовой серией всевозможных наград, в числе которых медали ВДНХ, международные призы и дипломы, призы и дипломы всесоюзных конкурсов и выставок, премия Московского комсомола и другие.

Коллектив СКБ кроме опытно-конструкторской работы также активно занимался научной работой в области аэродинамики и динамики полета дельталётов, опасных режимов полета, разработкой методов испытаний и оценки летных характеристик дельталётов, методов выполнения авиационных работ. Результатом этой работы является большое количество статей в научных журналах, в том числе рецензируемых. Руководитель СКБ И.В. Никитин в 2008 году успешно защитил докторскую диссертацию, посвященную разработке теории полета, требований и методов оценки летной годности дельталётов (научный консультант д.т.н., проф., заведующий кафедрой АКПЛА В.Г. Ципенко). С 2015 года И.В. Никитин занимал должность Президента Объединенной Федерации сверхлегкой авиации России.

За истекшие годы через СКБ прошло более 300 студентов, а само СКБ, основу которого составляли выпускники МИИГА-МГТУГА И. Никитин, О. Чернигин, И. Чернигина, П. Корниюк, А. Иванов, Д. Романов, выросло в профессиональный коллектив, способный успешно решать опытно-конструкторские задачи разработки и создания новых сверхлегких летательных аппаратов, их применения, подготовки летного состава, международного сотрудничества и другие.

Литература

1. О. Чернигин. Клуб СЛА МГТУГА // Авиация и спорт. Сентябрь-октябрь 2017. С. 58 – 59.
2. И. Никитин. Полеты с Президентом // Авиация и спорт. Сентябрь-октябрь 2018. С. 46 – 50.

СЕКЦИЯ 4. БЕЗОПАСНОСТЬ НА ВОЗДУШНОМ ТРАНСПОРТЕ

УДК 351.814.2

МОДЕРНИЗАЦИЯ ПСИХОДИАГНОСТИЧЕСКОГО ИНСТРУМЕНТАРИЯ, ИСПОЛЬЗУЕМОГО ДЛЯ АТТЕСТАЦИИ РАБОТНИКОВ ОТБ

*О.Н. Манолова¹ к.пс.н., доцент, ученый секретарь Ученого совета,
А.Н. Гусев² д.пс.н., профессор, факультет психологии,
С.В. Снимщиков¹ к.т.н., директор Института повышения квалификации и
аттестации кадров*

*¹ Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

² МГУ имени М.В. Ломоносова (Москва, Россия)

Безопасность полетов в гражданской авиации обеспечивается за счет надежного функционирования всего комплекса авиационно-транспортной системы. Президент РФ Владимир Путин подчеркнул: «Наша общая задача – обеспечить надёжное, качественное и безопасное авиасообщение в России. При этом важно, чтобы отрасль видела перспективы развития, своего дальнейшего роста».

В соответствии со статьей 12.1, п.2 Федерального Закона № 16 «О Транспортной безопасности» [1], силы обеспечения транспортной безопасности (ОТБ) подлежат обязательной аттестации, проводимой органами аттестации в порядке, установленном Правительством Российской Федерации. Целью аттестации сил ТБ является установление соответствия знаний, умений, навыков сил обеспечения транспортной безопасности, личностных (психофизиологических) качеств, уровня физической подготовки отдельных категорий сил обеспечения транспортной безопасности требованиям законодательства Российской Федерации о транспортной безопасности.

Аттестация работников транспортной безопасности регламентирована Приказом Минтранса от 21 августа 2014 года № 231 (ред. от 04.09.2017).

Приказ определяет следующий перечень оцениваемых личностных (психофизиологических) качеств сотрудников отдельных категорий сил ОТБ:

1. Интеллектуальное развитие, способность к логическим суждениям и умозаключениям, к четкому изложению информации в устной и письменной формах.

2. Эмоциональная устойчивость, уравновешенность, самоконтроль поведения и внешнего проявления эмоций, эмоциональная зрелость.

3. Внутренняя организованность, исполнительность, дисциплинированность и ответственность.

4. Соблюдение правовых норм поведения, морали и нравственности.

5. Зрелость личности, способность брать на себя ответственность за принятые решения, за свои действия и поступки, включая умение определять приоритеты и последовательность решения проблем.

6. Адекватная самооценка, устойчивая мотивация к достижению успеха в конкретной профессиональной деятельности.

7. Стрессоустойчивость в экстремальных ситуациях.

8. Способность поддержания оптимального уровня работоспособности в штатных условиях монотонии и экстремальных условиях. [2].

По результатам тестирования работодатель получает заключение о соответствии уровня развития и профессионально важных качеств аттестуемых лиц требованиям законодательства РФ, что позволяет принять решение о допуске или недопуске аттестуемого лица к осуществлению профессиональной деятельности.

По результатам эмпирического исследования, проведенного с 2017 по 2020 гг. в Московском государственном техническом университете гражданской авиации (МГТУ ГА) и компании ООО «Транспорт Сэйфти Эквипмент» (TSE) на выборке около 3000 работников ОТБ аэропортов России в ходе апробации двух вариантов батарей психодиагностических тестов, можно, на наш взгляд, выделить две группы целей модернизации психодиагностического инструментария, используемого для аттестации работников:

1. **Тактические:** необходима модернизация содержания батареи психологических методик, используемых для оценивания личностных (психофизиологических) качеств работников отдельных категорий сил ОТБ в соответствии с действующим законодательством, условиями реализации их профессиональной деятельности, рисками, соответствующими профессиональной деятельности отдельных категорий работников ОТБ.

2. **Стратегические:** разработка общей и конкретной методологии, алгоритмов программного обеспечения, процедур и сопровождающей документации для проведения дистанционной оценки личностных (психофизиологических) качеств работников отдельных категорий сил ОТБ в целях развития кадрового потенциала транспортной отрасли в условиях цифровой трансформации общества [3,4].

В настоящее время, в рамках использования интегрированной компьютерной системы «Практика МГУ», А.Н. Гусевым, О.Н. Маноловой и А.Е. Кремлевым разработаны научно-обоснованные критерии оценки соответствия ОТБ занимаемой должности. Данная технология зарекомендовала себя профессиональной среде в качестве надежного и эффективного измерительного инструмента, позволяющего формировать актуальные базы данных, использовать широкий набор психологических тестов под любые измерительные задачи, рассчитывать тестовые нормы, формировать содержательные отчеты в автоматизированном режиме.

В рамках выполнения дальнейшего исследования, в МГТУ ГА планируется продолжить работу над повышением валидности, надежности

психодиагностического инструментария, используемого для аттестации работников, обеспечивающих транспортную безопасность, в соответствии с нормативными документами Министерства транспорта РФ и Росавиации.

Литература

1. Федеральный закон "О транспортной безопасности" от 09.02.2007 N 16-ФЗ http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_66069/

2. Приказ Министерства транспорта РФ от 21 августа 2014 г. N 231 <https://base.garant.ru/70765790/#friends>

3. Гусев А. Н., Кремлев А. Е. О возможности конструирования методических средств при обучении студентов-психологов // *Вестник практической психологии образования*. — 2007. — № 1. — С. 113–121.

4. Манолова О.Н., Гусев А.Н. Об опыте разработки психодиагностической методики "Стили принятия решения" // *Журнал Образование личности*, 2018. - № 1, с. 47-50.

УДК 351.814.2

ПРЕИМУЩЕСТВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БЕЗОПАСНОЙ ЦЕПИ ПОСТАВОК АВИАГРУЗА

*О.Ю. Лаврентьев директор Московского регионального учебного центра
ИКАО по АВ - НЦ-24
ФГУП ГосНИИ ГА, (Москва, Россия)*

С 2010 года государства-члены Международной организации гражданской авиации (ИКАО), реализуют требования по обеспечению безопасности цепи поставок (БЦП) авиагруза [1, 2].

Взрывные или зажигательные устройства (ВУ), усиленные для увеличения поражающей способности биологическими, химическими и радиоактивными (БХЯ) [3] компонентами, либо различного рода распылители БХЯ, внедренные в груз и предназначенные для погрузки на борт воздушного судна (ВС) – это основные угрозы для безопасной цепи поставок, являющейся связанной системой ресурсов и процессов [1].

Процедуры, предусмотренные безопасной цепью поставки, обеспечивают как минимум: безопасность производства и доставку авиагруза на досмотр; досмотр авиагруза; комплектование партии авиагруза, его пакетирование, паллетирование либо контейнерование; досмотр автотранспортного средства (АТС), на котором будет перевозиться авиагруз; погрузку авиагруза на АТС и его опечатывание от несанкционированного доступа; перевозку авиагруза на АТС и его доставку к борту ВС; досмотр ВС сотрудниками службы авиационной безопасности (САБ) аэропорта и загрузка авиагруза на ВС.

Работники САБ аэропорта на всех этапах БЦП обязаны осуществлять контроль авиагруза на безопасность включая его погрузку на ВС и закрытия

трапа/рампы. Все процедуры по обеспечению авиационной безопасности являются превентивными мерами, обеспечивающими безопасность авиагруза путем исключения внедрения в него ВУ.

Реализация угроз взрыва, размещения ВУ на ВС, в грузе и поражения опасными веществами [4] посредством активирования ВУ, усиленных БХЯ компонентами или распылителей БХЯ компонентами лицами, вынашивающими преступные намерения, в процессе прохождения авиагруза по цепи поставки приведут к чрезвычайным ситуациям, человеческим жертвам, ущербу здоровью людей и окружающей среде [5, 6].

Максимальный экологический, экономический, политический и репутационный ущерб, как аэропорту, так и государству, нанесет срабатывание усиленного ВУ, внедренного в авиагруз, на территории аэропорта, что надолго парализует деятельность аэропорта и приведет к заражению местности и ВС, к отравлению и, возможно, к смерти членов экипажей, авиационного и неавиационного персонала, осуществляющего свою профессиональную деятельность на территории аэропорта, пассажиров и лиц, находящихся на территории аэропорта и на прилегающих к аэропорту территориях.

Основой государственной политики России в области БХЯ безопасности является политика авиапредприятий по обеспечению авиационной безопасности, реализуемая посредством мониторинга рисков распространения, использования и совершения террористических актов с применением потенциально опасных химических и биологических веществ [7].

В свою очередь, в рамках реализации государственной политики безопасности, антитеррористическая защищенность объектов, к которым относятся и российские аэропорты, предусматривает выявление и предотвращение несанкционированного проноса (провоза) и применения токсичных химикатов, отравляющих веществ и патогенных биологических агентов [8], государственный надзор за которыми возложен на единую государственную систему предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций [9]. В качестве примера возможного применения одной из составляющих БХЯ – биологических компонентов посредством взрыва ВУ усиленного БХЯ, либо применения распылителей и соответственно последствий этого противоправного деяния можно отметить внезапность возникновения и скорость распространения пандемии COVID-19 по всему миру. Пандемия показала уязвимость системы защиты международной гражданской авиации от биологических угроз, в связи с чем, в странах-членах ИКАО и в аэропортах в частности, в целях сдерживания распространения COVID-19 были введены ограничительные меры.

ИКАО, в соответствии с Главой 13 Doc 8973/12 «Руководство по авиационной безопасности» разработала превентивные меры:

- по бесперебойному продвижению авиагрузов и вакцин от COVID-19 по защищенной цепи поставок при соблюдении условий до погрузки на борт ВС и доставки до пункта назначения [9];

- и по обязательной репатриации граждан на родину, предусмотренную в соответствии со статьей 5 «Конвенции о международной гражданской авиации», которая стала возможной только при строгом соблюдении условий, установленных государствами-членами ИКАО [10].

Наряду с резким снижением пассажиропотока в период пандемии COVID-19 существенно вырос оборот грузов, перевозимых гражданским воздушным транспортом. В целях существенного сокращения времени досмотра авиагрузов ИКАО рекомендовало государствам-членам, в соответствии с требованиями Стандарта 4.6.2 Приложения 17 и при наличии необходимой нормативно правовой базы, осуществлять перевозку авиагруза в рамках защищенных цепочек поставок [11], которая практически исключает возможность внедрения в авиагруз ВУ, в том числе усиленное БХЯ.

Авиагруз, досмотренный за территорией аэропорта и перевозимый посредством безопасной цепи поставки, с момента его беспрепятственного ввоза через КПП на территорию аэропорта для погрузки в ВС более безопасен, чем тот, который подвергается процедуре досмотра по прибытию в аэропорт. Погрузка авиагруза на борт ВС, досмотренного за территорией аэропорта, осуществляется в течение 2-3 часов, после чего ВС покидает территорию аэропорта. Предварительно не досмотренный авиагруз проходит более длительную процедуру мониторинга в аэропорту на предмет безопасности, которая включает в себя сам досмотр, пакетирование, паллетирование, перемещение на склад или на площадку временного хранения, хранение и погрузку на борт ВС. В случае, если авиагруз негабаритный и тяжеловесный и его невозможно досмотреть с помощью интроскопа его досмотр производится альтернативными методами с использованием декомпрессионных камер с полной имитацией полета, газоанализаторов и биодетекторов – служебных собак, ручным (контактным) методом или визуально, либо помещается на площадку хранения для временного выдерживания по длительности более времени доставки груза по назначению. В случае наличия в нем усиленных ВУ, вероятность и опасность поражения территории аэропорта и близлежащих территорий возрастает в десятки раз.

В заключение можно сделать вывод, что преимущества использования безопасной цепи поставок авиагруза, досмотренного за пределами аэропорта и доставленный для погрузки в ВС, с точки зрения соблюдения мер обеспечения авиационной безопасности, более предпочтительны по сравнению с мерами безопасности, которые должны быть применены к авиагрузу, досмотр которого осуществляется по прибытию в аэропорт.

Литература

1. ISO 28000:2007. Specification for security management systems for the supply chain.
2. Annex 17 «Security» to the Convention on the International civil aviation. Eleventh Edition. Montreal. ICAO, 2020, 60 p.
3. Doc 9960. Convention on the Suppression of Unlawful Acts Relating to International Civil Aviation. Montreal, 2010, 80 p.

4. Приказ Минтранса РФ, ФСБ РФ и МВД РФ от 5 марта 2010 года № 52/112/134 «Об утверждении Перечня потенциальных угроз совершения актов незаконного вмешательства в деятельность объектов транспортной инфраструктуры и транспортных средств» (<https://base.garant.ru/12174831/>, дата запроса 14.03.2021 г.).

5. ГОСТ Р 22.0.02-2016. Безопасность в ЧС. Термины и определения. М.: Стандартинформ.

6. Федеральный закон от 28 декабря 2010 года № 390-ФЗ «О безопасности» (<https://base.garant.ru/12181538/>, дата запроса 14.03.2021 г.).

7. Указ Президента Российской Федерации от 11 марта 2019 года № 97 «Об основах государственной политики Российской Федерации в области обеспечения химической и биологической безопасности на период до 2025 года и дальнейшую перспективу» (<https://base.garant.ru/72192478/>, дата запроса 14.03.2021 г.).

8. Постановление Правительства Российской Федерации от 15 мая 2019 года № 594 «О внесении изменения в пункт 4 Правил разработки требований к антитеррористической защищенности объектов (территорий) и паспорта безопасности объектов (территорий)» (<https://base.garant.ru/72243234/>, дата запроса 14.03.2021 г.).

9. AS 8/7 – 21/6. The Distribution of COVID-19 vaccines and air cargo security. Montreal. ICAO, 2021, 6 p.

10. EC 6/3-20/55. Speedy authorization of «repatriation flights» during the COVID-19 pandemic eriod. Montreal. ICAO, 2020, 2 p.

11. Guidelines for aviation security contingency measures during the COVID-19 pandemic. Montreal. ICAO, 2020, 23 p.

УДК 351.814.2

**ТРЕБОВАНИЯ К ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКЕ КАДРОВ,
ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ НАЗЕМНУЮ
ПРОТИВООБЛЕДЕНИТЕЛЬНУЮ ЗАЩИТУ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ**

*Л.Г. Большедворская¹ д.т.н., доц., проф. кафедры ЭиУВТ,
В.М. Рухлинский² д. т. н., первый зам. пред. комитета – председатель
Комиссии МАК*

*¹ Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

² Межгосударственный авиационный комитет (Москва, Россия)

Организацию противообледенительной защиты воздушных судов (ПОЗ ВС) можно представить в виде совокупности процессов, в которые входят операции, направленные на обеспечение безопасности полетов и выполняемые подразделениями, расположенными на различных уровнях организационной структуры: подготовка и внедрение процедуры по ПОЗ ВС; подготовка необходимой инфраструктуры, оборудования для проведения ПОЗ

ВС; применение противообледенительных жидкостей или иных методов ПОЗ ВС.

По данным Всемирного Фонда безопасности и анализа данных официальной статистики по аварийности самолетов, начиная с пятидесятих годов прошлого столетия по настоящее время в мире произошло около двухсот авиационных происшествий, связанных с обледенением воздушных судов, третья часть которых приходится на этап взлета [1]. Экстремальные погодные условия осенне-зимнего периода в Российской Федерации и связанное с ними обледенение ВС приводят к снижению эффективности органов управления; снижению коэффициента подъемной силы ВС; уменьшению критического угла атаки; отказу двигателей, и др. (рис.1).



Рис. 1. Влияние обледенения на аэродинамические характеристики ВС

Анализ причин-факторов, связанных с возникновением наземного обледенения, показал, что основными из них являются:

- недостатки во взаимодействии авиационного персонала граунд хендлинга аэропортов и экипажей ВС;
- ошибочная оценка качества удаления льда с поверхностями самолета;
- недостаточная подготовка наземного авиационного персонала и экипажей ВС;
- отсутствие сертифицированных центров подготовки кадров, соответствующих стандартам ИКАО и международным требованиям в регионах РФ.

Кроме этого, реализация процессов ПОЗ ВС усложняется влиянием совокупности внешних и внутренних факторов, возникающих в аэропортах, расположенных в условиях действия экстремально низких температур. Одним из таких аэропортов, является аэропорт Архангельска, расположенный на высоте 11 метров над уровнем моря (табл. 1., рис. 2.).

Табл. 1. Данные о погодно-климатических условиях г. Архангельска

	Январь	Февраль	март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
Средний температура (°C)	-13.7	-12.7	-6.7	-0.4	6.2	12.4	15.5	13.3	8	1.8	-4.7	-10
минимум температура (°C)	-17.4	-16.4	-11	-4.8	1.3	7	10.4	8.8	4.5	-0.6	-7.3	-13.5
максимум температура (°C)	-9.9	-8.9	-2.3	4.1	11.1	17.8	20.7	17.9	11.5	4.2	-2.1	-6.5
Средний температура (°F)	7.3	9.1	19.9	31.3	43.2	54.3	59.9	55.9	46.4	35.2	23.5	14.0
минимум температура (°F)	0.7	2.5	12.2	23.4	34.3	44.6	50.7	47.8	40.1	30.9	18.9	7.7
максимум температура (°F)	14.2	16.0	27.9	39.4	52.0	64.0	69.3	64.2	52.7	39.6	28.2	20.3
Норма осадков (мм)	33	27	28	32	42	55	61	66	59	61	52	46



Рис. 2. Изменение температуры воздуха в районе аэропорта г. Архангельск

Анализируя представленные данные, следует отметить, что эффективность проведения процедур ПОЗ ВС в регионах действия экстремально низких температур резко снижается при эксплуатации самолетов нового поколения, конструкция которых на 50-70% состоит из композитных материалов (рис. 3.).

На этом фоне повышенную актуальность приобретает уровень профессиональной подготовленности специалистов, на долю которых приходится выполнение сложных процедур, связанных с оценкой времени защитного действия ПОЖ; выбора применяемых машин и оборудования для

выполнения работ по ПОЗ самолетов; выбора и построение алгоритма подготовки самолетов к ПОЗ; обоснование основных методов удаления обледенения и антиобледенительной защиты самолетов, и др.

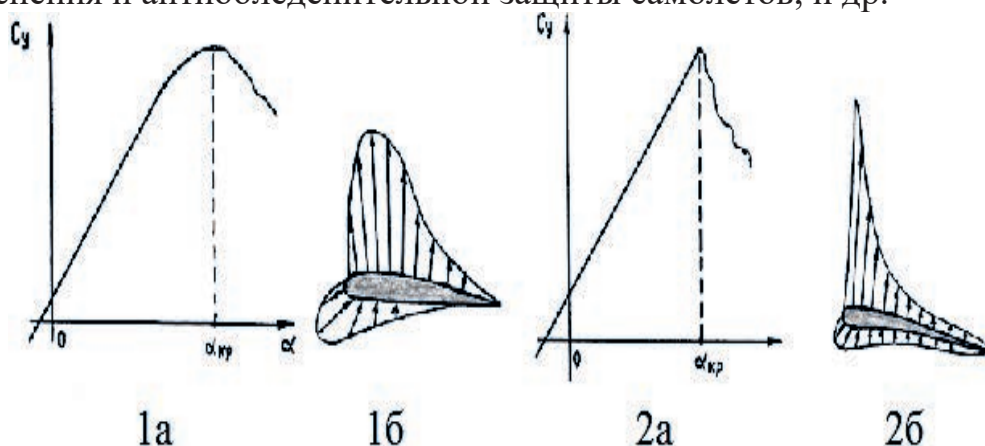


Рис. 3. Изменение коэффициента подъемной силы по углу атаки (а) и распределение давления на поверхности крыла (б)

Анализ выполнения существующих требований к процессу подготовки кадров показал, что обучение осуществляется в формате широкой направленности осваиваемых задач для различных категорий персонала, включая знания ПОЖ, особенности их применимости и с учетом проявления рисков нарушения стандартов и процедур противообледенительной обработки ВС. При этом, действующая система подготовки не учитывает наличие острой необходимости проведения актуализации программ обучения с учетом особенностей погодно-климатических условий каждого конкретного региона и рекомендаций по проведению процедур наземной противообледенительной защиты ВС нового поколения, эксплуатирующихся в районах Крайнего Севера. Основное отличие таких программ подготовки должно заключаться в наличие аргументированных и научно-обоснованных рекомендаций по применению противообледенительных спецжидкостей для самолетов нового поколения в зависимости от погодно-климатических условий регионов Крайнего Севера.

Литература

1. SAE Доклад рабочей группы по коррозии подкомитета жидкостей комитета G12 по защите самолетов от наземного обледенения по разрушению карбоновых тормозов 6 ноября 2006 г. в Монреале.
2. Руководство Transport Canada по времени удержания (HOT) зима 2020-2021 гг., Исходный выпуск: 7 августа 2020 г.
3. AIR6232 Aircraft Surface Coating Interaction with Aircraft Deicing/Anti-Icing Fluids Issued 2013-08-12 and reaffirmed 2019-04-02 by SAE G-12 ADF.

ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ

*Л.Г. Большедворская д.т.н., доц., проф. кафедры ЭиУВТ
Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

Статья подготовлена в рамках поддержанного грантом Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ) проекта № 19-08-00028 «Разработка концепции построения архитектуры и состава алгоритмов экспертной системы повышения эффективности подготовки инспекторов по надзору за безопасностью полетов воздушных судов гражданской авиации».

Данная работа является логическим продолжением ранее проводимых исследований, в результате которых была обоснована необходимость проведения глубокого анализа способов оценки результативности и эффективности применения экспертных систем для проведения аттестации инспекторов по надзору за безопасностью полетов посредством формирования базы данных, разработки требований к фонду оценочных средств и критериев оценки знаний.

Доступность информационных образовательных ресурсов для получения новых и дополнительных профессиональных знаний приобрели повышенную актуальность в последние годы. Это обусловлено тем, что применение экспертных систем открывают серию преимуществ: расширение географических и временных возможностей; неограниченная доступность; повышение интенсивности обучения; оптимизация получения и передачи знаний. При этом возникает острая необходимость оценки применимости, эффективности и результативности экспертных систем при оценке уровня квалификации специалистов, обеспечивающих безопасность полетов (БП) в гражданской авиации [1]. В настоящее время, в зависимости от сферы деятельности, понятия эффективность и результативность трактуются по-разному. Чаще всего, результативность отражает степень достижения запланированного результата. Эффективность представляет собой сопоставление результата с затратами на его достижение. В связи с этим, одним из наиболее общих и информативных показателей, применяемых в экспертных системах подготовки инспекторов по надзору за безопасностью полетов, может быть интегральная оценка, отражающая статистические данные и вероятность (нормативная частота) возникновения авиационных событий и тяжести их последствий из-за ошибочных заключений и выявленных несоответствий в результате контрольно-надзорных процедур. Оценка результативности обучающих программ может быть оценена с позиции достижения пороговых значений уровня компетентности, максимальное значение которого меньше или равно единице [3].

$$P = x_k * \left[1 - \sum_{i=1}^{n-1} w_i \frac{(x_i - x_{\text{факти}})}{x_i} \right]$$

где P - значение целевого показателя;
 wi - вес i-го целевого показателя;
 xk - критическое значение предотвращенного ущерба;
 xi - планируемое значение i-го показателя;
 xфакти - фактическое значение i-го показателя

Для оценки результативности и эффективности применения экспертных систем подготовки инспекторов по надзору за безопасностью полетов, в работе разработана структурно-функциональная классификационная группировка показателей и проведена идентификация уровня профессионализма в зависимости от критерия опасности [2].

Методика определения уровня подготовленности кадров с учетом факторов риска и критериев безопасности полетов

Угроза возникновения ошибочных действий	Последствия	Периодичность возникновения
«О»	Отсутствие существенного воздействия на результаты производственного процесса	0 – 1 события в отчетном периоде
«Н»	Низкая степень воздействия	1 – 2 событий в отчетном периоде
«С»	Средняя степень влияния	2 – 3 событий в отчетном периоде
«К»	Сильное влияние на результаты производственного процесса	3 и более в отчетном периоде

Идентификация уровня профессионализма

	«О»	«Н»	«С»	«К»
0-1	0-«О»	1-«Н»	1-«С»	1-«К»
1-2	1-«О»	1-«Н»	2-«С»	2-«К»
2-3	2-«О»	2-«Н»	3-«С»	3-«К»
Более 3	3-«О»	3-«Н»	>3-«С»	>3-«К»

Задача	Оценка	Предполагаемые выводы (Заключение)
Проверка свидетельства о регистрации	3	Нет действительного свидетельства о регистрации (CoE) или таковое не может быть показано членами экипажа
	2	Действительное свидетельство о регистрации было выдано, но не находится на борту
	1	Формат свидетельства о регистрации не соответствует с приложением 7
	0	Нет английского периода
	0	Идентификационный знак не отгисурован
Проверка свидетельства о шуме	3	Расхождение данных в свидетельстве о регистрации и на
	2	Нет английского периода
	1	Документы, удостоверяющие свидетельство о шуме неточные, не на борту или не могут быть предоставлены членами экипажа
Проверка Сертификата эксплуатанта	2	Неправильная информация в Сертификате эксплуатанта
	1	Информация в технических требованиях не совпадает с Приложением 6
	0	Операции по коммерческой перевозке без действительного Сертификата эксплуатанта
Контроль документов, необходимых для перевозки на борту	3	Операции по коммерческой перевозке не совпадают с техническими требованиями
	2	План Сертификата эксплуатанта или технические требования не совпадают с обеспечением Приложения 6
	1	Не совпадает допустимый Сертификат эксплуатанта или техническое
Подготовка к полету	3	Отсутствует изданная лицензия на радиостанцию
	2	Действительная лицензия на радиостанцию была издана, но не перевозится на борту в момент осмотра
	1	Лицензия на радиостанцию на борту истекла
Контроль сводно-загрузочной ведомости, центровки и выполнение требований перевозки опасных грузов	3	Неправильная информация в Лицензии на радиостанцию
	2	Сертификат пригодности к эксплуатации в полете не издан или не приведен в действие
	1	Подтвержденный Сертификат пригодности к эксплуатации в полете без разрешения инспекции
Контроль сводно-загрузочной ведомости, центровки и выполнение требований перевозки опасных грузов	3	Формат Сертификата пригодности к эксплуатации в полете не совпадает с требованиями Приложения 8
	2	На земле нет копий операционного плана полетов
	1	Операционный план полетов не подписан командиром воздушного судна
	0	Содержание и использование операционного плана полетов не соответствует с операционным руководством
	3	Неправильный операционный план полетов
	2	Отсутствует контроль за потреблением топлива, когда это требуется операционным руководством
	1	Недостаточное количество членов экипажа
	0	Нарушение членом летного экипажа правил графика выполнения полета
	3	Недостаточно данных, чтобы позволить инспектору проверить массу и баланс груза
	2	Грузовой лист не отражает фактического распределения груза
1	Неправильные расчеты массы и / или баланса, в / с пределами, но влияет на результаты расчета параметров	
0	Неправильная масса и / или вычисления баланса, в пределах затрагивая исполнительные вычисления	
3	Масса и баланс за пределами эксплуатационных пределов	
2	Нет расчетов массы и центровка не выполняются	
1	Масса и баланс не скорректированы	
0	Нет информации и указаний в Руководстве по эксплуатации к действиям, которые необходимо предпринять в случае чрезвычайной ситуации на борту (ЧП на борту)	

Литература

1. Рухлинский В.М., Большедворская Л.Г. Обеспечение безопасности полетов самолетов нового поколения. Монография/ МГТУ ГА, 2019 г., 370 с.
2. Большедворская Л.Г., Корягин Н.Д. Анализ применения экспертных систем для диагностирования проблемных зон в системе подготовки летных кадров для гражданской авиации. – М.: Инновации в гражданской авиации, Т.4. № 4. 2019 – С. 13-26.

3. Гусева А.И., Весна Е.Б. Оценка результативности и эффективности сетевых образовательных программ/Современные проблемы науки и образования. – 2013 - №6

УДК 351.814.2

ВЛИЯНИЕ НЕРОВНОСТЕЙ АЭРОДРОМНОГО ПОКРЫТИЯ НА ЭКСПЛУАТАЦИЮ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ В РЕГИОНАХ ДЕЙСТВИЯ ЭКСТРЕМАЛЬНО НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР

*Л.Г. Большедворская¹ д.т.н., доц., проф. кафедры ЭиУВТ,
В.М. Рухлинский² д. т. н., первый зам. пред. комитета – председатель
Комиссии МАК*

*¹Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

²Межгосударственный авиационный комитет (Москва, Россия)

Проблемы эксплуатации воздушных судов нового поколения в районах действия экстремально низких температур продиктованы не только вопросами, обусловленными поддержанием их летной годности из-за высокой чувствительности электронных систем, которые в них применяются, к низким температурам [1]. Экстремально низкие температуры нарушают систему эксплуатации аэродромного покрытия из-за возникновения на нем неровностей, оказывающих негативные воздействия на безопасность полетов. Для российских авиаперевозчиков эта проблема является весьма актуальной, поскольку примерно три четверти территории Российской Федерации (74,3%) находится в зоне действия экстремально низких температур. Особенность микроклимата районов Крайнего Севера (температура, скорость ветра, влажность и др.) создают предпосылки к возникновению разрушающего воздействия на аэродромное покрытие, создавая сложные условия для эксплуатации самолетов (рис. 1.).



Рис. 1. Изменение состояния аэродромного покрытия в зависимости от климатических условий

Начиная с 1990 года в Федеральной государственной информационной системе зафиксировано около 300 авиационных событий, связанных с разрушением пневматиков и стоек шасси, одной из причин которых явились возникающие неровности аэродромного покрытия. С учетом общего налета парка за этот период вероятность такого повреждения может быть оценена величиной $1,4 \cdot 10^{-5}$, т.е. событие является умеренно вероятным и по вероятности близким к маловероятным. Тем не менее, согласно статистике, около 50% случаев разрушений шин происходит на посадке и более 30% - на взлете (рис. 2).

Для исследования воздействия климатических факторов на возникновение неровностей аэродромного покрытия в работе были выделены три зоны: зона устойчивых отрицательных температур; зона устойчивых положительных температур; зона переходного термического режима.

Зона устойчивых отрицательных температур охватывает часть календарного года со среднемесячным термическим режимом ниже -5°C . Данная точка выбрана таким образом, что, исходя из массива статистических данных по рассматриваемой зоне, характерными являются воздушные потоки с устойчивыми отрицательными температурами.

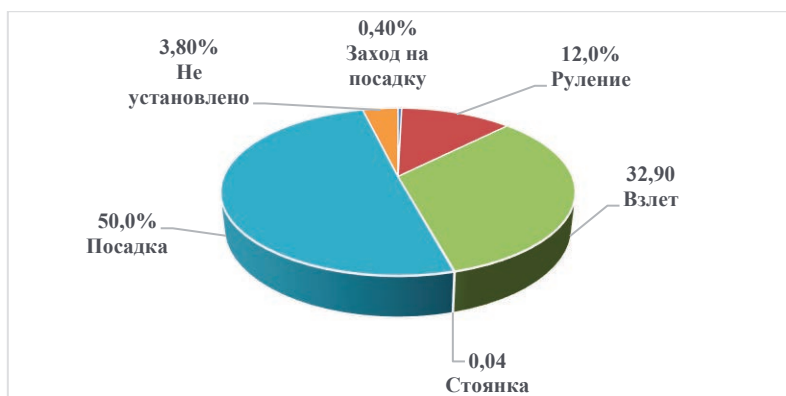


Рис. 2. Структура событий по этапам полета

Зона устойчивых положительных температур, определяющая условия, близкие к нормальным, охватывает часть календарного года со среднемесячными термическими режимами выше $+5^{\circ}\text{C}$. Точка $+5^{\circ}\text{C}$ может являться критической для принятия решения о контроле за изменением состоянии ВПП.

Зона переходного термического режима характеризуется неустойчивым термическим режимом, интенсивной суточной вариацией влажности. Действие метеорологических факторов ВПП определяется совокупностью высокой влажности. В отдельные дни перепады относительной влажности составляют (40...45)% (рис. 3.).

На рисунке 3 представлены распределения зон в различных точках Крайнего Севера, начиная с запада на восток по побережью морей Ледовитого океана, которая показывает ярко-выраженную тенденцию сезонных

изменений от зон устойчивых отрицательных температур и уменьшения зон устойчивости положительных температур [3].

Наиболее неустойчивая под влиянием внешних климатических факторов зона расширяется, начиная с Северо-восточной части Баренцева моря. Приведенные гистограммы распределения температуры показывают устойчивую тенденцию к снижению параметров влажности при снижении отрицательных значений температур.

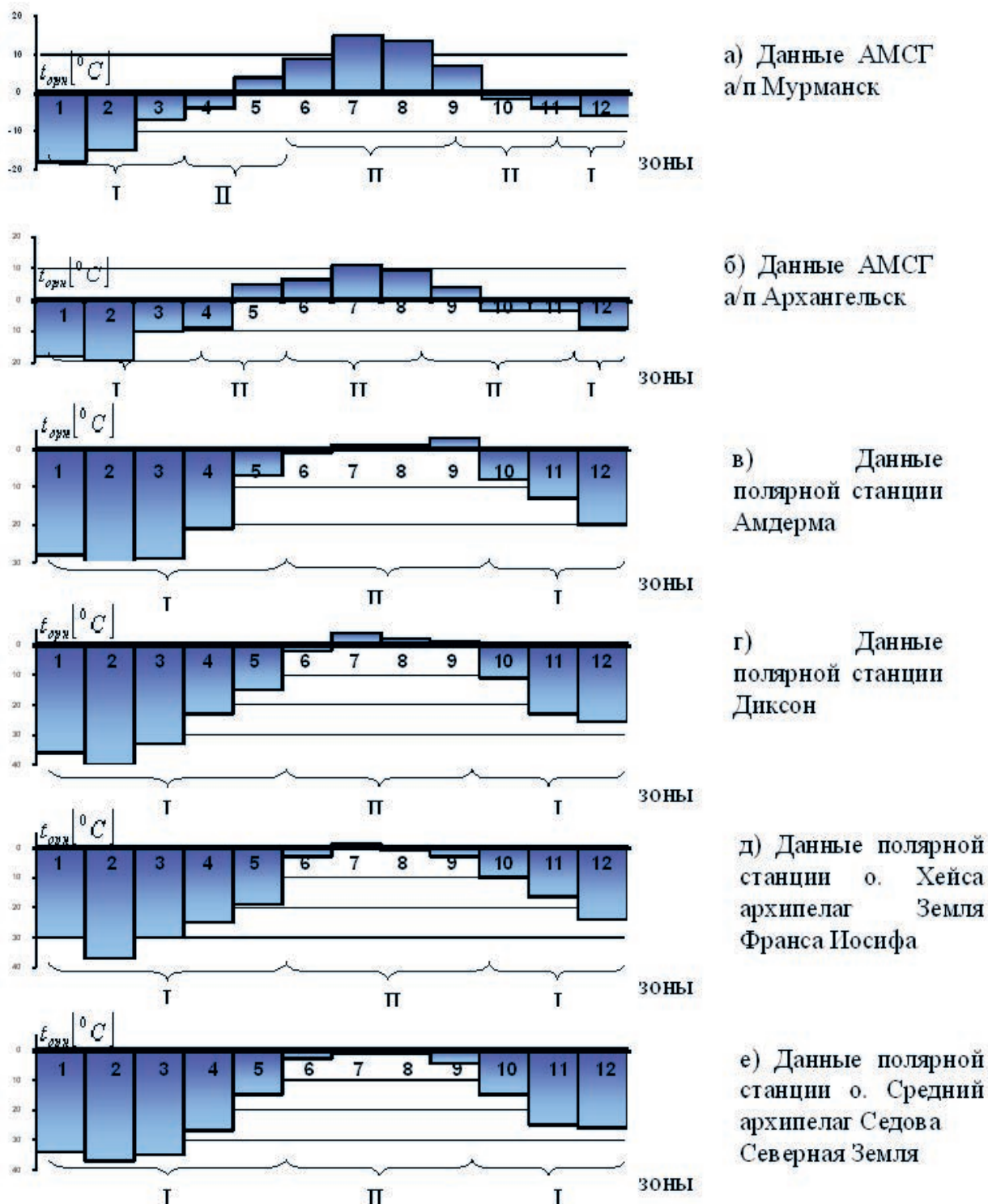


Рис. 3. Изменение термических зон в различных а/п Арктики

Рассматривая влияние внешней среды в условиях Крайнего Севера на уровень эксплуатационной надежности самолетов, следует определить пороговые значения выхода за расчетные пределы значений параметров технического состояния самолета в результате активного воздействия на него температуры наружного воздуха, влажности, скорости ветра, давления наружного воздуха, их перепады и сочетания [2]. Поэтому в работе сформулирована структура отказов, возникающих под влиянием климатических факторов в регионах Крайнего Севера и Арктики.

Литература

1. Андронов В.Д. Восприятие неровности аэродромных покрытий летным составом авиакомпаний. Вестник Московского автомобильного дорожного государственного технического университета (МАДИ), № 3 (30), 2012 г., С. 80-84.

2. Фейгенбаум Ю.М., Дубинский С.В., Божевалов Д.Г., Соколов Ю.С., Метелкин Е.С., Миколайчук Ю.А., Шапкин В.С. Обеспечение прочности композитных авиационных конструкций с учетом случайных эксплуатационных ударных воздействий. Научное издание/Государственный научно-исследовательский институт гражданской авиации. Москва, 2018, 506 с.

3. Рухлинский В.М., Большедворская Л.Г. Обеспечение безопасности полетов самолетов нового поколения. Монография/ МГТУ ГА, 2019г., 370 с.

УДК 351.814.2

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СИСТЕМ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ ПО ДАННЫМ МЕДИАИНФОРМАЦИИ, В ЦЕЛЯХ РАССЛЕДОВАНИЯ АВИАЦИОННЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ

О.В. Пахомов¹ к.т.н., доц., кафедры безопасности полетов и жизнедеятельности, А.Л. Тимонин² аспирант, консультант МАК

¹ Московский государственный технический университет гражданской авиации (Москва, Россия)

² Межгосударственный авиационный комитет (Москва, Россия)

В последнее время при расследовании авиационных происшествий (АП) наблюдается тенденция увеличения количества работ по исследованию медиаинформации с различных устройств регистрации фото- и видеоинформации.

Видеозапись, выполненная в момент АП может нести в себе большой объем данных по внекабинной обстановке и пространственному положению воздушного судна, техническому состоянию его отдельных систем [1].

Одним из примеров расследования АП является авария с вертолетом Ми-8АМТ, когда по данные видеосъемки была определена частота вращения рулевого винта (РВ). Примечательным в этом случае оказалась оптическая

иллюзия, которая могла ввести в заблуждение стороннего наблюдателя. В определенный момент времени при просмотре видео могло сложиться впечатление, что винт стоит неподвижно – это суждение неверно, так как в это время наблюдается стробоскопический эффект. В данной ситуации будет возможно несколько значений частоты вращения трехлопастного РВ. При каждом следующем кадре видеозаписи, лопасть сменяет другую, таким образом, что ее положение точно попадает на положение другой лопасти в предыдущем кадре. Зная длительность кадра видеозаписи и угол смещения лопасти можно рассчитать возможные значения частоты вращения, а также адаптировать их к другим входным параметрам.

Исходя из полученного опыта в этом расследовании АП, сотрудниками Межгосударственного авиационного комитета (МАК) была разработана методика определения частоты вращения рулевого (несущего) винта по данным видеозаписи, которая может применяться в аналогичных случаях.

Разработка и применение новых методов исследования медиаинформации позволяет повысить эффективность проведения ряда расследований АП.

Литература

1. Тимонин А.Л. Использование фото и видеoinформации полученных в ходе расследования авиационных происшествий // Гражданская авиация на современном этапе развития науки, техники и общества: сборник тезисов докладов. М.: ИД Академии Жуковского, 2018, 372 с.

УДК 351.814.2

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВОЗДУШНОГО СУДНА НА ОТСУТСТВИЕ НЕДЕКЛАРИРОВАННЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ

В.И. Петров к.т.н., доц., декан

*Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

Самолеты зарубежного производства обеспечивают выполнение основного объема пассажирских и грузовых перевозок российских авиакомпаний. В 2020 году на их долю приходилось более 90% выполненного пассажирооборота и более 88% грузооборота.

При этом, неизвестно программное обеспечение, находящееся в бортовых компьютерах самолетов зарубежного производства. Так, система управления современным самолетом включает порядка восьмидесяти бортовых компьютеров, объединенных в вычислительную систему самолета. Данные с органов управления самолета поступают непосредственно в вычислительную систему самолета. То есть штурвал (сайдстик) самолета, на самом деле, является джойстиком бортового компьютера. Самолет по

заданной программе (flight plan) может взлетать, следовать по маршруту и совершать посадку.

В информационной безопасности под недеklarированными возможностями понимают возможности технических устройств или программного обеспечения, не отраженные в документации. При сертификации программного обеспечения по уровню контроля отсутствия недеklarированных возможностей в соответствии руководящими документами ФСТЭК на программное обеспечение [1] накладывают следующие требования:

- требования к документации;
- требования к содержанию испытаний.

В свою очередь требования к документации включают:

- контроль состава и содержания документации (спецификация, описание и тексты программ, исходники).

Требования к содержанию испытаний включают:

- статический анализ исходных текстов программ (в том числе, контроль соответствия исходных текстов их загрузочным модулям);
- динамический анализ исходных текстов программ (в том числе, контроль выполнения маршрутов).

Документ вводит четыре уровня контроля 4,3,2,1 по уровню обработки информации с грифом: конфиденциально, секретно, сов. секретно, особой важности, соответственно.

Возникает вопрос: «К какому уровню контроля следует отнести информационную безопасность критически важных объектов, каким является воздушное судно с числом пассажиров уже превышающих 800 человек?».

Принципиальным является то, что требований к документации и испытаниям программного обеспечения бортовых компьютеров самолетов зарубежного производства никто не требует. Не существует и комплексных мер по проверке программного обеспечения бортовых компьютеров воздушных судов. Нет нормативно-правовой базы, позволяющей контролировать программное обеспечение закупаемых самолетов зарубежного производства, а сам факт получения программного обеспечения просто невозможен.

Предлагается разработать систему требований и процедуру сертификации программного обеспечения бортовых компьютеров воздушных судов зарубежного производства на отсутствие недеklarированных возможностей.

При разработке методики анализа и анализе программного обеспечения бортовых компьютеров воздушного судна на отсутствие недеklarированных возможностей необходимо учитывать следующие особенности решения этой задачи:

- необходимо знать алгоритмы задач, программное обеспечение которых записано в бортовых компьютерах воздушного судна;

- необходимо знать организацию вычислительного процесса в бортовых компьютерах воздушного судна;

- необходимо иметь знания решения задачи обратной инженерии (дизассемблирование, языки низкого уровня) и опыт хакерской работы.

В случае отсутствия исходных текстов, а именно такая ситуация в настоящее время и существует, используются два подхода:

- с восстановлением исходных текстов: дизассемблирование; статический и динамический анализ исходного кода;

- без восстановления исходных текстов: сигнатурно-эвристический анализ потенциально опасных операций.

При первом подходе статическим анализом определяют поведение программы путем прочтения программного кода (без запуска программы), который представлен на языке ассемблера - листинга дизассемблирования. При динамическом анализе выполняется трассировка программы, то есть выполнение программы с использованием специальных средств, позволяющих выполнять программу в пошаговом режиме, получать доступ к регистрам, областям памяти, производить остановку программы по определенным адресам.

При втором подходе сигнатурно-эвристический анализ заключается в сканировании кода программы на наличие потенциально опасных фрагментов загрузочного кода и последующем ручном или автоматическом анализе подозрительного участка кода.

Структурно методика анализа программного обеспечения бортовых компьютеров воздушного судна на отсутствие недекларированных возможностей включает решение следующих задач [2]:

1. определение типа процессора, используемого в бортовом компьютере;
2. получение «слепок» памяти FMS компьютера;
3. проведение дизассемблирования;
4. локализация потенциальных мест, в которых возможна реализация перехвата управления;
5. проверка ключа, ввод которого приведет к перехвату управления;
6. обобщение результатов и вывод о наличии или отсутствии недекларируемых возможностей в программном обеспечении.

В методике анализа программного обеспечения используется программа интерактивного дизассемблера Ida Pro. При апробации методики анализа программного обеспечения в качестве объекта исследования использовалась программа, написанная на языке C++, скомпилированная в Dev-Cpp.

Особый интерес вызывает сегмент .rdata, в котором размещаются текстовые константы программы.

Для решения задачи анализа программного обеспечения в настоящее время необходимо только реальное программное обеспечение FMS бортового компьютера воздушного судна, то есть «слепок» памяти FMS компьютера реального самолета.

Парк любой крупной авиакомпании состоит из большого количества воздушных судов разных типов. Возникает вопрос, с какого типа воздушного судна начинать проверку программного обеспечения бортовых компьютеров на наличие недеklarированных возможностей? В первую очередь исследованию подлежат воздушные суда, с которыми происходили необъяснимые варианты поведения. Так, в марте 2014 года такое произошло с самолетом малазийских авиалиний Боинг-777. До сих пор самолет не найден.

В заключение хотелось бы отметить, что кроме проверки на наличие недеklarированных возможностей в программном обеспечении бортовых компьютеров воздушного судна возможно и просто наличие ошибок в программном обеспечении (опыт эксплуатации самолета Боинг-737MAX).

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

1. Российские авиакомпании обеспечивают выполнение основного объема пассажирооборота и грузооборота на самолетах зарубежного производства с закрытым программным обеспечением бортовых компьютеров воздушных судов.

2. Необходимо разработать систему требований и процедуру сертификации программного обеспечения бортовых компьютеров воздушных судов зарубежного и отечественного производства на отсутствие недеklarированных возможностей и корректность программного обеспечения.

Необходимо обратить внимание на самолеты отечественного производства Суперджет-100 и МС-21. Дело в том, что международная кооперация привела к тому, что самолеты Суперджет-100 и МС-21 не являются продуктами отечественного производства. Так, FMS компьютеры и программы в этих компьютерах – канадского производства.

Литература

1. ФСТЭК, официальный сайт, банк данных угроз безопасности информации [Электронный ресурс]. URL: <https://bdu.fstec.ru/threat>.

2. Петров В.И. Методика анализа программного обеспечения бортовых компьютеров воздушного судна на отсутствие недеklarированных возможностей сигнатурно-эвристическим способом // Научный Вестник МГТУ ГА. 2017. № 01, Том 20. С. 186–193.

**АНАЛИЗ СТРУКТУРНЫХ ОРГАНОВ ОВД АЭРОПОРТОВ
ЦЕНТРАЛЬНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА НЕ ВХОДЯЩИХ В
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ
ПРЕДПРИЯТИЕ «ГОСУДАРСТВЕННАЯ КОРПОРАЦИЯ ПО
ОРГАНИЗАЦИИ ВОЗДУШНОГО ДВИЖЕНИЯ В РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ»**

*Р.А. Образцов аспирант кафедры БП и ЖД, и.о. заместителя начальника
Управление государственного авиационного надзора и надзора за
обеспечением транспортной безопасности по Центральному федеральному
округу Федеральной службы по надзору в сфере транспорта, проспект
Октябрьский, д. 15, Люберцы, Российская Федерация, 140002;
obrazcov1311@mail.ru.*

С 2011 года велась работа по изменению структуры воздушного пространства Московской и смежных зон ЕС ОрВД, Приказом Министерства транспорта Российской Федерации от 23 июля № 248 с 3 декабря 2020 была внедрена новая структура воздушного пространства Московской и смежных зон ЕС ОрВД [1].

Были проведены сравнительные оценки эксплуатационных характеристик проектируемой структуры воздушного пространства Московской зоны ЕС ОрВД относительно проектируемой структуры и действующей структуры воздушного пространства.

Проводилось моделирование использования воздушного пространства Московской зоны единой системы ОрВД с использованием комплекса имитационного моделирования системы организации воздушного движения.

Было подготовлено и проведено моделирование использования воздушного пространства Московской зоны единой системы ОрВД по 10 сценариям (8 основным и 2 дополнительным), получены оценки проектируемой структуры воздушного пространства Московского центра единой системы ОрВД, указаны ее предполагаемые недостатки и сформулированы рекомендации по их устранению [2].

Но необходимо отметить, что в новой структуре воздушного пространства не уделялось должного внимания особенностям Московской воздушной зоны, ведь существуют предприятия и аэропорты, такие как Тамбовское областное государственное учреждение «Аэропорт «Тамбов» (аэропорт Тамбов), Костромское авиапредприятие (аэропорт Кострома), Брянский международный аэропорт, общество с ограниченной ответственностью «Центр Авиа» (аэропорт Иваново) и т.д. (далее – предприятия), где службы УВД и РТОП не вошли в состав Госкорпорации по ОрВД.

На совещаниях по внедрению новой структуры воздушного пространства отсутствовали представители данных предприятий, тем самым проблематика и особенность полетов не была учтена.

В данные аэропорты выполняются регулярные и чартерные рейсы, авиационные работы, а также осуществляет полеты авиация общего назначения.

Проведя анализ предприятий Московской воздушной зоны служб УВД и РТОП в новой структуре воздушного пространства, которые не входят в Госкорпорацию по ОрВД, можно сделать вывод, что при осуществлении комплекса мероприятий по аэронавигационному обслуживанию пользователей воздушного пространства и органов обслуживания воздушного движения в части предоставления информации от средств наблюдения, радионавигации и посадки, а также обеспечения авиационной электросвязью выполняется не полностью, а также не обеспечен необходимый уровень безопасности полетов при обслуживании воздушного движения.

В ходе проведения анализа контрольно-надзорных мероприятий, нацеленных на обеспечение безопасности полетов, Управлением государственного авиационного надзора и надзора за обеспечением транспортной безопасности по Центральному федеральному округу Ространснадзора в 2019-2020 годах была выявлены системные нарушения в аэропортах Центрального Федерального округа, чьи службы ОрВД не входят в Госкорпорацию по ОрВД [3-10].

В данных предприятиях отсутствует контроль за соблюдением федеральных правил использования воздушного пространства в части выявления воздушных судов-нарушителей и не принимаются предусмотренные законодательством Российской Федерации меры по предотвращению и (или) прекращению нарушений федеральных правил использования воздушного пространства [11].

Не ведется учет авиационных инцидентов в районе ответственности данных предприятий, отсутствует возможность проведения мероприятий по результатам расследования авиационных происшествий и инцидентов [12].

Система управления безопасностью полетов при обслуживании воздушного движения не предусматривает безопасного выполнения полетов.

Литература

1. Приказ Минтранса России от 23 июля 2020 № 248 «Об утверждении границ зон (районов) Единой системы организации воздушного движения Российской Федерации, границ районов аэродромов (аэроузлов, вертодромов), границ классов А и С воздушного пространства».

2. Протокол методических совещаний в филиале Московского центра автоматизированного управления воздушным движением от 08 сентября 2020 г.

3. Акт проверки от Управления государственного авиационного надзора и надзора за обеспечением транспортной безопасности по Центральному федеральному округу Ространснадзора 18.11.2020 N23-10.

4. Акт проверки от Управления государственного авиационного надзора и надзора за обеспечением транспортной безопасности по Центральному федеральному округу Ространснадзора 18.11.2020 N23-11.

5. Предписание Управления государственного авиационного надзора и надзора за обеспечением транспортной безопасности по Центральному федеральному округу Ространснадзора от 18.11.2020 N ВЦ 23-1/7-52.

6. Предписание Управления государственного авиационного надзора и надзора за обеспечением транспортной безопасности по Центральному федеральному округу Ространснадзора 18.11.2020 N ВЦ 23-2/7-53.

7. Предписание Управления государственного авиационного надзора и надзора за обеспечением транспортной безопасности по Центральному федеральному округу Ространснадзора 18.12.2020 N ВЦ 23-1/7-65.

8. Предписание Управления государственного авиационного надзора и надзора за обеспечением транспортной безопасности по Центральному федеральному округу Ространснадзора 18.12.2020 N ВЦ 23-27-64.

9. Предписание Управления государственного авиационного надзора и надзора за обеспечением транспортной безопасности по Центральному федеральному округу Ространснадзора 18.12.2020 N ВЦ 31-17-22.

10. Предписание Управления государственного надзора за деятельностью в гражданской авиации Ространснадзора 18.12.2020 N6.7.3-75.

11. Федеральные правила использования воздушного пространства Российской Федерации, утвержденные Постановлением Правительства Российской Федерации от 11.03.2010 N138. [Электронный ресурс] Консультант плюс. – Режим доступа:http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_98957/(дата обращения:25.03.2021)

12. Правила расследования авиационных происшествий и инцидентов с гражданскими воздушными судами в Российской Федерации, утвержденные Постановлением Правительства Российской Федерации от 11.06.1998 N 609 [Электронный ресурс] // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – Режим доступа:<http://docs.cntd.ru/document/901711065>.(дата обращения:25.03.2021)

**ОСОБЕННОСТИ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОГО
НАДЗОРА ЗА ИСПОЛНЕНИЕМ ТРЕБОВАНИЙ ВОЗДУШНОГО
ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА В РАМКАХ НОВОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО
ЗАКОНА О ГОСУДАРСТВЕННОМ НАДЗОРЕ И МУНИЦИПАЛЬНОМ
КОНТРОЛЕ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ УСТАНОВЛИВАЮЩИЙ
НОВЫЙ ПОРЯДОК ОРГАНИЗАЦИИ И ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ
ГОСУДАРСТВЕННОГО И МУНИЦИПАЛЬНОГО КОНТРОЛЯ ЗАКОН
№ 248-ФЗ**

В.В. Цыбаев

аспирант кафедры БП и ЖД, и.о. начальника

*Управление государственного авиационного надзора и надзора за
обеспечением транспортной безопасности по центральному федеральному
округу Федеральной службы по надзору в сфере транспорта, проспект
Октябрьский, д. 15, Люберцы, Российская Федерация, 140002
tsybaew@yandex.ru*

В рамках реализации механизма «регуляторной гильотины» предусмотренного планом мероприятий («дорожная карта») утв. Правительством РФ 29 мая 2019 г. N 4714п-ПЗ6 принят Федеральный закон от 31 июля 2020 г. N 248-ФЗ «О государственном контроле (надзоре) и муниципальном контроле в Российской Федерации», устанавливающий новый порядок организации и осуществления государственного и муниципального контроля [1].

Цель Закона №248-ФЗ – устранить недостатки действующего правового регулирования государственного контроля (надзора), муниципального контроля, в недостаточности регулирования опросов профилактики нарушений обязательных требований, а также неоправданный акцент на проведении проверок, являющихся наиболее затратным как для бизнеса, так и для контрольно-надзорных органов мероприятием.

Государственный контроль (надзор), муниципальный контроль должны быть направлены на достижение общественно значимых результатов, связанных с минимизацией риска причинения вреда (ущерба) охраняемым законом ценностям, вызванного нарушениями обязательных требований [2].

Кроме того, закон определяет права и обязанности контролирующих лиц и лиц, в отношении которых проводятся проверки.

Так, Закон №248-ФЗ устанавливает приоритет профилактических мероприятий, направленных на снижение риска причинения вреда (ущерба), по отношению к контрольно-надзорным [1].

Предусмотрены, в частности, следующие профилактические мероприятия:

- **информирование** – осуществляется посредством размещения соответствующих сведений по вопросам соблюдения обязательных

требований на официальном сайте контрольного (надзорного) органа в сети "Интернет", в средствах массовой информации, через личные кабинеты контролируемых лиц в государственных информационных системах (при их наличии) и в иных формах;

- **обобщение правоприменительной практики** – доклад, содержащий результаты обобщения правоприменительной практики контрольного (надзорного) органа;

- **меры стимулирования добросовестности** – нематериальное поощрение тех, кто добросовестно соблюдает обязательные требования. Для этого определяют порядок оценки добросовестности, виды мер ее стимулирования;

- **объявление предостережения** – предостережение о недопустимости нарушения обязательных требований объявляется и направляется контролируемому лицу при наличии у контрольного (надзорного) органа сведений о готовящихся или возможных нарушениях обязательных требований, а также о непосредственных нарушениях обязательных требований, если указанные сведения не соответствуют утвержденным индикаторам риска нарушения обязательных требований;

- **консультирование** – разъяснение по вопросам, связанным с организацией и осуществлением государственного контроля (надзора), муниципального контроля) без взимания платы по телефону, посредством видео-конференц-связи, на личном приеме либо в ходе проведения профилактического мероприятия, контрольного (надзорного) мероприятия;

- **самообследование** – самостоятельная автоматизированная оценка соблюдения обязательных требований. Если по итогам самообследования контролируемое лицо получит высокую оценку, то сможет принять декларацию их соблюдения;

- профилактический визит – беседа по месту деятельности компании или ИП. Даже если в ходе визита выявят нарушения, это не будет основанием выдать компании предписание устранить их [1].

Действия и решения должностных лиц контрольного (надзорного) органа и решений контрольного (надзорного) органа, принимаемых при организации и осуществлении государственного контроля (надзора), муниципального контроля будут отражаться в информационных системах. Для этого предусмотрено создание ресурсов, включая Единый реестр видов государственного и муниципального контроля (надзора); Единый реестр контрольных (надзорных) мероприятий; Информационную систему досудебного обжалования; Реестр заключений о подтверждении соблюдения обязательных требований; Информационные и аналитические системы контрольных (надзорных) органов [1]. Реестр видов федерального государственного контроля (надзора) будет сформирован до 01.01.2022 [4-6].

Согласно ст.23 Закона № 248-ФЗ риск – ориентированный подход при проведении контрольно-надзорных мероприятий будет применяться значительно шире, чем сегодня. Он предполагает, что выбор

профилактических и контрольно-надзорных мероприятий, их содержание (включая объем проверяемых обязательных требований), интенсивность и результаты должны определяться на основе оценки рисков причинения вреда (ущерба) охраняемым законом ценностям: при плановом контроле - категорией риска, при внеплановом - выявлением индикатора риска в том числе с применением информационных и аналитических систем.

Наряду с мероприятиями, применяемыми сегодня, Закон №248-ФЗ предусматривает новые виды контрольных (надзорных) мероприятий [3]:

- **выездное обследование** (визуальное обследование по месту нахождения (ведения деятельности) организации, гражданина, объекта контроля путём осмотра общедоступных производственных объектов без уведомления контролируемого лица);

- **мониторинговую закупку** (закупка товара или заказ работ/услуг для направления на испытание, экспертизу, исследование для проверки соответствия требованиям к безопасности и (или) качеству);

- **выборочный контроль** (отбор образцов продукции (товаров) по месту их хранения и (или) реализации с целью подтверждения их соответствия обязательным требованиям к безопасности и (или) качеству);

- **инспекционный визит** (визит должностного лица контролирующего органа по месту нахождения (осуществления деятельности) контролируемого лица, в ходе которого осуществляется осмотр, опрос, получение объяснений, инструментальное обследование и истребование документов).

В первой половине 2021 года мероприятия по профилактике нарушений обязательных требований, требований, установленных муниципальными правовыми актами, проводятся в соответствии с программами профилактики нарушений соответствующих требований на 2021 г. В период с 1 июля по 31 декабря 2021 г., т.е. в течение полугода с момента вступления в силу Закона, профилактические мероприятия, предусмотренные комментируемым Законом, будут проводиться без утверждения программы профилактики причинения вреда (ущерба) охраняемым законом ценностям.

Литература

1. Федеральный закон от 31.07.2020 N 248-ФЗ "О государственном контроле (надзоре) и муниципальном контроле в Российской Федерации" "Собрание законодательства РФ", 03.08.2020, N 31 (часть I), ст. 5007;

2. Федеральный закон от 26.12.2008 N 294-ФЗ (ред. от 08.12.2020) "О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля" (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2021) "Собрание законодательства РФ", 29.12.2008, N 52 (ч. 1), ст. 6249;

3. Борисов А.Н., Игнатов С.Л. Комментарий к Федеральному закону от 31 июля 2020 г. N 248-ФЗ "О государственном контроле (надзоре) и муниципальном контроле в Российской Федерации" (постатейный). - "Деловой двор", 2020 г.;

4. Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»;

5. Информация Компании «Форус» от 01.09.2020 г. на портале www.forus.ru;

6. Информационная система 1С: ИТС.

УДК 351.814.2

МЕТОДЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ АВИАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В РАЙОНАХ АКТИВНОГО ВУЛКАНИЗМА

Е.А. Куклев д.т.н., профессор, заведующий кафедрой механики

*А.Б. Байрамов к.т.н., доцент, Г.М. Петухов соискатель канд. наук
СПбГУ ГА (Санкт-Петербург, Россия)*

Анализ статистических данных по контактам ВС с облаками пепла, проведенная учеными [1, 2], свидетельствует о значительном количестве случаев попадания ВС в облака пепла при выполнении полета в нижнем воздушном пространстве (НВП), чем в верхнем воздушном пространстве (ВВП), так при извержении Эйяфьятлайокудль задокументирован 91 случай контактов ВС с облаком пепла.

Извержение вулкана Эйяфьятлайокудль (Eyjafjallajökull) в Исландии 14 апреля 2010 года и последующее закрытие воздушного пространства (ВП) и аэропортов части Европейских государств, вновь заострила проблему вулканических извержений и их влияния на деятельность мировой АТС.

Действующие вулканы представляют угрозу для функционирования авиатранспортной системы (АТС), так как вулканический пепел (VA) состоит в основном из острых, твердых частиц стекла и каменной пыли, которые являются сильно абразивными и, в значительной степени, состоят из кремнистых материалов, имеют температуру плавления ниже рабочей температуры современных газотурбинных двигателей воздушных судов (ВС) на крейсерской тяге полета.

При попадании ВС в облако VA на некоторое время, а также в зависимости от состояния плотности частиц продуктов извержения могут произойти повреждения техники: закупорка трубок системы воздушного давления, засорение вентиляционной и топливной системы, выход из строя бортового электрооборудования и электроники. Возникает «пескоструйная обработка» передней кромки крыльев, стекол кабины экипажа, обтекателя антенны бортовой радиолокационной станции, поверхности воздухозаборников двигателей и частей фюзеляжа, забой лопаток турбин и налипания (наплавления) на них осколков вулканических пород. Все это может стать причиной отказа двигателя.

Оценка безопасности полетов с вулканическим пеплом, по рекомендациям ИКАО, предполагает в себе традиционный подход в управлении рисками, основанный на выявлении фактических и потенциальных факторов опасности для проактивной последующей оценки

возможностей и компенсации последствий путем изменения уровня рисков (ущербов) от конкретных факторов опасности. В авиационных предприятиях такой подход отражается в рамках реализации второго компонента системы управления безопасностью полетов (SMS), требования к которому установлены в [3].

Ввиду того, что влияние на деятельность гражданской авиации взрывных извержений вулканов с выбросом VA зависит от мощности извержения и высоты столба вулканического пепла, необходимо оценить возможный ущерб по индексу вулканической эксклюзивности (VEI). При этом предлагается учитывать предоставленную метеорологическую информацию пользователям ВП, экипажам ВС и органам ОВД в соответствии с требованиями ИКАО, ВМО и Российской Федерации [3-6]. В качестве управления безопасностью принять за основу метод ранжирования рисков в зависимости от правил управления полётом в ВП различных типов ВС с учётом следующих показателей:

1) Низкий уровень полета для ВС - категории «А», «В» (3, 4 класса), выполняющие полеты по ПВП, ППП в ВП, в слое: от земли (AGL) с учетом среднего уровня моря (AMSL) – FL100 (3050 м)/FL150 (4550 м) в горной местности.

2) Средний уровень полета для ВС - категории «В», «С» (2, 3, 4 класса), выполняющие полеты по ПВП, ППП в ВП, в слое: FL100 (3050 м)/FL150 - FL250 (7600 м)/FL265 (8100 м).

3) Высокий уровень полета для ВС - категории «С» «D» (1, 2 класса), выполняющие полеты по ППП в ВП, в слое: FL250 (7600 м)/FL265 (8100 м) – FL550 (16750 м)/FL650 (19800 м).

Отсчет высоты (уровня) полета ВС в ВП назначается, согласно ИКАО, в виде:

- для полетов по ППП- от среднего уровня моря (AMSL);
- для полетов по ПВП-от уровня земли (AGL).

Принятая схема ранжирования рисков позволяет выявлять значимость факторов опасности вулканической угрозы на разных уровнях полета в ВП для каждого типа ВС с учетом крейсерских высот полета и полноты метеоинформации для заданных уровней траекторий полета ВС.

При полетах ВС по маршруту, в котором предусмотрен обход вулканов в период их активности, целесообразно ранжировать риски и ранг угроз с учетом радиуса воздействия продуктов извержения от вулкана-источника в первые 4 часа с момента начала извержения вулкана с использованием карт особых явлений погоды. Эти карты стандартизованы в работах ВС [2]:

SWL – низкий уровень полета: AGL/AMSL – FL100 (3050 м)/FL150 (4550 м), уровень угрозы радиус 5 км от вулкана - ранг угрозы III (высокий), радиус 10 км от вулкана - ранг II (средний), радиус 30 км – ранг угрозы I (низкий);

SWM – средний уровень полета: FL100 (3050 м)/FL150 - FL250 (7600 м)/FL265 (8100 м), уровень угрозы радиус 10 км ранг III (высокий), радиус 30

км от вулкана – ранг угрозы II (средний), радиус 100 км – ранг угрозы I (низкий);

SWH – высокий уровень полета: FL250 (7600 м)/FL265 (8100 м) – FL550 (16750 м)/FL650 (19800 м), уровень угрозы радиус 30 км от вулкана - ранг III (высокий), радиус 100 км от вулкана – ранг угрозы II (средний), радиус 200 км от вулкана – ранг угрозы I (низкий).

Вывод: Обеспечение безопасности полетов в зонах активного вулканизма невозможно без выявления угроз и факторов опасности, необходимых для выработки методов повышения безопасности полетов в условиях вулканической деятельности.

Литература

1. Guffanti, Marianne, Casadevall, T.J., and Budding, Karin, 2010, Encounters of aircraft with volcanic ash clouds; A compilation of known incidents, 1953–2009: U.S. Geological Survey Data Series 545, ver. 1.0, 12 p., plus 4 appendixes including the compilation database, available only at <http://pubs.usgs.gov/ds/545>.

2. Flying into Volcanic Ash Clouds: An Evaluation of Hazard Potential, www.sto.nato.int/

3. Приложение 3 к Конвенции о международной гражданской авиации. Метеорологическое обеспечение международной аэронавигации. Часть I. Основные SARPS Часть II. Добавления и дополнения Издание - 19, июль 2016 года. – 218 с.

4. Технический регламент. Сборник основных документов № 2. Том II - Метеорологическое обслуживание международной аэронавигации ВМО-№ 49. Издание 2016. - 217 с.

5. Федеральные авиационные правила «Предоставление метеорологической информации для обеспечения полетов воздушных судов», утвержденные приказом Министерства транспорта Российской Федерации от 03.03.2014 № 60.

6. Kuklev E., Zhilinskiy V., Accident Risk Assessment for Highly Reliable Aviation Systems in Emergency Situations// Transport and Telecommunication, vol.19, no.1, pp. 59-63.

ВОЗДЕЙСТВИЕ ШУМА АВИАЦИОННЫХ ИСТОЧНИКОВ НА ТЕХНОСФЕРУ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОБЪЕКТОВ ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА

О.А. Картышев¹ к.т.н., зав. лабораторией

Н.И. Николайкин² д.т.н., доц., профессор

¹ООО «Центр экологической безопасности ГА» (Москва, Россия)

*²Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

Проблема воздействия шума авиационных источников на население, его оценки и последующего зонирования приаэродромной территории аэропортов для разработки защитных мероприятий актуальна и широко обсуждается [1].

Для каждой категории аэропортового персонала, подвергающегося неблагоприятному воздействию источников авиационного шума (АШ) на территории аэропорта, в определенный период времени значимым будет какой-то один, реже два источника звука.

Обычно это: взлет-посадка и руление воздушного судна (ВС), работа вспомогательной силовой установки (ВСУ), реже – с одновременным опробованием авиадвигателей в самолетной компоновке. Кроме этого значимость источника зависит от времени суток, продолжительности воздействия и спектрального состава шума.

Необходимо отметить, что при проектировании перронов и мест стоянки, практически не учитывается характеристика направленности излучения шума воздушных судов.

Для персонала аэропорта, находящегося в зоне, соседствующей со стоянкой опробования силовой установки (СУ), наиболее значимым будет именно шум при опробовании, так как это наиболее продолжительные наземные операции по длительности воздействия высоких уровней звука. Так, в случае, если командно-диспетчерский пункт (КДП) находится на одинаковом расстоянии от взлетно-посадочной полосы (ВПП) и стоянки опробования, то диспетчеры выделяют значимым событием полное (4 двигателя) опробование СУ самолета типа Ил-76. При этом суммарный уровень звука со стороны ВПП за рабочую смену превышает норму в течение 30-40 минутного времени опробования.

Сравнительный анализ отличительных особенностей, учитываемых при решении экологической и производственной задачи шума, представлен в таблице 1, где черными кружками обозначено более существенное влияние шума.

Если рабочие места персонала аэропорта расположены в помещениях, значимость вклада шума движущегося ВС, который является наиболее раздражающим, зависит, прежде всего, от местоположения здания и сооружения на генеральном плане аэропорта. Так шум при снижении самолета

перед посадкой, отмеченный в данной таблице, как несущественный, может оказаться таковым при смещении зоны служебно-технической территории к торцу ВПП.

Табл. 1. Влияние авиационного шума на различные категории людей

Учитываемые условия	На территории аэропорта		В окрестностях аэропорта
	Множество одновременно излучающих шум источников		Одиночный пролет ВС
	Близость источника шума к земной поверхности		-
	Множество экранирующих поверхностей		-
	Множество отражающих поверхностей		-
Технологический этап, выполняемый ВС	Обслуживающий технический персонал	Работники аэропорта, пассажиры, посетители аэропорта	Население
- запуск двигателей и начало движения самолета на земле	•	•	○
- опробование двигателей на земле	•	•	•
- руление	•	○	○
- разбег	•	•	○
- взлет и набор высоты	○	○	•
- снижение по глиссаде на посадку	○	○	•
- пробег с использованием реверса тяги	•	•	○
- работа вспомогательной силовой установки	•	•	○

Например, в аэропорту Внуково, персонал служб, расположенных в служебных помещениях 1 этажа здания А, фасад которых ориентирован на перрон, отмечает, что шум от работающих ВСУ является наиболее раздражающим, так как он высокочастотный и присутствует на протяжении всей рабочей смены, как и шум и выбросы загрязняющих веществ при работе аэродромной техники на стоянке у стен здания в зимнее время года.

Литература

1. Картышев О.А. Критерии оценки авиационного шума для зонирования приаэродромной территории аэропортов и обоснования защитных мероприятий / О.А. Картышев, Н.И. Николайкин // Научный вестник МГТУ ГА. - 2017. - Т. 20. - № 3. - С. 30-40.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТОПЛИВО-ЗАПРАВОЧНОГО КОМПЛЕКСА АЭРОПОРТА НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

*М.Е. Алешина аспирант МГТУ ГА, Феоктистова О.Г. профессор, д.т.н.
Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

Проблема обеспечения экологической безопасности при эксплуатации объектов нефтепродуктообеспечения является актуальной во всем мире. Увеличение пассажиропотока, обусловило рост парка воздушных судов, что явилось причиной увеличения потребности в авиационном топливе, в следствии чего происходит развитие сети топливо-заправочных комплексов аэропортов (ТЗК) (Рис. 1., Рис. 2.)



Рис. 1. Динамика изменения пассажиропотока



Рис. 2. Динамика изменения объемов потребления авиатоплива

Вопрос изучения экологических последствий, возникающих в процессе деятельности ТЗК, является крайне актуальным, так как последствия потенциальных аварий и инцидентов могут оказать существенное негативное влияние на окружающую среду.

В статье исследуются основные производственные процессы типового ТЗК, выявляются потенциально опасные этапы, которые могут привести к ухудшению экологической обстановки в зоне расположения предприятия.

ТЗК является сложным инженерным сооружением, эксплуатация которого связана с рядом опасностей. Реализация авиационного топлива может привести к авариям с тяжёлыми последствиями и постоянно существующими воздействиями на окружающую среду (ОС).

Обобщенно состав топливно-заправочного комплекса включает следующие объекты:

- подъездные железнодорожные пути и сливная эстакада, обеспечивающие прием прибывших железнодорожных вагоно-цистерн с авиатопливом;
- резервуарный парк, который предназначен для сохранения авиационного топлива;
- гидрантная система, которая включает колодцы и нефтепродуктопроводы;
- предперронный пункт налива;
- специализированный транспорт для заправки воздушных судов топливом, который включает в себя диспенсеры и топливные заправщики;
- средства экологической защиты склада ГСМ (промышленная и ливневая канализация, средства очистки);
- система пожаротушения;
- лаборатория ГСМ, обеспечивающая анализ качества авиатоплива на каждом этапе процесса топливообеспечения, от момента приема жд цистерны до момента выдачи авиатоплива топливозаправщиком в «крыло» воздушного судна.

Топливо-заправочный комплекс оказывает достаточно большой перечень услуг, в числе которых можно выделить следующие:

- обеспечение заправки воздушных судов авиационным топливом;
- обеспечение смазками, авиационными маслами и специальными жидкостями;
- хранение авиационного топлива и других нефтепродуктов;
- обеспечение слива из систем воздушных судов авиационных горюче-смазочных материалов.

На каждом из этапов процесса авиатопливообеспечения возникают потенциально опасные ситуации, которые могут оказать негативное влияние на окружающую среду. Основными отрицательными экологическими аспектами эксплуатации ТЗК являются: загрязнение воздуха, по причине испарения нефтепродуктов; загрязнение почв и воды, привносимое за счет

пролива топлива, и его смыв с атмосферными осадками, а также стоков, образующихся после мойки оборудования и территории ТЗК. Негативное влияние человеческого фактора при эксплуатации ТЗК также приводит к риску возникновения экологических последствий и катастроф.

В целях повышения экологической безопасности, помимо стандартных процедур по модернизации действующих объектов ТЗК, предлагается в совокупности рассмотреть несколько инновационных подходов:

1. Риск менеджмент:

- Классификация экологических рисков, ключевых индикаторов риска и их количественная интегральная оценка.
- Разработка комплекса экологических мероприятий, направленных на снижение величины последствий, в случае наступления рискованного события.
- Регулярный мониторинг ключевых индикаторов риска с целью принятия оперативных мер по недопущению наступления рискованного события.

2. Соответствие международным стандартам.

- Разработка и внедрение в ТЗК Системы менеджмента качества по стандартам Международной организации по стандартизации (ISO).

3. Цифровизация бизнес-процессов.

- Совместно с профильными министерствами, производителями и поставщиками авиатоплива, ТЗК, авиакомпаниями разработать концепт цифровой системы авиатопливообеспечения, в том числе с использованием технологии блок-чейн.

Литература

1. Андриец А.Ф., Сыроедов Н.Е., Рожков А.Ф. Технологическое оборудование зарубежных средств заправки летательных аппаратов топливом. Обзор по общему состоянию, классификации, основным требованиям и тенденциям совершенствования. Безопасность эксплуатации топливозаправщиков аэродромных. - М.: 25 ГосНИИ МО РФ, 1991. - 124с.

2. Международная практика. Руководство по снабжению гражданской авиации реактивным топливом Издание первое, 2012 г. (Международная организация гражданской авиацией ICAO).

3. Закон Российской Федерации от 20 июня 1997 года "О промышленной безопасности опасных производственных объектов (с изменениями на 8.12.2020 г.)

МОДЕЛЬНЫЕ НЕЙРОДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АВИАДИСПЕТЧЕРА

А.К. Дроздовский к.пс.н.

Центр спортивной подготовки сборных команд России (Москва, Россия)

Известно, что ежегодный процент авиационных происшествий, связанных с проявлением человеческого фактора в летной и технической эксплуатации воздушных судов, остается высоким и не показывает тенденции на снижение [1]. Одним из существенных факторов обеспечения безопасности на воздушном транспорте является решение проблемы профессионального отбора. Обзор литературы по данной проблеме показывает, что ее зачастую пытаются решать с ориентацией только на методы наблюдения, беседами, интервьюированием, тестами-опросниками. Но при этом отсутствуют какие-либо данные о методах инструментального измерения и учета нейродинамических характеристик человека при отборе в ту или иную профессии. Под нейродинамическими характеристиками нами понимается состав индивидуального типологического комплекса свойств нервной системы (сокращ. – СНС): силы нервной системы (по возбуждению), подвижность процессов возбуждения и торможения, а также уравновешенность нервных процессов, где различают «внешний» и «внутренний» балансы. Первый из балансов характеризует эмоционально-мотивационные аспекты реагирования на ситуации, второй – отражает потребность в двигательной активности, тонус, энергетику. Подробное описание двигательных экспресс-методик, разработанных Е.П. Ильиным для измерения СНС, физиологический смысл свойств, а также экспериментальные данные, содержащие большой перечень психологических феноменов, выраженность которых в значительной степени обуславливается комплексами СНС, представлены в работах автора двигательных методик [2, 3]. Однако, эти разработки не нашли должного применения в практике профессионального отбора и психофизиологического сопровождения персонала в сложных профессиях, к которым, несомненно, относится и работа авиадиспетчера. Например, измерение СНС двигательными методиками Ильина не вошло в состав тестов для профессионального отбора, в соответствии с документом: *"Руководство по психологическому обеспечению отбора, подготовки и профессиональной деятельности летного и диспетчерского состава гражданской авиации"*, который до сих пор продолжает действовать в соответствии с Распоряжением от 31 октября 2000 г. № 57-р Министерства транспорта РФ и является основным документом для специалистов, осуществляющих выявление профессионально-важных качеств (ПВК) в указанных сферах деятельности. Следует отметить, что двигательные методики Е.П. Ильина имеют ряд преимуществ перед другими методами определения СНС: 1) на одном инструментарии определяются все требуемые характеристики, тогда как другие

методы позволяют определять только какое-либо одно из свойств; 2) относительно просты в использовании, не требуют большого времени для обследования, не более 10-15 минут на испытуемого; 3) не требуют от обследуемых специальных знаний, умений, опыта, что предполагает широкий возрастной диапазон испытуемых; 4) высокая надежность, повторяемость результатов обследования подтверждена многолетней практикой использования двигательных методик. Важно и то, что эти методики сегодня уже реализуются на основе современных цифровых технологий с использованием компьютеров и мобильных устройств. Анализ современной научной литературы показывает, что измерение СНС человека, с последующей возможностью прогнозировать его природные психологические способности и особенности, как основы для развития ПВК, еще не стали необходимой частью испытаний, направленных на выявление кандидатов для специализации в сложных профессиях. Под понятием «модельные нейродинамические характеристики» специалиста нами понимается экспериментально выявленные составы типологических комплексов СНС, заметно доминирующих, по числу встречаемости, среди представителей той или иной профессии. Известны научные данные, которые подтверждают, что при большом числе возможных вариантов сочетаний измеряемых СНС в типологических комплексах (ТК), число последних резко сокращается среди представителей спорта высших достижений и среди профессионалов высокого уровня мастерства [4]. Исследование нейродинамических характеристик у авиадиспетчеров, проведенное нами в рамках пилотного проекта: *«Аппаратные и программные методы оценки и коррекции психофизиологического состояния диспетчеров УВД»*, реализованного по заказу ФГУП «Госкорпорация по ОрВД», подтвердило отмеченную выше тенденцию. Отметим, что для реализации проекта предполагалось решение широкого круга задач, в частности: 1) определение нейродинамических характеристик специалистов в рассматриваемой сфере профессиональной деятельности; 2) выявление доминирующих, по числу встречаемости, типологических комплексов СНС в данной профессии; 3) на основе типологических комплексов (ТК) осуществить прогноз природных психологических и поведенческих особенностей; 4) установить психологические типы личности специалистов и сформировать их социально-психологические «портреты» (типы личности – по К.Г. Юнгу, И.Б. Майерс, Д. Кейрси) [4]; 5) разработать критерии профессионального отбора, а также рекомендации по оптимизации процесса обучения кандидатов для работы в рассматриваемой сфере деятельности с учетом прогнозируемых индивидуальных и личностных характеристик. Кроме того, при реализации проекта отрывалась возможность, на основе индивидуальных ТК СНС специалистов, рассматривать вопрос о психофизиологической и психологической их совместимости [5], а также осуществлять мониторинг психофизиологических состояний [6]. В рассматриваемом пилотном исследовании, двигательными методиками Ильина, с использованием программно-аппаратного комплекса,

было проведено измерение СНС у диспетчеров УВД Санкт-Петербургского центра ОВД филиала «Аэронавигация Северо-Запада» (всего – 21 чел.), имеющих многолетний стаж работы. Были констатировано, что среди авиадиспетчеров доминируют, по числу встречаемости, следующие по составу типологические комплексы СНС: сильная и средняя по силе нервная система, высокая и средняя подвижность процессов возбуждения и торможение, преобладает возбуждение по «внешнему» балансу, преобладает возбуждение или торможение по «внутреннему» балансу. Таким образом, наблюдалась тенденция к доминированию нескольких типологических комплексов, из возможно большого их числа (теоретически, возможны 243 варианта сочетаний, если исходить из того, что всего измеряется пять свойств, где каждое может иметь три степени выраженности – высокую, среднюю или низкую). Как представляется, именно доминирующие, по частоте встречаемости, комплексы СНС, могут быть приняты за «модельные нейродинамические характеристики авиадиспетчера». Выявленные нами типологические комплексы потребует дополнительной верификации на основе дальнейших исследований. Аналогичное исследование было нами осуществлено среди курсантов 4-го курса Санкт-Петербургского университета гражданской авиации, будущих специалистов по организации воздушного движения (ОрВД). По результатам исследования можно было заметить, что в общей выборке (всего – 32 чел.) только 13 курсантов имели типологические комплексы СНС, совпадающие, в определенной степени, с выявленными «модельными нейродинамическими характеристиками авиадиспетчера». Можно предположить, что применяемые сегодня методы отбора, в соответствии с требованиями известного Руководства, позволяют выявлять способных пройти полный курс обучения, но не позволяют прогнозировать соответствие курсантов избранной профессии. Вопросы такого прогнозирования рассмотрены в одной из наших публикаций [7].

Литература

1. Лысаков Н.Д., Лысакова Н.Е. Человеческий фактор как причина авиационных происшествий // Материалы II Международной научно-практической конференции, 27-29 июня, 2019. Издательство РАО. С.113-114.
2. Ильин Е. П. Дифференциальная психофизиология. – СПб.: Питер, 2001. 464 с.
3. Ильин Е.П. Дифференциальная психология профессиональной деятельности. – СПб.: Питер, 2008. 432 с.
4. Дроздовский А.К. Современные возможности и перспективы дифференциальной психофизиологии профессиональной деятельности // Институт психологии Российской академии наук. *Организационная психология и психология труда*. 2018. Т.3. №3. С.132-175.
5. Дроздовский А. К. Способ определения психофизиологической и психологической совместимости на основе измерения свойств нервной системы // Институт психологии Российской академии наук. *Организационная психология и психология труда*. 2019. Т. 4. 3. С. 170-200.

6. Дроздовский А. К. Исследование психофизиологических состояний на основе измерения свойств нервной системы // Институт психологии Российской академии наук. *Организационная психология и психология труда*. 2020. Т. 5. № 1. С. 81-106.

7. Дроздовский А.К. Способ оценки природной предрасположенности индивидов к определенным специализациям в спорте и профессиях // Институт психологии Российской академии наук. *Организационная психология и психология труда*. 2021. Т. 6. № 1. С. 140 - 161.

УДК 351.814.2

АНАЛИЗ ПРОБЛЕМЫ ВЫКАТЫВАНИЯ ВС ЗА ПРЕДЕЛЫ ВПП

М.А. Киселёв д.т.н., профессор, заведующий кафедрой,

И.А. Носатенко аспирант

*Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

Несмотря на активную разработку и реализацию мероприятий, направленных на предотвращение выкатывания воздушного судна (ВС) за пределы взлетно-посадочной полосы (ВПП), исключить или значительно сократить инциденты и происшествия, связанные с выкатыванием ВС за пределы ВПП до сих пор не удается. По данным международной ассоциации воздушного транспорта (International Air Transport Association-IATA) 25% авиационных событий за период 2015-2019 г. связаны с выкатыванием ВС за пределы ВПП, что является самым высоким показателем относительно других видов авиационных событий [1], при этом количество указанных событий только возрастает.

В докладе анализируются причины, обуславливающие выкатывание ВС за пределы ВПП, выделяются факторы, способствующие повышению вероятности выкатывания ВС за пределы ВПП, в том числе связанные с использованием реверса тяги [2]. Приводятся примеры последних серьезных авиационных событий, связанных с выкатыванием ВС за пределы ВПП. Значительное внимание в докладе уделено мероприятиям, направленным на снижение риска выкатывания ВС за пределы ВПП, в том числе и за счет пассивной системы управляемого торможения ВС за пределами ВПП [3].

Литература

1. IATA SAFETY REPORT 2019. International Air Transport Association. Montreal—Geneva. 2020.
2. Flight safety foundation. FSF Alar Tool Kit, 2010.
3. Ketabdari M., Toraldo E., Evaluating the interaction between engineered materials and aircraft tyres as arresting systems in landing overrun events. Case Studies in Construction Materials 13. 2020.

КОНЦЕПЦИИ МОДЕЛИРОВАНИЯ АТМОСФЕРНОЙ ДИСПЕРСИИ ОТ АЭРОПОРТОВЫХ ИСТОЧНИКОВ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА

В.Ю. Леонов¹ магистр физики, инженер

Н.И. Николайкин² д.т.н., доц., профессор

¹ООО «Центр экологической безопасности ГА» (Москва, Россия)

*²Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

Источники выбросов, связанные с аэропортами, выделяют загрязняющие вещества (ЗВ), которые могут способствовать ухудшению качества воздуха в близлежащих населенных пунктах [1]. В аэропорту выбросы происходят в различных местах и в различные периоды времени в зависимости от назначения и эксплуатационных характеристик источника. Стационарные источники могут быть представлены транспортными средствами и оборудованием, используемым при обслуживании воздушных судов (ВС), котельными, инсинераторами, стоянками аэропортового транспорта на аэропортовой территории и на парковках за её границами, тогда как ВС, тягачи, аэродромные машины, автомобили при движении на аэропортовой территории и на дорогах при подъезде к нему рассматриваются как передвижные источники выброса ЗВ. Все эти источники используются при оценке полного жизненного цикла деятельности авиапредприятий гражданской авиации [2].

Пространственное распределение ЗВ для стационарных источников достаточно подробно описано и не представляет сложности для проектировщиков с использованием известных программ расчета на ЭВМ, тогда как оценка прогнозируемой концентрации ЗВ при эксплуатации ВС представляет значительный исследовательский интерес.

Известно, что авиационная эмиссия более мобильна, происходит в разных местах на территории аэропорта, в разное время суток и характеризуется различной интенсивностью на локальные концентрации территории летного поля. Эмиссия от двигателей ВС, образующаяся во время взлета и посадки, выявляется и за пределами землеотвода аэропорта до местной высоты смешения, которая при эталонном взлетно-посадочном цикле (ВПЦ) принимается равной 915 метров или 3000 футов над уровнем земли [1].

Атмосферные движения воздуха (воздушных масс) определяют общее направление, в котором распространяются выбросы, тем самым создавая «шлейф» распространения ЗВ. Направление шлейфа определяется крупномасштабным движением воздуха, таким как средний ветровой поток, в то время как перемешивание больше связано с мелкомасштабными вихрями в потоке, называемыми турбулентностью, что влияет на атмосферную дисперсию и приводит к трехмерному (например, «3-D») распределению,

обычно зависящему от времени распределению концентрации выбрасываемого следового вещества (загрязнителя).

В реализуемых сегодня моделях используются разные типы методологий моделирования дисперсии. Гауссова формулировка лагранжевого подхода с подвижной осью координат, которая движется со средней скоростью ветра, используется чаще, чем любой другой подход. Этот подход подразумевает, что целостность участка поддерживается в разумных пределах в течение всего времени моделирования модели и предполагает, что горизонтальный сдвиг ветра, горизонтальная турбулентная диффузия и вертикальный адвективный перенос незначительны.

Принятый в модели Эйлера подход (с неподвижной системой координат) использует приближенное решение определяющих уравнений сохранения массы с использованием упрощающих допущений, которые связывают турбулентные потоки с градиентами концентрации путем включения члена, учитывающего процессы вихревой диффузии. Такой подход используется для широко или равномерно распределенных загрязнителей, где отдельные крупные шлейфы, как, например, струя двигателя ВС, не являются доминирующими.

Модели Гаусса были проверены на широком диапазоне экспериментальных данных и могут моделировать атмосферную дисперсию при крайне низких вычислительных затратах. Они адаптированы для точечных, линейных и площадных источников и не могут применяться в условиях слабого ветра, а также при сложной топографии. Тем не менее, при верном подборе эмпирических параметров, они могут учитывать большое количество атмосферных явлений, таких как диффузия, эффект подъема шлейфа, влажное и сухое осаждение ЗВ и т.д. Несмотря на это, описанные выше ограничения не позволяют использовать модель Гаусса и ее модификации в случае с расчетом ЗВ от ВС для аэродрома и близлежащей территории. Однако гауссовы модели применяются из-за простоты использования и минимальных требуемых вычислительных мощностей.

Модель дисперсии Лагранжа имеет более широкий диапазон применимости, чем модель Гаусса. В отличие от гауссовых моделей, которые основаны на аналитическом решении классического дисперсионного уравнения, и моделей Эйлера, которые решают это уравнение численно, модели лагранжевых частиц моделируют сам процесс переноса. Хотя результаты лагранжевой модели более приемлемы, чем гауссовы модели, в случае с распространением ЗВ от ВС они уступают моделям вычислительной гидродинамики (CFD), основанных на численном решении уравнения Навье – Стокса.

Литература

1. Doc 9889, Руководство по качеству воздуха в аэропортах. ИКАО, 2011, URL: https://www.icao.int/publications/Documents/9889_cons_en.pdf. С. 1 – 210.
2. Николайкин Н.И. Экологическая оценка полного жизненного цикла деятельности эксплуатационных авиапредприятий гражданской авиации. // Научный вестник МГТУ ГА. – 2006. – № 108. – С. 73-79.

РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПОВЫШЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ В АЭРОПОРТУ

Ш.Ф. Ганиев доцент, к.т.н.,

М. А. Николаева студентка 4 курса МГТУ ГА группы БТП 4-3

*Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

Аутентификация по геометрии лица является одним из «трёх больших биометрик» наряду с распознаванием по радужной оболочке и сканированию отпечатков пальцев.

Данный метод аутентификации подразделяется на двухмерное и трехмерное распознавание. Двухмерное (2D) распознавание лица используется уже очень давно, в основном, в криминалистике. Но, с каждым годом данный метод совершенствуется, повышая, этим самым, уровень своей надежности. Однако, до совершенства двумерному методу распознавания лица еще далеко – вероятность ложных срабатываний при данной аутентификации варьируется от 0,1 до 1 %. Еще выше частота ошибок непризнания.

Куда больше надежд возлагают на новейший метод – трехмерное (3D) распознавание лиц. Оценки надежности данного метода пока не выведены, так как он является относительно молодым. Разработкой систем трехмерного распознавания лиц занимаются около десяти ведущих мировых ИТ-компаний, в том числе и из России. Большинство таких разработчиков предоставляют на рынок сканеры вместе с программным обеспечением. И только некоторые работают над созданием и выпуском сканеров.

При трёхмерном распознавании лиц используется множество сложных алгоритмов, эффективность которых зависит от условий их применения. Процедура сканирования составляет около 20-30 секунд. В этот момент лицо может быть повернуто относительно камеры, что принуждает систему компенсировать движения и формировать проекции лица с четким выделением черт лица, таких как контуры бровей, глаз, носа, губ и др. Затем система определяет расстояние между ними. В основном, шаблон составляется из таких неизменных характеристик, как глубина глазных впадин, форма черепа, надбровных дуг, высота и ширина скул и прочих ярко выраженных особенностей, благодаря которым впоследствии система сможет распознать лицо даже при наличии бороды, очков, шрамов, головного убора, медицинских масок и прочего. Всего для построения шаблона используется от 12 до 40 особенностей лица и головы пользователя.

Используя возможность распознавания лиц и имея доступ к базам данных ФСБ, можно существенно увеличить уровень безопасности в аэропорту и прилегающим к нему территориям. Видеокамеры со встроенной программой распознавания лиц сканируют каждого человека и сравнивают его

биометрические параметры с людьми, которые по тем или иным причинам имеются в базе данных как лица, способные нарушать правила безопасности в общественных местах, или даже способных совершить акт незаконного вмешательства, а так же сообщить сотрудникам САБ и полиции о приближении к зданию аэровокзала преступников-рецидивистов, которые уже были привлечены к ответственности, в особенности за АНВ, или находящихся в розыске людей.

Так же, можно использовать функцию распознавания лиц на стойках регистрации пассажиров и перед посадкой в самолет. Пассажир, биометрические данные которого не были зафиксированы в базе, проходит процедуру регистрации. С помощью камеры фиксируются особенности черт лица и записываются паспортные данные. А пассажир, которого распознала система, гораздо быстрее проходит регистрацию. У сотрудника стойки регистрации на мониторе компьютера высвечиваются данные пассажира, рейс, на который куплен билет, ему остается только проверить совпадает ли информация на экране с внешностью пассажира и выдать ему посадочный талон. Эта процедура будет занимать меньше времени, чем ручная проверка документов. Благодаря этому сотрудник стойки регистрации поймет, если перед ним стоит человек, которого биометрическая система посчитала подозрительным, и сможет вызвать сотрудников САБ и полицию. А перед посадкой в самолет камера отсканирует лицо человека и на экране проверяющего сотрудника будет высвечиваться информация о пассажире и есть ли у него регистрация на данный рейс.

Данная процедура не только повышает безопасность посредством распознавания подозрительных личностей, но и уменьшает количество и объем очередей, которые привлекают террористов большим скоплением людей.

Так же, есть возможность оснастить уже имеющиеся видеокамеры в общественном транспорте, проезжающим рядом с аэропортом, и камеры наружного наблюдения, установленные на зданиях близ аэропорта, системой распознавания лиц и интегрировать полученные сведения в общую базу данных. Это позволит выявить подозрительного человека еще на подходе к зданию аэровокзала. Благодаря этому у сотрудников правоохранительных органов будет больше времени на реагирование и, если потребуется, обезвреживание преступника. Благодаря этому подозрительные личности, опасные преступники, преступники-рецидивисты будут остановлены до того, как покинут город или страну на воздушном транспорте, совершат АНВ или попытаются перевести запрещенные предметы или вещества. И, например, если человек во время задержания по пути к аэропорту решит привести в действие взрывное устройство, то ущерб будет значительно меньше, чем в здании аэровокзала, так как он будет находиться на относительно открытой местности и другие люди не будут стоять слишком близко к очагу взрыва.

ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ ФАКТОР В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ПОЛЕТОВ ПРИ СОВРЕМЕННОМ УРОВНЕ РАЗВИТИЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

В.М. Геворгян¹ аспирант

Н.И. Николайкин² д.т.н., доц., профессор

¹ФГБОУ ВО УИ ГА имени Б.П. Бугаева (Ульяновск, Россия)

*²Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

Гражданская авиация переходит на новый этап поддержания безопасности полётов. По сути, он заключается в предупреждении происшествий. Это достигается путём сбора данных о любых отклонениях, анализа и разработки рекомендаций по их устранению. Ключевое слово «отклонение», а не «происшествие». Проактивный подход, направленный на предупреждение отклонений и недопущение авиационных происшествий как таковых, рассчитан на решение проблемы поддержания безопасности полётов.

Другими словами, в определённый момент времени развитие концепции обеспечения безопасности полетов (далее – БП) отказалось от аккумуляции и анализа данных, которые зачастую были неоднородными и неструктурированными, и перешло к созданию общей теории безопасности полётов. Задача перед этой теорией стоит следующая:

– разработать методику, которая позволяет собрать необходимые данные о факторах присущих эксплуатации воздушного судна, накопленных за время его лётной работы;

– дать объективную оценку влияния этих самых факторов на уровень безопасности полётов.

Применение данной теории на практике и проактивное решение проблем безопасности полётов влечет за собой системный подход организации деятельности с соответствующим целеполаганием и последующим рассмотрением той или иной проблемы в качестве комплексной задачи или, другими словами, системы. В качестве переменных, определяющих степени свода в процессе выработки решений в данной системе выступают человек, воздушное судно и среда [1]. Их тесное взаимодействие подвергается тщательному анализу. Для обеспечения данного анализа был создан слаженный механизм, который получил название «Система управления безопасностью полетов» (далее – СУБП).

Сложность проблемы обеспечения безопасности при выполнении полетов обусловлена большим количеством составляющих элементов от проектирования воздушного судна до проведения его лётной эксплуатации, включая многочисленные виды технического обслуживания и ремонта авиатехники, в выполнении которых участвует огромное количество людей разных профессий, обладающих различной квалификацией, имеющих

индивидуальные возраст, знания, опыт, здоровье и т. п. Всё это объединяют общим термином «человеческий фактор», объясняя им многие проблемы наших дней [2].

СУБП является механизмом, с помощью которого управляется системный и проактивный подход в БП. Данный механизм позволяет авиакомпаниям:

- спрогнозировать заранее проблему в области БП и провести устранение причин, до возникновения инцидентов;
- уменьшить финансовые потери с помощью проактивных методов управления рисками.

Создание и внедрение СУБП требует выдерживание всех положений при формировании любой системы управления и, прежде всего:

- выявление достигаемых целей с помощью СУБП;
- выявление объекта для управления;
- создание и внедрения закона управления и регулятора;
- создание обратных связей от регулятора к объекту управления;
- выявление параметров входа и выхода СУБП.

Главной целью, при которой СУБП будет функционировать, является сохранение уровня БП по всем критериям и повышения уровня БП [3].

В процессе завершения всех методов, при которых происходит уменьшение рисков возникновения опасности до приемлемого уровня, необходимо провести обязательный мониторинг риска в эксплуатации. Это необходимо для того, чтобы убедиться в том, что используемые методы достаточны и нет необходимости разработки новых методов.

Таким образом, подходы к построению и внедрению СУБП при современном уровне развития систем управления должны отвечать следующим трем основным требованиям:

- возможность адекватного характера и масштаба воздействия на безопасность полетов факторов управления требованиями;
- интегрированные в систему качества системы управления безопасностью полетов;
- обеспечение необходимого взаимодействия в рамках жизненного цикла ВС на уровне систем менеджмента качества.

Необходимо всемерно снижать воздействие человеческого фактора на безопасность полётов в гражданской авиации.

Литература

1. Руководство по управлению безопасностью полетов (РУБП). DOC 9859. – Монреаль: ИКАО, 2009.

2. Николайкин Н. И. О необходимости и возможности снижения воздействия человеческого фактора на безопасность полётов / Н. И. Николайкин, В. В. Цетлин, С. А. Савчуков, З. В. Пожелуева, Е. Ю. Старков // *Crede Experto: транспорт, общество, образование, язык*. 2017. № 2. С. 201-218.

3. Зубков Б. В. Авиационная безопасность / Б. В. Зубков, С. Е. Прозоров, С. И. Краснов, В. М. Ильин / под ред. С. Е. Прозорова. Ульяновск: УВАУ ГА(И), 2014. 411 с.

УДК 351.814.2

ПРИМЕНЕНИЕ РЕГРЕССИОННОЙ МОДЕЛИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ДЛЯ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ УПРАВЛЕНИИ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ПОЛЕТОВ

*С.А. Толстых младший научный сотрудник, аспирант,
В.Д. Шаров д.т.н., проф. кафедры БПиЖД
Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

Управление безопасностью полетов достигается с помощью управленческих решений (УР). Руководство оценивает все существующие риски на предприятии, и, если они оказываются неприемлемыми - принимаются меры по их снижению.

Такие меры, как правило, связаны с материальным обеспечением безопасности полетов (БП). Логично, что для реализации каких-либо мер по снижению рисков для БП необходимы финансовые средства, в которых предприятия зачастую ограничены, поскольку средства необходимы и на развитие производства. В [1] ИКАО подробно рассматривает данную проблематику, называя ее «управленческой дилеммой» или дилеммой двух Р «Production – Protection».

Математические методы оценки эффективности УР, приведенные в статье [2], позволяют при заданном бюджете на обеспечение БП найти наилучший набор УР по критерию повышения показателя уровня БП.

Однако, как показывает практика, лицо, принимающее решение (ЛПР), при планировании мероприятий обязательно учитывает и опыт событий, имевших место в авиапредприятии и принесших ему конкретные убытки. Чем больший ущерб принесло какое-то прошлое событие, тем больше средств обычно предусматривается на предотвращение его повторения. Это желание ЛПР более весомо учитывать ущербы от событий может рассматриваться как еще один критерий (финансовый показатель) при принятии УР, который в [2] не анализируется.

Задача более объективной и понятной для практического применения оценки эффективности УР с учетом и этого критерия может быть решена с использованием регрессионного моделирования – одного из методов статистического анализа и прогнозирования. Многообразие его применения представлено в обобщающей статье [3]. Основная идея регрессионного анализа заключается в составлении уравнения регрессии. Такое уравнение

отражает зависимость одной переменной (зависимой) от нескольких других переменных (независимых).

Таким образом, представляется возможным составить две модели (т.к. имеются два критерия) множественной линейной регрессии зависимости показателей БП и финансового показателя от факторов опасности, влияющих на их значения. Степень влияния факторов опасности должна быть оценена численно опытными экспертами с производства. Модель строится на основе данных за 2-3 прошлых года. Адекватность моделей может быть оценена по общепринятым методам оценки регрессионных моделей, как описано в [4].

Полученные модели позволяют выполнять прогноз значений показателя БП и финансового показателя на будущее, задавая новые (скорректированные) значения влияния факторов опасности после внедрения УР. На основе полученных прогнозных значений, зная стоимость УР, можно выполнить ранжирование УР по степени оптимальности по двум критериям. Такое ранжирование возможно с использованием метода человеко-машинных процедур теории принятия двухкритериальных решений [5-7].

Принципы проведения подобных расчетов приведены в авторской статье [8] для оператора аэродрома, но они могут быть применены для любого поставщика авиационных услуг в рамках его системы управления БП. Показано, что метод может быть реализован с использованием программного пакета «STATISTICA».

В результате формируется перечень УР с указанием степени целесообразности внедрения каждого из них. Низкая степень целесообразности означает, что внедрение этого решения повлечет слишком большие финансовые затраты, не оказав равноценно существенного влияния на улучшение БП. Представленный в докладе метод поддержки принятия решения позволяет руководству оценить очередность внедрения УР при временно ограниченном бюджете, либо принять решение об отказе от неэффективных УР.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-38-90215.

Литература

1. Руководство по управлению безопасностью полетов (РУБП). Дос.9859. ИКАО, 4-е изд., 2018. – 218 с.

2. Хрусталева С.А., Орлов А.И., Шаров В.Д. Математические методы оценки эффективности управленческих решений // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2013. Т. 79, № 11. С. 67-72.

3. Орлов А.И. Многообразие моделей регрессионного анализа (обобщающая статья) // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2018. Т. 84. № 5. С. 63-73.

4. Домбровский В.В. Эконометрика. [Электронный ресурс]. Томский государственный университет, г. Томск – 2016. Режим доступа: <http://sun.tsu.ru/mminfo/2016/Dombrovski/start.htm> (дата обращения: 01.03.2021).

5. Орлов А.И. Теория принятия решений. –М.: Экзамен, 2006. – 576.
6. Ларичев, О.И. Теория и методы принятия решений, а также Хроника событий в Волшебных странах: учебник / О.И. Ларичев. - М.: Университетская книга. Логос, 2008. – 392 с.
7. Ларичев О.И. Свойства методов принятия решений в многокритериальных задачах индивидуального выбора // *АиТ*. 2002. Т. 63, № 2. С. 146-158.
8. Tolstykh S.A. Method of optimization of decision-making during management of safety of flights in the activities of operators of aerodromes. *Civil Aviation High Technologies*. 2020; 23(5):54-66.

УДК 351.814.2

ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛЕТОВ ВЕРТОЛЕТОВ ПРИ ПОТЕРЕ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ОРИЕНТИРОВКИ

Е.И. Трусова¹ ведущий специалист, А.Л. Рыбалкина² к.т.н., доц., доцент кафедры БПиЖД, А.С. Спиринов³ к.т.н., начальник отдела

¹ПАО «Компания "Сухой" (Москва, Россия)

²Московский государственный технический университет гражданской авиации (Москва, Россия)

³ПАО «НПО «Алмаз» (Москва, Россия)

Авиация находится в большой зависимости от погодных условий, так как вся её деятельность происходит в атмосфере. В полете на воздушное судно (ВС) оказывают влияние температура, давление воздуха, направление и скорость ветра, количество, характер и высота облаков, осадки. В мировой авиационной практике известны случаи авиационных происшествий (АП), связанных с попаданием ВС в сложные метеоусловия и опасные метеоявления. Эта проблема особенно актуальна при эксплуатации вертолетов, а также легких и сверхлегких самолетов, которые в большей степени, чем другие ВС, подвержены воздействию метеоусловий.

Одним из наиболее распространенных и опасных последствий попадания ВС в неблагоприятные метеоусловия является потеря пилотом пространственной ориентировки. Принято считать, что современные достижения в области технологий сократили, и будут далее сокращать вероятность АП, в их числе и тех, которые были вызваны потерей пространственной ориентировки. Однако в 22,5% случаев АП, связанных с человеческим фактором (ЧФ), имела место полная потеря пространственной ориентировки [1], выражавшаяся в растерянности, неадекватных действиях, возникновении сложных пространственных положений с попаданием ВС в глубокую спираль или сваливанием.

Наибольшая вероятность попадания в авиационное происшествие по причине потери пространственной ориентировки и не перехода на полет по

правилам полетов по приборам возникает у вертолетов. В отличие от коммерческих воздушных судов, пилотируемых по приборам, вертолеты и самолеты малой авиации зачастую пилотируются по правилам визуальных полетов. Поэтому именно для таких воздушных судов необходимо разработать меры по снижению числа авиационных происшествий, связанных с потерей пространственной ориентировки.

Предлагаемая система со звуковым сопровождением, на основании данных об ухудшении видимости, поступающих в модуль обработки информации будет подавать сигнал на речевой информатор в кабине ВС для воспроизведения голосовых команд, помогающих пилоту грамотно, быстро и безопасно восстановить правильное пространственное положение ВС относительно земли.

Структурная схема системы представлена на рисунке 1. С помощью приёмника GPS/Глонасс определяются данные о путевой скорости, путевой угол, данные о высоте воздушного судна. При помощи гироскопа определяется крен и тангаж. Оптический модуль определяет попадание воздушного судна в условия ухудшения видимости. Так как при неблагоприятных метеоусловиях происходит резкое снижение видимости и, соответственно, возможность идентификации отдельных объектов становится невозможной, для оценки этого явления предлагается использовать автофокусировку видеокамеры.

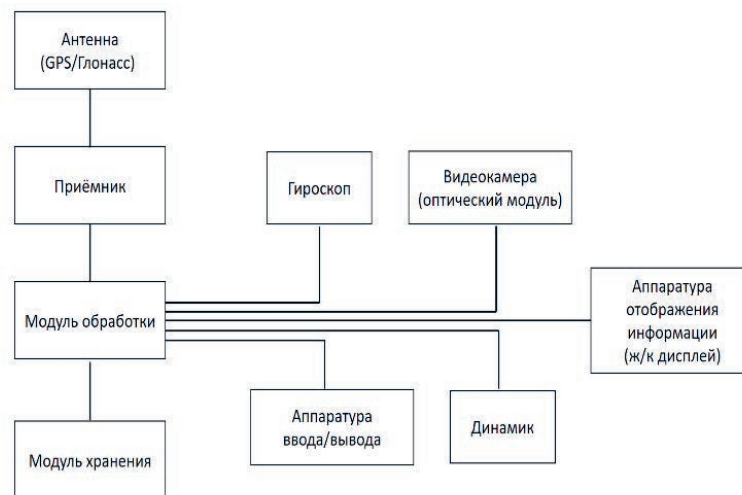


Рис. 1. Структурная схема системы

Данные от оптического модуля поступают в бортовой компьютер, где анализируются и в случае отклонения от нормы выдается сигнал на систему визуальной индикации (световая индикация), далее на звуковую индикацию и на речевой информатор.

Таким образом, если во время осуществления полета оптический модуль подает сигнал о том, что автофокусировка не наводится, а бортовой компьютер начинает фиксировать отклонения от нормальных параметров полета, то на речевой информатор поступают голосовые команды,

помогающие пилоту в условиях отсутствия возможности визуального полета, среагировать на изменяющееся положение воздушного судна, а на жидкокристаллический дисплей на приборной панели перед экипажем выводится 3D-изображение с положением ВС относительно земли.

Чтобы бортовой компьютер распознавал отклонения от нормальных параметров полета необходимо перед вылетом загрузить точки навигации (маршрут полета), информацию об аэродроме посадки, минимально допустимую высоту, а также карты местности, в районе которой будет происходить полет.

В модуле накопления информации будут находиться данные о фактах входа воздушного судна в сложные метеоусловия. В нем будут доступны сведения о дате и времени по GPS, а также снимок с оптического модуля.

Алгоритм работы системы приведен на рисунке 2.

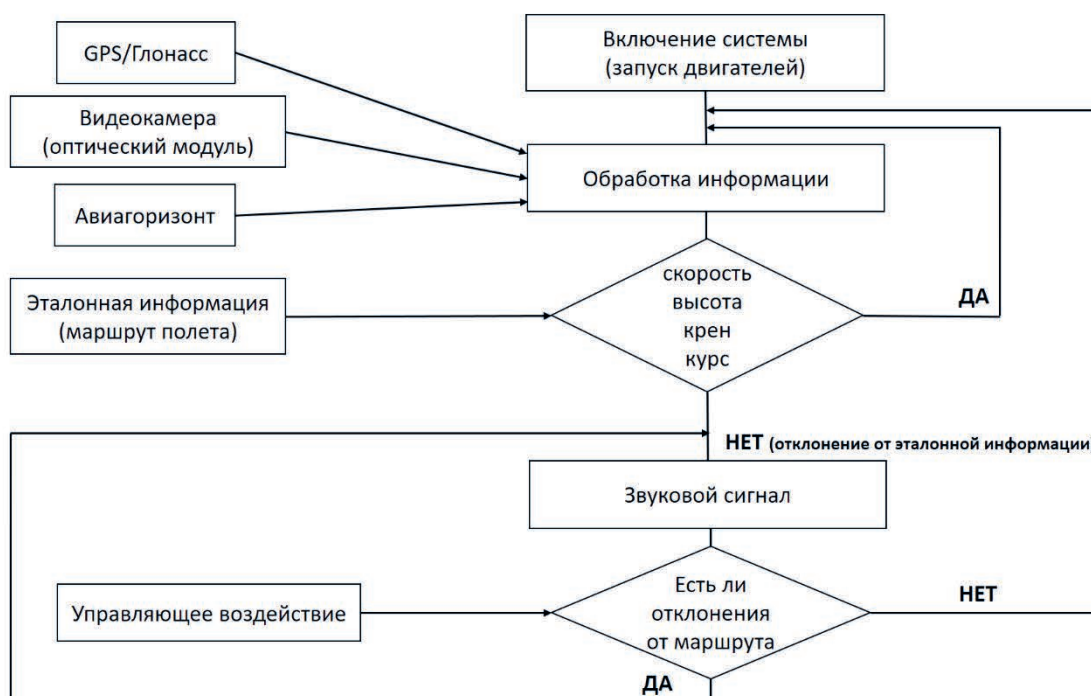


Рис. 2. Алгоритм работы системы

Система будет активироваться перед началом полета, одновременно с запуском двигателей. На протяжении всего полета специальный оптический модуль производит мониторинг и оценку видимости на маршруте при помощи автофокусировки. Если автофокусировка имеет место (камера «видит» отдельные объекты), значит имеем благоприятные погодные условия. Если нет – погодные условия неблагоприятные. Параллельно в бортовом компьютере происходит сравнение эталонной информации о скорости, высоте, крене и курсе с возникающими отклонениями. Чтобы бортовой компьютер распознавал отклонения от нормальных параметров полета необходимо перед вылетом загрузить точки навигации (маршрут полета), информацию об аэродроме посадки, минимально допустимую высоту, а также

карты местности, в районе которой будет происходить полет ВС. Если отклонений не зафиксировано – полет продолжается в штатном режиме. В случае, если данная система обнаруживает снижение видимости ниже допустимой для полетов по правилам визуальных полетов (ПВП), а также отклонение параметров полета, то происходит срабатывание звукового сигнала, с речевого информатора поступают необходимые голосовые команды, а на ж/к дисплей в кабине пилотов отображается пространственное положение ВС относительно земли. Данные мероприятия помогут безопасно завершить полет или уйти на запасной аэродром, а также подобрать площадку с воздуха.

Литература

1. Лапа В.В., Пономаренко В.А., Чунтул А.В. Психофизиология безопасности полетов. – М.: МОО «Ассоциация журналистов, пишущих на правоохранительную тематику»; 2013, 396с.

УДК 351.814.2

РАЗРАБОТКА ИНТЕГРИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ В ОРГАНИЗАЦИИ ПО ТО ВС

Н.В. Асеев

*Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

Современные авиационные предприятия являются владельцами множества рисков, связанных с осуществлением их деятельности. Постоянное ужесточение требований со стороны безопасности, качества и экологии требуют совершенствования организации производственного процесса. Все эти изменения в требованиях в условиях конкуренции на рынке приводит к необходимости ведения проектов управления изменениями. При подборе данных проектов необходимо подойти комплексно к их реализации.

В настоящее время управление различными рисками ведется в рамках функционирования нескольких систем: прежде всего системы управления безопасностью полётов (СУБП) и системы менеджмента качества (СМК), а также систем обеспечения производственной, авиационной, экологической и информационной безопасности. Все большее внимание уделяется системе организации взаимоотношений с клиентами (Customer Relationship Management – CRM) и системе планирования использования ресурсов предприятия (Enterprise Resource Planning – ERP).

Успешное управление рисками в авиации должно быть направлено на снижение общего риска по всем направлениям деятельности организации, с использованием всех имеющихся систем управления. Поэтому существует потребность в объединении этих систем в единую интегрированную систему управления рисками (IRM).

Оценка рисков выполняется на основе сбора данных об отклонениях от нормального функционирования предприятия по 11 аспектам или направлениям деятельности, таким как организация производства, планирование продаж, техническая и рабочая документация, инструменты и оборудование, персонал, окружающая среда и др.

Источниками данных являются отчеты о проведенных расследованиях авиационных событий, брак-листы, талоны повторного предъявления, замечания по отчетам внутренних и внешних аудитов, обязательные доклады и добровольные сообщения работников предприятия.

В рамках анализа каждого аспекта деятельности разработаны перечень факторов опасности (ФО). Это характеристики действия или бездействия, обстоятельства, условия или их сочетания, которые оказывают влияние на безопасность полетов, качество и эффективность работы, условия труда персонала. Перечни ФО составлялись на основе экспертного опроса опытных специалистов по направлениям деятельности организации. Количество ФО по аспектам различно и варьируется от 5 до 48, а количество их проявлений – несколько сотен в год.

Таким образом, деятельность предприятия по ТО описывается многомерным вектором состояния. Для облегчения процедуры анализа и управления рисками возникает необходимость сокращение размерности исходного многомерного вектора состояния с одновременным выявлением скрытых взаимосвязей между показателями условного риска по аспектам деятельности. Такая задача, с учетом достаточно больших массивов собираемых данных, решается применением факторного анализа методом главных компонент (*Principal Component Analysis – PCA*).

Цель этого метода состоит в уменьшении количества компонент случайного вектора состояния организации (в уменьшении размерности его пространства), которое возможно без существенной потери информации об исследуемой системе, содержащейся в данных наблюдений.

Снижение размерности модели позволяет сконцентрировать усилия на предотвращении воздействия основных и скрытых факторов опасности. Это помогает более рационально распределять ресурсы, выделяемые на управление рисками.

Литература

1. Шаров В.Д., Воробьев В.В. Ограничения по использованию матрицы ИКАО при оценке рисков для безопасности полетов // Научный Вестник МГТУ ГА. 2016. № 225. С. 179–187.

2. Руководство по управлению безопасностью полетов (РУБП). Doc.9859. ИКАО, 4-е изд., 2018. – 218 с.

3. Махутов Н.А. Использование матриц риска при проведении оценки риска и приоритизации защитных мероприятий / Д.О. Резников, В.П. Петров, В.И. Куксева // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. 2012. № 1. С. 82–92.

4. Xiaomei Ni et al. Civil Aviation Safety Evaluation Based on Deep Belief Network and Principal Component Analysis // Safety Science. 2019. Vol. 112. P. 90–95.

5. Шаров В.Д. Методология управления риском безопасности полетов на уровне авиапредприятия: диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. М.: МГТУ ГА, 2016. 285 с.

6. Орлов А.И., Шаров В.Д. Выявление отклонений в контроллинге (на примере мониторинга уровня безопасности полетов).

7. Шаров В.Д. Методология управления риском безопасности полетов на уровне авиапредприятия / Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук // МГТУ ГА, - 2016, - 285 с

8. Wang Y.C. Prediction of Engine Failure Time Using Principal Component Analyses, Categorical Regression Tree and Back Propagation Network // Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing [Electronical Journal]. 2018.

УДК 351.814.2

РАЗРАБОТКА ИНТЕГРИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ АВИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ (ISS)

*С.А. Апушкина студент, Ш.Ф. Ганиев доцент, к.т.н.
Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

Последние 20 лет террористическая угроза активно возросла во многих регионах мира и грозит стать глобальной транснациональной угрозой. Для противодействия терроризму необходимо совершенствовать методы и способы борьбы с ним [1]. Разработанный комплекс мероприятий постоянно требует внесение корректировок как в организационном плане, так и в техническом. В условиях тенденции мирового роста авиаперевозок, когда увеличение пассажиропотока приводит к увеличению времени предполетного досмотра, что в свою очередь, создает большие неудобства пассажирам, накладывает на работников САБ дополнительные требования по качественному выполнению своих обязанностей в условиях стрессовой и нервной обстановки [2]. Это может привести к потере бдительности работника САБ, и, как следствие, увеличению риска проноса запрещенных предметов и веществ злоумышленниками. Кроме этого, массовое скопление пассажиров перед пропускным досмотровым пунктом может являться притягательным объектом для совершения АНВ [3].

В связи с возникающими рисками в такой ситуации, предлагается новый подход к организации и проведению досмотра в здании аэропорта [7]. Данный метод позволяет устранить скопление людей, что снижает вероятность большого количества жертв при предполагаемом АНВ, позволяет не останавливая пассажиропоток определять запрещенные к провозу предметы и

вещества как в багаже пассажиров, так и на теле человека, спрятанные под одеждой, что снижает время проведения предполётного досмотра, не в ущерб качеству.

Предлагаемый метод организации досмотра заключается в следующем. На входе в терминал аэропорта, или в охраняемую зону устанавливается так называемая «интегрированная система обеспечения безопасности» (ISS – Integrated Security System), которая будет оснащена устройствами, способными обнаружить и распознать опасные объекты и вещества в одежде, карманах, на теле человека и в его багаже. Данная система устанавливается на каждом пропускном пункте.

Пассажиры со своим багажом не останавливаясь проходят по коридору, который оснащен различными техническими средствами по обнаружению запрещенных предметов и веществ. Состав технических средств и их количество можно изменять в зависимости от поставленных задач и особенностей объекта [5,6]. По мере продвижения по коридору, информация о наличии или отсутствии у пассажира запрещенных предметов и веществ поступает на пост сотрудника САБ, который расположен на выходе из коридора. При необходимости сотрудник САБ, используя полученные данные, принимает решение пропустить пассажира или произвести дополнительный досмотр ручным контактным методом или с использованием специальных технических средств [9].

Перелагается использовать в данном методе организации досмотра следующие технические средства: автоматизированная система обнаружения токсичных химикатов и отравляющих веществ «СЕГМЕНТ»; биометрический терминал ProFaceX[TI]; система «THERZ-7A»; камеры видеонаблюдения [8,10].

Только совместная работа нескольких досмотровых комплексов, использующих различные физические принципы, позволяет обеспечить приемлемое качество досмотра. Сейчас очень важно уделять особое внимание современным техническим средствам, позволяющим своевременно обнаруживать потенциально опасные предметы и вещества.

Таким образом, данный метод организации досмотра позволяет усовершенствовать систему досмотра пассажиров и их багажа, сократить время его проведения, избежать большого скопления людей, а, следовательно, повысить уровень авиационной безопасности. Качество досмотра несомненно зависит не только от работы сотрудников САБ, но и от возможностей объекта транспортной инфраструктуры использовать новейшие технические устройства [4].

С увеличением пассажиропотока растёт потребность в проведении комплексного досмотра, который можно осуществить, используя разработанную систему ISS (Integrated Security System).

Литература

1. Воздушный кодекс Российской Федерации от 19.03.1997 N 60-ФЗ (ред. от 08.06.2020)
http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_13744/b866925179836f129048935caa5f14381d414ba5/
2. Федеральный закон от 06.03.2006 №35 – ФЗ «О противодействии терроризму».
3. Федеральный закон от 09.02.2007 № 16-ФЗ. "О транспортной безопасности"
4. Постановление Правительства РФ № 969 от 26.09.2016 года «Об утверждении требований к функциональным свойствам технических средств обеспечения транспортной безопасности и Правил обязательной сертификации технических средств обеспечения транспортной безопасности»
http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_13744/b866925179836f129048935caa5f14381d53wgt7h5/
5. Конвенция о международной гражданской авиации. Чикаго, 1994 г.
6. Руководство по безопасности для защиты гражданской авиации от актов незаконного вмешательства (ИКАО. Doc 8973. Издание 11 – 2019 г.).
7. Учебное пособие «Авиационная безопасность» (НУЦ «АБИНТЕХ», 2011).
8. Гуреева М.А "Организация и выполнение мероприятий по безопасности на авиатранспорте. Учебник". Москва. Изд. «Кнорус» 2019г.- 298с.
9. Зубков Б.В., Прозоров С.Е., Ильин В.М., Краснов С.И. «Авиационная безопасность». Учебник для вузов – 275с.
10. «ProFaceX[TI]» <https://elics.ru/files/instruction/zkteco/profacex-ti.pdf>

СЕКЦИЯ 5. ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ АВИАЦИОННЫХ ЭЛЕКТРОСИСТЕМ И АВИОНИКИ

УДК 629.735.05

МЕТОД ОЦЕНКИ СООТВЕТСТВИЯ ТРЕБОВАНИЯМ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ РАЗРЕШЕНИЙ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ПОЛЕТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ RVSM

*С.В. Кузнецов, д.т.н., профессор, зав. кафедрой ТЭ АЭСиПНК,
Л.О. Марасанов, старший преподаватель кафедры ТЭ АЭСиПНК,
Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

Международная организация гражданской авиации ИКАО регламентирует необходимость выдачи эксплуатантам специальных эксплуатационных разрешений, таких как: производство полетов с использованием норм сокращенного минимума вертикального эшелонирования (RVSM – Reduced Vertical Separation Minimum). Научно-практические и эксплуатационные аспекты этой проблемы, а также оценка качества производства полетов определены в [1-4]. Настоящий доклад базируется на основе перспектив развития бортового оборудования [4,5], а также учитывает вопросы вертикального эшелонирования в России [6] и за рубежом [7].

В докладе проведен анализ требований к точности самолетовождения по маршруту. Предложен комплексный подход к оценке точностных характеристик. Проведен анализ методов расчета точностных характеристик интервалов вертикального эшелонирования (RVSM). Определены особенности при подаче флайт-плана (flight-plane) и действий экипажа при отказах оборудования на земле или в полете, а также при полете в зоне турбулентности. Проведен анализ наземных средств обработки информации, регистрируемой бортовыми средствами сбора параметрической информации, систем автоматизированной обработки и анализа полетной информации. Осуществлена оценка точности режима стабилизации высоты и соответствия требованиям RVSM. Показана принципиальная возможность использования информации со штатных бортовых регистраторов для оценки точности самолетовождения при производстве полетов по RVSM. Для этой цели необходимо использовать аппарат математической статистики и различения статистических гипотез. Продемонстрировано использование некоторых современных методов статистического анализа для оценки продольных параметров положения и движения самолета. Алгоритм различения статистических гипотез на основе критерия согласия Никулина и расчет мощности статистических критериев реализован в программе MathCad для выборок текущего значения барометрической высоты и отклонения ВС от высоты эшелона при полете по правилам RVSM. Показана возможность

уточнения оценок отклонения самолета от заданных значений параметров положения и движения, а также принятия решений о соответствии требованиям по точности. Результаты анализа могут быть использованы при выдаче эксплуатантам специальных эксплуатационных разрешений на полеты с использованием RVSM.

Комплексный подход к оценке точностных характеристик обеспечивает повышение требований к надёжности оценок точностных характеристик и требует развития и совершенствования методов их оценки. Прежде всего, потребовалось применение методов, основывающихся на более точных представлениях о моделях погрешностей (более корректных моделях плотности распределения вероятностей погрешностей, особенно в области больших редких погрешностей).

Необходимость обеспечения требований безопасности при высокой интенсивности воздушного движения приводит к необходимости непрерывного контроля точности, контроля нахождения ВС в заданной области. Поэтому необходима оценка динамической погрешности $\Delta H(t)$, которая характеризуется разностью между истинным (требуемым) $H_3(t)$ и действительным $H(t)$ сигналами на выходе бортового оборудования в любой момент времени.

Оценка точности, с одной стороны, сводится к определению границ области или "трубки", внутри которых должно находиться ВС, с другой стороны, к оценке вероятности нахождения ВС в этой "трубке". Основными характеристиками динамической точности являются математическое ожидание $M[\Delta H(t)]$ и начальный момент второго порядка случайной ошибки $M[\Delta H^2(t)]$ или среднеквадратическое отклонение.

Для оценки точности самолетовождения на эшелоне выбраны параметры продольного движения из множества параметров положения и движения самолета. При оценке точности выдерживания самолетом высоты эшелона и соответствия требованиям RVSM использованы следующие параметры продольного движения и управляющего воздействия САУ: угол тангажа γ ; высота барометрическая (H_6), угловая скорость тангажа (ω_z), положение руля высоты ($\delta_{РВ}$). Полетная информация была обработана с использованием статистических методов. Для этой цели использовались методы статистического анализа. Проверялись гипотезы на соответствие параметров нормальному и лог-нормальному распределениям.

Анализ изменения параметров продольного движения самолета и управляющего воздействия показывает, что они находятся в своих эксплуатационных границах. Подтверждение этой гипотезы служит основанием для подтверждения соответствия выданного эксплуатационного разрешения на полеты по правилам RVSM. На основе обработанной информации было произведено уточнение оценок отклонения самолета от заданных значений параметров положения и движения по высоте, а также реализована процедура принятия решений о соответствии требованиям по точности.

Литература

1. Кузнецов С.В., Марасанов Л.О., Перегудов Г.Е. Научно-практические аспекты производства полетов с использованием RVSM, PBN, CATII и CATIII, EDTO/ETOPS, TCAS, EGPWS И EFB. // Научный вестник МГТУ ГА. 2017. Т. 20. № 1. с. 177-185.
2. Марасанов Л.О. Оценка качества производства полетов по нормам RVSM, PBN, CATII и CATIII на основе модифицированного критерия Никулина. // Научный вестник МГТУ ГА. 2017. Т. 20. 6. с. 63-72.
3. Кузнецов С.В., Марасанов Л.О. Эксплуатационные аспекты производства полетов с использованием RVSM, PBN, CATII и CATIII, EDTO/ETOPS, TCAS, EGPWS И EFB // В книге: Гражданская авиация на современном этапе развития науки, техники и общества. Сборник тезисов докладов участников Международной научно-технической конференции, посвященной 45-летию Университета. 2016.с. 112.
4. Павлов Н.В. Будущее бортового радиоэлектронного оборудования. Авиационные системы. Год: 2020. Номер: 10. С. 43-46.
5. Федосеев Е.П. Бортовые вычислительные системы, построенные по идеологии интегрированной модульной авионики с высоким уровнем безопасности. Труды ГосНИИАС. Серия: Вопросы авионики. Год: 2020. Номер: 5 (51). С 3-22.
6. Карасев К.В., Титов А.Н., Ильин А.П., Кузнецов А.А. О вопросе вертикальной навигации. Научный вестник ГосНИИГА. 2020. №31. С. 149-60.
7. Wang Ru. Research on Measuring Method of RVSM Regional Waviness. Journal of Physics: Conference Series, Volume 1635, The 2020 6th International Forum on Engineering Materials and Manufacturing Technology (IFEMMT) 2020, 17-19 July 2020.

УДК 629.735.05

СИСТЕМЫ ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО КОНТРОЛЯ БОРТОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ

*С.В. Кузнецов, д.т.н., профессор, зав. кафедрой ТЭ АЭСиПНК,
Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

Система эксплуатационного контроля (СЭК) бортового оборудования воздушных судов (ВС) гражданской авиации (ГА) объединяет бортовое оборудование, как объект контроля, средства и программы эксплуатационного контроля, инженерно-технический состав эксплуатационного предприятия, осуществляющий с помощью средств контроля процедуры и организующий с помощью программ контроля процессы эксплуатационного контроля указанных объектов [1,2]. Настоящий доклад базируется на основе перспектив развития бортового оборудования [3,4], а также учитывает исследования,

проведенные в этом направлении за рубежом [5-7].

В докладе показано, что качество СЭК бортового оборудования ВС проявляется в процессе эксплуатационного контроля. Эксплуатационный контроль – это совокупность процессов определения технического состояния объектов контроля (ОК) на различных этапах эксплуатации: в полете, при оперативном ТО (предполетный и послеполетный контроль), при периодическом ТО, после демонтажа оборудования с борта. Процесс определения технического состояния (ТС) ОК включает контроль, диагностирование, прогнозирование и воспроизведение.

Средствами контроля являются бортовые средства контроля (БСК), наземно-бортовые автоматизированные средства контроля (НБАСК) и наземные автоматизированные средства контроля (НАСК), объединенные решением задач эксплуатационного контроля установленных на борту ВС объектов БО – бортовых комплексов (БК), функциональных систем (ФС), конструктивно-функциональных блоков (КФБ) или Line Replaceable Unit (LRU), конструктивно-функциональных модулей (КФМ) и электро-радиоэлементов (ЭРЭ).

Бортовые средства контроля предназначены для контроля бортового оборудования непосредственно на борту ВС и, в свою очередь, являются составной частью бортового оборудования. Они реализуются в виде встроенных и автономных средств контроля. Встроенные средства контроля (ВСК) или Built-In Test Equipment (BITE), являясь составной частью контролируемого изделия, обеспечивают на борту ВС контроль ФС бортового оборудования и реализуются в виде КФМ контроля внутри КФБ, а также автономных блоков контроля.

Автономные бортовые автоматизированные средства контроля (БАСК) обеспечивают на борту ВС контроль бортового оборудования, входят в состав бортового оборудования в качестве самостоятельного изделия и реализуются в виде ФС контроля, таких как бортовые системы технического обслуживания (БСТО) или Onboard Maintenance Systems (OMS).

Наземно-бортовые автоматизированные средства контроля (НБАСК) предназначены для регистрации работоспособности и отказов бортового оборудования на борту ВС (бортовая часть) с последующей расшифровкой контрольной информации в наземных условиях (наземная часть). Они реализуются в виде магнитных или твердотельных средств регистрации параметров и систем автоматического обмена данными (САОД) с землей со средствами расшифровки. На современных ВС устанавливаются интегральные системы управления техническим состоянием (ИСУТС), как составные части НБАСК.

ИСУТС обеспечивают на борту ВС непрерывную запись и обработку результатов контроля бортового оборудования в полете с помощью БСК. Системы автоматического обмена данными с землей осуществляют на борту ВС непрерывный сбор информации о результатах контроля бортового оборудования с помощью БСК и ИСУТС в полете с последующей передачей

этой информации по радиоканалу на землю. Наземная часть НБАСК обеспечивает расшифровку информации, содержащейся на магнитном или твердотельном носителе, либо выделение информации из радиосигнала.

Наземные средства контроля (НСК) предназначены для контроля бортового оборудования как непосредственно на борту ВС, так и демонтированного с борта ВС в наземных условиях. Они реализуются в виде контрольно-поверочной аппаратуры (КПА) и наземных автоматизированных средств контроля (НАСК). Контрольно-поверочная аппаратура обеспечивает автоматизированный контроль ФС бортового оборудования на борту и КФБ бортового оборудования в лабораторных условиях и представляет собой стационарные и переносные пульты и устройства. Наземные автоматизированные средства контроля осуществляют автоматизированный контроль КФБ и КФМ бортового оборудования в лабораторных условиях и представляют собой стационарные унифицированные системы.

Процесс эксплуатационного контроля характеризуется достоверностью контроля - свойством контроля ТС ОК, определяющим степень объективности отображения в результате контроля действительного вида технического состояния ОК. На основании анализа СЭК как объекта исследования, анализа проблемы ее формирования и совершенствования, а также разработанной иерархии критериев эффективности взаимодействующих с ней систем общую задачу сформулируем следующим образом. На заданном множестве параметров СЭК бортового оборудования определить значения параметров такие, чтобы затраты системы в процессе эксплуатационного контроля достигали минимума при выполнении всех требуемых задач и соблюдении всех ограничений на собственные параметры системы и показатели ее технической эффективности.

Качество системы эксплуатационного контроля бортового оборудования ВС проявляется в процессе эксплуатационного контроля. Эксплуатационный контроль — это совокупность процессов определения технического состояния объектов контроля (ОК) на различных этапах эксплуатации: в полете, при оперативном ТО (предполетный и послеполетный контроль), при периодическом ТО, после демонтажа оборудования с борта. Процесс определения ТС ОК включает контроль, диагностирование, прогнозирование и воспроизведение.

На основании анализа СЭК как объекта исследования, анализа проблемы ее формирования и совершенствования, а также разработанной иерархии критериев эффективности взаимодействующих с ней систем в докладе сформулирована общая задача. На заданном множестве параметров СЭК бортового оборудования необходимо определить значения параметров такие, чтобы затраты системы в процессе эксплуатационного контроля достигали минимума при выполнении всех требуемых задач и соблюдении всех ограничений на собственные параметры системы и показатели ее технической эффективности. Для решения общей задачи необходимо последовательно решить промежуточные задачи, сформулированные в докладе.

Литература

1. **Кузнецов С.В.** Математические модели процессов и систем технической эксплуатации бортовых комплексов и функциональных систем авионики. // Научный Вестник МГТУ ГА. 2017. Том 20. №1. С.132-140.

2. **Кузнецов С.В.** Система технической эксплуатации авионики и научные основы ее формирования. // Научный Вестник МГТУ ГА. 2017. Том 20. №6. С.15-24.

3. **Федосов Е.А.** Основные направления формирования научно-технического задела в области бортового оборудования перспективных ВС // Материалы докладов 4-й Международной конференции «Перспективные направления развития бортового оборудования гражданских воздушных судов», г. Жуковский Московской обл., Дом ученых ФГУП «ЦАГИ», 2017. С. 6–14.

4. **Поляков В.Б., Неретин Е.С., Иванов А.С., Будков А.С., Дяченко С.А., Дудкин С.О.** Архитектура перспективных комплексов управления бортовым оборудованием. 2018, Труды МАИ. Выпуск № 100.

5. **Sreerupa Das.** An efficient way to enable prognostics in an onboard system. 2015 IEEE Aerospace Conference. 2015.

6. **Alexandru Prisacaru, Przemyslaw Jakub Gromala, Mateus Bagetti Jeronimo, Bongtae Han, Guo Qi Zhang,** Prognostics and health monitoring of electronic system: A review, *Thermal Mechanical and Multi-Physics Simulation and Experiments in Microelectronics and Microsystems (EuroSimE) 2017 18th International Conference on*, pp. 1-11, 2017.

7. **Nastaran Soltanipour; Sadegh Rahrovani; John Martinsson; Robin Westlund.** Chassis Hardware Fault Diagnostics with Hidden Markov Model Based Clustering. 2020 IEEE 23rd International Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC). Year: 2020. Conference Paper Publisher: IEEE.

УДК 629.735.05

ДИАГНОСТИКА ОТКАЗОВ В БОРТОВЫХ СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ ИМИТАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ

А.Г. Демченко старший преподаватель кафедры ТЭАЭС и ПНК

*Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

В работах [1-4] рассматривались вопросы математического и имитационного моделирования элементов бортовой системы электроснабжения самолёта (СЭС). Рассмотрим дальнейшее применение имитационной модели для исследования отказов в канале бортовой СЭС переменного тока.

Имитационная модель канала генерирования переменного тока представлена на рисунке 1.

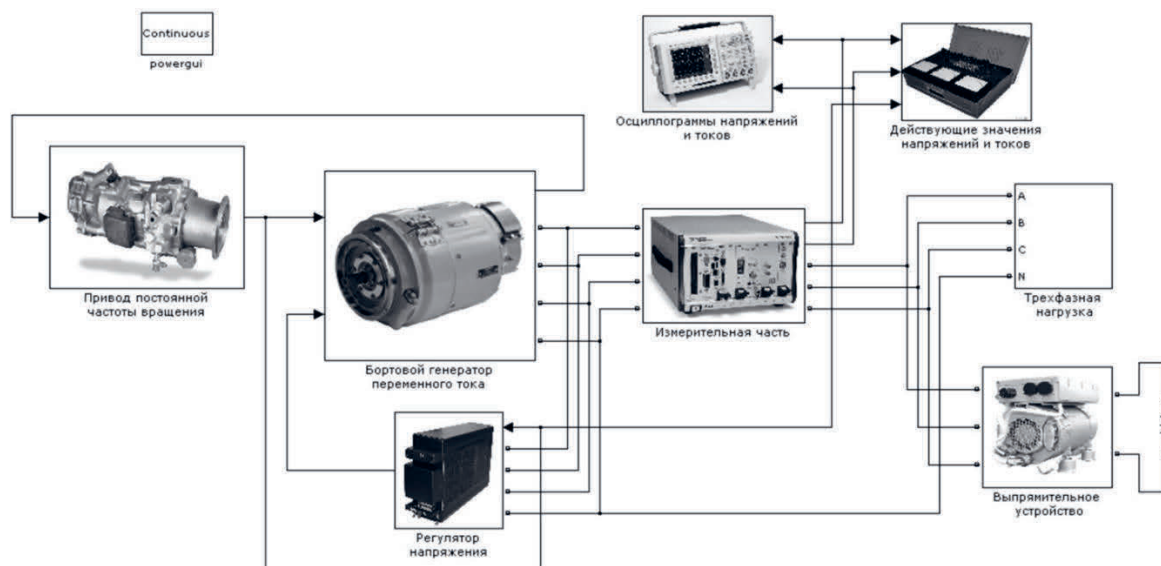


Рис. 1. Имитационная модель канала генерирования переменного тока

Имитационная модель разработана с помощью приложения Simulink среды MATLAB. В состав канала имитационной модели СЭС входят модели бесконтактного синхронного генератора, регулятора напряжения, привода постоянной частоты вращения, контактора генератора, трёхфазной статической и двигательной нагрузки, выпрямительного устройства, измерительной части.

На имитационной модели канала бортовой СЭС переменного тока были исследованы следующие ненормальные режимы работы:

- Обрыв диода в плече фазы «А» вращающегося выпрямителя генератора;
- Короткое замыкание диода в плече фазы «А» вращающегося выпрямителя генератора;
- Обрывы 2-х диодов в плечах фаз «А» и «В» вращающегося выпрямителя генератора;
- Короткие замыкания 2-х диодов в плечах фаз «А» и «В» вращающегося выпрямителя генератора;
- Короткое замыкание фазы «А» на корпус генератора;
- Междофазное короткое замыкание фаз «А» и «В».

Результаты моделирования представлены на рисунках 2 и 3. На рисунках 2 а)-г) показаны переходные процессы действующих значений фазных напряжений генератора при обрывах и коротких замыканиях диодов вращающегося выпрямителя. На рисунках 3 а)-г) показаны переходные процессы действующих значений фазных напряжений генератора и тока фазы «А» при однофазном коротком замыкании на корпус и междофазных коротких замыканиях.

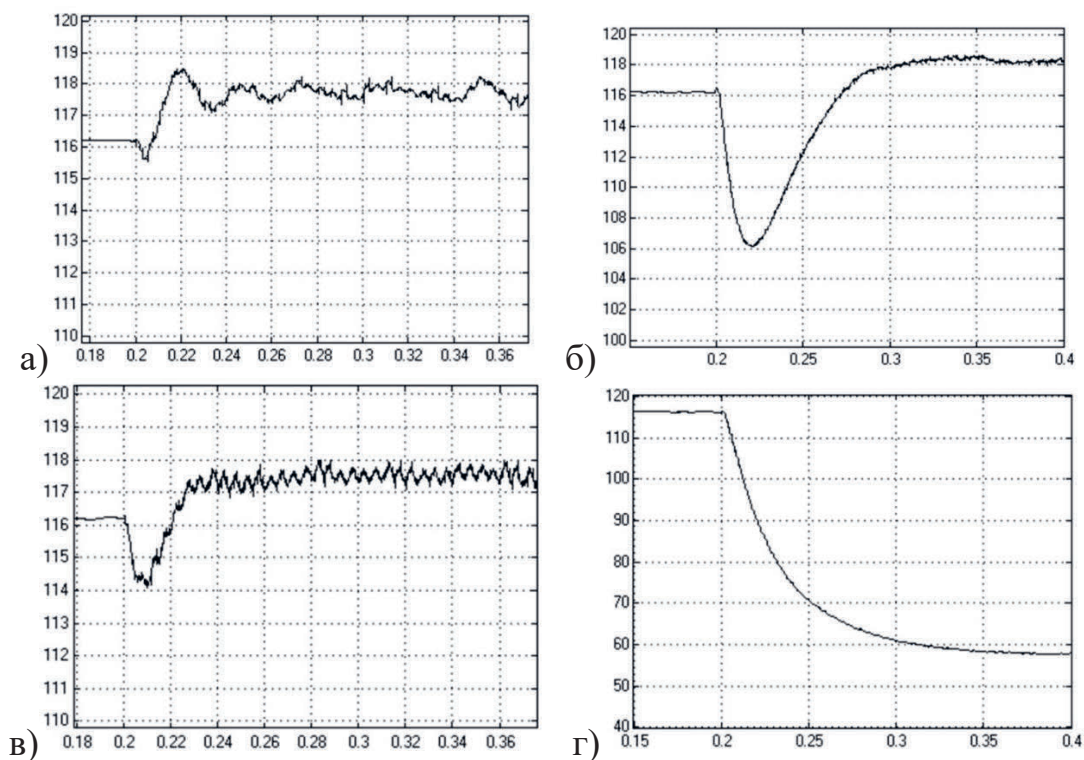


Рис. 2. – а) обрыв диода в плече фазы «А» вращающегося выпрямителя генератора; б) короткое замыкание диода в плече фазы «А» вращающегося выпрямителя генератора; в) обрывы 2-х диодов в плечах фаз «А» и «В» вращающегося выпрямителя генератора; г) короткие замыкания 2-х диодов в плечах фаз «А» и «В» вращающегося выпрямителя генератора

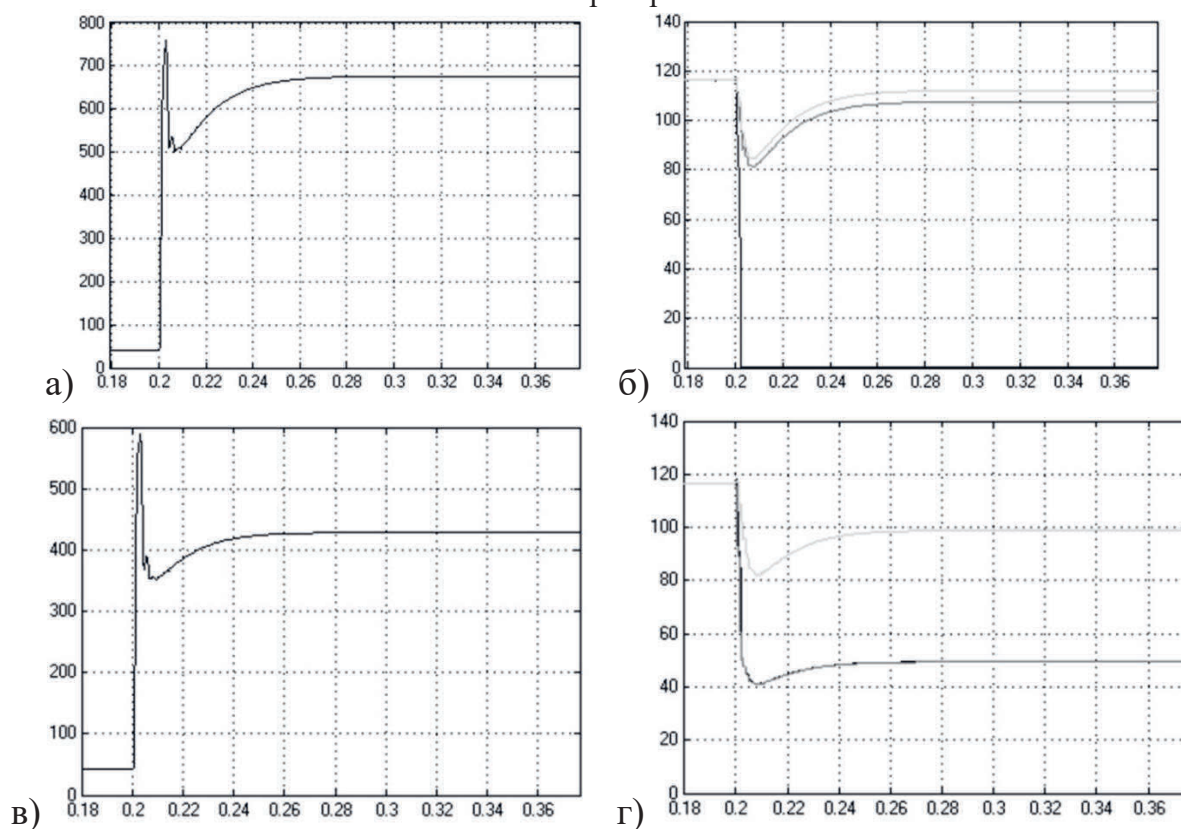


Рисунок 3 – а), б) однофазное короткое замыкание (фаза А) на корпус; в), г) междуфазное короткое замыкание (между фазами «А» и «В»)

Литература

1. Демченко А.Г. Имитационная модель авиационного синхронного генератора.//ЭЛЕКТРОПИТАНИЕ. 2017. №4. С. 26-38.
2. Халютин С.П. Математическое моделирование электроэнергетических комплексов самолетов с использованием объектного подхода Научный вестник МГТУ ГА. 2007. №115. С. 105-111.
3. Савелов А.А., Демченко А.Г. Применение моделирования для исследования режимов работы бортовых систем электроснабжения.//Научные чтения по авиации, посвящённые памяти Н.Е. Жуковского. 2018. №6. С. 423-432.
4. Демченко А.Г. Имитационная модель канала бортовой системы электроснабжения переменного тока.//Научные чтения по авиации, посвящённые памяти Н.Е. Жуковского. 2019. №6. С. 134-143.

УДК 629.735.05

АЛГОРИТМ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ОТКАЗОВ В БОРТОВЫХ СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

*А.Г. Демченко старший преподаватель кафедры ТЭАЭС и ПНК
Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

В работе [1] рассматривались вопросы математического и имитационного моделирования элементов бортовых системы электроснабжения самолёта (СЭС).

В настоящей работе рассматривается построение общего алгоритма диагностирования отказов в бортовой СЭС переменного тока. Рассматривается построение алгоритма для диагностирования следующих отказов, имеющих место в бортовых СЭС:

- обрыв диода в плече фазы вращающегося выпрямителя генератора;
- короткое замыкание диода в плече фазы вращающегося выпрямителя генератора;
- обрывы 2-х диодов в плечах фаз «А» и «В» вращающегося выпрямителя генератора;
- короткие замыкания 2-х диодов в плечах фаз «А» и «В» вращающегося выпрямителя генератора;
- короткое замыкание фазы «А» на корпус генератора;
- междуфазное короткое замыкание фаз «А» и «В»;
- обрывы измерительных цепей «А», «В», «С» 115 В, 400 Гц регулятора напряжения;
- обрыв измерительной цепи «0» регулятора напряжения;
- обрывы фаз фидера генератора.

На основе полученных разложений по гармоническим составляющим в

ряд Фурье (до 40-ой гармоники) мгновенных значений напряжений фаз «А», «В» и «С» генератора определяется частотный состав гармоник, однозначно соответствующий каждому рассматриваемому отказу. На основе выполненного анализа, определяющего соответствие частотного состава гармоник для мгновенных значений напряжений фаз «А», «В» и «С» генератора каждому рассматриваемому в отдельности отказу строится общий алгоритм диагностирования, идентифицирующий каждый отказ.

Литература

1. Демченко А.Г. Имитационная модель канала бортовой системы электроснабжения переменного тока.//Научные чтения по авиации, посвящённые памяти Н.Е. Жуковского. 2019. №6. С. 134-143.

УДК 629.735.05

О НЕКОТОРЫХ АСПЕКТАХ И РЕЗУЛЬТАТАХ ИСПЫТАНИЙ СИСТЕМЫ НАСКД-200ПР ДЛЯ НАЗЕМНОГО АВТОМАТИЗИРОВАННОГО КОНТРОЛЯ БОРТОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ ВЕРТОЛЕТОВ СЕМЕЙСТВА МИ-8

*А.А. Богоявленский д.т.н., главный метролог ГосНИИ ГА
ФГУП ГосНИИ ГА (Москва, Россия)*

По результатам испытаний, проведенным на Улан-Удэнском авиационном заводе, установлено, что метрологические характеристики (диапазоны и погрешности измерений), метрологическая надежность и другие сервисные функции предполагаемой к внедрению переносной системы НАСКД-200ПР обеспечивают возможность и достоверность проверок двадцати трех типов бортового авиационного оборудования вертолетов Ми-8Т, Ми-8МТВ-1, Ми-8АМТ, Ми-171, Ми-171А, Ми-172 по всей номенклатуре параметров. Испытания уже применяемой в лабораторных условиях стационарной системы НАСКД-200 были проведены ранее [1,2]. При испытаниях НАСКД-200ПР подтверждена прослеживаемость измерений от первичных национальных эталонов единиц величин. По всем видам измерений при проверках бортового оборудования обеспечиваются коэффициенты точности, отвечающие требованиям государственных поверочных схем и гарантирующие исключение возникновения метрологических рисков негативных ситуаций. Программное обеспечение НАСКД-200ПР отвечает положениям ГОСТ Р 8.654-2015. Метрологическая экспертиза показала отсутствие несоответствий в представленной разработчиком технической документации на НАСКД-200ПР и адаптеры интерфейса. Замечания, выявленные при оценке эксплуатационной документации на систему при проверке профильного бортового оборудования, устранены разработчиком системы до подготовки отчета. Периодическое метрологическое обслуживание НАСКД-200ПР может

осуществляться в виде калибровки – в метрологических службах предприятий ВТ, подтвердивших свою техническую компетентность согласно ГОСТ Р 55867—2013 в Системе сертификации объектов ГА, либо в виде поверки – метрологическими службами, аккредитованными в рамках национальной системы аккредитации. В подготовленном по результатам испытаний отчете с заключением система НАСКД-200ПР рекомендована для введения в состав наземных средств контроля вертолетов семейства Ми-8, для чего по данному вопросу завершается подготовка эксплуатационного бюллетеня (БЭ). Система обеспечивает возможность проведения проверки штатного оборудования без его снятия с борта вертолетов.

Литература

1. Богоявленский А.А., Боков А.Е., Матюхин К.Е. Метрологическое обеспечение межведомственных испытаний наземной автоматизированной системы контроля: методология и анализ результатов // Научный вестник МГТУ ГА. 2015. № 219 (9). С. 137-143.

2. Богоявленский А.А., Боков А.Е. Аттестация программного обеспечения специальных СИ на воздушном транспорте // Мир измерений. 2012. № 11. С. 14-22. DOI: 10.35400/1813-8667-2012-11-14-22.

УДК 629.735.05

К ВОПРОСУ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕСПЕРЕБОЙНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ВС ТИПА БОИНГ 737NG В УСЛОВИЯХ ЭКСТРЕМАЛЬНО НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР АРКТИКИ, КРАЙНЕГО СЕВЕРА И ЯКУТИИ

В.П. Горбунов, к.т.н., генеральный директор,

АО «Авиакомпания «Якутия» (Якутск, Республика Саха (Якутия), Россия)

Задачи обеспечения и поддержания летной годности имеют первостепенное значение для надежной и безопасной эксплуатации современных воздушных судов (ВС) в условиях экстремально низких температур.

Диапазоны эксплуатационных температур ВС ограничены как верхними, так и нижними пределами, что обусловлено Картой Данных выполненной на основании проведенных производителем и сертифицирующим органом сертификационных испытаний в реальных условиях низких температур [1].

На протяжении почти трех зимних месяцев 2020/21 в аэропорту Якутск наблюдалось понижение температуры окружающего воздуха до – 54 С, сопровождаемое густыми туманами и ухудшением видимости ниже допустимых минимумов. В данных условиях эксплуатация самолетов модели Boeing 737-700/-800 NG в соответствии с документацией производителя «Airplane Flight Manual (AFM) D631A001», дополнения к «Airplane Flight Manual S1AR», одобренной технической документации «Aircraft Maintenance

Manual» (далее АММ) и карты данных сертификата типа «КДСТ_ФАТА-01023А_изд.03 пункт 2.21.1.» выпущенного производителем Boeing по запросу авиационного регистра межгосударственного авиационного комитета (далее АР МАК), не представляется возможным так как диапазон эксплуатационных температур ограничен минус 50-ти градусам Цельсия [2,3]. Ввиду данного ограничения, авиакомпании, в частности базовая авиакомпания Якутия, имеющая в своей основе флот из 6-ти ВС Boeing 737-700/-800 NG, испытывает значительные трудности в части регулярности выполнения полетов в/из аэропорта Якутск. Экипажи воздушных судов на подходе к Якутску, получая от Метеослужбы информацию о понижении температуры ниже допустимого значения в – 50 С, вынуждены уходить на запасной аэродром Нерюнгри для ожидания повышения температуры выше указанного предела. Вынужденные уходы на запасной аэродром сопряжены со значительными непредвиденными издержками для авиакомпании и неудобствами для пассажиров.

В целях уточнения температурного ограничения эксплуатации воздушных судов (далее ВС) Boeing 737-700/-800, в соответствии с картой данных сертификата типа «КДСТ_ФАТА-01023А_изд.03 пункт 2.21.1.», была собрана и проанализирована документация производителя «Airplane Flight Manual (AFM) D631A001», дополнение к «Airplane Flight Manual S1AR» и одобренная техническая документация «Aircraft Maintenance Manual» (далее АММ).

По результатам анализа технической документации ВС Boeing 737-700/800, было установлено, что указанное ограничение по температуре наружного воздуха (далее ТНВ), а именно, в диапазоне температур не ниже - 50°С и не выше 50°С (ТНВ на земле) соответствует только дополнению к «Airplane Flight Manual S1AR», то есть документу, выпущенному производителем Boeing по запросу Авиационного регистра международного авиационного комитета (далее АР МАК).

В тоже время, в основном документе «Airplane Flight Manual D631A001» указано ограничение эксплуатации ВС по температуре окружающей среды, в диапазоне температур не ниже -54°С и не выше 54°С (ТНВ на земле), данные критерии отвечают сертификационным требованиям держателя сертификата типа ВС – авиационной администрации США (FAA). Техническая документация АММ, предусматривает все необходимые процедуры по техническому обслуживанию при подготовках ВС к вылету при экстремально низких температурах –54°С (ТНВ на земле) [4].

На основании вышеизложенного, АО «Авиакомпания «Якутия» полагает, что в карте данных «КДСТ_ФАТА-01023А_изд.03 пункт 2.21.,1.», в рамках сертификации типа ВС, критерии по температурным ограничениям эксплуатации ВС не соответствуют указанным в технической документации данным в отношении ВС, зарегистрированных в авиационных властях Бермуд (далее ВСАА), на которых поддерживается сертификат типа FAA.

Очевидно, что в условиях эксплуатации данных ВС в Республике Саха (Якутия) подверженным воздействию экстремально низких температур наружного воздуха, необходимо учитывать критерии предусмотренные в соответствии с «Airplane Flight Manual D631A001» в диапазоне (ТНВ на земле) не ниже -54°C , а не данные предусмотренные в дополнении к «Airplane Flight Manual S1AR».

В тоже время, необходимо отметить, что во флоте АО «Авиакомпания «Якутия» имеются самолеты отечественного производства Суперджет SSJ100 и канадские Bombardier Dash 8 Q300, сертифицированных до -54°C Цельсия и успешно эксплуатирующихся в условиях экстремально низких температур Якутии, Крайнего Севера и Арктики, выполняя полеты без ограничений в аэропорты Арктических районов таких как, Тикси, Певек, Полярный, Черский, Чокурдах и др. Успешно также выполняются регулярные полеты в зимний период авиакомпанией S7 в аэропорт Якутск типом Airbus A320 NEO, сертифицированного также до -54°C , со временем нахождения на земле не более 2-х часов, что является достаточным для разворотных или транзитных рейсов в данном аэропорту.

Для решения данной проблемы, авиакомпания «Якутия» инициировала обращение к производителю данных ВС компанию Boeing и Росавиацию с просьбой о необходимости внесения верных ограничений по температуре окружающей среды для данных ВС в диапазоне эксплуатационных температур не ниже -54°C (на земле), и обеспечения эксплуатации ВС Boeing 737-700/-800, зарегистрированных в авиационных властях Бермуд, на которых поддерживается сертификат типа FAA.

Литература

1. **Горбунов, В.П.** Проблемы эксплуатации современных самолетов в условиях низких и сверхнизких температур Сибири, Крайнего Севера и Арктики [Текст] / В.П. Горбунов // Научный вестник МГТУ ГА. - Москва: МГТУ ГА, 2014. - №204. – С. 110-114.

2. **Горбунов, В.П.** Проблемы и особенности эксплуатации авионики воздушных судов иностранного производства в условиях экстремально низких температур Крайнего Севера, Сибири и Якутии [Текст] / В.П. Горбунов // Научный вестник МГТУ ГА. - Москва: МГТУ ГА, 2015. - №213. – С. 85-90.

3. **Рухлинский, В.М, Горбунов, В.П.** Решение проблем эксплуатации ВС иностранного производства в условиях экстремально низких температур. / Рухлинский В.М., В.П. Горбунов // Системы управления жизненным циклом изделий авиационной техники: актуальные проблемы, исследования, опыт внедрения и перспективы развития – 2012: Сборник тезисов докладов III Международной научно-практической конференции. - Ульяновск: Ул. ГУ, 2012, - С. 40-42.

4. Boeing 737/600/700/800/900, AMM 12-33-01/02, Page 301, June 15/2014, Boeing Seattle, USA.

ВНЕДРЕНИЕ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ В ЛОКАЛЬНЫЕ ЦЕНТРЫ УПРАВЛЕНИЯ НАГРУЗКАМИ

*А.А. Савёлов к.т.н., доцент кафедры ЭТнАЭО, Н.А. Симанков студент
Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

При проектировании энергосистем современных воздушных судов конструкторы стараются рассредоточить узлы распределения электроэнергии таким образом, чтобы они находились в максимальной близости к подключаемым к ним нагрузкам [1]. Такие узлы называются локальными центрами управления нагрузками (ЛЦУН). Они выполняются в виде специальных модулей. В зависимости от типов подключаемых нагрузок, модули могут иметь разную конфигурацию. В энергосистеме самолета может быть установлено до нескольких десятков модулей ЛЦУН.

Основным назначением ЛЦУН является коммутация нагрузок к бортовой сети электропитания. Однако, возможности ЛЦУН не ограничиваются простой коммутацией, его архитектура позволяет обеспечивать защиту сети, превентивное управление энергоемкими нагрузками, а также контроль параметров работы приемников электроэнергии. Архитектура ЛЦУН включает микропроцессор и набор электронных ключей, коммутирующих нагрузки к бортовой сети питания. Микропроцессор в свою очередь, управляет этими ключами и обеспечивает связь с бортовыми системами управления посредством цифровых каналов таких как ARINC-429, RS-232, ARINC-485, CAN.

Микропроцессоры ЛЦУН обладают значительным запасом по вычислительной способности и это позволяет интегрировать в них дополнительный функционал. Важным элементом системы распределения является непосредственная связь ЛЦУН с приемниками электрической энергии, что позволяет автоматизировать диагностику целостности линий питания электрического приемника, а также провести диагностирование состояния приемника в обесточенном состоянии.

Предлагаемым дополнением функциональных возможностей является система контроля технического состояния приемников электроэнергии (ПЭ). Система основана на методе анализа амплитудно-частотных характеристик (АЧХ) ПЭ. Данный метод позволяет проводить анализ технического состояния блоков в обесточенном состоянии, что позволяет выявить дефект в цепях электрооборудования до коммутации его к сети питания.

Принцип работы системы контроля можно описать следующим образом: на вход приемника электроэнергии подается тестовый синусоидальный сигнал определенной частоты и одновременно с этим контролируется его реакция, путем измерения амплитуды тока, протекающего через приемник. Затем частота тестового сигнала увеличивается с определенным шагом и происходят

следующие измерения, таким образом получается АЧХ данного блока. Полученная АЧХ представляет собой цифровой портрет состояния приемника, и может быть сопоставлена с эталонной. Причем цифровой портрет позволяет оценивать состояние приемника не только по критериям «годен – негоден», но и оценивать состояния отдельных элементов приемника, а также получать информацию для прогнозирования его состояния.

Большинство вторичных источников питания (ВИП) имеют схожую типовую структуру, представляющую из себя входной фильтр электромагнитной совместимости и диодный мост. Исследования ВИП показали, что глубина диагностики частотным методом ограничена выпрямительным мостом [2]. Однако, встроенный самоконтроль бортового радиоэлектронного оборудования позволяет диагностировать внутренние цепи, но не позволяет вести диагностику цепей входных фильтров питания. Предлагаемая методика позволит контролировать состояние входных фильтров, а также наличие обрыва или короткого замыкания цепей питания ПЭ.

ПЭ можно рассматривать как многоэлементный двухполюсник (МД), параметры которого определяются его состоянием и режимом работы [3]. В отключенном состоянии приемник характеризуется реакцией на тестовый сигнал. В качестве реакции может выступать его полное сопротивление, или, что более удобно - ток, протекающий через приемник на определенной частоте тестового сигнала. Для контроля состояния оборудования достаточно ограничиться полными сопротивлениями двухполюсника при различных тестовых сигналах, что упрощает процедуру диагностики.

Частотные характеристики многопараметрических двухполюсников усложняются в зависимости от числа их параметров. У чисто реактивных нагрузок сопротивление ($Z(\omega) = \pm jX$) зависит от частоты, при этом $Z(\omega)$ может многократно меняться от 0 до ∞ . Значения частоты ω , при которых входное сопротивление двухполюсника обращается в нуль или стремится к бесконечности, называются нулями или полюсами входного сопротивления соответственно [4].

Таким образом, частотная характеристика такой нагрузки состоит из набора чередующихся локальных экстремумов. Координаты локальных экстремумов могут быть использованы в качестве диагностических параметров объекта. Постепенное изменение параметров элементов при их деградации можно использовать в прогнозировании состояния объекта контроля. При сохранении величин параметров элементной базы устройства, АЧХ остается неизменной.

Отклонения АЧХ от эталонной объясняется многими факторами в различной степени, влияющими на ее вид. В целом АЧХ определяется: номинальными (расчетными) значениями параметров ПЭ; допустимыми (технологическими) отклонениями параметров; измерительными и вычислительными ошибками системы контроля; случайными отклонениями параметров, обусловленными старением элементов или эксплуатационными

воздействиями. Первые три фактора формируют границы допускового контроля.

Для формирования «эталонной АЧХ» целесообразно использование средств самой системы контроля. Для этого следует зарегистрировать параметры заведомо исправного блока и использовать их при дальнейших процедурах диагностики в качестве эталонных (опорных) значений.

Для проведения лабораторных исследований был разработан демонстратор системы диагностики ПЭ. Он включает в себя электронную схему и программный алгоритм контроля. Схема состоит из микроконтроллера, генератора тестового сигнала, усилителя мощности, измерительного шунта и амплитудного детектора (АД). МК необходим для управления синтезатором частоты, для фиксирования значения амплитуд выдаваемых АД, для вычисления нулей и полюсов АЧХ, с последующим хранением и обработкой их с целью определения текущего состояния объекта контроля.

В ходе исследования были сделаны выводы о том, что система обладает высокой точностью в определении технического состояния ПЭ, расширяет глубину контроля оборудования и может быть использован для прогнозирования технического состояния элементов. Разработанный демонстратор практически подтвердил возможность предлагаемого метода частотного анализа для контроля технического состояния ПЭ. Результаты проделанной работы можно имплементировать в существующее самолетное электрооборудование. Проведенные патентные исследования показали, что разработанные в ходе данной работы методы диагностирования ранее не регистрировались. Дальнейшее развитие частотного метода для задачи прогнозирования позволит снизить вероятность внепланового съема оборудования и связанные с этим эксплуатационные расходы.

Литература

1. Лёвин А.В., Халютин С.П., Жмуров Б.В. Тенденции и перспективы развития авиационного электрооборудования // Научный вестник Московского государственного технического университета гражданской авиации, Вып. 213 (3), 2015. С. 50–57.

2. Pavlova V., Davidov A., Savelov A. Khalyutin S. « Monitoring and diagnostics of the technical condition of built-in power sources of aviation equipment» « 20th INTERNATIONAL CONFERENCE ON MICRO/NANOTECHNOLOGIES AND ELECTRON DEVICES EDM 2019, Алтай, Россия 29 июня - 3 июля 2019.

3. Кнеллер, В. Ю. Определение параметров многоэлементных двухполюсников / В. Ю. Кнеллер, Л. П. Боровских. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 144 с.

4. Д. А. Бобылев, Л. П. Боровских Подход к построению универсальных преобразователей параметров многоэлементных двухполюсников // Измерительная техника. - 2014. - № 12. - С. 47-51.

**ПРОЕКТ РЕИНЖИНИРИНГА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ
«ПАМИР-630Д» В ЦЕЛЯХ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ ВРЕМЕННЫХ
АЭРОДРОМОВ ПИЛОТИРУЕМОЙ И БЕСПИЛОТНОЙ АВИАЦИИ, А
ТАКЖЕ МАЛЫХ АЭРОПОРТОВ**

*А.А. Шегидевич к.т.н., доц., ректор УО БГАА, В.Н. Степаненко к.т.н., доц.,
профессор кафедры технической эксплуатации воздушных судов и
двигателей, С.Д. Юхневич курсант 5 курса
УО БГАА (Минск, Беларусь)*

В настоящее время процесс развития авиации общего назначения (далее – АОН) и беспилотной авиации (далее – БА) имеет высокую актуальность. На территории Российской Федерации располагается множество аэродромов и площадок постоянного и временного базирования легкомоторных и беспилотных летательных аппаратов. Один из основополагающих вопросов их существования и функционирования – энергообеспечение, ключевыми аспектами которого являются надежность, экономичность и, в случае временных аэродромов, мобильность энергетических станций. Также для военной беспилотной авиации особенно важен уровень шума энергоустановок.

Авторами предлагается проект глубокой модернизации электрической станции «Памир-630Д» для энергообеспечения АОН и БА, а также малых аэропортов гражданской авиации.

«Памир-630Д» – передвижная атомная электростанция (далее – ПАЭС), размещенная на автомобильном шасси. Была разработана в Институте ядерной энергетики (далее – ИЯЭ) АН БССР, генеральный конструктор В.Б. Нестеренко.

Электрическая мощность станции составляла 630 кВт. В 1988 году работы по проекту «Памир-630Д» были остановлены вместе с другими проектами в области атомной энергетики. Причиной послужила авария на Чернобыльской АЭС. Проект, предлагаемый специалистами Учреждения образования «Белорусская государственная академия авиации», предполагает отказ от атомного реактора и его вспомогательных систем и использование в качестве источника энергии солнечной энергетической станции (далее – СЭС).

Реинжиниринг проекта «Памир-630Д» обуславливается следующими факторами:

1. Минимум проектных разработок, которые заключаются в соединении оставшихся после исключения атомного реактора и относящихся к нему систем всех энергетических узлов станции с известными и многократно испытанными концентраторами энергии солнечного излучения и узлами преобразования его в тепловую энергию;

2. Использование готовых проектных разработок основной части станции, включающих турбину, насосы, системы регулирования и управления и др.;

3. Удаление винта изменяемого шага, предназначенного для подачи охлаждающего воздуха и замена массивных секций конденсатора на более эффективную систему отвода тепла нетрадиционного типа;

4. Использование мирового опыта проектирования, изготовления и испытания преобразователей солнечной энергии в механическую.

При этом очень важно то, что в проекте предполагается использование в качестве теплоносителя и рабочего тела легкокипящей жидкости, химически реагирующей смеси, в которой происходят обратимые химические реакции, сопровождающиеся тепловыми эффектами и изменением числа молей.

Увеличение числа молей при нагреве и уменьшение его при охлаждении способствует повышению эффективности термодинамического цикла, а наличие теплового эффекта в химически реагирующей системе обеспечивает высокие значения тепловых свойств за счет передачи значительного количества тепла путем концентрационной диффузии [1, с. 4].

Отличительной особенностью диссоциирующих газов являются высокие значения их тепловых свойства за счет протекающих в них химических реакций с большим тепловым эффектом. [2, с. 219].

Из большого класса химически реагирующих систем, в которых реакции протекают с увеличением числа молей и поглощением тепла при диссоциации газа, наиболее изученной является система $N_2O_4 \rightleftharpoons 2NO_2 \rightleftharpoons 2NO + O_2$ [1, с. 4].

Тетраоксид азота N_2O_4 – одна из самых легкокипящих жидкостей (температура кипения $T_{кип}=+21,15^\circ C$ при давлении $p=101,325$ кПа). Также тетраоксид азота обладает малой удельной теплотой парообразования ($r=46,05$ кДж/кг при температуре $+30^\circ C$), что говорит о небольших энергетических затратах на фазовый переход и определяет высокий КПД рабочего цикла СЭУ (за счет снижения потерь на фазовый переход) [3].

Перспективность применения химически реагирующей четырехокси азота в качестве теплоносителя и рабочего тела солнечных электростанций (СЭС) описана в работе В.А. Немцева и В.Н. Степаненко. Высокие теплофизические свойства N_2O_4 позволят обеспечить интенсивный теплоъем в теплообменном оборудовании солнечных электростанций. [2].

Систематические теоретические и экспериментальные исследования термодинамических и переносных свойств диссоциирующих газов, термодинамических циклов и схем энергетических установок, приведены в работах специалистов Института ядерной энергетики (далее – ИЯЭ) АН БССР [4], [5]. Примерами энергетических установок, в которых эффективность использования в качестве теплоносителя и рабочего тела химически реагирующей четырехокси азота была доказана практически, служат «Памир-630Д», «Вихрь-2» и др. разработки ИЯЭ АН БССР.

В таблице 1 представлено сравнение некоторых теплофизических характеристик тетраоксида азота N_2O_4 , диэтилового эфира $C_4H_{10}O$ (самого легкокипящего эфира) и воды H_2O , которое свидетельствует о

незначительных энергетических затратах на совершение фазовых переходов (испарения и конденсации в цикле) [3].

Табл. 1. Некоторые теплофизические характеристики тетраоксида азота N_2O_4 , диэтилового эфира $C_4H_{10}O$ и воды H_2O

Характеристика/вещество	Тетраоксид азота N_2O_4	Диэтиловый эфир $C_4H_{10}O$	Вода H_2O
Температура кипения, °С	+21,15	+34,6	+100
Давление насыщенного пара, кПа При температуре +30 °С	149900	101325	4,2417
Удельная теплота парообразования, кДж/кг при температуре +30 °С	46,05	353,8	2430,2

Таким образом, используя имеющуюся конструкторскую и технологическую документацию, представляется возможным реализовать проект передвижной или стационарной СЭС, обеспечивающей электрической энергией небольшой аэродром или аэропорт и обладающей свойствами экономичности (благодаря использованию солнечной энергии), эффективности рабочего цикла (за счет использования химически реагирующего теплоносителя) и практической бесшумности.

Литература

1. Степаненко В.Н. Исследование теплообмена и гидравлического сопротивления при охлаждении турбулентного потока химически реагирующей системы $N_2O_4 \rightleftharpoons 2NO_2 \rightleftharpoons 2NO + O_2$ в трубе при повышенных температурах стенки: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Минск, 1976. 198 с.

2. Немцев В.А., Степаненко В.Н. Перспективность применения химически реагирующей четырехокси азота в качестве теплоносителя и рабочего тела солнечных электростанций (СЭС) // Атомная энергетика, ядерные и радиационные технологии XXI века: сборник докладов VIII Международной конференции, г. Минск, 23-26 июня 2020 г. Минск: Объединенный институт энергетических и ядерных исследований – Сосны, 2020. С. 218-222.

3. Нестеренко В.Б., Бубнов В.П., Котелевский Ю.Г., Лантратова Н.Я., Малько М.В., Сухотин А.М., Тимофеев Б.Д. Физико-химические и теплофизические свойства химически реагирующей системы $N_2O_4 \rightleftharpoons 2NO_2 \rightleftharpoons 2NO + O_2$ Минск: АН БССР, 1976. 344 с.

4. Нестеренко В.Б. Физико-технические основы применения диссоциирующих газов как теплоносителей и рабочих тел атомных электростанций. Минск: АН БССР, 1971. 312 с.

5. Нестеренко В.Б. Физико-химические и теплофизические свойства растворов на основе четырехокси азота. Минск: АН БССР, 1981. 303 с.

СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОМАШИННОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ДЛЯ БОРТОВОЙ СИСТЕМЫ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА СОВРЕМЕННОГО САМОЛЕТА

*Д.Т. Усманов д.ф.-м.н., доцент, Ж.Ш. Наримонов студент магистратуры
Ташкентский государственный транспортный университет
(Ташкент, Узбекистан)*

В понятие электроснабжения не входят распределительные и фидерные сети, их защита и управление и самолетные потребители электроэнергии.

Основная система электроснабжения, обеспечивающая электропитание в нормальных полетных условиях.

Вспомогательная система электроснабжения, обеспечивающая электропитание в нормальных условиях на земле при неработающей основной системе. Примером такой системы является вспомогательная силовая установка с дополнительным генератором, включаемая только на аэродромах для обеспечения электропитания самолета при неработающих авиадвигателях.

Вспомогательно-аварийная система электроснабжения, выполняющая, кроме функций вспомогательной системы, функции аварийного электроснабжения в полете, при полной или частичной потере электроснабжения от основной системы. Такая система в отличие от простой вспомогательной работает в полете одновременно с основной или с частью основной системы. Примером такой системы является та же ВСУ с генератором. Отличается она тем, что вспомогательный генератор используется не только на земле, но и в полете, взамен одного или нескольких генераторов, вышедших из строя.

Аварийная система электроснабжения, осуществляющая электропитание в полете при полной потере электроснабжения от основной или от вспомогательно-аварийной системы (если последняя имеется на самолете).

Последние годы ознаменовались переводом большинства потребителей на питание переменным током, что связано с необходимостью уменьшения массы всего комплекса электрооборудования самолетов, а также роста потребляемой мощности.

Основной структурной схемой электроснабжения современных самолетов является система переменного тока стабильной частоты, структурная схема которого представлена на рис. 1.

По принципу действия авиационные генераторы не отличаются от аналогичных наземных генераторов, но обладают рядом особенностей: малый вес и габариты, большая плотность тока якоря, принудительное воздушное, испарительное или жидкостное охлаждение, высокая частота вращения ротора, применение высококачественных конструкционных материалов. В качестве источников постоянного тока обычно применяют бесконтактные

синхронные генераторы переменного тока и коллекторные генераторы постоянного тока. Генераторы устанавливаются на двигателях и вспомогательных силовых установках, при этом частота вращения турбовинтовых двигателей самолётов и вертолётв стабилизирована регулированием нагрузки двигателя за счёт изменения шага винта, а вот на турбореактивных двигателях частота вращения ротора может меняться в широких пределах и при жёстком механическом приводе на генератор переменного тока частота также существенно изменяется, что часто недопустимо по ТУ потребителей.

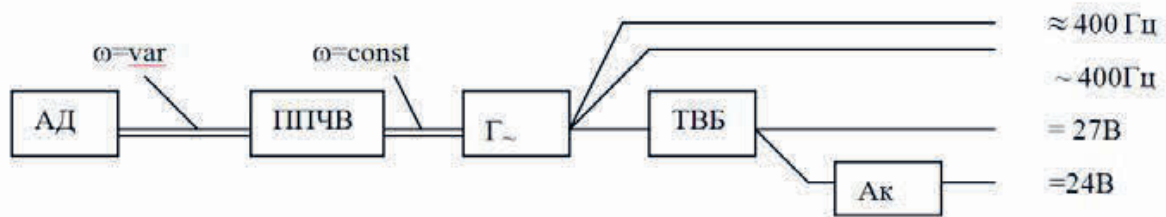


Рис. 1. Структурная схема электроснабжения переменным током стабильной частоты: АД – авиационный двигатель; Г – генератор переменного трехфазного тока; ТВБ – трансформаторно-выпрямительный блок; ППЧВ – привод постоянной частоты вращения; Ак – аккумуляторная батарея

Поэтому электрические сети строят по разным принципиальным схемам. Построение сети зависит от назначения летательный аппарат, его конструктивных особенностей и применяемого оборудования. На большинстве воздушных судов установлены генераторы переменного тока, выдающие ток стабильной частоты либо за счёт постоянной частоты вращения двигателя, либо за счёт привода постоянных оборотов (ППО, также называются приводами постоянной частоты вращения – ППЧВ).

Существуют также ВС, где на двигателях установлены генераторы нестабильной частоты, от которых питаются нетребовательные к частоте потребители – люминесцентное освещение, противообледенительная система, выпрямительные устройства, а от выпрямительных устройств питаются преобразователи, выдающие переменный ток стабильной частоты.

Генераторы всегда работают в комплекте с аппаратурой защиты и управления. Например, генераторы переменного тока ГТ40ПЧ6, ГТ40ПЧ8, ГТ60ПЧ8 и некоторые другие работают с блоком защиты и управления БЗУ-376СБ и блоком регулирования напряжения БРН-208МА либо с одним блоком регулирования, защиты и управления БРЗУ-115ВО. БЗУ защищает генератор от превышения тока и частоты (отключает привод генератора при частоте более 480 Гц), нагрузку (отключением контактора, подключающего генератор к сети) — от повышений и понижений напряжения и частоты. БРН регулирует выходное напряжение генератора. БРЗУ объединяет все эти функции, а также

он легче комплекта БЗУ + БРН по массе – 4,62 кг против 5,3 и 4,4 соответственно.

На летательных аппаратах в качестве вторичных источников тока применяются электромашинные преобразователи и статические полупроводниковые преобразователи (инверторы). Электромашинный преобразователь представляет собой агрегат, состоящий из электродвигателя постоянного тока и генератора переменного тока (иногда - двух), механически закреплённых на одном валу. Принцип действия такого преобразователя основан на двукратном преобразовании электрической энергии в электрических машинах - двигателе и генераторе. Электромашинные преобразователи требуют регулярного технического обслуживания (обычно через каждые 100 часов налёта или наработки) и контроля состояния щёточно-коллекторных узлов с заменой щёток токосъёмников по мере износа.

Статические преобразователи преобразуют постоянный ток в переменный с помощью управляемых полупроводниковых приборов - транзисторов или тиристоров. Их шум и вибрации значительно ниже, чем у вращающихся преобразователей (из подвижных элементов - только вентилятор охлаждения, в маломощных преобразователях вообще отсутствующий), КПД может достигать 85 %, что особенно важно при аварийном питании самолёта от аккумуляторов.

Система электроснабжения самолета является современной системой, которая имеет улучшенные технические и функциональные характеристики в части выработки, распределения и контроля электрической энергии на самолете.

Литература

1. Брускин Д.Э. Электроснабжение летательных аппаратов / Д.Э. Брускин, И.М. Синдеев. – М.: Высшая школа, 2012г.
2. Система электроснабжения самолета Boeing-787 «Dreamliner». Техническое описание – учебное пособие, МАИ, 2006 г.
3. Системы электроснабжения самолетов Boeing B-767, B-777, B-787: учебное пособие, 2017г.
4. www.civilavia.info/documents
5. www.aireo.ucoz.ru
6. www.avionics.com.

СИСТЕМА ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПЕРСПЕКТИВНОГО САМОЛЕТА С ПОВЫШЕННЫМ УРОВНЕМ ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ

*Д.Т. Усманов д.ф.-м.н., доцент, Ш.Ш. Рузикулов студент магистратуры
Ташкентский государственный транспортный университет
(Ташкент, Узбекистан)*

Несмотря на существенный прогресс в авиационной отрасли, уровень электрификации современных самолётов ещё не очень высок и в большей степени электрифицированы беспилотные летательные аппараты.

Анализ состава потребителей электроэнергии будущих летательных аппаратов позволяет сделать вывод о том, что система электроснабжения должна обеспечивать следующие виды напряжения:

- постоянного тока 270 В для питания электроприводных устройств и системы запуска силовой установки;
- переменного тока 200/115 В частотой 400 Гц для питания большей части авиационного и радиоэлектронного оборудования;
- постоянного тока 27 В для энергообеспечения традиционных потребителей, которых целесообразно переводить на питание переменным током или постоянным током повышенного напряжения. При этом для части мощных потребителей (системы отопления, освещения, противообледенительные системы и т.п.) целесообразно использование напряжения переменного тока плавающей частоты.

Наиболее полно в системе 270 В нуждаются электромеханические приводы и электронные системы управления.

Все электрическое оборудование летательных аппаратов в зависимости от назначения каждого его элемента может быть подразделено на три основные группы:

1) источники электрической энергии и преобразователи, их защитные и регулирующие устройства;

- система передачи и распределения энергии;
- потребители электрической энергии.

В первую группу входят:

- электрические генераторы постоянного и переменного тока;
- химические источники тока;
- преобразователи электрической энергии, включающие электромашинные преобразователи всех типов;
- выпрямители, трансформаторы, умножители напряжения и другие устройства;
- регулирующая и защитная аппаратура, включающая регуляторы напряжения и частоты;
- устройства для защиты генераторов от обратных токов и обратной мощности, защиты от перенапряжений и перегрузок;

- устройства, обеспечивающие автоматическое распределение активных и реактивных мощностей между параллельно работающими генераторами, и др.

Элемент второй группы:

- электрическая (бортовая) сеть, включающая различные провода и жгуты;

- коммутационная аппаратура управления и защиты;

- аппаратура распределительных устройств;

- контрольно-измерительные приборы для наблюдения за режимом работы электрической системы летательного аппарата;

- монтажное и установочное оборудование (разъемы, распределительные устройства, пульта и т. п.).

К третьей группе относятся:

- контрольно-измерительная аппаратура и приборы, основанные на использовании электрической энергии, термометры, тахометры, топливомеры, компасы и т. п.;

- установки автоматического управления, вычислительные машины;

- средства связи и радиоаппаратура (навигационная и локационная);

- аппаратура аэрофотосъемки;

- электрические двигатели, электромагниты и иные устройства, служащие для приведения в действие и управления исполнительными механизмами;

- осветительные и автосигнальные устройства (наружные, внутренние, сигнальные и контрольные);

- противообледенительные и обогревательные устройства, а также холодильные установки;

- система электрического зажигания.

- пусковые устройства (электрические стартеры для запуска авиационных двигателей и т. д.);

- электрифицированное вооружение, включающее турельные установки, электромагнитные спуски, замки, электробомбосбрасыватели, фотокинопулеметы и др.

Появившиеся за последнее время технические возможности (генераторы постоянного тока с бесконтактной коммутацией, бесконтактные двигатели и коммутационная аппаратура) требуют рассмотрения возможностей применения на современных летательных аппаратах высоковольтных систем энергоснабжения на постоянном токе. Учитывая простоту систем постоянного тока и их главное преимущество (отсутствие ППЧВ и связанных с ним недостатков и трудностей), необходимо рассмотреть вопрос использования высоковольтных систем энергоснабжения на постоянном токе. Получая все преимущества систем постоянного тока, можно устранить главный недостаток рассматриваемых систем - плохую работоспособность в высотных условиях.

Трудности, связанные с ненадежной работой щеточно-коллекторного узла и коммутационной аппаратуры, могут быть успешно преодолены путем

использования бесколлекторных и бесконтактных генераторов и двигателей постоянного тока. Ненадежно работающие в высотных условиях электромагнитные реле и контакторы могут быть заменены статическими переключателями и выключателями, выполненными на основе полупроводниковых приборов. Существующие и разрабатываемые в настоящее время полупроводниковые приборы с высокими электрическими параметрами в состоянии решить вопросы замены электромагнитных реле и контакторов. Так, для транзисторов рабочее напряжение достигает 400-1400 В, а ток соответственно 100-300 А. В перспективе напряжение транзисторов может достигнуть 2000 В, а тиристоров 1500—2000 В.

Применение бесконтактных элементов в энергосистеме позволит без опасений подавать напряжение системе электроснабжения постоянного тока и сделать ее высоковольтной, обеспечивая тем самым преимущества систем переменного тока, при одновременном уменьшении магистральных токов распределительной сети.

При равных напряжениях систем система постоянного тока позволит получить экономию в массе проводов на 40—50%, поскольку такая система может быть выполнена как однопроводная. Одновременно за счет уменьшения количества проводов и исключения необходимости передачи реактивной мощности снизятся потери в проводах на 50%. Учитывая опыт эксплуатации систем электроснабжения на переменном токе, условия внедрения высоковольтной коммутационной аппаратуры и требования техники безопасности, можно сказать, что напряжение энергосистем постоянного тока будет не выше 200–250 В.

Анализ тенденции развития СЭС отечественных и зарубежных самолетов и вертолетов показывает, что основными типами СЭС на ЛА, кроме легкомоторной авиации, в ближайшем будущем по-прежнему останутся системы трёхфазного переменного тока 200/115 В, 400 Гц. Источниками электрической энергии в таких системах будут бесконтактные синхронные генераторы, объединенные в одной конструкции с гидромеханическими приводами постоянной частоты вращения.

Литература

1. Лёвин А.В., Мусин С. М., Харитонов С.А., Ковалёв К. Л., Герасин А. А., Халютин С. П. Электрический самолёт: концепция и технологии. - Уфа: УГАТУ, 2014.- 388с.

2. Воронович С.А., Жмуров Б. В. Тенденции развития электроэнергетических систем беспилотных летательных аппаратов. Интеграл. 2010. № 2. С. 8–11.

3. Халютин С.П., Харьков В. П., Лёвин А. В., Жмуров Б. В., Богданов А. А. Электрификация самолётов. Современное состояние и тенденции Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий. 2014. № 1. С. 555–558.

СЕКЦИЯ 6. СИСТЕМЫ НАБЛЮДЕНИЯ, НАВИГАЦИИ И ЭЛЕКТРОСВЯЗИ НА ТРАНСПОРТЕ

УДК 629.735.05:621.3

ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ ЕДИНОГО МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО ПОЛЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАЛОГАБАРИТНЫХ МРЛС

*О.В. Васильев д.т.н., профессор, профессор кафедры ТЭ РЭО ВТ,
Н.В. Гевак к.т.н., доцент, доцент кафедры ТЭ РЭО ВТ
Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

В течение последних нескольких десятилетий применение сетей метеорологических радиолокационных станций (МРЛС) обеспечивает потребителей непрерывной в пространстве и оперативной по времени метеоинформацией. В зависимости от повторяемости и опасности метеоявлений в каждой стране для минимизации ущерба устанавливается приоритет задач:

- Западная Европа – метеобеспечение авиации и дорожного транспорта, гидрологический прогноз паводков и наводнений (здесь и далее указываются лишь особенности);
- Южная Европа – активное воздействие на град;
- Северная Европа – метеобеспечение дорожного транспорта, в зимних условиях – информирование об интенсивности и количестве снега;
- США – обнаружение торнадо;
- Япония – прогноз наводнений, в том числе для эксплуатации плотин на горных реках.

Учитывая территориальную протяженность, климатическое многообразие и неравномерный уровень развития инфраструктуры все перечисленные особенности являются, по сути, нормой для России.

Дополнительным немаловажным фактором, определяющим особенности построения сети МРЛС, является рельеф местности, а также степень урбанизации территории. В местах со сложным рельефом местности установка доплеровского метеорологического радиолокатора с радиусом обзора 250 км (ДМРЛ-С, Meteor 500С, Vaisala WRM200) не оправдана с точки зрения полноценного использования при проведении радиолокационных наблюдений на малых углах места. В таких случаях целесообразна установка малогабаритных доплеровских метеорологических радиолокаторов с радиусом обзора до 100 – 150 км. Массогабаритные характеристики таких локаторов, малая излучаемая мощность передающего устройства, низкое энергопотребление позволяют осуществлять их установку без проведения капитального строительства и в зонах жилой застройки.

Предпочтительным вариантом в этом случае является малогабаритная

МРЛС X-диапазона. Согласно данным Всемирной метеорологической организации (ВМО) за первое десятилетие XXI века число введенных в действие малогабаритных радаров X-диапазона выросло в два раза и составило по состоянию на 2009 год почти 20% от общего числа работающих радаров

Для своевременного получения информации об опасных явлениях погоды, параметрах их движения, принятия превентивных мер предлагается развернуть автоматизированную сеть (АС) метеорологических радиолокационных постов (МП), как стационарных (СМРЛП) так и мобильных (ММРЛП). Основу таких постов могут составлять малогабаритные метеорологические радиолокационные комплексы ближней зоны (МРЛК БЗ) [1]. Вариант построения АС МП представлен на рис.1, в котором локальные и центральный серверный комплекс обработки данных (СКОД) играют ключевую роль по объединению информации и представлению ее потребителям. Стационарные и мобильные МП целесообразно дополнить необслуживаемыми метеостанциями и тепловыми профилемерами

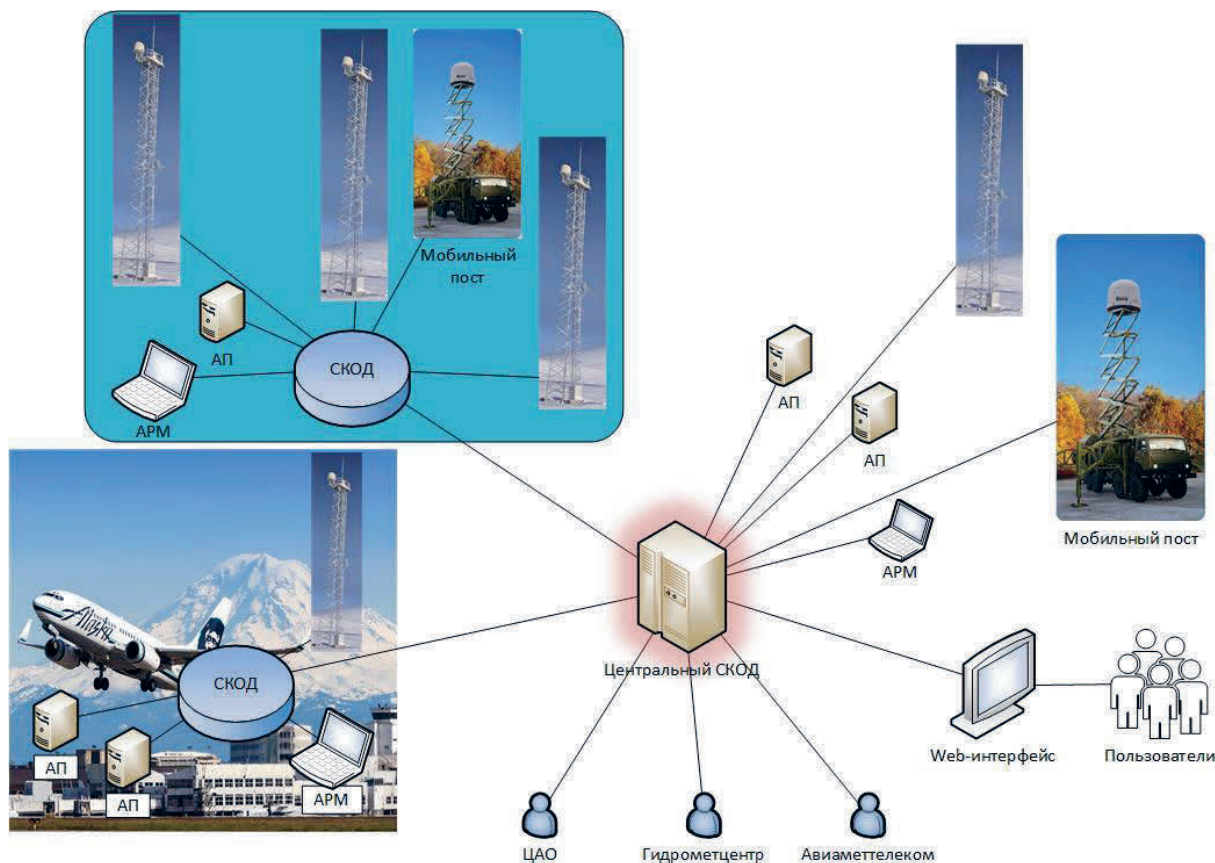


Рис. 1. Вариант построения АС МП

Для формирования конечных требований при разработке АС МП необходимо согласовать требования к информационной архитектуре. Под информационной архитектурой понимается структура данных, место их формирования, обработки и хранения, порядок и способы управления

конфигурацией АС и предоставления потребителям метеорологических радиолокационных продуктов (РЛП) и иной метеоинформации.

Необходимость согласования информационной архитектуры обоснована существованием различных подходов к ее реализации. В основном различия наблюдаются в части клиентских приложений для предоставления информации потребителям с очень разными требованиями к объему, качеству и уровню доступа к информации. При этом распределение количества пользователей по указанным требованиям также сильно различается.

Предлагаются следующие основные типы информационных архитектур:

1) индивидуальная – источник данных, как правило один радиолокационный пост с комплектом специального программного обеспечения (СПО), ограниченное количество потребителей, а также автоматическая или автоматизированная передача сообщений;

2) распределенная – строится на сети постов, включающих функционал индивидуальной архитектуры, с использованием серверного и клиентских СПО; для обмена данными используется надежная закрытая внутренняя специальная сеть либо организованная частная Интернет сеть для предоставления авторизованным потребителям по Интернет каналам строго ограниченного перечня РЛП;

3) Web-архитектура – аналогична распределенной архитектуре с существенным отличием в реализации управления и клиенткой части; как правило, это интернет-браузер(ы), доступ для управления к конфигурации и доступ для получения информации РЛП большей частью обеспечивается лишь отображением, вся обработка при этом выполняется на серверной стороне.

4) комбинированная – сочетание распределенной и web-архитектуры.

Для формирования единого радиолокационного поля метеоявлений (МЯ) перечислим возможные варианты объединения информации в порядке усложнения:

- совмещение карт МЯ отдельных МП в единое поле;
- сглаживание вторичных данных МП в единое поле;
- совместная вторичная обработка информации отдельных МП.

Такой подход реализован при разработке опытной АС МП «Мрежа», проходящей в настоящее время испытания. Сеть разработана сотрудниками АО «БАНС» и включает два СМРЛП и один МРЛП.

Литература

1. Безуглов А.А., Галаева К.И., Детков А.Н. Метеорологический радиолокационный комплекс обеспечения безопасности полётов авиации в различных климатических зонах// Общероссийский научно-технический журнал «Полёт» №3-4 2017, С. 46-50.

ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАДИОТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЛЕТОВ

*Р.А. Баранов к.в.н., старший преподаватель, С.П. Юрченко преподаватель,
К.Ю. Ненашев слушатель
ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского
и Ю.А. Гагарина» (Воронеж, Россия)*

Обеспечение безопасности полетов – одна из основных проблем, от успешного решения которой во многом зависит дальнейшее повышение эффективности действий государственной авиации. Это делает обеспечение безопасности полетов важной и актуальной проблемой, имеющей государственное значение, о чем свидетельствуют соответствующие постановления правительства, приказы и директивы командования.

Статистические данные показывают, что развитие авиационной техники сопровождается неравномерным, но постоянным повышением уровня безопасности полетов. Однако темпы роста уровня безопасности полетов отстают от требований, предъявляемым к современной авиационной технике. Факторами безопасности полетов являются, прямо или косвенно определяющие функциональную эффективность системы «экипаж – воздушное судно – организация воздушного движения (группа руководства полетами)» и (или) фактические условия ее эксплуатации.

В общей массе факторов, влияющих на функциональную эффективность системы управления (руководства) полетами, могут быть выделены факторы, определяющие функциональную эффективность оператора и системы связи и радиотехнического обеспечения полетов (РТО) [1].

В связи с этим надежность, эффективность и пропускная способность системы управления полетами в значительной степени зависит от надежности и подготовки личного состава дежурных смен объектов РТО.

В соответствии с вышесказанным, предлагаем оценивать эффективность радиотехнического обеспечения полетов как способность системы РТО к выполнению своих задач по предназначению на каждом этапе подготовки с целью определения дополнительных мероприятий по повышению готовности личного состава, техники связи и РТО к полетам (перелетам).

В статье предлагается оценивать готовность системы связи и РТО на каждом этапе подготовки к обеспечению полетов обобщенным показателем:

$$G_{пто} = \min \{G_{пто 1}, \dots, G_{пто j}, \dots, G_{пто n}\}, \quad (1)$$

где $G_{пто j}$ - коэффициент готовности дежурного расчета, техники связи и РТО к обеспечению полетов (перелетов) на j - ом объекте РТО (готовность объекта РТО).

Общий показатель готовности объекта РТО необходимо рассчитывать исходя из уровня подготовленности дежурного расчета, состояния техники

связи и РТО, результатов контроля готовности с учетом законности выделения их для обеспечения полетов [2].

Таким образом, коэффициент готовности объекта РТО к обеспечению полетов целесообразно определять по следующему выражению:

$$G_{рто j} = Z_j^{лс} \times Z_j^{mex} \times K_j^{лс} \times K_j^{mex} \times P_j^{kn} \times P_j^{m}, \quad (2)$$

где $Z_j^{лс}$ - показатель законности допуска личного состава в расчет объекта РТО; Z_j^{mex} - показатель законности выделения техники на объекте РТО; $K_j^{лс}$ - коэффициент подготовленности дежурного расчета на объекте РТО; K_j^{mex} - коэффициент подготовленности техники связи и РТО после проведения (предварительного, предполетного или послеполетного) ТО; P_j^{kn} - показатель готовности расчета, техники связи и РТО по результатам контроля готовности старшим дежурным по связи и РТО полетов; P_j^{m} - показатель готовности дежурного расчета, средств связи и РТО на объекте РТО по результатам предполетной летной проверки.

Для расчета каждого показателя, определяющего коэффициент готовности объекта, разработаны соответствующие методики позволяющие оценить готовность средств РТО на всех этапах подготовки к обеспечению полетов и оценить общую эффективность системы радиотехнического обеспечения полетов.

Предложенная методика позволяет объективно осуществлять оценку готовности системы связи и РТО к обеспечению полетов на этапах предварительной, предполетной и послеполетной подготовок. Оценка производится по минимальному уровню готовности элемента системы, объекта РТО, так как в соответствии с требованиями [1,3] все элементы системы РТО одинаково важны при обеспечении полетов и их готовность должна стремиться к 1.

На всех этапах подготовки к обеспечению полетов производится оценка готовности личного состава и техники к обеспечению полетов. Проверяется законность их допуска, уровень подготовки дежурной смены, состояние техники связи и РТО, осуществляется контроль готовности (допуск) к обеспечению полетов, что позволяет своевременно выявлять упущения и принимать меры по их устранению соответствующими должностными лицами.

Литература

1. Федеральные авиационные правила радиотехнического обеспечения полетов государственной авиации. М.: Воениздат, 2009. – 150 с.
2. Вознюк М.А., Мусаев А.А., Елшин А.В. Теоретические основы высшей военной школы. – СПб.: 1997. – 141 с.
3. Методики оценки аэродромно-технического, радиолокационного обеспечения, качества связи и радиотехнического обеспечения полетов в Военно-воздушных силах. - М.: Воениздат, 2009.

ВОПРОСЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ СИСТЕМЫ СВЯЗИ АВИАЦИОННОГО ФОРМИРОВАНИЯ

*А.В. Рябов к.т.н., доцент, доцент кафедры,
М.Ю. Пресняков преподаватель*

*ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского
и Ю.А. Гагарина» (Воронеж, Россия)*

В настоящее время авиационные формирования Вооруженных сил РФ укомплектованы современными авиационными комплексами, которые являются сложными высокотехнологичными системами, для управления и обеспечения полетов которых в районах аэродромов концентрируется большое количество радиоэлектронных средств (РЭС) различного назначения (связи, радиотехнического и радиолокационного обеспечения полетов, автоматизированных систем управления и др.). В соответствии с принципом действия такие РЭС создают электромагнитные поля и электрические сигналы, распространяющиеся в пространстве или по электрическим цепям и способные создавать непреднамеренные радиопомехи (НПР) другим РЭС. Это, в свою очередь, вносит вклад в помеховую обстановку в районе аэродрома и влияет на безопасность полетов и устойчивость управления авиацией в воздухе.

Значительный уровень НПР создается средствами радиосвязи, предназначенными для управления. При этом актуальной задачей, решаемой в ходе развертывания и эксплуатации систем связи авиационного формирования, является задача обеспечения электромагнитной совместимости (ЭМС) [1].

Повышение требований к ЭМС обуславливает необходимость дальнейшего развития научно-методического аппарата ее оценки, совершенствования на его основе существующих и разработки новых способов обеспечения ЭМС.

Особенностью системы авиационной радиосвязи является расположение средств радиосвязи, являющихся источниками и рецепторами НПР, как на поверхности Земли (наземные ПУ, аппаратные связи), так и на борту воздушных судов (бортовые РЭС). При этом наибольший вклад в помеховую обстановку вносят станционные помехи средств декаметровый (ДКМ) радиосвязи. Это обусловлено особенностями ДКМ диапазона и, связанной с ними, относительно большой мощностью излучаемой мощности (100...1000 Вт и более) при использовании близких оптимальных рабочих частот несколькими радиостанциями, расположенными в пределах взаимной радиодоступности [2].

Помеховая обстановка оценивается путем выявления потенциально несовместимых РЭС, расчетом энергетических характеристик НПР, воздействующих на радиоприемные устройства (РПУ) РЭС, а также расчетом вероятностных характеристик радиопомех [1, 3].

Потенциально несовместимые РЭС выявляются путем частотного анализа каждой пары РЭС с целью определения источников (радиопередающих устройств – РПДУ) и рецепторов (РПУ) НРП, а также каналов их проникновения [3].

Расчет энергетических характеристик НРП предусматривает определение либо плотности потока мощности непреднамеренной помехи в месте расположения антенны приемника РЭС, либо мощности НРП на входе РПУ с учетом проникновения радиопомехи через антенну [3].

Вероятностную оценку помеховой обстановки производят для условий со случайными факторами возникновения помех. При этом кроме возможных значений мощности НРП рассчитывают значения вероятностей частотного, пространственного и временного совпадений сигнала и НРП [1].

Рассмотрим частотные и энергетические показатели ЭМС, позволяющие оценить уровень стационарных помех в сетях авиационной радиосвязи и обосновать методы их минимизации.

Факт частотных совпадений рассматриваемой пары РЭС определяется путем поиска каналов воздействия НРП, проходящих на вход РПУ при выполнении неравенства [1]

$$|k \cdot f_{\text{РПДУ}} - f_{\text{ПК}}| \leq 0,5 \cdot [\Delta f_{\text{РПДУ}}(k, m) + \Delta f_{\text{РПУ}}] \quad (1)$$

где $k = 1, 2, 3, \dots, k_{\text{max}}$ – порядковый номер гармоники несущей частоты РПДУ; $f_{\text{РПДУ}}$ – рабочая частота РПДУ; $\Delta f_{\text{РПДУ}}(k, m)$ – полоса радиоизлучения РЭС на k -й гармонике и уровне x дБ при образовании m -го побочного канала приема; $\Delta f_{\text{РПУ}}$ – полоса пропускания усилителя промежуточной частоты РПУ на уровне x [дБ]; $f_{\text{ПК}}$ – частота побочного канала приема.

При размещении РЭС на удалениях от нескольких до десятков километров, что соответствует практике разнесения ДКМ радиостанций, можно ограничиться учетом преобразования частот на первой промежуточной частоте. При этом частоты побочного канала приема могут быть определены по формуле [1]:

$$f_{\text{ПК}} = |n_{\text{Г}} \cdot f_{\text{Г}} \pm f_{\text{ПЧ}}^{(1)}|, \quad \text{при } n_{\text{Г}} = 2, 3, \dots, n_{\text{Гmax}}; \quad (2)$$

где $n_{\text{Г}}$ – порядковый номер гармоники частоты гетеродина; $f_{\text{Г}}$ – частота гетеродина; $f_{\text{ПЧ}}^{(1)}$ – 1-я промежуточная частота.

На основе решения неравенства (1), с учетом (2), определяются сочетания $k = k', n = n', m = m'$, при которых возможно проникновение НРП на вход РПУ. При этом значения k', n', m' характеризуют каналы проникновения помех на вход РПУ, что позволяет определить основные способы обеспечения ЭМС на основе снижения уровня помех по побочному и зеркальному каналам, а также интермодуляционных помех.

В качестве энергетических показателей ЭМС используют, как правило, коэффициент отношения сигнал/помеха K_3 , либо коэффициент подавления приемника $K_{\text{П}}$ мешающим излучением передатчика радиостанции, работающей на близких частотах [3]:

$$K_{\Pi} = \frac{1}{K_3} = \sum_{i=1}^N \left(P_{\text{нп}i} \cdot \prod_{j=1}^M K_j \right) / P_c, \quad (3)$$

где P_c – мощность полезного сигнала на входе РПУ; $P_{\text{нп}i}$ – мощность НРП на входе РПУ, обусловленной работой других РЭС на близких частотах; N – количество РЭС, работающих на близких частотах; $K_j \leq 1$ – коэффициенты характеризующие условия применения РЭС.

В выражении (3) отличительные особенности между полезным сигналом и НРП заключаются в частоте, виде сигнала, способе его кодирования, направлении прихода радиоволны и ее поляризации, а также в особенностях распространения радиоволн [4]. Анализ данного выражения позволяет обосновать способы обеспечения ЭМС РЭС, работающих на близких частотах. Наиболее эффективными из них являются способы, основанные на минимизации (до уровня, обеспечивающего требуемую достоверность связи) мощности излучения РПУ в совокупности с использованием высокоэффективных антенных систем. При этом, для обеспечения достоверности связи такие способы могут комбинироваться с применением [4]:

- компенсаторов помех при использовании методов управления диаграммы направленности ДН антенн по пространственной координате;
- разнесенного приема сигналов и компенсации помех при использовании модемных подавителей;
- ретрансляции сигналов через составные радиолинии;
- частотной адаптации;
- помехоустойчивых сигнально-кодовых конструкций и других способов.

Таким образом, анализ рассмотренных частотных и энергетических показателей ЭМС позволяет обосновать способы обеспечения ЭМС и провести сравнительную оценку сетей авиационной радиосвязи при использовании различных способов обеспечения ЭМС.

Литература

1. Теория и методы оценки электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств / Ю. А. Феоктистов [и др.]; Под ред. Ю. А. Феоктистова. – М.: Радио и связь, 1988. – 480 с.
2. Головин О. В. Системы и устройства коротковолновой радиосвязи / О. В. Головин, С. П. Простов – М.: Горячая линия. Телеком, 2006. – 598 с.
3. Уайт Д. Р. Ж. Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств и непреднамеренные помехи. / Д. Р. Ж. Уайт; Пер. с англ. под ред. А. И. Сапгира. – М.: Сов. радио, 1977. – 240 с.
4. Манько В. Н. Проблемы обеспечения электромагнитной совместимости в сетях декаметрового радиосвязи / В. Н. Манько, А. В. Рябов // Сб. статей Всероссийской ежегодной научной конференции «Актуальные проблемы вооруженной борьбы в воздушно-космической сфере» (9-10 апреля). – Воронеж: ВУНЦ ВВС «ВВА» – 2015. – Часть IV. – С 319 – 322.

НАПРАВЛЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ УПРАВЛЯЕМОСТИ СИСТЕМ РТО АВИАЦИОННЫХ ФОРМИРОВАНИЙ

М.А. Стафеев, к.в.н., старший преподаватель,

В.С. Федюченко, слушатель

*ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского
и Ю.А. Гагарина» (Воронеж, Россия)*

Анализ военных конфликтов последних лет, а также опыт, полученный при ведении боевых действий за пределами национальной территории, свидетельствует о высокой роли и значимости авиации в решении, как отдельных боевых и специальных задач, так и в достижении конечных военно-политических целей.

Для эффективного применения сил и средств авиационных формирований, максимальной реализации их боевых возможностей, обеспечения безопасности полетов на всех этапах необходимо своевременное развертывание и устойчивое функционирование системы радиотехнического обеспечения (РТО) полетов.

Состояние системы РТО, как системы обеспечения полетов воздушных судов, существенно влияет на результативность боевого применения авиационных комплексов в процессе выполнения боевых задач. От оперативности принятия решения органом управления РТО, своевременности постановки задач элементам системы РТО всецело зависит результат выполнения поставленной задачи и состояние безопасности полетов.

Динамика изменения состояния системы РТО авиационных формирований в процессе функционирования в основном обусловлена деструктивным воздействием противника и необходимостью постоянной смены мест базирования авиации, особенно подразделений армейской авиации. Возрастающие возможности противника по активному применению средств огневого поражения и средств радиоэлектронной борьбы с одной стороны, и необходимость поддержания требуемого качества РТО в любых условиях обстановки, с другой – требуют поиска новых подходов в организации РТО. В таких условиях повышается значимость способности системы РТО изменять свое состояние в заданных пределах при воздействии органов управления связью и РТО на ее элементы в соответствии с изменениями обстановки, т.е. управляемости системы РТО [1, 2].

Основными факторами, влияющими на управляемость системы РТО авиационного формирования являются:

- характер деструктивного воздействия противника на систему радиотехнического обеспечения полетов;
- степень укомплектованности личным составом, обеспеченность подразделений связи и РТО вооружением и военной техникой;
- принятая система пунктов управления радиотехническим обеспечением;

– укомплектованность органов управления радиотехническим обеспечением личным составом, уровень подготовки должностных лиц и их ситуационная осведомлённость;

– наличие резервов средств РТО.

Сдерживающим фактором, зачастую определяющим срок готовности системы РТО к применению, является необходимость выполнения летных проверок средств РТО полетов, в том числе с применением самолетов-лабораторий.

Управляемость системы РТО, главным образом, зависит от качества решений, принятых на организационном уровне управления, которые являются фундаментом для последующих решений и влияют на функционирование в целом всей системы РТО развертываемой группировки войск (сил).

Достижение требуемого уровня управляемости на организационном уровне напрямую зависит от укомплектованности органов управления связью и РТО личным составом, уровня подготовки должностных лиц и их ситуационной осведомленности. Повсеместное внедрение в систему связи и РТО технических решений, направленных на повышение пропускных способностей информационных направлений и устойчивости функционирования телекоммуникационных сетей связи вызывает существенное усложнение современных комплексов и средств связи и РТО, повышает требуемый уровень квалификации к обслуживающему персоналу. Для прогнозирования возможных последствий, принятых на организационном уровне решений, необходимо на этапе планирования осуществлять оценку управляемости системы РТО и в зависимости от полученных результатов – корректировать порядок и способы выполнения поставленных задач. При планировании системы РТО авиационного формирования необходимым этапом является моделирование ее функционирования при различных вариантах развертывания и условиях решения поставленных задач.

Кроме того, в результате возможных ошибок планирования, обусловленных низкой компетентностью должностных лиц органов управления связью и РТО, неполным и некачественным анализом факторов, влияющих на систему связи и РТО, отсутствием отлаженного взаимодействия между частями и подразделениями связи и РТО, система РТО может перейти в состояние, в котором полностью или частично не сможет выполнить возлагаемые на нее функции.

Одним из подходов повышения управляемости является ограничение проведения детального планирования построения системы связи и РТО и осуществление общего руководства системой связи и РТО с использованием гибкости ее структуры и возможностей адаптации к прогнозируемым изменениям обстановки в процессе функционирования [3].

Необходимые и достаточные условия существования управляемой системы РТО заключаются в ее способности перейти в заданное состояние и в способности органов управления связью и РТО сформировать управляющее

воздействие адекватное выполняемой задаче, соответствующее уровню подготовленности исполнителей и техническому уровню средств и комплексов РТО. Из этого следует, что управляемость можно понимать в широком (общем) и в узком (частном) смысле. Под управляемостью в узком смысле понимается способность системы перейти из исходного только в одно заданное состояние. Под управляемостью в широком смысле - способность системы перейти в любое из возможных состояний.

Существующее состояние системы РТО характеризуется сложностью решения задач управления. Главным аспектом в повышении качества управленческой деятельности на организационном уровне управления является необходимость разработки математического аппарата оценки реального уровня управляемости системы на этапе планирования РТО.

Для принятия органом управления РТО обоснованных решений в процессе управления, необходимым условием является наличие данных о том, что система РТО будет способна перейти из исходного состояния в требуемое.

В соответствии с решениями, принимаемыми в процессе управления системой РТО, орган управления должен разработать и реализовывать ряд организационных и технических мероприятий, влияние которых на управляемость системы РТО возможно спрогнозировать лишь, обладая научно обоснованной методикой количественной оценки уровня управляемости.

Задачи управления системой связи и РТО организационного уровня могут решаться с использованием современных комплексов средств автоматизации управления и их прикладной среды в виде систем поддержки принятия решений, реализованных с использованием общего и специального программного обеспечения процессов управления и баз данных.

В структуре системы управления РТО авиационного формирования необходим элемент, позволяющий по результатам обработки сведений об обстановке и состоянии системы РТО оказывать помощь в принятии решений, наиболее целесообразных в конкретных условиях обстановки. В качестве такого функционального элемента системы управления РТО может выступить система поддержки принятия решений (СППР).

Таким образом, задача обеспечения управляемости системы РТО может быть решена путем повышения уровня ситуационной осведомленности органов управления и наличием соответствующих сил и средств РТО в том числе резервных, позволяющих решать внезапно возникающие задачи.

Литература

1 Словарь войск связи Вооруженных Сил Российской Федерации / Под общей ред. начальника Связи Вооруженных Сил Российской Федерации – заместителя начальника Генерального штаба Вооруженных Сил Российской Федерации генерал-полковника Е.А. Карпова. М: Воениздат, 2008. 216 с.

2. Арсланов Х.А., Башкирцев А.С., Лихачев А.М. Автоматизированная система управления связью Вооруженных Сил Российской Федерации и

приоритетные направления ее развития // Связь в Вооруженных Силах Российской Федерации, 2016. С.17-20.

3. Костарев С.В., Воробьев И.Г. Современные подходы к обеспечению разведывательной защищенности и живучести системы связи объединения в операциях (боевых действиях) // Военная мысль, 2019. № 11. С. 58-68.

УДК 629.735.05:621.3

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЛАЗЕРНО-ЛОКАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ МАЛОВЫСОТНОГО ПОЛЕТА*

В.М. Лисицын к.т.н., начальник сектора, С.М. Мужичек д.т.н., проф., ученый секретарь, К.В. Обросов к.т.н., ведущий инженер ФГУП «ГосНИИ авиационных систем» (Москва, Россия)

Столкновения с препятствиями при выполнении маловысотного полета (МВП) – основная причина аварийных ситуаций для вертолетов. При этом очень часто необнаруженными являются тонкие протяженные препятствия (ТПП) такие как линии электропередач и провода, которые почти не наблюдаемы экипажем вертолетов даже при хорошей видимости. Можно считать, что именно провода являются наиболее опасным типом препятствий для вертолетов и беспилотных летательных аппаратов при выполнении МВП. Проведенные экспериментальные и теоретические исследования показали, что единственным надежным средством обнаружения любых, в том числе неметаллических препятствий являются лазерно-локационные системы (ЛЛС) [1, 2]. Можно показать [3], что при обнаружении ТПП при условии его расположения по центру диаграммы излучения ЛЛС уровень отраженного сигнала обратно пропорционален углу расходимости этой диаграммы. Поэтому для надежного обнаружения таких препятствий необходима концентрация лучистой энергии в малом телесном угле (1 – 2 угл. мин.).

Для оценки эффективности ЛЛС в докладе предложена методика, позволяющая количественно оценить безопасность полета при выполнении МВП. Методика основана на энергетических расчетах отношения сигнал/шум в тракте детектирования ЛЛС для различных типов препятствий. Оценка эффективности определяется условной вероятностью уклонения от столкновения при условии нахождения препятствия по курсу летательного аппарата (ЛА). Предполагается, что ЛА до обнаружения препятствия движется горизонтально прямолинейно с постоянной скоростью V . ЛА после обнаружения препятствия начинает маневрировать с располагаемой перегрузкой n_y . Начало маневра соответствует моменту принятию решения о наличии препятствия плюс некоторое запаздывание τ , соответствующее времени реакции носителя на управляющие воздействия. Вероятность

* Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 19-29-06077-мк)

обнаружения препятствия P_{on} вычисляется и сравнивается с пороговым значением $P_{зад}$ циклически при уменьшении текущей дальности $D_{тек}$ на расстояние, определяемое временем цикла обзора $t_{обз}$ и скоростью ЛА.

Рассмотрим методику более подробно.

1. По текущей скорости V и располагаемой перегрузке n_y рассчитывается минимально возможный радиус кривизны траектории R_{min} .

2. По типу препятствия задаются его размеры, и определяется необходимый набор высоты ΔH для безопасного пролета над ним относительно текущей высоты.

3. По ΔH , R_{min} , V и времени запаздывания реакции ЛА τ находится минимальная дальность начала маневра D_{min} .

4. Рассчитывается среднее отношение сигнал/шум (S/N) при зондировании препятствия. При этом используется текущая дальность $D_{тек}$, внешние условия (показатель поглощения лазерного излучения в атмосфере α и коэффициент диффузного отражения β), тип препятствия и характеристики ЛЛС. Учитываются возможное смещение ТПП относительно центра диаграммы направленности и потери, связанные со сканированием.

5. Задаваясь вероятностью ложных тревог $P_{лт}$, и используя полученное отношение сигнал/шум, определяется вероятность обнаружения отраженного сигнала $P_{обн}$. Зависимость $P_{обн}$ от $P_{лт}$ при заданном отношении сигнал/шум может быть взята из [4].

6. Рассчитывается количество зондирований N , попадающих на препятствие при реализации заданного в ЛЛС способа сканирования. Для этого используется текущая дальность $D_{тек}$, тип препятствия, логика работы и характеристики ЛЛС.

7. По $P_{обн}$ и N определяется ожидаемое количество обнаруженных сигналов от препятствия n .

8. Задаваясь некоторым порогом Q , вычисляется вероятность обнаружения препятствия P_{on} по критерию Q из n . Принимая минимально допустимую вероятностью обнаружения препятствия $P_{зад}$, производится сравнение полученной вероятности и заданной.

9. Если препятствие не обнаружено ($P_{on} < P_{зад}$), то производится расчет текущей дальности для следующего цикла обзора $D_{тек}$.

10. Если препятствие обнаружено ($P_{on} \geq P_{зад}$), то сопоставляем текущую дальность $D_{тек}$ и D_{min} . Если $D_{тек} \geq D_{min}$, то безопасность полета обеспечена. Таким образом, мы получаем дальность обнаружения препятствия с заданной вероятностью правильного обнаружения P_{on} . Если препятствие обнаружено, когда $D_{тек} < D_{min}$, то с большой вероятностью произойдет столкновение с препятствием, т.е. безопасность не обеспечена.

Предложенный подход позволяет считать эквивалентными вероятностью обнаружения препятствия P_{on} на дальности D_{min} , позволяющей уклониться от столкновения, и вероятностью безопасного полета $P_{обн}$.

Схематично методика представлена на рис. 1.

На основе предложенного подхода были получены некоторые зависимости для разных типов препятствий, в частности:

- зависимость вероятности обнаружения отраженного сигнала и препятствия от расстояния (погодные условия как параметр) для разного уровня ложных тревог;
- зависимость вероятности обнаружения разных типов препятствий от текущей дальности для различных погодных условий;
- зависимость вероятности обнаружения препятствия от погодных условий для дальности, допускающей уклонение от столкновения с препятствием (скорость V или располагаемая перегрузка n_y как параметр);
- зависимость дальности обнаружения провода от расстояния при вариации диаметра провода.

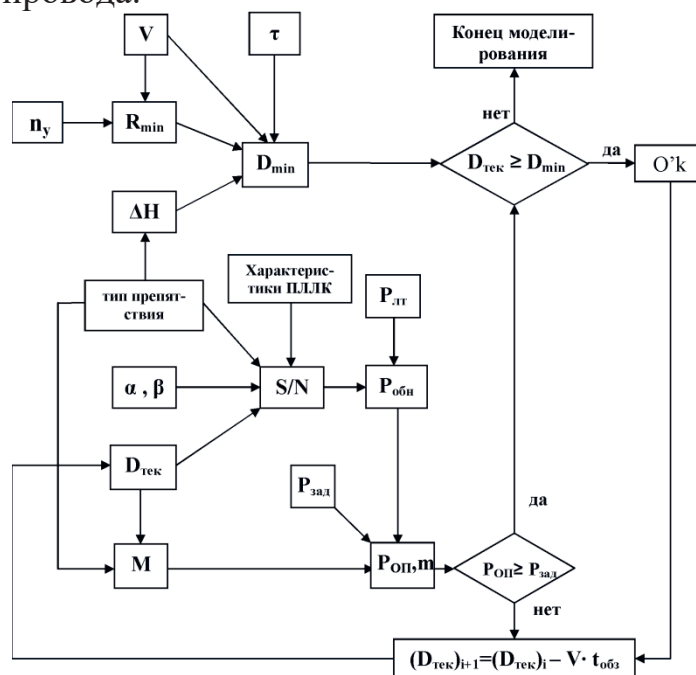


Рис. 1. Методика оценки эффективности ЛЛС при выполнении МВП

Методика позволяет исследовать влияние на вероятностные характеристики безопасности полета технических параметров и логики работы ЛЛС, погодных условий, характеристик маневренности и скорости полета ЛА, особенностей разных типов препятствий без детального моделирования работы системы и зондирования препятствий. Полученные зависимости подтверждают высокую эффективность ЛЛС по информационному обеспечению МВП.

Литература

1. Schulz K.R., Scherbarth S., Fabry U. Hellas: obstacle warning system for helicopters//Proc. SPIE, V. 4723, 2002, P. 1-8.
2. Г.Г. Себряков, В.М. Лисицын, К.В. Обросов. Использование лазерных локаторов в перспективных информационных системах летательных аппаратов. Лазеры в науке, технике, медицине: Сборник научных трудов. Том 21 / Под ред. В.А. Петрова. М.: МНТОРЭС им. А.С. Попова. 2010. С. 16-20.

3. Дановский В.Н., Ким В.Я., Лисицын В.М., Обросов К.В., Тихонова С.В. Сравнение возможностей радиолокации и лазерной локации как методов информационного обеспечения безопасности маловысотного полета//Изв. РАН. Теория и системы управления. № 4. 2007. С. 153-165.

4. Radar Handbook. Editor-In-Chief M.I. Skolnik. McGraw Hill Book Company, 1970.

УДК 629.735.05:621.3

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ СЛЕЖЕНИЯ ЗА ДВИЖЕНИЕМ ВОЗДУШНОГО СУДНА ПО АЭРОДРОМУ С ПОМОЩЬЮ БОРТОВЫХ ДУБЛИРУЮЩИХ СИСТЕМ

С.С. Самохина к.п.н., доцент, доцент кафедры ЕНД,

В.М. Артемов курсант ФЛЭиУВД

ФГБОУ ВО УИГА имени Б.П. Бугаева, (Ульяновск, Россия)

Современные цифровые технологии находят широкое применение в авиационных системах. Недостаточность информации для экипажа ВС, когда требуется распознать начало нештатной ситуации на этапе руления, взлёта или посадки в непосредственной близости от земли, может стать предпосылкой авиационных происшествий. Влияние человеческого фактора, приводящего к ошибочным решениям и действиям при выполнении пилотирования ВС, значительно снижает уровень безопасности полётов и требует внедрения систем, которые в штатных условиях выступают в качестве помощника пилота, а в экстремальных условиях способны полностью взять управление процессами на себя.

В настоящее время совершенствуются системы автоматической инструментальной посадки по приборам: ILS, GPS (+SBAS, +GBAS, +RAIM). Разрабатывается экспериментальная система C2Land, которая использует GPS для управления полетом в сочетании с улучшенной зрительной системой навигации для посадки.

Однако, инструментальные системы дороги, требуют сложного оборудования, имеют ряд технических недостатков, которые увеличивают потенциальные риски для обеспечения безопасности полетов. Все аэропорты федерального значения обеспечивают точный заход GLS по I категории ИКАО. Системы имеют недостаточную точность и практически не позволяют производить посадку в условиях низкой видимости (категория II и III). В частности, для работы ILS помехами являются сигналы, отраженные от различных объектов, рельеф местности может вызывать искажения. Имеются разработки с наземным вариантом размещения оборудования для контроля движения воздушного судна при посадке и движению по ВПП [1-2].

Известны катастрофы из-за постороннего объекта на ВПП, плохой видимости. Положение усугубляется влиянием человеческого фактора,

приводящего к ошибочным решениям и действиям при выполнении пилотирования ВС. Например, имели место авиационные происшествия, когда пилоты садились не на ту полосу.

Таким образом, актуальной проблемой с точки зрения системы управления безопасностью полетов (СУБП) выступает необходимость упреждающего моделирования рисков с помощью интеллектуальной информационной поддержки через применение машинного зрения [3-4]. Необходима разработка методов обработки оптической информации для автоматизированных информационно-управляющих и следящих систем, которые могут снизить информационную перегрузку экипажа ВС; повысить осведомленность экипажа о состоянии технических систем на этапах взлета и посадки, в сложных метеоусловиях. Это означает, что требуется разработка комплексов "улучшенного видения" EVS (Enhanced Flight Vision Systems) и систем синтезированного видения ESVS (Enhanced and Synthetic Vision Systems).

Цель проекта - разработать программное обеспечение для системы технического зрения на воздушном судне, которая обеспечит слежение за движением ВС на аэродроме (руление, движение по ВПП на этапе взлета и посадки), оповещение экипажа об особенностях движения и выдачу текстовых и визуальных рекомендаций по корректировке движения для снижения потенциальных рисков и обеспечения условий для безопасности полетов.

В качестве объекта, на котором нами предлагается использовать автоматизированную систему улучшенного и синтезированного зрения можно использовать, учебные самолёты типа Da-40 и Da-42 для первоначальной подготовки будущих пилотов в учебных заведениях гражданской авиации или другие воздушные суда малой авиации.

Для создания программного обеспечения использовалась библиотека алгоритмов компьютерного зрения, обработки изображений и численных алгоритмов общего назначения OpenCV для интерпретации изображений, калибровки камеры, анализ перемещения объекта, слежение за объектом, которая написана на языке высокого уровня (C/C++) [5].

Для автоматизации были выбраны процессы слежение за положением воздушного судна при движении его по рулѐжной дорожке и взлѐтно-посадочной полосе, анализ бокового отклонения ВС от осевой линии, текстовое предупреждение пилотов о недопустимом отклонении при его обнаружении; обнаружение и идентификация взлѐтно-посадочной полосы при нахождении воздушного судна на предпосадочной прямой, реализация текстового сообщения пилотам об обнаруженном идентификационном номере ВПП, текстовое предупреждение пилотов о несоответствии обнаруженного и требуемого идентификационного номера ИВПП (если это имеет место).

Для создания и тестирования работы алгоритма была создана база (библиотека) шаблонов идентифицируемых объектов на основе видеоизображений в цветовом пространстве BGR, полученных с камер, работающих в видимом и инфракрасном диапазонах. Разработана программа

(алгоритмы), которая позволяет находить контуры предметов и выделять область для анализа изображения, идентифицировать номер ИВПП, следить за движением воздушного судна по рулѐжной дорожке и взлѐтно-посадочной полосе, поиска. Использовались видеоматериалы реальных взлѐтов и посадок магистральных ВС, перемещения ВС по ВПП, видеозаписи учебных полѐтов курсантов Ульяновского института гражданской авиации, фотографии ВПП из интернет-ресурсов.

Главным элементом предлагаемого бортового комплекса системы технического зрения для формирования цветного изображения в реальном времени при движении воздушного судна по аэродрому (рулѐжной дорожке, взлѐтно-посадочной полосе) является сенсор, в качестве которого используется видеокамера. Обработка изображений, в соответствии с алгоритмами, включает «захват» ВПП; контроль движения ВС по ВПП. К настоящему времени создана компьютерная программа по устойчивому захвату и обработке видеопотока изображения осевой линии рулѐжной дорожки и взлѐтно-посадочной полосы, идентификации составляющих её элементов; предварительной фильтрации полученного изображения от внешних шумов и помех, сглаживанию фильтром Гаусса, определению контуров элементов разметки по методу Кенни; определению направления осевой линии; определению бокового отклонения курсовой линии ВС от осевой линии.

Разработанные алгоритмы могут встраиваться в другие программные модули для решения задач более высокого уровня. Могут быть использованы в системах технического зрения воздушного и наземного применения. В перспективе автоматизированная бортовая система может помочь осуществлять автоматическое руление, взлет и посадку в небольших аэропортах, не имеющих систем инструментальной посадки.

Предлагаемая система технического зрения компактна, программное обеспечение для её функционирования допускает модернизацию, замену комплектующих при ремонте, технически реализуема, требует минимальных усилий по её техническому обслуживанию, значительно дешевле сложных инструментальных систем.

Подобные системы будут востребованы учебными заведениями авиационного профиля при выполнении учебных полетов, так как их помощь начинающим пилотам снизит риски из-за недостатка опыта.

Автоматизированный сбор и ускоренная обработка информации с использованием искусственного интеллекта позволит создать дублирующие системы, сократить монотонные операции в деятельности пилота воздушного судна. Эти средства позволят обеспечить более высокий уровень безопасности полетов, что является одной из главных задач в гражданской авиации.

Литература

1. Вдовенко В.С. и др. Способ и система наблюдения за наземным движением подвижных объектов в пределах установленной зоны. Патент РФ RU2521450 С2. – 2014.

2. Бондарев В. Г., Лопаткин Д.В., Смирнов Д.А. Автоматическая посадка летательных аппаратов. // Вестник ВГУ, серия: Системный анализ и информационные технологии, 2018, № 2. – С.44-51

3. Теория и практика определения рисков в авиапредприятиях при разработке системы управления безопасностью полетов : [монография] / Б. В. Зубков, В. Д. Шаров ; Московский гос. технический ун-т гражданской авиации. – Москва : Моск. гос. технический ун-т ГА, 2010. – 196 с.

4. Костяшкина, Л.Н. Обработка изображений в авиационных системах технического зрения ; под ред. Л.Н. Костяшкина, М.Б. Никифорова. – М.: Физматлит, 2016. – 240 с.

5. Гарсия, Глория Буэно и др. Обработка изображений с помощью OpenCV [Текст] : пер. с англ. Слинкина А. А. – Москва : ДМК Пресс, 2016. – 408 с.

УДК 629.735.05:621.3

ОПЕРАТИВНЫЙ ПРОСМОТР ПРОСТРАНСТВА И МЕСТНОСТИ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННОЙ СИСТЕМОЙ БПЛА

С.Б. Стукалов к.т.н., доцент, В.А. Костенков к.т.н., доцент,

Р.С. Гаврюшин соискатель

*Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

Безопасность полета воздушных судов в значительной степени зависит от состояния воздушного пространства и местности, в районе которых выполняются полеты, взлеты и посадки. Просмотр воздушного пространства визуальными, радиолокационными средствами, лидарами и другими существующими средствами не всегда дают полную информацию. Дополнительными информационными способами могут быть просмотры опτικο-электронными системами, выполняемые при помощи беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) [1]. Такие способы не требуют значительных трудозатрат для выполнения исследовательских полетов воздушных судов с пилотами, а также времени для подготовки и выполнения полетов.

Проведенные эксперименты при выполнении полетов БПЛА с опτικο-электронной системой (ОЭС) [1] показали, что маршрут полета целесообразно выполнять по траектории, которая задается ломаной линией от точки старта до точки посадки. Целесообразно использовать перечень специальных маневров. Прохождение группы характерных точек траектории (ХТТ) маневра должно осуществляться последовательно с учетом расположения ХТТ в маневре. С точки зрения повтора группа ХТТ может быть пройдена тремя способами:

- единичное последовательное прохождение группы ХТТ
- возвратно-поступательный повтор группы ХТТ

- возврат в точку взлета
- При управлении полетом БПЛА необходимо учитывать:
- вид маневра;
 - заданную путевую скорость прохождения маневра;
 - время входа в маневр;
 - количество характерных группы характерных точек траектории БПЛА,
- входящих в маневр;
- ХТТ входа в маневр;
 - ХТТ выхода из маневра;
 - количество повторов группы ХТТ;
- В выделении каждой ХТТ необходимо учитывать параметры:
- координаты GPS ХТТ;
 - способ прохождения ХТТ;
 - действие БПЛА при прохождении ХТТ.
- Разобрав возможные траектории полета БПА, предложены группы рекомендуемых маневров (табл. 1.).

Табл. 1

Наименование	Назначение маневра
Отрезок	Просмотр пространства и территорий около линейных объектов (мосты, участки дорог, рек)
Замкнутая траектория	Просмотр пространства и территорий на малой высоте, облет территории аэродромов
Круг	Просмотр крупной территории и пространства
Восьмерка	Просмотр территорий и пространства для многократного анализа
Змейка	Просмотр территорий и пространства вдоль нелинейных объектов (непрямолинейные участки дорог, рек)
Область	Просмотр территорий и пространства на высотах от 200-800 метров, облет мест тщательного просмотра

На основании проведенных исследований можно дать рекомендации к оперативному просмотру пространства и местности оптико-электронной системой БПЛА:

1. Полет БПЛА с ОЭС целесообразно выполнять по перечню специальных маневров.

2. В качестве поворотных точек полета поискового БПЛА с ОЭС рекомендуется применять характерные ориентиры, хорошо опознаваемые в полете (изгибы рек, перекрестки дорог, одиночные строения и т. д.).

4. Первую поворотную точку маршрута полета БПЛА с ОЭС (исходный пункт маршрута) целесообразно устанавливать рядом с точкой старта.

5. Линия пути БПЛА с ОЭС не должна проходить возле линий электропередач большой мощности и других объектов с большим уровнем электромагнитных излучений (радиолокационные станции, приемо-

передающие антенны и пр.).

Литература

1. Стукалов С.Б., Гаврюшин Р.С., Кондриков В.И. Исследование инновационных подходов применения систем визуализации на воздушных судах. Отчет о НИР №07-16 № госрегистрации АААА-А-16-116121410012-8. Москва, МГТУ ГА, 2019.- 69 с.

2. Спутниковый мониторинг транспорта. <https://ru.wikipedia.org/wiki/> (дата обращения 5.02. 2021).

3. Федеральный закон Российской Федерации от 14 февраля 2009 г. № 22-ФЗ "О навигационной деятельности".

УДК 629.735.05:621.3

ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННАЯ СИСТЕМА ПРОСМОТРА ПРОСТРАНСТВА И МЕСТНОСТИ НА БАЗЕ БПЛА ДЛИТЕЛЬНОГО ПОЛЕТА

*С.Б. Стукалов к.т.н., доцент, В.А. Костенков к.т.н., доцент,
Р.С. Гаврюшин соискатель
Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

Для различных областей гражданской авиации все чаще применяют беспилотные летательные аппараты (БПЛА), которые имеют возможность выполнять полет по маршруту, полет по заданным точкам в автоматическом режиме и т.п. [1, 2]. Одной из задач полета БПЛА может быть просмотр пространства, местности при помощи оптико-электронных систем, анализ на отсутствие птиц, обследования мест летных происшествий и нахождения, характерных для данных ситуаций, участков и объектов. Преимуществом БПЛА является скорость нахождения координат мест и объектов летных происшествий, а также возможность полета и выполнения задач в сложных метеоусловиях.

Для этих целей при помощи системы автоматизированного проектирования авторами выполнено построение планера БПЛА длительного полета. Подобран оптимальный вариант конструкции фюзеляжа для размещения бортовой части оптико-электронной системы просмотра пространства и местности (рис.1).

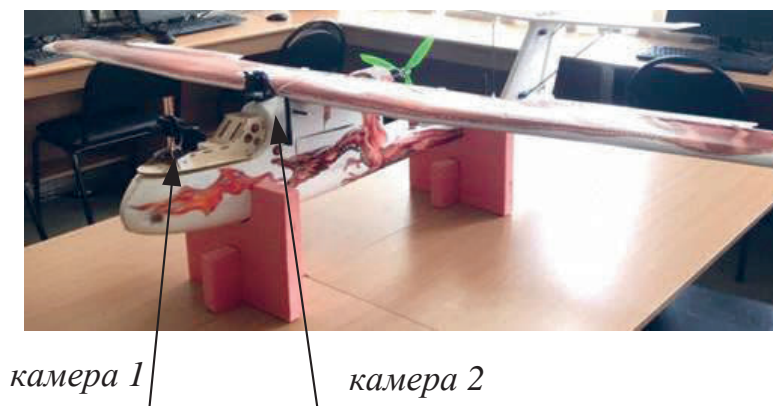


Рис. 1. Беспилотный летательный аппарат с оптико-электронной системой

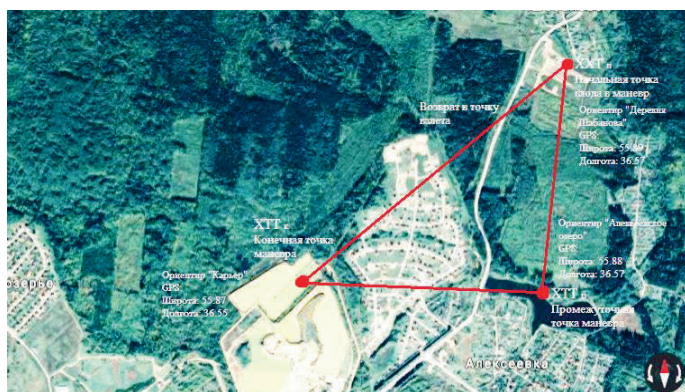
На разработанном комплексе установлены оптико-электронные камеры (рис. 1):

- курсовая №1, которая подключается к системе полетного контроллера и обеспечивает обзор пространства в носовой части БПЛА;
- бокового обзора №2 с поворотной системой;

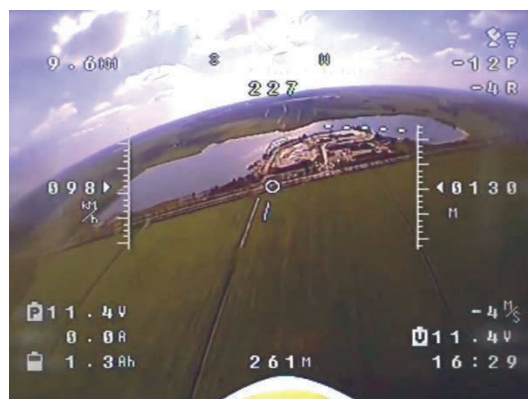
Такая конструкция позволяет ориентироваться днем и ночью, корректировать полет БПЛА по маршруту и по установленным ориентирам. Главной задачей данных камер является просмотр пространства и местности в диапазонах, видимого и инфракрасного излучений.

Были проведены летные эксперименты по использованию оптико-электронной системы с длительным полетом БПЛА. Полет осуществлялся по маршруту с автоматическим возвратом по системе спутниковой навигации (рис. 2а).

При выполнении экспериментов получены кадры с курсовой камеры, которая зафиксировала подлёты над ориентирами. Результаты регистрации изображений местности позволяют уверенно различить объекты в пространстве и выявлять наличие птиц, быстро просматривать местность.



а).



б).

Рис. 2. Результаты регистрации изображений местности оптико-электронной системой при подлете к первому ориентиру (а) и при подлете ко второму ориентиру (б)

Вместе с тем, как видно из полученных изображений оптико-электронным комплексом, при использовании навигационных данных от датчика спутниковой системы навигации возникает отклонение от заданного маршрута. БПЛА должен был пролететь ровно ориентиром №1. Однако данный ориентир летательный аппарат проходит левее на 10-20 метров (рис.2 б). При выполнении полета с большим количеством ориентиров накапливалась погрешность. Погрешности в координатных параметрах на 10-20 метров от спутниковой системы навигации проявились в ходе выполнения шести вылетов БПЛА. На зависимость стабильности полета БПЛА от качества сигналов спутниковой связи GPS и необходимость исключения этой зависимости указывают также ряд ранее проведенных исследований [2].

На основании выполненных экспериментов можно дать рекомендации по использованию оптико-электронной системы в задачах просмотра пространства и местности:

1. Для размещения бортовой оптико-электронной системы оптимальным вариантом конструкции планера БПЛА является схема расположения крыла типа высокоплан.

2. Для выполнения просмотра пространства и местности в сложных метеоусловиях нужны бортовые камеры управления полетом и камеры наблюдения многоспектральных диапазонов.

3. Для улучшения стабильности полета БПЛА с оптико-электронным комплексом в поисковых задачах необходимо устранять погрешности позиционирования от спутниковой системы навигации и выполнять коррекцию маршрута полета.

4. Задачу коррекции маршрута полета БПЛА можно выполнить автоматизировано по результатам регистрации изображений местности от оптико-электронной системы.

5. В качестве поворотных точек полета БПЛА можно использовать характерные ориентиры, хорошо опознаваемые в полете (изгибы рек, перекрестки дорог, одиночные строения и т. д.).

Результаты регистрации изображений оптико-электронной системой в разных диапазонах волн позволяют выделить объекты в пространстве, на местности и принять правильные решения.

Литература

1. Стукалов С.Б. и др. Исследование инновационных подходов применения оптико-электронных технологий на воздушных судах. Отчет о НИР № 04-15. № госрегистрации 115112310002. // Москва, МГТУ ГА, 2016.- 61 с.

2 Стукалов С.Б., Гаврюшин Р.С., Кондриков В.И. Исследование инновационных подходов применения систем визуализации на воздушных судах. Отчет о НИР №07-16 № госрегистрации АААА-А-16-116121410012-8. Москва, МГТУ ГА, 2019.- 69 с.

**ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМОВ ИДЕНТИФИКАЦИИ И
АДАПТИВНОГО ОЦЕНИВАНИЯ К ЗАДАЧАМ
ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ДИАГНОСТИРОВАНИЯ БОРТОВОГО
ОБОРУДОВАНИЯ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ ГРАЖДАНСКОЙ
АВИАЦИИ**

А.Т. Кудинов к.т.н. доцент, профессор кафедры ТЭРЭО ВТ

В.Н. Шикалов аспирант кафедры ТЭРЭО ВТ

*Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

При решении задач анализа технического состояния объектов бортового оборудования (БО) воздушных судов (ВС) методы функционального диагностирования (ФД) имеют информационную основу в виде [1]: 1) параметров; 2) сигналов этих объектов.

При решении задач ФД в пространстве сигналов можно выделить группу методов, основанных на анализе алгебраических инвариантов.

В методах данной группы диагностирование осуществляется путём проверки некоторых алгебраических соотношений (контрольных условий), которым должна удовлетворять совокупность выходных сигналов объекта БО. Инвариантность контрольных условий состоит в том, что при отсутствии неисправностей они обязаны выполняться для любых входных сигналов в произвольный момент времени.

В качестве примера реализации данных методов можно рассмотреть алгоритмы функционального диагностирования применительно к совместной обработке информации от радиотехнического (РТИ) и нерадиотехнического (НРТИ) измерителей, предназначенных для определения одного и того же пилотажно-навигационного параметра $x(t)$ (например, скорости) в составе пилотажно-навигационного комплекса по схеме компенсации, инвариантной к модели измеряемого процесса (рис. 1) [2].

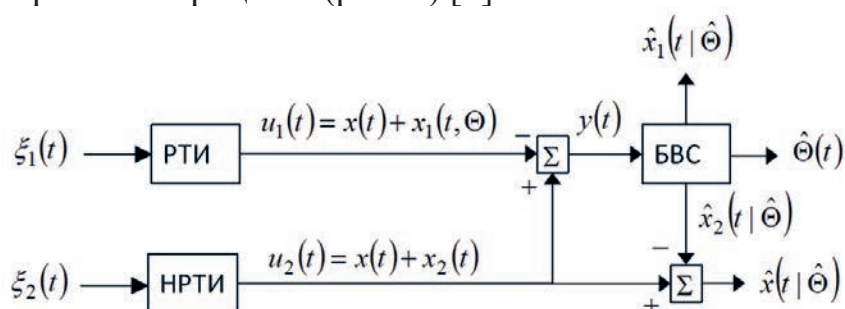


Рис. 1. Блок-схема измерителя по схеме компенсации

Погрешности измерителей описываются стохастическими дифференциальными уравнениями:

$$\frac{dx_1}{dt} = -\alpha_1 x_1 + \sqrt{2\alpha_1 \Theta} n_1(t), \quad \frac{dx_2}{dt} = -\alpha_2 x_2 + \sqrt{2\alpha_2 D_2} n_2(t), \quad (1)$$

где $n_1(t)$, $n_2(t)$ - стандартные белые гауссовские шумы; α_1 и α_2 - известная ширина спектра погрешностей измерителей; D_2 - известная стационарная дисперсия погрешности НРТИ; Θ - неизвестная стационарная дисперсия погрешности РТИ, подлежащая идентификации.

В разностной форме модель (1) имеет вид

$$\begin{aligned} x_1(k+1) &= a_1 x_1(k) + b_1(\Theta) N_1(k), \\ x_2(k+1) &= a_2 x_2(k) + b_2 N_2(k), \end{aligned} \quad (2)$$

где: $a_1 = \exp(-\alpha_1 T)$; $b_1 = [\Theta(1 - \exp(-2\alpha_1 T))]^{\frac{1}{2}}$;

$a_2 = \exp(-\alpha_2 T)$; $b_2 = [D_2(1 - \exp(-2\alpha_2 T))]^{\frac{1}{2}}$;

T - интервал дискретизации.

Уравнение наблюдения записывается как:

$$y(k+1) = -a_1 x_1(k) + a_2 x_2(k) + b_2 N_2(k) - b_1(\Theta) N_1(k). \quad (3)$$

Для вычисления апостериорной вероятности состояния Θ_i с учётом (2) и (3) имеем

$$P_{k+1}(\Theta_i) = \frac{P_k(\Theta_i) N\{y(k+1) + a_1 \hat{x}_1(k | \Theta_i) - a_2 \hat{x}_2(k | \Theta_i), G_2 - G_1\}}{\sum_{i=1}^N P_k(\Theta_i) N\{y(k+1) + a_1 \hat{x}_1(k | \Theta_i) - a_2 \hat{x}_2(k | \Theta_i), G_2 - G_1\}}, \quad (4)$$

где: $N\{\cdot\}$ - гауссовская плотность вероятности;

$G_1 = G_1(k, \Theta_i) = -a_1^2 r_{11}(k | \Theta_i) + a_1 a_2 r_{12}(k | \Theta_i) - b_1^2(\Theta_i)$;

$G_2 = G_2(k, \Theta_i) = a_2^2 r_{22}(k | \Theta_i) - a_1 a_2 r_{12}(k | \Theta_i) + b_2^2(\Theta_i)$;

r_{ij} - элементы матрицы $\mathbf{R}(k | \Theta_i)$.

Для расчёта матрицы $\mathbf{R}(k+1 | \Theta_i)$ можно получить

$$\begin{aligned} \mathbf{R}(k+1 | \Theta_i) &= \begin{bmatrix} a_1^2 r_{11}(k | \Theta_i) + b_1^2(\Theta_i) & a_1 a_2 r_{12}(k | \Theta_i) \\ a_1 a_2 r_{12}(k | \Theta_i) & a_2^2 r_{22}(k | \Theta_i) + b_2^2(\Theta_i) \end{bmatrix} - \\ &= \frac{1}{G_2 - G_1} \begin{bmatrix} G_1^2 & G_1 G_2 \\ G_1 G_2 & G_2^2 \end{bmatrix}. \end{aligned} \quad (5)$$

Оптимальные алгоритмы адаптивного оценивания в данном случае можно представить в виде:

$$\begin{bmatrix} \hat{x}_1(k+1 | \Theta_i) \\ \hat{x}_2(k+1 | \Theta_i) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_1 \hat{x}_1(k | \Theta_i) \\ a_2 \hat{x}_2(k | \Theta_i) \end{bmatrix} + \frac{1}{G_2 - G_1} \begin{bmatrix} G1 \\ G2 \end{bmatrix} \times \\ \times [y(k+1) + a_1 \hat{x}_1(k | \Theta_i) - a_2 \hat{x}_2(k | \Theta_i)]. \quad (6)$$

Структурная схема обработки наблюдения (3) в бортовой вычислительной системе представлена на рис. 2.

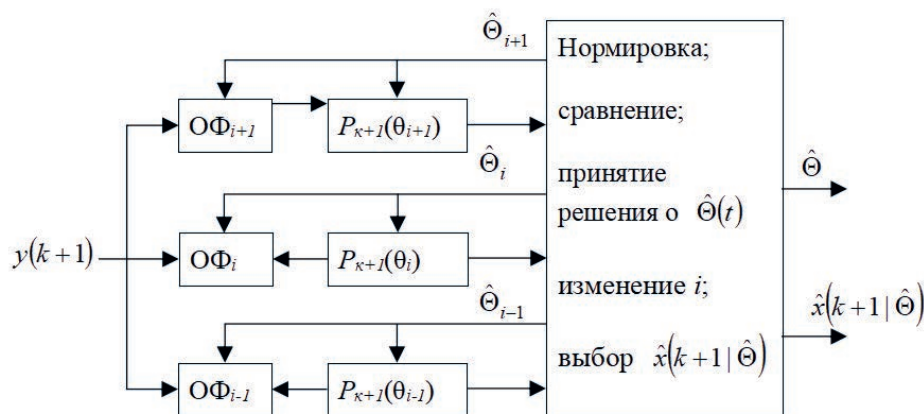


Рис. 2. Блок-схема алгоритма адаптивного оценивания при решении задачи функционального диагностирования

Литература

1. ИАО боевой подготовки и боевых действий авиации вооружённых сил и эксплуатация авиационных РЭК. Часть 1 /Виноградов В.А., Воскобоев В.Ф. и др. Под ред. Ярлыкова М.С. – М.: ВВИА им. проф. Н.Е.Жуковского, 1996. – 472 с.
2. Ярлыков М.С., Миронов М.А. Марковская теория оценивания случайных процессов. – М.: Радио и связь, 1993. – 464 с.

УДК 629.735.05:621.3

МОДЕЛИ ВЕКТОРА СОСТОЯНИЯ И НАБЛЮДЕНИЯ В ЗАДАЧЕ КОМПЛЕКСНОЙ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ О ПРОФИЛЕ ТЕМПЕРАТУРЫ В РАЙОНЕ АЭРОДРОМА

*Э.А. Болелов к.т.н., доц., заведующий кафедрой ТЭРЭО ВТ,
Н.Ю. Воскресенский аспирант кафедры ТЭРЭО ВТ
Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

Синтез оптимальных алгоритмов комплексной обработки информации о профиле температуры в районе аэродрома предполагает разработку и описание моделей вектора состояния и наблюдения.

Существуют два базовых подхода к формированию моделей вектора состояния и наблюдения [1]. Первый предполагает описание

пространственно-временной динамики изменения профиля температуры в районе аэродрома. Этот подход требует учета достаточно большого числа факторов, отражающих географические особенности конкретного аэродрома, и приводит к весьма сложным математическим моделям, имеющим большую размерность. Второй подход основан на методе распределения информации между вектором состояния и наблюдения. Данный подход позволяет решать задачу синтеза алгоритмов комплексной обработки информации без привлечения сложных пространственно-временной динамики изменения профиля температуры в районе аэродрома. Рассмотрим второй подход к формированию векторов состояния и наблюдения применительно к задаче разработке алгоритмов комплексной обработки информации о профиле температуры, поступающей от температурного профилера МТП-5 и системы радиозондирования (СРЗ).

Действительное значение температуры может быть представлено как [2]:

$$T(t_k) = T_{MCA}(t_k) + \Delta T(t_k), \quad (1)$$

где: $T_{MCA}(t_k)$ - значение температуры для МСА; $\Delta T(t_k)$ - неизвестные случайные отклонения температуры от значения $T_{MCA}(t_k)$. Уравнение, описывающее динамику изменения $\Delta T(t_k)$ можно записать в виде:

$$\Delta T(t_{k+1}) = \Delta T(t_k) + \Delta t \sum_{l=0}^{N-1} \frac{\Delta T(t_{l+1}) - \Delta T(t_{l-1})}{2\tau}, \quad (2)$$

где: $\Delta t = t_{k+1} - t_k$, $t_k \in [t_0, t_3]$; $\tau = t_{l+1} - t_l$, $t_l \in [t_k, t_{k+1}]$, $N = \frac{\Delta t}{\tau}$.

Математическая модель измерения профиля температуры МТП-5 может быть представлена выражением:

$$T_{ТП}(t_k) = T_{MCA} + \Delta T(t_k) + \varepsilon_{ТП}(t_k), \quad (3)$$

где: $\varepsilon_{ТП}(t_k)$ - ошибка измерения МТП-5.

Входящую в выражение (3) ошибку измерения температуры можно описать математической моделью [3]:

$$\varepsilon_{ТП}(t_k) = a_\varepsilon \varepsilon_{ТП}(t_{k-1}) + b_\varepsilon n_{ТП}(t_{k-1}), \quad \varepsilon_{ТП}(t_0) = \varepsilon_{ТП0}, \quad (4)$$

где: a_ε - коэффициент, определяемый постоянной времени измерителя; b_ε - коэффициент, определяемый значением стационарной дисперсии погрешности измерителя; $n_{ТП}(t_k)$ - случайная гауссовская величина с нулевым математическим ожиданием и единичной дисперсией.

К моменту проведения очередных наблюдений МТП-5 вычисляются значения $T_{PЗ}(t_l)$ в моменты времени $t_l \in [t_k, t_{k+1}]$. Измерения АСРЗ отнесем к вектору известных функций времени, входящих в уравнение динамики вектора состояния. С практической точки зрения это вполне оправдано, т.к. точность измерения температуры контактным методом существенно выше точности измерения дистанционным методом. Тогда уравнение (2) может быть записано в виде:

$$\Delta T(t_{k+1}) = \Delta T(t_k) + \Delta t \sum_{l=0}^{N-1} \frac{\Delta T_{P3}(t_{l+1}) - \Delta T_{P3}(t_{l-1})}{2\tau}, \quad (5)$$

Измерение (3) с учетом (5) можно записать в форме:

$$\Delta T_{ТП}(t_k) = \Delta T(t_k) + \Delta t \sum_{l=0}^{N-1} \frac{\Delta T_{P3}(t_{l+1}) - \Delta T_{P3}(t_{l-1})}{2\tau} + a_\varepsilon \varepsilon_{ТП}(t_{k-1}) + b_\varepsilon n_{ТП}(t_{k-1}), \quad (6)$$

где: $\Delta T_{ТП}(t_k) = T_{ТП}(t_k) - T_{МСА}$.

С учетом вышесказанного вектор состояния включает в себя следующие компоненты:

$$\mathbf{X}(t_k) = [\Delta T(t_k) \quad \varepsilon_{ТП}(t_k)]^T, \quad (7)$$

а вектор наблюдения

$$\mathbf{Z}(t_k) = [\Delta T_{ТП}(t_k)], \quad (8)$$

т.е. вектор наблюдения является скалярной величиной.

Динамика изменения компонент вектора состояния в векторно-матричной форме описывается уравнением [1,4,5]:

$$\mathbf{X}(t_{k+1}) = \Phi_{xx} \mathbf{X}(t_k) + \Phi_{xz} + \Gamma_x \mathbf{N}(t_k), \quad \mathbf{X}(t_0) = \mathbf{X}_0, \quad (9)$$

где ненулевые элементы матриц имеют значения: $\Phi_{xx}(1,1) = 1$, $\Phi_{xx}(2,2) = a_\varepsilon$,

$$\Phi_{xz}(1,1) = \Delta t \sum_{l=0}^{N-1} \frac{\Delta T_{P3}(t_{l+1}) - \Delta T_{P3}(t_{l-1})}{2\tau}, \quad \Gamma_x(2,1) = b_\varepsilon; \quad \mathbf{N}(t_k) = [n_{ТП}(t_k)].$$

Уравнение наблюдения в векторно-матричном виде имеет вид:

$$\mathbf{Z}(t_k) = \Delta T_{ТП}(t_k) = \Phi_{zx} \mathbf{X}(t_k) + \Phi_{zz} + \Gamma_z \mathbf{N}(t_k), \quad (10)$$

где ненулевые элементы матриц имеют значения: $\Phi_{zx}(1,1) = 1$, $\Phi_{zx}(1,2) = a_\varepsilon$,

$$\Phi_{zz} = \Delta t \sum_{l=0}^{N-1} \frac{\Delta T_{P3}(t_{l+1}) - \Delta T_{P3}(t_{l-1})}{2\tau}, \quad \Gamma_z = b_\varepsilon.$$

Приведенные соотношения полностью определяют модели векторов состояния и наблюдения и являются основой для решения задачи разработки алгоритмов комплексной обработки информации о профиле температуры в районе аэродрома.

Литература

1. Миронов М.А. Марковская теория оптимального оценивания случайных процессов. – М.: ГосНИИ АС, 2013. - 194 с.
2. Болелов Э.А., Васильев О.В., Галаева К.И. Пространственная изменчивость профиля температуры воздуха в районе аэродрома. // Научный вестник ГосНИИ ГА, №29, 2019. С.146-154.
3. Болелов Э.А., Ермошенко Ю.М., Фридзон М.Б., Кораблев Ю.Н. Динамические погрешности датчиков температуры при радиозондировании атмосферы. // Научный вестник МГТУ ГА, том 20, №5, 2017. С.88-97.
4. Болелов Э.А., Кораблев Ю.Н., Баранов Н.А., Демин С.С., Ещенко А.А. Комплексная обработка метеоинформации в аэродромных мобильных

комплексах метеолокации и зондирования атмосферы. // Научный вестник ГосНИИ ГА, №20 (331), 2018. С.82-92.

5. Болелов Э.А. Повышение оправдываемости метеопрогнозов по аэродрому путем комплексирования измерителей метеопараметров атмосферы. Научный вестник МГТУ ГА. 2019 т. 22, №5. С. 43-53.

УДК 629.735.05:621.3

КОМПЛЕКСНАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ДВИЖЕНИЯ НА АЭРОДРОМЕ

*Э.А. Болелов к.т.н., доц., заведующий кафедрой ТЭРЭО ВТ,
Б.Н. Ласкин соискатель кафедры ТЭРЭО ВТ
Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

Существующие системы контроля движения на аэродроме, представленные радиолокаторами обзора летного поля и системами видеонаблюдения в целом позволяют качественно решать задачи обзора летного поля, управления движением в зоне аэродрома в целях обеспечения безопасности полетов. Вместе с тем, эти системы имеют существенные недостатки, ограничивающие их возможности. Эти недостатки связаны с [1]: - зависимостью от погодных условий; - не высокой помехозащищенностью.

С другой стороны, в настоящее время имеются разработки перспективных виброакустических систем контроля движения на аэродроме [2]. Эти системы обеспечивают всепогодное, круглосуточное автоматическое обнаружение, распознавание, измерение координат и параметров перемещения объектов (воздушных судов, транспортных средств, людей, животных), в пределах аэродрома. Функционирование системы основано на регистрации поверхностных акустических воздействий в широком диапазоне частот с помощью распределенного виброакустического датчика – оптического волокна, уложенного в землю на определенной глубине вдоль предполагаемой области воздействия (рис. 1.).

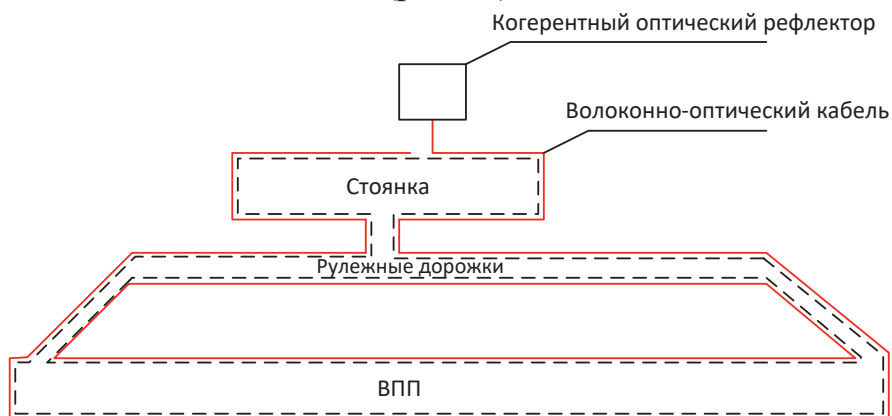


Рис.1. Примерная схема размещения распределенного виброакустического датчика на аэродроме

В результате обработки первичных измерений формируется графическое отображение распространяющейся акустической волны. По построенной картине волнового фронта определяются пространственные координаты объекта или объектов, создающих вибрационные воздействия, и скорость их движения, что позволяет автоматизировать процесс наблюдения. Система имеет возможность одновременного распознавания нескольких объектов при условии их удаления друг от друга на расстояние, превышающее пространственный шаг дискретизации, т.е. пространственное разрешение системы.

Очевидны достоинства виброакустических систем контроля движения на аэродроме:

- высокая помехозащищенность – на работоспособность системы не влияют электромагнитные поля, электрические разряды и природные факторы;

- высокая чувствительность и точность определения места объекта на аэродроме;

- непрерывный анализ обстановки на аэродроме.

Вместе с тем, этим системам присущи серьезные недостатки, а именно:

- невозможность обнаружения неподвижных объектов на аэродроме и объектов с выключенными двигателями;

- смещение оценок координат объекта (ВС имеет несколько источников акустических волн – стойки шасси, воздушный поток от работающего двигателя).

Таким образом, как существующие системы контроля движения на аэродроме, так и перспективные обладают недостатками, ограничивающими их применение. Улучшения свойств этих систем можно добиться, решив задачу комплексирования систем, работающих на различных физических принципах [3], а именно: - радиолокационных систем обзора летного поля (РЛС ОЛП); - оптико-электронных систем наблюдения (ОЭСН);

- виброакустических систем (ВАС).

В результате решения задачи комплексирования будет получена принципиально новая комплексная система контроля движения на аэродроме (КСКДА) (рис.2), свободная от вышеназванных недостатков.

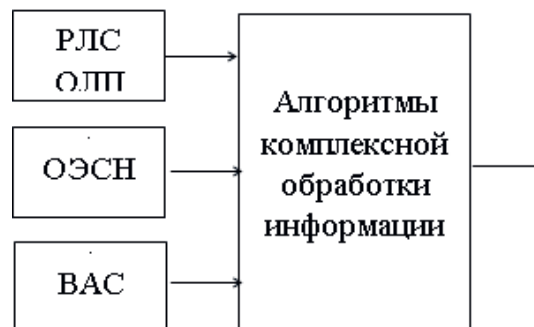


Рис. 2. Обобщенная структура КСКДА

Литература

1. Болелов Э.А. Радиолокационные системы воздушного транспорта. Учебник. / Э.А. Болелов, А.И. Козлов, Э.А. Лутин, А.В. Прохоров, С.Б. Стукалов, Д.Н. Яманов. – М.: ИД Академии Жуковского, 2018. - 288 с.
2. Виброакустическая система контроля движения на аэродроме «Топот». <http://www.ians.aero/topot-1>
3. Миронов М.А. Марковская теория оптимального оценивания случайных процессов. – М.: ГосНИИ АС, 2013. - 194 с.

УДК 629.735.05:621.3

ОЦЕНКА ФАЗОВОГО СОСТОЯНИЯ ГИДРОМЕТЕОРОВ В АЭРОДРОМНОЙ НАЗЕМНОЙ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ РЛС С ДВОЙНОЙ ПОЛЯРИЗАЦИЕЙ

*С.А. Зябкин аспирант, младший научный сотрудник
Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

Назначение существующих аэродромных метеорологических радиолокационных станций (АМРЛС) заключается в обеспечении метеорологической информацией метеорологических служб и подразделений аэродромов государственной и гражданской авиации, экипажей воздушных судов (ВС) и других потребителей радиолокационной информации [1].

- формирование первичной радиометеорологической информации;
- измерение турбулентности, векторного поля скоростей и сдвигов ветра в секторе взлетно-посадочной полосы;
- получение пространственной структуры и типов облачности и осадков, определение градоопасности, грозоопасности и обнаружение зон потенциального обледенения;
- классификация метеоявлений по степени их опасности вблизи аэродрома;
- выдача полученной информации потребителю

Одним из путей расширения информационных возможностей АМРЛС является применение поляризационной обработки сигналов [2]. В отличие от однополяризационного радара, АМРЛС с двойной поляризацией способна принимать и передавать ортогонально поляризованные радиоволны, получая, таким образом, больше информации об обозреваемом пространстве. Обработка такой информации позволяет связать характеристики отраженных сигналов с такими параметрами гидрометеоров, как их размеры, форма, пространственная ориентация и термодинамическое состояние, откуда можно перейти к практически важным метеорологическим характеристикам, в том числе таким, которые невозможно получить без учета поляризации

зондирующего и отраженного сигналов. Одним из ключевых применений является получение информации о фазовом состоянии гидрометеоров.

Существует несколько методов, которые потенциально могут быть использованы для решения задачи классификации гидрометеоров для использования в АМРЛС. Они различаются входными радиолокационными параметрами, алфавитом классов, методом обработки информации, реализацией алгоритмов и правилами принятия решений [3]. Основная трудность заключается в том, что множества возможных значений измерений радиолокационных величин для различных классов гидрометеоров перекрываются значительно, что затрудняет реализацию классификатора. Поэтому, наибольшее распространение для решения данной задачи получил подход, основанный на нечеткой логике. Суть подхода заключается в следующем: в качестве входных параметров целесообразно использовать измерения радиолокационной отражаемости Z_h , дифференциальной отражаемости Z_{dr} , удельной дифференциальной фазы K_{dp} , коэффициента взаимной корреляции ρ_{vh} и температуры T [4]. Для получения измерений температуры в точке радиолокационного наблюдения в систему температурный профилемер (ТП). Отсутствие использования линейного деполяризационного отношения LDR связано с тем, что для большинства практических приложений данного классификатора, в частности обнаружения зон вероятного обледенения и оценки градоопасности, вклада остальных переменных достаточно для получения корректной оценки. С другой стороны, измерение кросс-поляризационных составляющих сигнала приводит к значительному усложнению радиолокационной системы, что недопустимо для малогабаритных АМРЛС.

Выходом системы классификации выбраны следующие классы 1) Отражения от подстилающей поверхности и аномальные измерения (ПП), 2) Сухой снег (СС), 3) Сухие кристаллы льда различной ориентации (ОКЛ), 4) Снежная крупа/мелкий град (СК), 5) Морось (М), 6) Мокрый и тающий снег (МС), 7) «большие капли» (БК), 8) слабый и умеренный дождь (УД), 9) сильный дождь (СД), 10) град (Г), 11) град с дождем (ГД).

Сначала точечные измерения входных величин, «фазифицируются» при использовании трапециевидных функций принадлежности, т.е. каждому измерению присваивается значение в интервале от 0 до 1 в зависимости от того, насколько характерно измеренная величина для конкретного класса.

Полученные нечеткие значения взвешиваются в ходе процесса, называемого выводом решающих правил, и объединяются в ходе процесса, называемого агрегацией. Результатом служит значение агрегации для каждого класса, рассчитываемое по следующей формуле:

$$A_j = \frac{\sum_{i=1}^6 W_{ji} \cdot P_{ji}(V_i)}{\sum_{i=1}^6 W_{ji}} \quad (1)$$

Где A_j – итоговое значение агрегации класса j , V_i – измерение радиолокационной величины i , P_{ji} – функция принадлежности класса j для

измерения i , W_{ji} – весовой коэффициент вклада измерения i в результат классификации класса j .

Далее происходит выбор класса гидрометеора по максимальному значению агрегации. Метод максимальной агрегации выбран для компенсации влияния возможных ошибок в измерениях одиночных переменных [5]. В конце происходит проверка на присутствие аномальных измерений при помощи параметрического анализа измеренных входных параметров. В случае наличия аномальных данных результату присваивается класс ПП.

Работа выполнена в рамках научных исследований, проводимых при финансовой поддержке РФФИ (научный проект №20-38-90139).

Литература

1. Галаева К.И. Обоснование задач, решаемых метеорологическим радиолокационным комплексом ближней аэродромной зоны / К.И. Галаева, Э.А. Болелов и др. // Научный вестник ГосНИИ ГА №20, с. 74-80, 2018
2. Efremov, V., Vylegzhanin, I., Vovshin, B. The new generation of Russian C-band meteorological radars. Technical features, operation modes and algorithms, Proceedings International Radar Symposium (IRS-2011), 7-9 Sept. 2011.- pp. 239 – 244.
3. Bringi V., Chandrasecar V. Polarimetric Doppler Weather Radar. Cambridge University Press, 2002, 635 pp.
4. Ryzhkov A. The Joint Polarization Experiment: Polarimetric rainfall measurements and hydrometeor classification. / A. Ryzhkov, T. Schuur, D. Burgess, S. Giangrande, D. Zrnica // Bull. Amer. Meteor. Soc., vol. 86, 2005, p. 809–824.
5. Park H. The hydrometeor classification algorithm for the polarimetric WSR-88D: Description and application to an MCS / H. Park, A. V. Ryzhkov, D. S. Zrnica, and K. Kim, // Weather Forecast., vol. 24, pp. 730–748, 2009.

УДК 629.735.05:621.3

МОДЕЛЬ РАДИОКАНАЛА НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ АЕРОМАКС ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ СЕТИ УВД

*С.О. Федченко курсант, С.В. Крескиян доцент, доцент кафедры ТЭА и РЭО
УО Белорусская государственная академия авиации
(Минск, Беларусь)*

Современные тенденции развития авиации предполагают все более широкое внедрение искусственного интеллекта в автоматизированные системы управления воздушным движением (УВД). В обозримой перспективе – вплоть до разработки и эксплуатации беспилотных воздушных судов (ВС) в гражданской авиации [1]. Полная автоматизация процесса управления воздушным движением позволит сократить простои ВС с работающими двигателями, быстрее прогнозировать отказы техники, своевременно поставлять запасные агрегаты, увеличить загрузку ВС за счет удаления

лишнего оборудования и, в перспективе, даже пилотов. Также, сведется к минимуму влияние человеческого фактора на безопасность полетов за счет полной автоматизации процессов управления [1].

Построение такой полностью автоматизированной системы УВД требует объединения всех ее элементов посредством единой информационно-управляющей сети. Предложена схема такой сети применительно к структуре УВД Республики Беларусь.

Очевидно, что радиоканал является наиболее проблемным участком сети. В нем происходит обмен между бортовыми и наземными вычислительными комплексами, и он не защищен от воздействия внешних направленных и ненаправленных помех. Перебои в сообщении могут вызвать потерю контроля над ВС в воздухе или полный перехват контроля органов управления ВС, что можно расценивать как акт террористической угрозы.

По радиоканалу должна будет передаваться такая информация, как сигналы управления ВС, положения органов управления ВС, идентификационный номер, запас топлива, скорость, высота полёта, данные бортового самописца. На основании анализа передаваемой информации были сформулированы требования к радиоканалу, как элементу сети, а именно:

- полоса пропускания– 5 МГц;
- длительность импульсов в коде– 0.4 мкс;
- разрядность кода–9 бит.

С целью удовлетворения достаточно жестким требованиям проанализированы существующие технологии беспроводного обмена информации, такие, как 5G, WiMax, AeroMacS. Технология AeroMacS была выбрана в качестве способа реализации сети, так как она не перегружена излишками функционала WiMax, является гибкой и разработана с акцентом на безопасность [2].

Для определения характеристик радиоканала по технологии AeroMacS в реальных условиях эксплуатации выполнено имитационное моделирование. Структура имитационной модели радиоканала показана на рисунке 1. Моделирование выполнено в среде MatLab.

Основными критериями качества канала передачи являются: общее количество ошибок, коэффициент битовых ошибок, средняя фазовая ошибка, ошибка (в процентах) полученных пикселей изображения. Модель позволяет задавать: вид модуляции, количество выборок ОБПФ, соотношения сигнал/шум, количество несущих, ограничение по амплитуде для канала коммуникации.

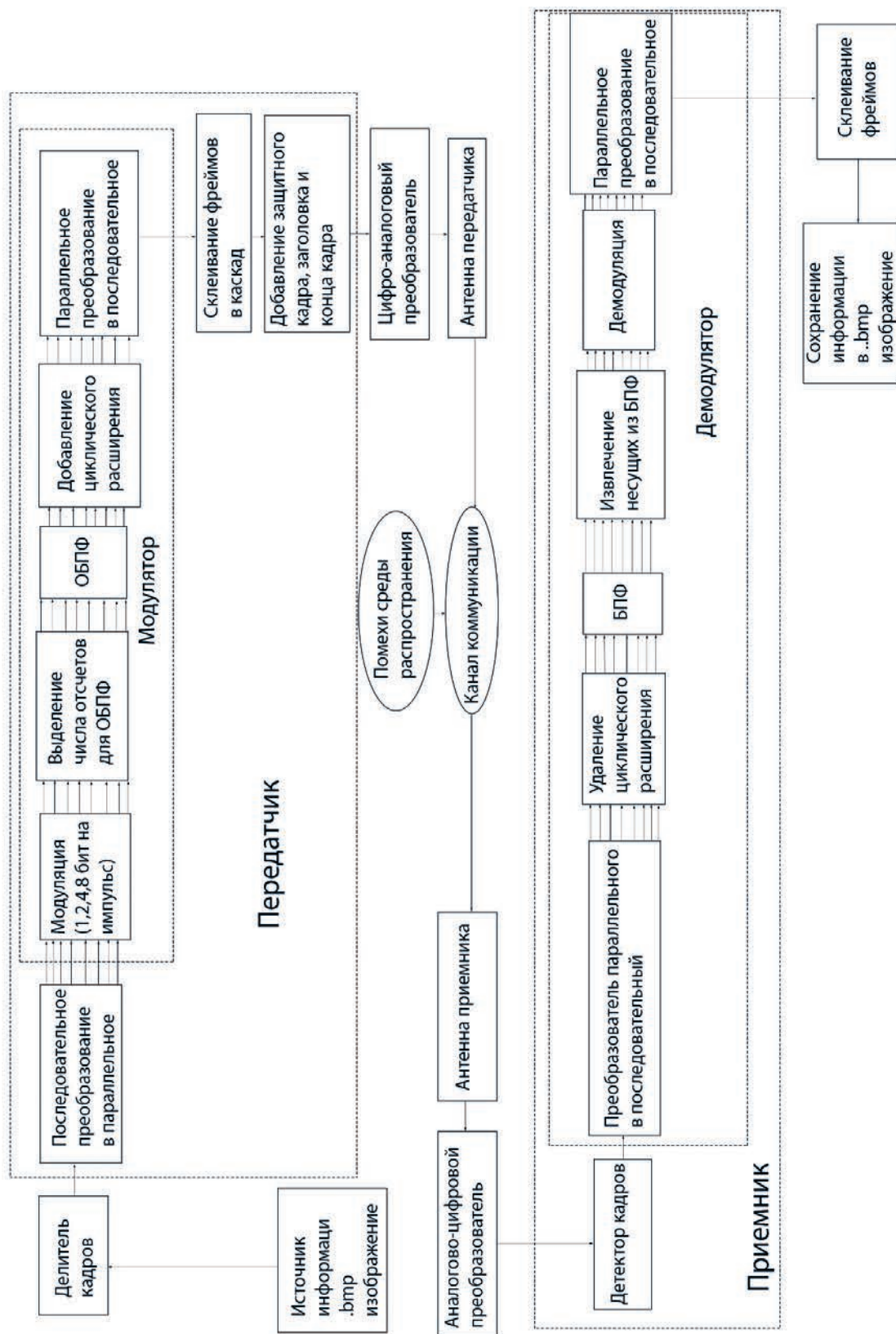


Рис. 1. Структура имитационной модели радиоканала

Зависимость среднего значения количества ошибочно переданных битов информации ($X_{\text{ср}}, \%$), от отношения мощности сигнала к мощности шума (n , дБ) показана на рисунке 2. Здесь отображен результат моделирования передачи информации со следующими параметрами: вид модуляции – QPSK, число выборок ОБПФ – 512, количество поднесущих – 254, 220, 180 и 60, ограничение пиковой мощности – 9 дБ.

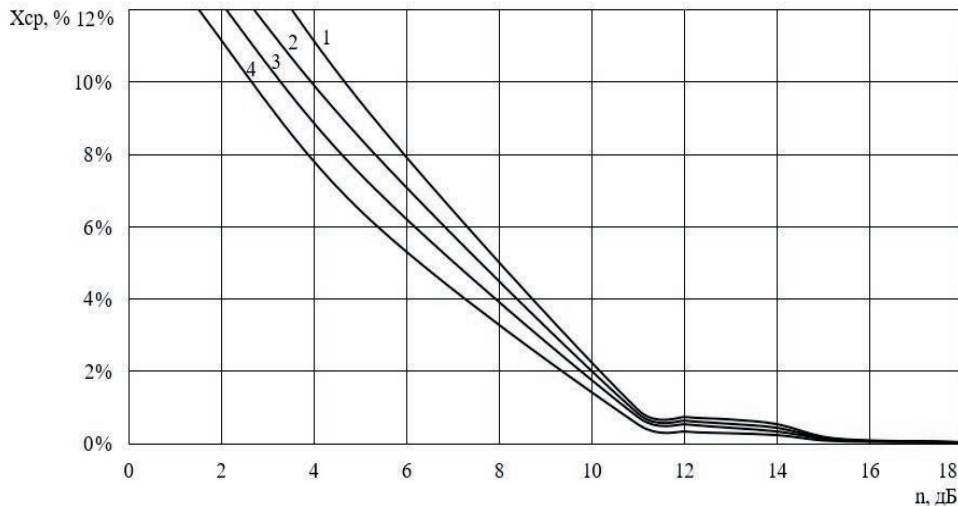


Рис. 2. Зависимость количества ошибочно переданных битов информации от отношения мощность сигнал/шум (1 – 60 поднесущих; 2– 180 поднесущих; 3 – 220 поднесущих; 4 – 254 поднесущих)

В дальнейшем предполагается провести ряд исследований с различными видами модуляции и сделать выводы о возможностях радиоканала в перспективной сети передачи данных системы УВД.

Литература

1. Y. Zeng, R. Zhang, T. J. Lim, “Wireless communications with unmanned aerial vehicles: Opportunities and challenges,” *IEEE Communications Magazine*, том 54, номер 5, Май 2016.
2. V. Gene, S. Murphy, Y. Yu, J. Murphy, “IEEE 802.16j Relay Based Wireless Access Network: An Overview,” *IEEE Wireless Communications*, 2008.

УДК 629.735.05:621.3

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ШИРОКОЗОННЫХ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРОВ ДЛЯ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АВИОНИКИ

*В.А. Костенков к.т.н., доцент, С.Б. Стукалов к.т.н., доцент
Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

Улучшение рабочих характеристик при одновременном уменьшении размеров и цены – неперенные требования при создании практически любого полупроводникового прибора радиоэлектронной авионики. Для силовых

полупроводниковых устройств эти требования в первую очередь означают обеспечение как можно меньших потерь на переключение и электропроводность диэлектрика, более высокой частоты переключения, стабильности характеристик в широком диапазоне температур, высокой рабочей температуры и как можно более высокого запирающего напряжения.

К широкозонным относят полупроводники с шириной запрещенной зоны E_g более 2,3-2,4 эВ. В собственном полупроводнике, при отсутствии внешних воздействий, концентрация свободных носителей n_i определяется двумя основными параметрами – шириной запрещенной зоны E_g и температурой T . Концентрация свободных носителей n_i определяется соотношением [1]:

$$n_0 = p_0 = n_i = \sqrt{N_C N_V} \cdot e^{-\frac{E_g}{2kT}} \quad (1.1)$$

где $N_{C(V)}$ – эффективная плотность состояний в зоне проводимости (валентной зоне). При изменении ширины запрещенной зоны в диапазоне от 1,1 эВ для кремния до 3,4 эВ для нитрида галлия, собственная концентрация n_i при комнатной температуре $T = 300\text{К}$ изменяется от значения 10^{10} см^{-3} до 10^{-10} см^{-3} [2].

По мере роста температуры T собственная концентрация n_i возрастает. Температурная граница возможности использования полупроводника в приборах определяется как температура $T_{гр}$, при которой значение собственной концентрации n_i сравнивается со значением концентрации основных носителей, определяемой легирующей концентрацией N_D . Известно, что E_g и $N_{C,V}$ зависят от температуры. Для оценки граничной температуры можно пренебречь этим фактом. Тогда, учитывая, что $n_0 = N_D$, после преобразования получим

$$T_{gp} = \frac{E_g}{2k} \cdot \frac{1}{\ln\left(\frac{\sqrt{N_C N_V}}{N_D}\right)} \quad (1.2)$$

Выберем для значения легирующей концентрации стандартную величину $N_D = 10^{15} \text{ см}^{-3}$.

Рассчитанные по соотношению (1.2) значения граничной температуры составляют для кремния 270 °С, а для нитрида галлия 1300 °С. В таблице 1.1 приведены для различных полупроводников рассчитанные по соотношению (1.2) значения граничной температуры.

Из соотношения (1.1) следует, что чем больше ширина запрещенной зоны E_g , тем меньше собственная концентрация при одной и той же температуре. В таблице 1.1 приведены значения ширины запрещенной зоны и собственной концентрации для кремния (Si), арсенида галлия (GaAs) и перспективных полупроводниковых материалов – фосфида галлия (GaP), карбида кремния (SiC(4H)) и нитрида галлия (GaN).

Табл. 1.1. Характеристики полупроводниковых материалов

Материал, характеристики	Si	GaAs	GaP	SiC(4H)	GaN
$E_g, \text{эВ}$	1,1	1,4	2,8	3,0	3,4
$n_i, \text{см}^{-3}$	$1,6 \cdot 10^{10}$	$1,1 \cdot 10^7$	$1,2 \cdot 10^1$	$1,1 \cdot 10^{-4}$	$9,2 \cdot 10^{-10}$
$T_{гр}, \text{°C}$	270	470	620	900	1300

Для создания приборов твердотельной электроники в настоящее время наиболее часто применяются два широкозонных полупроводниковых материала – карбид кремния (SiC) и нитрида галлия (GaN).

Карбид кремния – бинарное полупроводниковое соединение с большой шириной запрещенной зоны 2,8 – 3,1 эВ в зависимости от модификации. Модификаций карбида кремния насчитывается около 170, но только две из них 4H-SiC и 6H-SiC применяются при производстве полупроводниковых приборов. Карбид кремния является третьим по твердости веществом после алмаза. Материал устойчив к окислению вплоть до температур 1400 °С. При комнатной температуре SiC не взаимодействует ни с какими кислотами. Эти свойства обуславливают технологические трудности при создании приборов твердотельной электроники на его основе.

Нитрид галлия GaN имеет ширину запрещенной зоны еще большую, чем карбид кремния SiC. Поэтому высокая рабочая температура твердотельных устройств на основе GaN также, как и для карбида кремния, является одним из преимуществ этого материала.

Первые транзисторы на нитриде галлия были рассчитаны на напряжение от 40 до 600 В с сопротивлением канала в открытом состоянии, равном всего нескольким мОм. И сейчас затраты на развитие GaN-силовой технологии существенно возросли.

По сравнению с кремниевыми электронные приборы на SiC и GaN стоят дороже в несколько раз [3], но за счет улучшенных характеристик их применение достаточно быстро окупается.

Перспективным материалом для изготовления мощных микроэлектронных элементов является алмаз ($E_g = 5,5 \text{ эВ}$), в частности, мощных СВЧ-транзисторов и высоковольтных сильноточных диодов, поскольку обладает уникальным сочетанием сверхвысокой теплопроводности (в пять раз выше, чем у меди), высокой скорости дрейфа носителей тока, высокой пробивной напряженностью электрического поля и сравнительно низкой диэлектрической проницаемостью при высоком удельном сопротивлении нелигированного материала.

Широкозонные полупроводники обладают рядом специфических свойств, которые позволяют на их основе создавать мощные микроэлектронные элементы, в частности, мощные транзисторы и

высоковольтные сильноточные диоды. Поэтому исследование широкозонных полупроводников является одним из актуальных направлений в твердотельной электронике. Интерес к широкозонным полупроводниковым материалам со стороны разработчиков силовых радиокомпонентов вызван возможностью повышения КПД и увеличения частоты переключения устройств на их основе, их высокими значениями напряжения пробоя и рабочей температуры, а также надежностью и радиационной стойкостью, которые необходимы при эксплуатации радиоэлектронной авионики.

Литература

1. Гуртов В.А. Твердотельная электроника. ПетрГУ, 2005. – 492 с.
2. Твердотельная СВЧ-электроника. Электроника, 2005, № 4 (62) – 80 с.
3. Силовая полупроводниковая электроника. Электроника, 2014, №4 (00135) – 85 с.

УДК 629.735.05:621.3

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТИ В КАНАЛАХ СВЯЗИ С НЕФЛУКТУАЦИОННЫМИ ПОМЕХАМИ

*О.Ю. Нагорнова студентка группы РТ 5-1,
Д.Н. Яманов к.т.н., доцент, профессор кафедры ТЭРЭО ВТ
Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

В настоящее время происходит интенсивное развитие беспроводных систем передачи информации, как основного инструмента радиосвязи, – повышаются требования к достоверности и скорости, что делает особенно актуальным рассмотрение вопросов, связанных с помехоустойчивостью. Таким образом, цель данной работы состоит в экспериментальной оценке влияния нефлуктуационных помех на качество приема манипулированных сигналов.

Исследование помехоустойчивости проведено на экспериментальной установке (рис. 1) с помощью среды разработки LabVIEW и программно-определяемых радиосистем (ПОР) National Instruments USRP-2920. Одна из ПОР используется в качестве приемо-передатчика, другая – выполняет функции постановщика помех. Программно-аппаратное обеспечение предоставляет благоприятные условия для реализации экспериментальной установки за счет широкого спектра решаемых им задач.

ПОР USRP-2920 представляют собой реконфигурируемое ВЧ-устройство, которое позволяет генерировать I/Q-сигналы с различной модуляцией и осуществлять быстрое изменение различных параметров путем преобразования программных моделей [1; 2, с. 4]. Данная радиосистема работает в диапазоне от 50 МГц до 2.2 ГГц с полосой 20 МГц [3, с. 2].

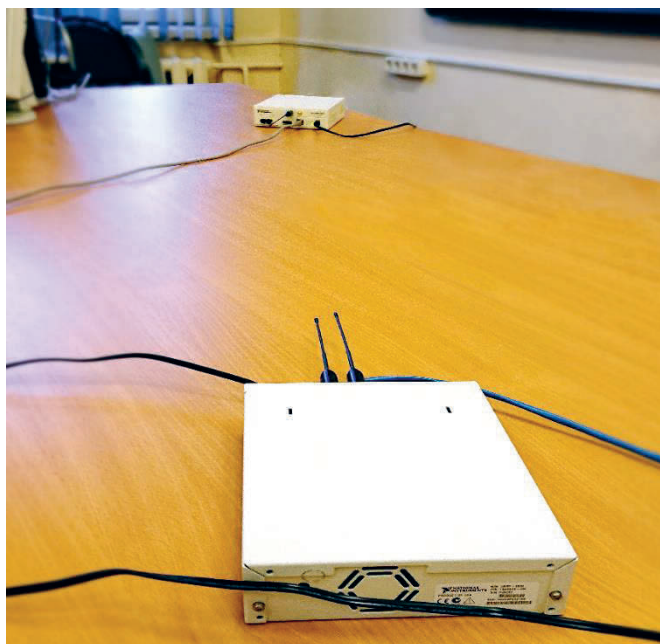


Рис. 1. Экспериментальная установка

Рассмотрены три вида помех: гармоническая и импульсная, а также помеха типа псевдослучайная фазоманипулированная последовательность (ПСП ФМн). В качестве полезных выступали сигналы с фазовой манипуляцией (ФМн) и амплитудно-импульсной модуляцией (АИМ). Критерием оценки является среднеквадратическое значение показателя EVM (величина вектора ошибки, англ. error vector magnitude) по общему числу принятых символов.

Результатами эксперимента по оценке потенциальной помехоустойчивости приема 2-ФМн и 2-АИМ сигналов являются следующие графические зависимости, представленные на рисунке 2 и 3. Кривые имеют качественный характер и отражают относительное влияние помех.

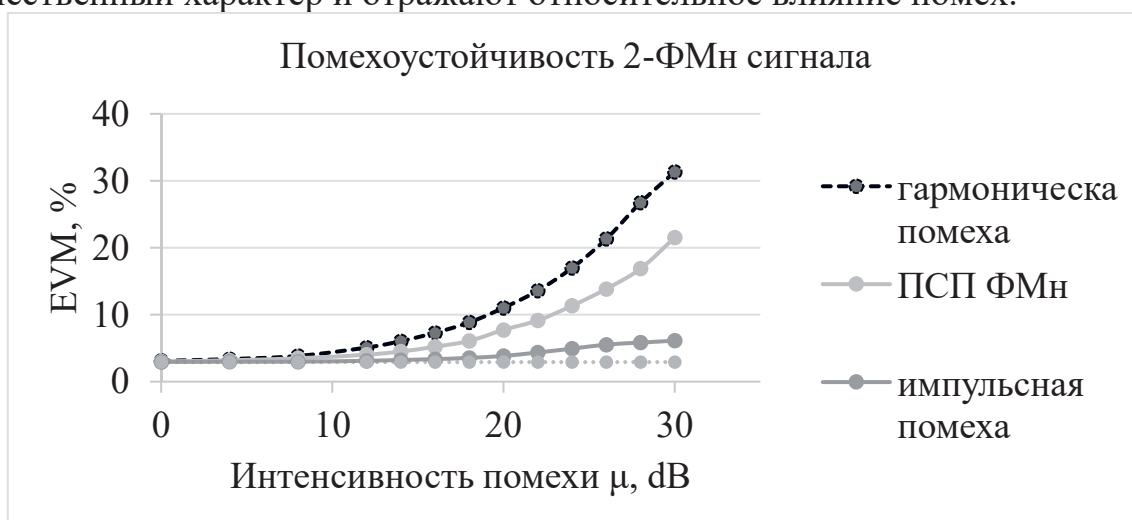


Рис. 2. Помехоустойчивость 2-ФМн сигнала

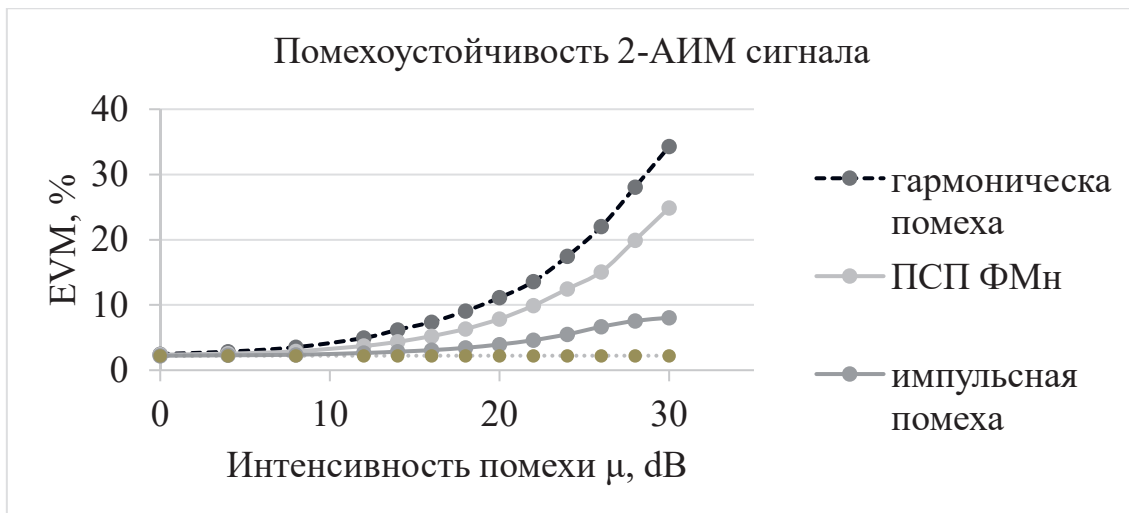


Рис. 3. Помехоустойчивость 2-АИМ сигнала

В ходе проведенного исследования было определено, что гармоническая помеха оказывает наибольшее влияние на помехоустойчивость приема ФМн и АИМ сигналов. Псевдослучайная фазоманипулированная последовательность занимает промежуточное положение. В тоже время сигналы оказались наиболее устойчивыми к воздействию импульсной помехи.

Практическая значимость данной работы заключается в возможности внедрения экспериментальной установки в учебный процесс, для чего разработан проект методических указаний к лабораторным практикумам. Кроме того, существует возможность применения установки в режиме дистанционного обучения, что способствует более эффективной организации образовательного процесса студентов радиотехнического профиля.

Данная работы выполнена по гранту Московского государственного университета гражданской авиации – «Разработка экспериментальной установки на базе программно-определяемых радиосистем с целью оценки помехоустойчивости приема манипулированных сигналов в сложной помеховой обстановке».

Литература

1. National Instruments. Программно-определяемые радиоустройства USRP [Электронный ресурс] // Электрон. текст. дан. — 2020. URL: <https://www.ni.com/ru-ru/shop/select/usrp-software-defined-radio-device> (дата обращения 19.03.2021)
2. National Instruments. Программно-определяемые радиосистемы Software Defined Radio [Текст] // 2016. 15 с.
3. National Instruments. Specification USRP-2920. Software defined radio device. [Текст] // 2017. 6 с.

ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ РТОП И АС ДИСТАНЦИОННЫМИ МЕТОДАМИ

*С.Л. Федоров аспирант кафедры ТЭРЭО ВТ
Д.В. Колядов д.т.н., профессор кафедры ТЭРЭО ВТ
Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

Современные системы радиотехнического обеспечения полетов и авиационной электросвязи (РТОП и АС) являются технически сложными изделиями, требующими особого внимания и подхода к их надежности, а следовательно, к диагностике и контролю параметров их технического состояния [1]. В связи с этим появляется необходимость усовершенствования существующих методов диагностики и контроля параметров РТОП и АС.

Существующие методы оценки технического состояния оборудования РТОП и АС основаны на использовании результатов работы системы встроенного контроля (ВСК) параметров. Система ВСК является фактически частью оборудования РТОП и АС и не могут полностью считаться достоверным средством оценки технического состояния этого оборудования.

Для оценки технического состояния оборудования РТОП и АС предлагается использовать автоматизированную систему технического контроля (АСТК), осуществляющую автономный дистанционный контроль технического состояния такого оборудования. АСТК состоит из нескольких подсистем и построена с использованием модульной архитектуры [2]. Основные предлагаемые элементы архитектуры:

- блок сбора и обработки информации;
- блок средств измерений;
- сервер хранения собранной информации;
- средства отображения информации о техническом состоянии и создания отчетов;
- автоматизированное рабочее место (АРМ) оператора.

Блок сбора и обработки информации осуществляет сбор и анализ данных о техническом состоянии оборудования РТОП и АС. Блок средств измерений состоит из средств измерений, служащих для первичной оценки параметров. АРМ оператора позволяет осуществлять анализ полученной информации о техническом состоянии.

АСТК производит непрерывный контроль в реальном режиме времени основных подсистем РТОП и АС и автоматическое информирование персонала о неисправности какого-либо элемента. На основании сравнения исходных и реальных данных о состоянии систем и подсистем производится ведение журнала учета отказов и запись данных, в том числе интегральной оценки параметров технического состояния, на сервер единой базы данных.

Информирование персонала и передача информации на удаленные АРМ происходит также в реальном режиме времени.

Также АСТК в реальном режиме времени отслеживает состояние каналов передачи данных, и в случае отказа информирует об этом персонал, в том числе при помощи соответствующей сигнализации на АРМ.

Одним из основных свойств АСТК является возможность записи и хранения на серверах единой базы данных исходной объективной информации о техническом состоянии РТОП и АС, а также их передачи через соответствующие каналы связи на АРМ с целью последующего анализа. Это свойство позволит произвести:

- оценку действий технического персонала при проведении монтажа и технического обслуживания РТОП и АС;
- независимую оценку качества работы оборудования РТОП и АС.

Литература

1. Бондарь Д.С., Прохоров А.В. Анализ показателей надежности аэродромных систем управления воздушным движением // Научный вестник Московского государственного технического университета гражданской авиации. 2016. Т. 19. № 5. С. 118-122.

2. Будко П.А. Управление ресурсами информационно-телекоммуникационных систем. Методы оптимизации: Монография. – СПб.: ВАС, 2012. – 512 с.

УДК 629.735.05:621.3

О ДИСТАНЦИОННОМ ОПРЕДЕЛЕНИИ ФАЗОВОГО СОСТОЯНИЯ ГИДРОМЕТЕОРОВ МЕТОДАМИ РАДИОПОЛЯРИМЕТРИИ

Э.А. Болелов, д.т.н., доц., зав. каф. ТЭРЭО ВТ,

А.И. Козлов, д.ф.-м.н., проф., каф. ТЭРЭО ВТ

*Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

Полученные в последнее время результаты экспериментального исследования по идентификации фазового состояния гидрометеоров методами радиополяриметрии (Z-LDR) [1,2,3] позволяют сравнить результаты моделирования и эксперимента, определить линию разделения для различных фаз гидрометеоров по минимальной вероятности суммарной ошибки с учетом поляризационного разделения радиолокационных каналов и его точности [1,2].

При помощи РЛС проводилось измерение ЭПР на горизонтальной поляризации Z, коэффициент линейной деполяризации LDR. Развязка между каналами составляло около 28 дБ [1].

Результаты измерений показали, что различие дождя и града только по значениям их ЭПР возможно только для достаточно большого града с отражательной способностью 50 дБ.

С другой стороны, достаточно надежное разделение жидкой и твердой фаз гидрометеоров возможно при одновременном измерении ЭПР Z и коэффициенте линейной деполяризации LDR. Режимы распределений, вокруг которых группируются частотные характеристики: для дождя по оси LDR - при 20 дБ, по оси Z -при 45 дБ, для града по оси LDR - при 12 дБ, по оси Z -при 50 дБ.

Между этими двумя вершинами существует неопределенная зона, образованная смесью мелкого града в воде и ледяной "каши". Для смеси характерна более широкая дисперсия значений Z , чем для дождя и града, что объясняется широким диапазоном изменения диэлектрической проницаемости, формы и толщины водной пленки частиц, образующих смесь.

Обратим внимание, что на гистограмме наблюдается пик на оси Z при 20..25 дБ, а на оси LDR - при 10 дБ. Наличие этого пика объясняется отражениями от верхней части мощных кучевых облаков и соответствует высотам 8..10 км. Малые значения отражательной способности и линейной деполяризации в этом случае позволяют предположить, что верхняя часть этих облаков состоит из мельчайших ледяных частиц неправильной формы.

Для описания частотных гистограмм непрерывными законами распределения предполагается, что каждое из этих распределений является унимодальным, асимметричным и формируется как произведение двух независимых распределений по оси Z и по оси LDR. Предполагается, что как в плоскости, перпендикулярной оси Z , так и в плоскости, перпендикулярной оси LDR для дождя, смеси и облачности, при описании распределений законов плотности вероятности может быть применена модель, представляющая собой комбинацию двух нормальных распределений N_1 и N_2 с математическими ожиданиями M_1 и M_2 дисперсий D_1 и D_2 ..:

в плоскости, перпендикулярной оси Z

$$f_{LDR} = (1 - \varepsilon)N_1(M_1, D_1) + \varepsilon N_2(M_2, D_2)$$

в плоскости, перпендикулярной оси LDR

$$f_Z = (1 - \varepsilon) \cdot N_1(M_1, D_1) + \varepsilon \cdot N_2(M_2, D_2),$$

где ε -коэффициент "загрязнения".

В этом случае двумерная плотность вероятности определяется как:

$$f_{Z,LDR} = f_Z \cdot f_{LDR}$$

Особенностью двумерной функции плотности вероятности града является то, что она повернута относительно осей координат Z -LDR под углом около 45 градусов. Проверка распределения выдвинутых гипотез по критерию показала, что гипотетические функции распределения не противоречат экспериментальным данным с вероятностью 0,85.

Параметры полученных функций плотности вероятности приведены в таблице 1.

Результаты компьютерного моделирования для показали наличие пиков для дождя по оси Z при 20...25 дБ, а по оси LDR - при 10 дБ. Наличие этих пиков объясняется отражениями от верхней части мощных кучевых облаков и соответствует высотам 8...10 км. Малые значения отражательной способности и линейной деполяризации в этом случае позволяют предположить, что верхняя часть этих облаков состоит из мельчайших ледяных частиц неправильной формы.

Табл. 1

Вид осадков	M_1	ε	D_1	M_1	ε	D_1
Дождь	48	0,2	3	21	0,2	2
	40	0,2	4	22	0,2	4
Град	28	0,6	2	44	0,3	2
	30	0,6	4	47	0,3	2
Смесь	42	0,3	5	15	0,3	2
	40	0,3	4	15	0,3	6
Облачность	26	0,5	6	11	0,9	1
	28	0,5	6	10	0,9	2

Вероятности ошибок при разделении дождя и смеси, града и смеси, смеси и облачности приведены в таблице 2. Учет точности реального радара ± 1 дБ позволил оценить рост вероятности ошибок в 1 дБ отклонения линии разделения от оптимальной.

Табл. 2

Отклонение	Дождь – смесь		Град – смесь		Облачность – смесь	
	1-ый вид	2-ой вид	1-ый вид	2-ой вид	1-ый вид	2-ой вид
0 дБ	0.14	0.09	0.16	0.15	0.05	0.05
1 дБ	0.22	0.04	0.27	0.10	0.08	0.04
1 дБ	0.09	0.21	0.09	0.21	0.04	0.08

Литература

1. Handry A., Antar Y. Precipitation particle identification with centimeter wavelength dual-polarization radars. Radio Science, 2014, v.19, N1, pp.42-46/
2. Kozlov A.I., Logvin A.I., Sarichev V.A. In Introduction to the theory of Radiopolemetric Navigation Systems// Springer 2021
3. Болелов Э.А. Метеорологическое обеспечение полетов гражданской авиации: проблемы и пути их решения. // Научный вестник МГТУ ГА, том 21, №5, 2018. с.117-129.

ОБ ИНФОРМАТИВНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ В МИКРОВОЛНОВОЙ РАДИОМЕТРИИ

А.И. Козлов¹ д.ф.-м.н., проф., каф. ТЭРЭО ВТ,

С.Н. Губенко² зам. директора филиала

¹Московский государственный технический университет

гражданской авиации (Москва, Россия)

²МЦ АУВД, (Москва, Россия)

Развитие любых современных радиотехнических приемных систем идет по пути увеличения информативности принимаемых и обрабатываемых сигналов. Если при выделении информационного параметра принимаемого радиоизлучения учитывается характер изменения неинформационных параметров, тогда точность оценки информационного параметра (или параметров) увеличивается. Причем эта точность будет тем выше, чем больше число учтенных неинформационных параметров.

Увеличение информативности обработки принимаемых сигналов радиоизлучения, как правило, достигалось путем учета все большего количества параметров, определяющих собственно радиосигнал. В то же время имеется значительный резерв для повышения информативности обработки принимаемых радиоизлучений, связанный с учетом характера поведения поляризационных параметров ЭМВ, переносящей полезную информацию.

Комплексный учет поляризационных параметров ЭМВ и параметров собственно радиосигнала в приемных устройствах – важное средство повышения эффективности любых радиосистем, в том числе и радиометрических, т.е. улучшения их ТТХ. Отнесение поляризационных параметров ЭМВ из группы неучтенных на приемной стороне в группу – учтенных, повышает информативность обработки сигналов радиоизлучений в той большей степени, чем больше дисперсия поляризационных параметров. Другими словами, неучет явления изменения статистических характеристик поляризационных параметров ЭМВ приводит к уменьшению количества выделяемой информации по сравнению с возможным. Это, в свою очередь, неизбежно приводит к снижению ТТХ приемных устройств по отношению к потенциально достижимому уровню. Заметим, что принятое условие взаимной независимости параметров x_i не является жестким, т.к. наличие статистической связи легко может быть учтено. Например, при наличии такой связи между двумя параметрами x_1 и x_2 соответствующая энтропия равна:

$$H(x_1, x_2) = \frac{1}{2} \log \left[(2\pi e)^2 \cdot \sigma_1^2 \cdot \sigma_2^2 \cdot (1 - R^2) \right],$$
 где R – нормированная функция взаимной корреляции между x_1 и x_2 .

Приведенное соотношение показывает, что полученные выше выводы будут сохраняться и при наличии взаимной статистической связи между параметрами x_1 .

В [1] показано, что для радиометрии любую решаемую многоальтернативную задачу, в принципе, можно свести к двухальтернативной, например, можно решать задачу различения морского льда и открытой воды. Если поляризационное состояние излученной ЭМВ описывается фазором, тогда в качестве аргумента можно использовать модуль фазора $|\dot{\Phi}|$, а плотность вероятности $W_1(|\dot{\Phi}|)$ и $W_2(|\dot{\Phi}|)$ будут относиться к ЭМВ, излученным от двух различаемых объектов. Можно показать, что мгновенные значения аддитивной смеси полезного сигнала излучения и шума при их статистической независимости распределены нормально с дисперсией $\sigma^2 = \sigma_C^2 + \sigma_{ш}^2$, а соответственно, огибающие суммарных процессов распределены по закону Релея.

Результаты расчетов приведены на рисунке, откуда следует, что информативность поляризационных параметров увеличивается по мере возрастания различия между α_1 и α_2 , что подтверждает полученный ранее общий вывод.

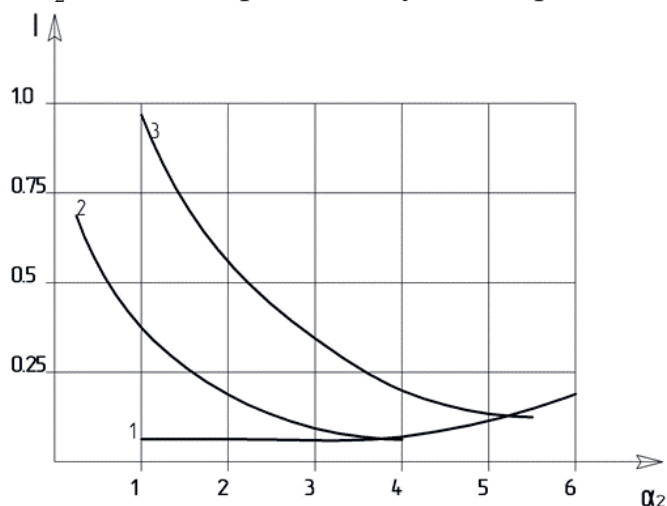


Рис. 1. Зависимость информативности фазора от отношения дисперсий сигнала по вертикальной и горизонтальной компонентам ЭМВ

Литература

1. Козлов А.И., Логвин А.И., Сарычев В.А. Поляризация радиоволн, т.3, //М., Радиотехника, 2008, 732с.
2. Kozlov A.I., Logvin A.I., Sarichev V.A. In Intotroduction to the theory of Radiopolarimetric Navigation Systems// Springer 2021/

ОБНАРУЖЕНИЕ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ ЦЕЛЕЙ ПО КОЭФФИЦИЕНТАМ ПОЛЯРИЗАЦИОННОЙ АНИЗОТРОПИИ

А.И. Козлов, д.ф.-м.н., проф., каф. ТЭРЭО ВТ,

В.А. Ходаковский² д.т.н., проф.

¹ *Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

² *Рижский институт менеджмента информационных систем
(Рига, Латвия)*

Коэффициент поляризационной анизотропии q радиолокационной цели может использоваться для решения задач обнаружения этих целей на фоне мешающих отражений от подстилающих поверхностей. Для решения этой задачи необходимо знать статистические характеристики коэффициента поляризационной анизотропии, который определяется следующим образом:

Показывается [1,2], что выражение для плотности распределения степени поляризационной анизотропии имеет вид:

$$W_{\Sigma}(q) = \frac{2\kappa(1-R^2)[(1+\kappa)-q(1-\kappa)]}{\left\{[(1+\kappa)-q(1-\kappa)]^2 - 4\kappa R^2(1-q^2)\right\}^{3/2}} +$$

$$+ \frac{2\kappa(1-R^2)[(1+\kappa)+q(1-\kappa)]}{\left\{[(1+\kappa)+q(1-\kappa)]^2 - 4\kappa R^2(1-q^2)\right\}^{3/2}}$$

где R - коэффициент корреляции, ортогональных компонент принятого сигнала, $\kappa = \frac{\sigma_{II}^2}{\sigma_I^2}$ - отношение дисперсий ортогональных составляющих (степень асимметрии фона).

$W_{\Sigma}(q)$ существенно зависит от коэффициента корреляции ортогональных компонент R и степени асимметрии фона κ . Так например, при $\kappa=1$ и $R=0$ имеет место равномерное распределение параметра q . При $R \rightarrow 1$ и $\kappa=1$ плотность распределения вероятностей $W_{\Sigma}(q)$ смещается вправо, сужается и, в конечном счете, стремится к распределению типа δ - функции в области точки $q=1$.

Анализ показывает, что при малых значениях коэффициента асимметрии фона ($\kappa < 0,2$) математическое ожидание степени поляризационной анизотропии практически не зависит от коэффициента корреляции R . При значениях $\kappa > 0,5$ выражение для $M[q]$ существенно зависит от коэффициента корреляции R . Так например, при $R=0,1$ и $\kappa=0,9$ математическое ожидание $M[q]=0,5$, при $R=0,99$ - $M[q]=0,025$.

Для оценки потенциальных возможностей обнаружителей по степени поляризационной анизотропии целей в качестве пространственно-протяженной цели, на фоне которой обнаруживается малоразмерный слабоконтрастный объект рассматриваются два предельных случая, при которых $\kappa_b = 1, R_b = 0$ и $\kappa_b = 1, R_b = 1$.

Показывается, что для одноканальной по поляризации радиолокационной станции вероятность правильного решения (по критерию идеального наблюдателя) при обнаружении малоразмерной цели на фоне земли полностью определяется отношением сигнал/фон на входе порогового устройства приемника. Так например, при отношении сигнал/фон $a^2=2$ $P_{cd} = 0,69$; при $a^2=4$ соответственно $P_{cd} = 0,77$. При использовании двухканального по поляризации приемного устройства радиолокационной станции, осуществляющей обнаружение цели на фоне земной поверхности по степени поляризационной анизотропии, отношение сигнал/фон на входе порогового устройства существенно зависит от поляризационных характеристик цели и фона. Так для случая, когда $R_b \approx 1$ и $\kappa_b = 1$ при отношении сигнал/фон $a^2=2$ вероятность принятия правильного решения $P_{cd} = 0,84$ для цели с параметрами $\rho=1$ и $b^2=0,01$. Для цели с параметрами $\rho=1$ и $b^2=0,4$ - $P_{cd} = 0,81$

(где $a^2 = \frac{\sigma_{tY}^2}{\sigma_{bY}^2} > 1$, $b^2 = \frac{\sigma_{tX}^2}{\sigma_{tY}^2} < 1$ - степень асимметрии цели, ρ - коэффициент

корреляции ортогональных компонент цели.

Для случая $a^2=4$ вероятности принятия правильного решения соответственно будут $P_{cd} = 0,86$ и $P_{cd} = 0,815$. Метод обнаружения малоразмерных целей на фоне земной поверхности с параметрами $R \approx 1$ и $\kappa = 1$ по степени их поляризационной анизотропии является наиболее эффективным при малых отношениях сигнал/фон. Для случая, когда у фона $\kappa = 1$ и $R = 0$, целесообразным является одноканальный по поляризации метод обнаружения цели на фоне земной поверхности.

Машинный эксперимент показал, что обнаружение на фоне земной поверхности малоподвижной радиолокационной цели с поляризационными параметрами $b^2 < 0,1$ и $\rho > 0,5$ целесообразно проводить двухканальной по поляризации радиолокационной станцией по степени их поляризационной анизотропии в том случае, если выполняются неравенства $R_b > 0,6$ и $\kappa_b > 0,8$. Так например, при $R_b = 0,8$ и $\kappa_b = 0,95$ вероятность принятия правильного решения при обнаружении цели с параметрами $\rho = 0,9$, $b^2 = 0,01$ при наибольшем отношении сигнал/фон в одном из каналов двухканальной по поляризации радиолокационной станции $a^2=5$ по степени поляризационной анизотропии равна $P_{cd} = 0,85$, а при обнаружении этой же цели с помощью одноканальной радиолокационной станции - $P_{cd} = 0,61$.

Литература

1. Козлов А.И., Логвин А.И., Сарычев В.А. Поляризация радиоволн, т.3, //М., Радиотехника, 2008, 732с.
2. Kozlov A.I., Logvin A.I., Sarichev V.A. In Introduction to the theory of Radiopolarimetric Navigation Systems// Springer 2021/

УДК 629.735.05:621.3

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ ДИНАМИКИ ПРОФИЛЯ ТЕМПЕРАТУРЫ В РАЙОНЕ АЭРОДРОМА

*Н.Ю. Воскресенский аспирант кафедры ТЭРЭО ВТ
Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

Важнейшим параметром атмосферы является температура воздуха. Достоверная информация о температуре воздуха и ее профиле (т.е. изменении по высоте h_k) в районе аэродрома является основой качественных метеопрогнозов погоды и опасных метеоявлений, к которым относится, например, обледенение воздушных судов (ВС), туманы, атмосферная турбулентность, температурные инверсии, сдвиг ветра и т.д.

Качественный прогноз зон обледенения требует информации о профиле температуры $T(h_k)$ и влажности $RH(h_k)$. На основании этой информации определяется диапазон высот, в которых выполняются критерии обледенения. Практикой установлено, что при обледенении температура воздуха, окружающего ВС, по своим значениям обычно ниже нуля и равна или ниже температуры насыщения над льдом ($T_{нл}$), которая определяется по формуле [1]:

$$T_{нл} = -8(T - T_d), \quad (1)$$

где $(T - T_d)$ - дефицит точки росы на высоте полета ВС. Облачный слой, где $T < 0$ и одновременно $T < T_{нл}$, является слоем возможного обледенения.

Задача прогнозирования туманов также требует достоверной информации о профиле температуры. Для взлетающих ВС и ВС, выполняющих заход на посадку и посадку особую опасность, представляют радиационные туманы, образующиеся над поверхностью аэродрома. Такие туманы чаще всего возникают над сушей, а также могут наблюдаться районами сплошных льдов. Возникновение радиационных туманов происходит при ясном небе и небольшом (до 2 м/с) ветре [1]. Прогнозирование туманов производится по информации о профиле температуры $T(h_k)$ и ее градиенте $dT(h_k)$, влажности $RH(h_{k=0}=0)$ и скорости ветра $U(h_{k=0}=0)$ в приземном слое.

Для ВС при выполнении взлетно-посадочных маневров крайне важна достоверная информация о профиле температуры в секторах взлета и посадки, т.к. определенную опасность для ВС представляют температурные инверсии в

приземном слое. Эти явления, при условии их скрытого от экипажа ВС характере, создают факторы опасности для безопасности полетов.

Информация о профиле температуры в совокупности с данными о профиле ветра позволяет также прогнозировать условия возникновения атмосферной турбулентности. Кроме этого, как показано в [1], на высотах ниже 500 м в области, лежащей ниже струйных течений, часто наблюдаются сдвиги ветра, при этом их максимальное значение оказывается пропорциональным мощности температурной инверсии.

Таким образом, практический интерес представляет задача разработки математической модели пространственно-временной изменчивости профиля температуры в районе аэродрома.

Математическая модель пространственно-временной динамики профиля температуры $T(h_k)$ в районе аэродрома может быть получена на основании статистической обработки измеренных профилей температуры за достаточно длительный период с учетом географического расположения аэродрома. Такой подход, несмотря на его сложность, является более продуктивным, чем использование простых моделей не учитывающих влияние разнообразных факторов [2,3].

В общем виде значение температуры в районе аэродрома может быть представлено как [4,5]:

$$T(h_k) = T_{MCA}(h_k) + \Delta T(h_k), \quad (2)$$

где: $T_{MCA}(h_k)$ - значение температуры для Международной стандартной атмосферы; $\Delta T(h_k)$ неизвестные случайные отклонения температуры от значения $T_{MCA}(h_k)$, которые представляют интерес с точки зрения исследований и разработки математической модели.

Пусть в результате проведенных наблюдений, например, с помощью профилемера МТП-5 или системы радиозондирования, получен массив выборочных значений случайного векторного процесса

$$\mathbf{X}_1^N = \{\mathbf{X}(h_k), k = 1, \dots, N\}, \quad (3)$$

где $\mathbf{X}(h_k) = [\Delta T(h_k) \quad d\Delta T(h_k)]^T$.

Объем выборки полагается достаточным для того, чтобы обычными методами математической статистики можно было определить достоверные оценки закона распределения, математического ожидания, дисперсии, коэффициентов эксцесса и асимметрии, а также корреляционной функции каждой компоненты процесса $\mathbf{X}(h_k)$.

Статистическая динамика процесса $\mathbf{X}(h_k)$ в общем случае может быть описана уравнением авторегрессии (АР) вида [6]

$$\mathbf{X}(h_k) = \sum_{i=1}^N \mathbf{B}_i \mathbf{X}(h_k - h_i) + \Gamma \mathbf{N}(h_k), \quad (4)$$

где \mathbf{B}_i , $i=1, \dots, p$, - матрицы $(N \times N)$ постоянных неизвестных коэффициентов; $\mathbf{N}(h_k)$, $k=1, \dots, N$ - вектор независимых случайных гауссовских величин с нулевым математическим ожиданием и единичной

дисперсией; Γ - неизвестная матрица ($n \times n$), которая без ограничения общности полагается нижней треугольной и невырожденной.

Таким образом, методика разработки модели пространственно-временной изменчивости профиля температуры в районе аэродрома сводится к определению значений \mathbf{B}_i и Γ в уравнении AP заданного порядка вида (4).

Практика показывает, что, модель пространственно-временной изменчивости профиля температуры в районе аэродрома с требуемой точностью описывается разностным стохастическим уравнением AP второго порядка.

Литература

1. Богаткин О.Г. Основы авиационной метеорологии. Учебник. - СПб.: Изд. РГГМУ, 2009. – 339 с.

2. Решетов В.Д. Изменчивость метеорологических элементов в атмосфере. Л.: Гидрометеиздат, 1973. – 215 с.

3. Борисенко М.М. Вертикальные профили ветра и температуры в нижних слоях атмосферы // Труды ГГО. 1974. Вып. 320. – 205 с.

4. Болелов Э.А., Васильев О.В., Галаева К.И. Пространственная изменчивость профиля температуры воздуха в районе аэродрома. // Научный вестник ГосНИИ ГА, №29, 2019. С.146-154.

5. Болелов Э.А., Кораблев Ю.Н., Баранов Н.А., Демин С.С., Ещенко А.А. Комплексная обработка метеоинформации в аэродромных мобильных комплексах метеолокации и зондирования атмосферы. // Научный вестник ГосНИИ ГА, №20 (331), 2018. С.82-92.

6. Миронов М.А. Марковская теория оптимального оценивания случайных процессов. – М.: ГосНИИ АС, 2013. - 194 с.

УДК 629.735.05:621.3

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНОГО ТРЕНАЖЁРА ПО ПОИСКУ И УСТРАНЕНИЮ НЕИСПРАВНОСТЕЙ СРЕДСТВ РАДИОТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЛЕТОВ

*С.В. Шалутин соискатель кафедры ТЭРЭО ВТ,
Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

Качество эксплуатации средств радиотехнического обеспечения полетов (РТОП) во многом определяет возможности воздушного транспорта по перевозке пассажиров и грузов. При этом, качество системы эксплуатации средств РТОП зависит от уровня профессиональной подготовки обслуживающего инженерно-технического персонала [1]. По причине сбоев и отказов в работе средств РТОП происходят до 10%, причем не известна доля этих авиационных происшествий, вызванных недостаточной

профессиональной подготовки инженерно-технического персонала баз ЭРТОС. Вместе с тем, практика показывает, что причинами сбоев и отказов средств РТОП подчас являются нарушения технологической дисциплины и правил эксплуатации техники, недостаточные теоретические знания систем РТОП, неграмотные действия (или бездействие) инженерно-технического персонала.

Анализ состояния системы подготовки инженерно-технического персонала баз ЭРТОС показал, что применяемые в ней средства и методы совершенствуются достаточно медленно и малоэффективно. В частности, учебно-материальная база подготовки инженерно-технического персонала нуждается в существенном обновлении, а ее основным элементом, кроме уже существующих плакат стендов, макетов различных изделий и компьютерных программ, должен стать тренажер, адаптированный для подготовки инженерно-технического персонала, эксплуатирующего средства РТОП. Перспективный тренажер для инженерно-технического персонала требует внедрений перспективных методов и форм обучения, направленных на развитие продуктивного мышления, индивидуализацию процесса обучения и его интенсификацию.

На основании накопленного опыта по применению компьютерных систем обучения в учебных заведениях гражданской авиации, научно-исследовательских организациях и эксплуатирующих подразделениях сегодня сформулирована технология разработки компьютерных тренажеров [2,3], учитывающая следующие виды обеспечения: методическое, математическое (МО), информационное, программное и техническое.

Особенно важную роль играет математическое обеспечение. Структуру математического обеспечения перспективного тренажера для инженерно-технического персонала баз ЭРТОС целесообразно представить в виде трех взаимосвязанных частей (рис.1).

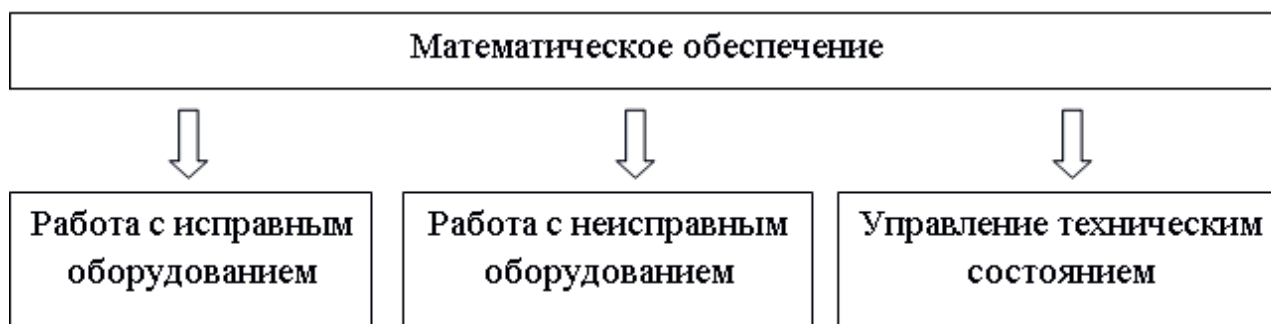


Рис. 1. Структура математического обеспечения тренажерной системы обучения инженерно-технического персонала баз ЭРТОС

Первая часть обеспечивает обучение личного состава при работе с исправным оборудованием объектов РТОП. Элементами этой части являются вид работ на технике, набор и последовательность выполняемых операций,

набор контролируемых параметров, вид технического состояния оборудования.

Во *вторую часть*, при работе с неисправным оборудованием, помимо элементов первой части, дополнительно включаются такие элементы, как алфавит отказов бортового оборудования, диагностическая модель, набор диагностических параметров.

Третья часть предполагает принятие решений по управлению техническим состоянием средств РТОП.

При этом необходимо отметить, что при разработке указанных элементов МО, требования, предъявляемые к ним, будут определяться в зависимости от того, какие работы и на каком уровне, а, соответственно, и кем они будут проводиться.

Также в структуру МО должен входить элемент оценки уровня подготовленности специалиста. Этот элемент в зависимости от этапа будет иметь свои особенности, в частности по характеру вопросов, по характеру запоминаемой информации, но принципы подхода к оценке уровня подготовленности будут одинаковыми.

Литература

1. Щёголев В.Н., Гевак Н.В. К оценке влияния уровня профессиональной подготовленности инженерно-технического состава на показатели эффективности системы технической эксплуатации и ремонта // Научный вестник МГТУ ГА, 2006, № 93.

2. Вопросы разработки автоматизированных систем обучения. Под ред. профессора В.М. Ветошкина. М.: ВАТУ, 1999.

3. Красовский А.А. Основы теории авиационных тренажёров. – М.: Машиностроение, 1995.

УДК 629.735.05:621.3

ОБНАРУЖЕНИЕ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ ОБЪЕКТОВ НА ТЕРРИТОРИИ АЭРОПОРТА ПУТЕМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИХ НЕЛИНЕЙНЫХ И ПОЛЯРИЗАЦИОННЫХ СВОЙСТВ

В.В. Пушкарев аспирант кафедры ТЭРЭО ВТ

*Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

Как отмечается в федеральных авиационных правилах [1], аэропорты и эксплуатанты (авиационные предприятия) должны реализовывать комплекс мер по обеспечению авиационной безопасности применительно к особенностям условий базирования конкретного аэродрома, географии полетов воздушных судов (ВС), типов эксплуатируемых ВС, объема пассажирских и грузовых перевозок и другим факторам. Основными мерами обеспечения авиационной безопасности является пропускной режим и

внутриобъектовый режим в аэропорту, которые организуются в соответствии с инструкцией, утверждаемой администрацией аэропорта по согласованию с территориальным органом Федеральной службы по надзору в сфере транспорта и подразделением вневедомственной охраны при органах внутренних дел Российской Федерации, осуществляющим охрану аэропортов и объектов их инфраструктуры. Согласно инструкции территория аэродрома должна иметь ограждения, въезды (выезды) должны находиться под контролем служб авиационной безопасности и подразделений, осуществляющих охрану аэропортов и объектов их инфраструктуры. Под постоянной охраной в контролируемой зоне аэропорта должны находиться: ВС; территории отдельно стоящих объектов и транспортные средства с горюче-смазочными материалами, специальными жидкостями и газами; почтово-грузовые терминалы; цеха бортового питания; коммерческие склады; склады хранения опасных грузов; контрольно-пропускные пункты.

Вместе с тем, методы и средства осуществления террористических актов непрерывно совершенствуются, а номенклатура средств обнаружения опасных объектов на территории аэропорта не претерпела серьезных изменений. По-прежнему применяемые технические средства используют рентгеновские, газоаналитические, нейтронные и др. методы, методы видеоконтроля и наблюдения [2].

Широкие возможности для обнаружения опасных объектов на территории аэродрома открывают методы радиолокации [3]. Практически любой опасный объект (ОО), в том числе и малоразмерный, размещенный террористами на территории аэродрома представляет собой радиолокационный объект с ярко выраженными нелинейными и поляризационными свойствами. Уверенное обнаружение и выделение ОО на фоне маскирующих строений и предметов на аэродроме связано с возникновением так называемого «нелинейного» эффекта, возникающего при отражении от ОО электромагнитных волн. Если при облучении ОО электромагнитной волной в рассеянном излучении содержится, кроме колебаний основной частоты, колебания на второй и третьей гармониках, то это различие в «нелинейностях» создает физическую основу для успешного решения задачи обнаружения малоразмерных ОО на территории аэродрома на фоне местных предметов.

Вопросам использования нелинейных и поляризационных свойств радиолокационных объектов посвящено достаточное количество научных работ, однако использованию свойств реальных ОО для их обнаружения на территории аэродрома посвящено только незначительное количество работ, в основном рекламного характера.

Таким образом, теоретическое и практическое обоснование возможности и целесообразности использования нелинейных эффектов, возникающих при отражении радиоволн от ОО является целью исследований. При этом требуется решить следующие задачи:

1. Определение эффективной площади рассеяния типовых ОО, обладающих нелинейными свойствами n -степени, при приеме отраженного сигнала на n -й гармонике зондирующего сигнала.

2. Формирование уравнения дальности радиолокации при приеме отраженного сигнала на n -й гармонике зондирующего сигнала в случае непрерывного режима работы.

3. Формирование уравнения дальности радиолокации при приеме отраженного сигнала на n -й гармонике зондирующего сигнала в случае импульсного режима работы.

4. Разработка математического аппарата для описания поляризационных свойств типовых ОО.

5. Проведение имитационного моделирования и экспериментальных исследований по использованию нелинейных эффектов, возникающих при отражении радиоволн от типовых ОО.

Литература

1. Федеральные авиационные правила "Требования авиационной безопасности к аэропортам". Приказ Минтранса РФ от 28 ноября 2005 г. N 142.

2. Зубков Б.В. Авиационная безопасность. Учебник / Б.В. Зубков, С.Е. Прозоров, С.И. Краснов, В.М. Ильин – Ульяновск: УВАУ (ГИ), 2014 – 411 с.

3. Горбачев А.А. Нелинейная радиолокация. Ч.3. – М.: Радиотехника, 2007. – 128 с.

УДК 629.735

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БОРТОВОГО РАДИОЭЛЕКТРОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПО ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ЗНАЧИМОСТИ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ ВОЙСКОВОГО РЕМОНТА

*А.О. Железняков адъюнкт кафедры эксплуатации бортового
авиационного радиоэлектронного оборудования*

*В.П. Сидорчук к.т.н., доцент, доцент кафедры эксплуатации
бортового авиационного радиоэлектронного оборудования*

*ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского
и Ю.А. Гагарина» (Воронеж, Россия)*

Современное бортовое радиоэлектронное оборудование (БРЭО) в авиации имеет первостепенное значение в вопросах обеспечения безопасности полетов (БП), надежности, эффективности боевого применения и регулярности полетов. Возрастание сложности современного БРЭО предъявляет все более высокие требования к эксплуатации авиационной техники (АТ) особенно в вопросах восстановления исправности отказавшего БРЭО при организации войскового ремонта. Если в прошлом при эксплуатации БРЭО опирались в основном на практический опыт личного состава инженерно-авиационной службы (ИАС), то дальнейшее бурное

развитие АТ выдвинуло необходимость разработки новых способов эксплуатации и организации системы технического обслуживания и ремонта (ТО и Р). К сожалению, установить прямые аналитические связи между функциональными отказами систем и блоков БРЭО и показателями уровня БП в большинстве случаев затруднительно, в связи с чем возникает необходимость в выделении функционально значимых блоков и изделий. Для их выделения применяется перечень следующих критериев:

1. Функциональный отказ (ФО) изделия или блока требует прекращения выполнения полетного задания;

2. ФО изделия влияет на снижение уровня БП, но не требует прекращения выполнения полетного задания;

3. ФО изделия влияет на качество выполнения полетного задания, но не влияет на снижение уровня безопасности полета;

4. Другие последствия ФО изделия.

В дальнейшем рассмотрим критерии функциональной значимости, называя их последовательно в порядке важности:

– критерий 1 – прекращение полета;

– критерий 2 – снижение уровня БП;

– критерий 3 – снижение эффективности боевого применения при выполнении полетного задания;

– критерий 4 – другие последствия возникновения ФО, не попадающие под критерии 1-3.

Таким образом, выбор функционально значимых блоков (ФЗБ) среди изделий БРЭО можно формализовать следующим образом. Пусть имеется M систем БРЭО, из которых необходимо выбрать N ФЗБ. Пусть уровень безопасности полетов характеризуется показателем Q , где его критическим значением является нижняя граница Q_n , а допустимым уровнем является $Q_{\text{доп}}$. Пусть качество выполнения полетного задания оценивается показателем $C_{\text{норм}}$. Примем в качестве исходного условия то, что на выбор ФЗБ влияет один из критериев, т.е. если изделие БРЭО проходит в качестве ФЗБ по двум или трем критериям, то выбираем только один из них, наиболее значимый. В таком случае, число функционально значимых N изделий разбивается на четыре группы, т.е. по каждому отдельно взятому критерию из четырех:

$$N = \sum_{i=1}^4 N_i,$$

где i – номер соответствующего критерия.

Тогда получим:

1. Выбираем $N_1 \in M$, если $Q < Q_n$;

2. Выбираем $N_2 \in M$, если $Q_n < Q < Q_{\text{доп}}$;

3. Выбираем $N_3 \in M$, если $C < C_{\text{норм}}, Q > Q_{\text{доп}}$;

4. Выбираем $N_4 \in M$ во всех остальных случаях.

Далее необходимо рассматривать все виды БРЭО с точки зрения подпадания их под тот или иной критерий функциональной значимости и в случае возникновения отказа принимать решение о способах дальнейшего восстановления, для чего возможно применение следующих методов:

1. Получение прямых аналитических зависимостей между выходными параметрами данного БРЭО и показателями, характеризующими уровень БП, а также показателями эффективности выполнения боевых задач при выполнении полетного задания. Анализ этих аналитических зависимостей может дать ответ на вопрос, в какой степени ФО данного БРЭО влияет на уровень безопасности полетов или на эффективность боевого применения, т.е. оценить возможность отнесения ФО данного БРЭО к той или иной категории ФЗБ.

2. Использование имеющихся нормативных документов, относящихся к эксплуатации авиационной техники, таких как регламент летной эксплуатации и регламент технического обслуживания.

3. Использование метода экспертных оценок в процессе формирования и выбора решения для восстановления отказавшего БРЭО.

4. Возможен подход, реализующий применение методов логического анализа.

Таким образом, выделены критерии функциональной значимости изделий БРЭО, которые должны формулироваться на основе анализа влияния ФО блоков при оценке выполнения полетного задания. Использование нормативных документов является продуктивным путем для ранжирования ФЗБ по критериям значимости, но эти возможности крайне ограничены. Применение метода экспертных оценок возможно в случаях чрезвычайной сложности проблемы, ее новизны, недостаточности имеющейся информации, невозможности математической формализации процесса решения требующая обращения к рекомендациям компетентных специалистов, прекрасно знающих проблему, что в современных реалиях реализуемо, но с некоторыми ограничениями, связанными с имеющейся системой сервисного обслуживания, отказавшей АТ.

Литература

1. ГОСТ РВ 0101 – 001 – 2007 Эксплуатация и ремонт изделий военной техники: принят и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 12 февраля 2007 г. № 2-ст: дата введения 01.01.2008. М.: Стандартинформ, 2011.

2. ГОСТ 18322 – 2016 Система технического обслуживания и ремонта техники: введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28 марта 2017 г. № 186-ст: дата введения 01.09.2017. М.: Стандартинформ, 2017. 16 с.

3. Барзилович Е.Ю. Оптимальные модели эксплуатации РЭО самолетов ВВС. М.: ВВИА имени Н.Е. Жуковского, 1982. 148 с.

4. Барзилович Е.Ю., Каштанов В.А. Некоторые математические вопросы теории обслуживания сложных систем. М.: Издательство «Советское радио», 1971. 272 с.

5. Логвин А.И., Андреев Г.Н., Еремин А.В. Определение функционально значимых элементов РЭО ВС для проведения их технического обслуживания // Научный вестник МГТУ ГА, серия Радиофизика и радиотехника, № 112, 2007, С. 7-10.

6. Управление рисками чрезвычайных ситуаций на основе формализации экспертной информации: монография / А.В. Спесивцев; под ред. В.С. Артамонова; М-во по делам ГО и ЧС, С.-Петерб. Ин-т Гос. Противопожар. службы. Санкт-Петербург: Изд-во Политехн. ун-та, 2004. 237 с.

7. Логвин А.И., Еремин А.В. Метод логического анализа при проведении технического обслуживания РЭО // Научный вестник МГТУ ГА, № 100 2006, С. 63-64.

8. Логвин А.И., Андреев Г.Н., Еремин А.В. Использование нормативной базы гражданской авиации для выявления функционально значимых элементов РЭО // Научный вестник МГТУ ГА, серия Радиофизика и радиотехника, № 112, 2007, С. 11-13.

СЕКЦИЯ 7. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ И МОДЕЛИ ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧ В ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ

УДК 519.67

МОДЕЛЬ ИНДИКАЦИИ ПРИЗНАКОВ, СОПУТСТВУЮЩИХ ИЗМЕНЕНИЮ СОСТОЯНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

В.И. Павлов¹, Т.Ю. Дорохова², С.В. Толстых³

¹д.т.н., проф., профессор, ²к.п.н., доц., доцент, ³аспирант

Тамбовский ГТУ каф. «КРЭМС» (Тамбов, Россия)

Причинами изменения свойств протекающих процессов в динамических системах могут быть внезапные отказы и повреждения элементов систем или резкие изменения входных сигналов, вызванные, например, перерывами связи, постановкой преднамеренных помех. Наиболее сложными для обнаружения являются постепенные негативные изменения свойств процессов. Их причинами, как правило, являются так называемые частичные отказы из-за износа, старения и пр., которые выражаются обычно в скрытой форме и ухудшают характеристики системы, но не приводят к немедленной потере ее работоспособности. Однако во многих случаях это ухудшение носит прогрессирующий характер, и непринятие своевременных и эффективных мер может привести к аварии или катастрофе. В информационно-измерительных системах аналогичные по последствиям эффекты вызывает воздействие имитирующих преднамеренных помех, которые являются подделкой полезных сигналов по одному или большему числу их параметров [1].

Распознавание произошедшего скачкообразного изменения свойств протекающих процессов и более сложного для распознавания начала постепенного негативного изменения свойств процессов являются актуальными задачами, рассматриваемыми в теории последовательных решений [2]. В отличие от существующих методов, в которых используются сведения только из выборки исследуемого процесса, предлагается дополнительно использовать так называемые сопутствующие изменениям признаки. Возможность использовать сопутствующие признаки возникает в тех случаях, когда факторы, вызывающие постепенные изменения свойств исследуемого процесса, могут быть причиной более интенсивного изменения процессов, стохастически связанных с исследуемым. Например, в механической системе при начале износа из-за повышенного трения более интенсивным сопутствующим процессом будет повышение температуры в зоне трения. А в информационно-измерительной, например, радиолокационной системе при воздействии имитирующей помехи, вызывающей постепенное изменение измеряемой фазой координаты, более интенсивным будет увеличение мощности входного сигнала.

Сопутствующие признаки могут быть различной физической природы и основаны на причинных связях между явлениями. Регистрация подобных

признаков осуществляется индикаторами сопутствующих признаков (ИСП). ИСП предназначен для принятия решения о наличии или отсутствии соответствующего признака в несущем воздействии принимаемого сигнала. Особенностью его функционирования является то, что выходной сигнал индикатора принимает два значения: 0 или 1 в соответствии с отсутствием или наличием регистрируемого признака во входной индикаторной функции. Входная индикаторная функция имеет смысл несущего воздействия сигнала на входе индикатора и в общем случае может быть физической природы, отличной от физической природы несущего воздействия измеряемой фазовой координаты. В качестве ИСП могут быть: безынерционные измерители, фильтры, счетчики импульсов, логические устройства и другие, весьма разнообразные устройства. К ИСП предъявляется требование – время формирования выходного сигнала индикатора должно быть меньше времени формирования выходного сигнала измерителя фазовой координаты, то есть индикатор должен считаться безынерционным.

Независимо от типа индикатора его функционирование описывается условной вероятностью перехода из r_k в r_{k+1} состояние [3]:

$$\pi(r_{k+1}, k + 1 | J_k, Pr, r_k, k), \quad (1)$$

где J_k – входная индикаторная функция; Pr – регистрируемый признак,

$Pr = \overline{0,1}$; r_k, r_{k+1} – выходные сигналы индикатора в k -й и $(k+1)$ -й моменты времени соответственно, $r_k, r_{k+1} = \overline{0,1}$. Условие (1) означает следующее: в k -й момент времени на входе ИСП наблюдается индикаторная функция J_k и регистрируется наличие $Pr=1$ или отсутствие $Pr=0$ сопутствующего признака, выходной сигнал индикатора может принимать одно из двух состояний $r_k = \overline{0,1}$, не обязательно совпадающих с $Pr = \overline{0,1}$. Условная вероятность перехода в r_{k+1} состояние может быть представлена в виде:

$$\pi(r_{k+1}, k + 1 | J_k, Pr, r_k, k) = \begin{cases} \left. \begin{matrix} P(J_k)P(Pr = 1)P(r_{k+1}|r_k) \\ P(J_k)P(Pr = 0)P(r_{k+1}|r_k) \end{matrix} \right\} \text{при } r_{k+1} = r_k \\ \left. \begin{matrix} P(J_k)P(Pr = 1)P(g_{k+1}|r_k) \\ P(J_k)P(Pr = 0)P(g_{k+1}|r_k) \end{matrix} \right\} \text{при } r_{k+1} \neq r_k \end{cases}, \quad (2)$$

где $P(J_k)$ – вероятность наличия на входе ИСП индикаторной функции; $P(Pr=1), P(Pr=0)$ – соответственно вероятность наличия и отсутствия регистрируемого признака в индикаторной функции; $P(r_{k+1}|r_k), P(g_{k+1}|r_k)$ – соответственно вероятность сохранения и изменения выходного сигнала ИСП, причем $P(1|1)$ – вероятность правильного обнаружения сопутствующего признака, $P(0|0)$ – вероятность правильного необнаружения признака, $P(0|1)$ – вероятность пропуска признака, $P(1|0)$ – вероятность ложной тревоги. Данные вероятности могут определяться, в том числе, экспериментально.

Совместной вероятностной характеристикой функционирования m индикаторов сопутствующих признаков постепенного изменения какой-либо

одной фазовой координаты динамической системы является произведение вида:

$$\Pi(J, Pr) = \prod_{m=1}^M \pi_m(J, Pr), \quad m = \overline{1, M}, \quad (3)$$

где $\pi_m(J, Pr)$ – вероятностная характеристика m -го индикатора, определяемая выражением (2). При комплексировании информации от индикаторов одним из центральных является вопрос о зависимости признаков. Если один признак не описан другими признаками через причинно-следственные связи, то его можно считать независимым. В противном случае при обработке информации необходимо учитывать зависимость как признаков, так и вероятностей правильных и ошибочных решений индикаторов. В случае, если n из m признаков являются зависимыми между собой то, согласно теореме умножения вероятностей, выражение (3) принимает вид:

$$\Pi(J, Pr) = \prod_{m=1}^M \pi_m(J, Pr) = \pi_1 \pi_{(2|1)} \pi_{(3|1,2)}, \dots, \pi_{m-1} \pi_m, \quad (4)$$

$N \in M.$

где $\pi_{(n|1,2,\dots,n-1)}$ – вероятностная характеристика n -го индикатора, вычисленная при условии срабатывания индикаторов с номерами, стоящими справа от вертикальной черты. При этом нумерация индикаторов $n = \overline{1, N}$, $N \in M.$

Разработанная модель индикации признаков, сопутствующих изменению состояния динамических систем, ориентирована на классификацию и распознавание состояний в соответствии с байесовским подходом. Выявление и индикация сопутствующих признаков по своей сути является дополнительным учетом совокупности возможных причинно-следственных связей между протекающими в динамической системе процессами.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта №20-08-00091-а

Литература

1. Помехозащита радиоэлектронных систем управления летательными аппаратами и оружием. Монография / Под ред. В.Н. Лепина. М.: Радиотехника. 2017. 416 с.
2. Никифоров И. В. Последовательное обнаружение изменений свойств временных рядов. М.: Наука. 1983. 199 с.
3. Павлов В.И. Оптимальное обнаружение изменения свойств случайных последовательностей по информации измерителя и индикатора // Автоматика и телемеханика. 1998. № 1. С.86-94.

РАСПОЗНАВАНИЕ СОСТОЯНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНДИКАТОРОВ СОПУТСТВУЮЩИХ ПРИЗНАКОВ

В.И. Павлов¹, С.В. Артемова², С.В. Толстых³

¹д.т.н., проф., профессор, ²д.т.н., проф., профессор, ³аспирант

^{1,3}Тамбовский ГТУ каф. «КРЭМС», г. Тамбов, Россия

*²МИРЭА – Российский технологический университет каф. информатики
института комплексной безопасности и специального приборостроения
(Москва, Россия)*

Распознавание состояния динамических систем является важной составляющей при обеспечении их надежного функционирования. В целях диагностики разработаны эффективные методы определения состояния системы. В то же время, в условиях неопределенности из-за возможных ошибок измерений весьма важной является проверка правильности функционирования системы наряду с проверкой ее работоспособности. На примере информационно-измерительной и управляющей системы (ИИУС) предлагается подход к распознаванию ее состояния в предположении исправности и работоспособности всех элементов, при этом фазовые координаты системы могут измеряться с плавно изменяющимися ошибками. Причинами возникновения плавно изменяющихся ошибок могут быть как естественные – изменение внешних факторов влияния среды, старение материалов, износ механизмов, так и искусственно создаваемые – преднамеренные помехи. Предполагается также, что в составе ИИУС без изменения ее штатной структуры имеется возможность использовать выходные сигналы отдельных элементов в качестве индикаторов признаков, сопутствующих изменению фазовых координат. Наиболее остро задача распознавания состояния ИИУС с учетом указанных допущений стоит в таких предметных областях как локация, навигация, связь. Вариант решения данной задачи рассматривается на примере бортовой радиолокационной станции (БРЛС) беспилотного летательного аппарата (БЛА).

В вектор фазовых координат БЛА входят составляющие, характеризующие кинематику движения центра массы БЛА, динамику движения БЛА относительно центра массы, взаимное относительное положение БЛА и окружающих объектов. Кроме того, может учитываться взаимное конструктивное расположение некоторых элементов БЛА, изгибные колебания конструкции БЛА, параметры внешней среды и др. Применительно к БРЛС составляющими вектора фазовых координат, в том числе, являются: угловое рассогласование φ между строительной осью БЛА и направлением на выбранный объект; угловая скорость ω линии визирования объекта; скорость сближения V и дальность D до объекта.

Модель состояния БРЛС имеет вид:

$$X_k = A_k^{(s)} X_k + B_k^{(s)} U_k + F_k^{(s)} \xi_k, \quad (1)$$

где X – вектор состояния БЛА, составляющие которого соответствуют измеряемым БРЛС значениям φ, ω, V, D ; $A^{(s)}$ – переходная матрица состояния БЛА; $B^{(s)}, F^{(s)}$ – заданные матрицы с компонентами – функциями измеряемого вектора фазовых координат; U – вектор управления положением БЛА относительно выбранного объекта; ξ_k – вектор центрированных дискретных гауссовских белых шумов с дисперсионной матрицей G_k ; s – индекс, соответствующий номеру структуры – состоянию БЛА-БРЛС; k – текущий момент времени. Учитывая то, что алгоритмическое обеспечение ИИУС ориентировано на цифровую вычислительную технику вектор X_k может быть дискретной случайной непрерывнозначной последовательностью, дискретной цепью или дискретным процессом [1]; номер s – дискретной последовательностью – цепью, принимающей значения на конечном счетном множестве $\overline{1, S}$.

Измерения, осуществляемые БРЛС, описываются в виде:

$$Z_k = C_k^{(s)} X_k + N_k^{(s)} \zeta_k, \quad (2)$$

где $C^{(s)}$ – детерминированная матрица, определяющих условия измерения в s -й структуре; $N^{(s)}$ – заданная матрица; ζ – вектор центрированных дискретных гауссовских белых шумов с дисперсионной матрицей Q_k .

Модель функционирования индикатора признака, сопутствующего изменению фазовых координат БЛА, может быть представлена условной вероятностью перехода из r_{k-1} в r_k состояние:

$$\pi_k(J, Pr) = P(r_k, k + 1 | J_k, Pr, r_{k-1}, k), \quad (3)$$

где J_k – индикаторная функция, свидетельствующая о наличии входного воздействия; Pr – регистрируемый сопутствующий признак, $Pr = \overline{0, 1}$; r_{k-1}, r_k – выходные сигналы индикатора в $(k-1)$ -й и k -й моменты времени соответственно, $r_{k-1}, r_k = \overline{0, 1}$.

Совместной вероятностной характеристикой функционирования m индикаторов сопутствующих признаков изменения какой-либо одной фазовой координаты динамической системы является произведение вида:

$$\Pi(J, Pr) = \prod_{m=1}^M \pi_m(J, Pr), \quad m = \overline{1, M}, \quad (4)$$

где $\pi_m(J, Pr)$ – вероятностная характеристика m -го индикатора, определяемая выражением (3) [2].

Распознавание состояния БЛА-БРЛС может быть выполнено на основании апостериорной плотности вероятности вектора состояния X .

Апостериорная плотность вероятности $\hat{p}_k^{(s)}(X, Pr)$ вектора состояния БЛА-БРЛС в s -й структуре определяется с помощью формулы Байеса на основании

априорной плотности вероятности $p_k^{(s)}(\mathbf{X})$, совместной вероятностной характеристики функционирования индикаторов (4) и измерения \mathbf{Z}_k (2):

$$\hat{p}_k^{(s)}(\mathbf{X}, Pr) = \frac{p_k^{(s)}(\mathbf{X}) \prod(J, Pr) \exp(-0.5 \frac{(z_k - \hat{\mathbf{X}})^2}{\sigma_q^2})}{\sum_{s=1}^S \int_{-\infty}^{\infty} p_k^{(s)}(\mathbf{X}) \prod(J, Pr) \exp(-0.5 \frac{(z_k - \hat{\mathbf{X}})^2}{\sigma_q^2}) d\mathbf{X}}, \quad (5)$$

где $\hat{\mathbf{X}}$ – вектор оценок фазовых координат БЛА; σ_q^2 – дисперсионная матрица шумов измерений.

На основании выражения (5) определяется апостериорная вероятность $\hat{P}_k^{(s)}(\mathbf{X}, Pr)$ s -й структуры на k -м шаге счета. Решение о состоянии динамической системы в текущий момент времени принимается по критерию максимума апостериорной вероятности:

$$\hat{s}_k = \arg \max_s \hat{P}_k^{(s)}(\mathbf{X}, Pr), \quad s = \overline{1, S}. \quad (6)$$

Моделирование алгоритмов, реализующих выражения (1)-(6), подтверждает достоверность распознавания текущего состояния динамической системы и сокращение времени на принятие решения за счет использования дополнительной информации от индикаторов сопутствующих признаков.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта №20-08-00091-а

Литература

1. Бухалев В.А. Распознавание, оценивание и управление в системах со случайной скачкообразной структурой. М.: Наука. Физматлит. 1996. 288 с.
2. Павлов В.И., Дорохова Т.Ю., Толстых С.В. Модель индикации признаков, сопутствующих изменению состояния динамических систем. В кн.: XIII Международная научно-техническая конференция «Гражданская авиация на современном этапе развития науки, техники и общества»: материалы. Москва: МГТУ ГА, 2021.

УДК 519.67

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ БЕСКОНЕЧНОМЕРНОЙ ГЕОМЕТРИИ В МОДЕЛИРОВАНИИ ДИНАМИКИ СПЛОШНОЙ СРЕДЫ

*А.М. Лукацкий д.ф.-м.н., с.н.с., ведущий научный сотрудник
Институт энергетических исследований Российской академии наук
(Москва, Россия)*

В докладе рассматриваются модели поведения сплошной среды, основанные на применении бесконечномерных группе Ли и возникающих, в связи с этим, методов бесконечномерной геометрии.

В этих моделях бесконечномерная группа Ли выступает в качестве конфигурационного пространства некоторой физической задачи. Одним из существенных направлений здесь является динамика несжимаемой жидкости.

Здесь в 1966 г. В.И. Арнольдом впервые было предложено использовать в качестве конфигурационного пространства группу диффеоморфизмов $Diff_\mu(M)$, сохраняющих элемент объема компактного ориентированного риманового многообразия M с правоинвариантной римановой метрикой на группе $Diff_\mu(M)$ кинетической энергией [1]:

$$\langle u, v \rangle = \int_M \langle u(x), v(x) \rangle d\mu(x).$$

Другим направлением является нелинейная динамика намагниченности ферромагнетиков, описываемая уравнением Ландау-Лифшица, для моделирования которой автором было предложено использовать в качестве конфигурационного пространства группу токов трехмерного ориентированного многообразия $G(M, SO(3))$ с нестандартной скобкой Ли и метрикой специального вида [2]. Имеется обобщение этой конструкции на n -мерный случай.

В этих случаях уравнения динамики сплошной среды представляется как уравнения геодезических на бесконечномерной группе Ли, снабженной инвариантной римановой метрикой. Они приводятся к уравнениям в алгебре Ли этой бесконечномерной группы с использованием оператора коприсоединенного действия.

$$\frac{\partial u}{\partial t} = adu^*(u). \quad (1)$$

Здесь $adu(v)=[u, v]$ – скобка в алгебре Ли (оператор присоединенного действия), * - сопряжение в смысле используемой инвариантной римановой метрики на группе Ли, взятой в единице группы, то есть в ее алгебре Ли, примененное к оператору присоединенного действия.

Для анализа эволюции моделируемой сплошной среды используются геометрические характеристики, например, для динамики сплошной среды может использоваться тензор кривизны соответствующей бесконечномерной группы [3-5]. Для оценки средней неустойчивости течений жидкости была использована кривизна Риччи группы диффеоморфизмов [6,7].

Ранее автором были построены решения уравнений динамики жидкости типа «бегущей волны» [8-9]. Здесь исходным является стационарное течение

$$u = (0, 0, f(x, y)),$$

с которым связано нестационарное течение жидкости на трехмерном торе

$$u_t = (a, b, f(x - at, y - bt)). \quad (2)$$

С точки зрения классической механики, интерес также представляет введенное В.И. Арнольдом (A, B, C) -поле на трехмерном торе [3, с. 295], дающее стационарное течение жидкости (берется несколько модифицированный его вариант, для которого выполняется $\text{rot } v = -v = \Delta v$):

$$v = (A \cos(z) + C \sin(y), B \cos(x) + A \sin(z), C \cos(y) + B \sin(x)).$$

Здесь можно построить связанное с векторным полем v нестационарное решение уравнений Эйлера (1), используя форму Бернулли:

$$\frac{\partial v_i}{\partial t} = v_i \times \text{rot } v_i + \nabla \alpha, \text{div } v_i = 0,$$

идеальной несжимаемой жидкости:

$$v_i = (a, b, c) + (A \cos(z - ct) + C \sin(y - bt), B \cos(x - at) + A \sin(z - ct), C \cos(y - bt) + B \sin(x - at)).$$

Для уравнения Ландау-Лифшица на трехмерном торе: $\frac{\partial w_i}{\partial t} = w_i \times \Delta w_i$.

(A, B, C) -поле также является стационарным решением, и для него можно построить нестационарное решение:

$$w_i = (a, b, c) + G(t)(A \cos(z) + C \sin(y), B \cos(x) + A \sin(z), C \cos(y) + B \sin(x)).$$

Здесь:

$$G(t) \subset SO(3) \tag{3}$$

однопараметрическая подгруппа в ортогональной группе $SO(3)$, соответствующая вектору $h = (a, b, c)$, как элементу ее алгебры Ли $so(3)$, т.е. если обозначить

$$\exp: so(3) \rightarrow SO(3)$$

лиев экспоненциал, см. [10, с.116], то для этой однопараметрической подгруппы имеем:

$$G(t) = \exp(th), \tag{4}$$

а под действием на векторное поле понимается поточечное действие элементами ортогональной группы.

Для решений типа «бегущей волны» (2) можно привести явное выражение кривизны Риччи:

$$\text{Ricc}(u) = \frac{2}{15 \text{vol}(T^3)} \langle \Delta f, f \rangle.$$

Из такого вида кривизны Риччи следует, что с точки зрения оценки неустойчивости поля скоростей (2) течения несжимаемой жидкости более весомыми становятся вклады старших гармоник разложения функции f в ряд Фурье.

Литература

1. Арнольд В. И., Хесин Б.А. Топологические методы в гидродинамике. – М.: МЦНМО, 2007.

2. Lukatsky A.M. On the geometry of current groups and a model of the Landau-Lifshitz equation // Lie groups and Lie algebras/ Math. Appl. V. 433. – Dordrecht: Kluwer Acad.Publ., 1998, p. 425-433.

3. Арнольд В.И. Математические методы классической механики. – М.: Наука, 1974.

4. Лукацкий А. М. О кривизне группы диффеоморфизмов, сохраняющих меру 2-мерной сферы // Функ. анализ и приложения. Т. 13, №.3, 1979. С. 23-27.

5. Kambe T. Geometrical theory of fluid flows and dynamical systems. - Fluid Dynamics Research, 2002, V. 30, p. 331-378.

6. Лукацкий А.М. О кривизне группы диффеоморфизмов, сохраняющих меру n-мерного тора // Сибирский математический журнал. Т. 25, №.6, 1984. С. 76-88.

7. Лукацкий А. М. О применении бесконечномерных групп Ли для оценивания турбулентности // Научный Вестник МГТУ ГА, серия Математика и физика, № 105, 2006. С. 163-167.

8. Лукацкий А. М. О применении одного класса бесконечномерных групп Ли к динамике сплошной среды. // Прикладная математика и механика. - № 5. – 2003. С. 784-794.

9. Лукацкий А. М. Структурно-геометрические методы бесконечномерных групп Ли в применении к уравнениям математической физики. Ярославль, ЯрГУ им. П.Г. Демидова, 2010, с. 129-139.

10. Кириллов А.А. Элементы теории представлений. М.: Наука, 1972.

УДК 519.67

К ВОПРОСУ О МОДЕЛИРОВАНИИ УЕДИНЕННЫХ ВОЛН УРАВНЕНИЯ КДВ-БЮРГЕРСА В ДИССИПАТИВНО НЕОДНОРОДНЫХ СРЕДАХ

*Ю.И. Дементьев к.ф.-м.н., доц., зав. каф. высшей математики
Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

Результаты доклада являются продолжением работ, начатых в публикациях [1-5].

В настоящее время по теории нелинейных волн ведутся многочисленные исследования. Их результаты широко применяются в решении практических задач.

Одно из важных приложений связано с изучением возникновения и эволюции ударных и уединённых волн, а также кинки, периодические и квазипериодические колебания, в частности, кноидальные волны, и многое другое. В числе этих вопросов малоизученными остаются задачи, связанные с движением солитонов в неоднородной среде.

В докладе рассматривается одна из моделей такой среды, а именно – слоисто-неоднородная среда.

Исследуем поведение решений типа одиночной волны для уравнения КдВ-Бюргерса при различных видах диссипативной неоднородности среды.

Рассматриваем уравнение Кортевега–де Фриза – Бюргерса (КдВ-Б)

$$u_t = \varepsilon^2 u_{xx} + 2uu_x + \lambda u_{xxx},$$

описывающее волны в среде с дисперсией и диссипацией.

При $\varepsilon = 0$ диссипация отсутствует и получившееся уравнение Кортевега – де Фриза

$$u_t = 2uu_x + \lambda u_{xxx}$$

в качестве решения даёт уединённые волны (солитоны).

В предыдущих работах были рассмотрены уединённые препятствия, исследованы зависимости решений от высоты препятствий при сохранении ширины, и, наоборот, исследованы зависимости решений от ширины препятствий при фиксированной высоте.

В сравнении с работами [4 – 5] расширен вид рассматриваемых финитных препятствий. Дополнительно рассмотрены новые возможные переходы из диссипативной среды в свободную среду. Также уделено внимание комбинации финитных препятствий и последовательному изменению свойств диссипативных сред.

Анализ решений показал, что в результате комбинации различных типов финитных препятствий, часть наблюдаемых ранее эффектов усиливала своё проявление, а часть эффектов его уменьшала.

Например, при комбинации более высоких столбиков проявлялось ещё большее увеличение высоты волны, а также увеличение количества ряби, бегущей перед волной, причём такая рябь становилась менее однородной.

Наоборот, при увеличении числа более широких столбиков, амплитуда волны значительно уменьшалась.

Полученные численные решения были смоделированы графически.

Для решения поставленных задач применялась математическая программа Maple с использованием пакета PDETools. Были получены численные решения и модели поведения решений. Сделан анализ полученных результатов в зависимости от начальных и граничных условий. Проведено численное и графическое сравнение решений в зависимости от рассматриваемых финитных препятствий и диссипативных сред.

Решаемые задачи потребовали больших затрат машинного времени, так как полученные численные модели трудоёмки вычислительно.

Таким образом, продолженная работа продемонстрировала новые интересные свойства движения волн в зависимости от вида, размера и комбинации финитных препятствий.

Литература

1. Самохин А.В., Дементьев Ю.И. Галилеево-инвариантные решения уравнения КдВ-Бюргерса и нелинейная суперпозиция ударных волн // Научный вестник МГТУ ГА. № 224 (2). 2016. С. 24-32.

2. Самохин А.В., Дементьев Ю.И. Моделирование решений уравнения КдВ-Бюргера в неоднородной среде // Научный вестник МГТУ ГА. том 20. № 02. 2017. С. 100-108.

3. Самохин А.В., Дементьев Ю.И. О галилеево-инвариантных решениях уравнения КдВ-Бюргера и нелинейная суперпозиция ударных волн // Гражданская авиация на современном этапе развития науки, техники и общества. Сборник тезисов докладов участников Международной научно-технической конференции, посвящённой 45-летию Университета. 2016. С. 193.

4. Дементьев Ю.И. О моделировании уединённых волн уравнения КдВ-Бюргера в диссипативно неоднородных средах // Гражданская авиация на современном этапе развития науки, техники и общества. Сборник тезисов докладов участников Международной научно-технической конференции, посвящённой 95-летию Гражданской авиации России. 2018. С. 232.

5. Самохин А.В., Дементьев Ю.И. Моделирование уединённых волн уравнения КдВ-Бюргера в диссипативно неоднородных средах // Научный вестник МГТУ ГА. том 21. № 02. 2018. С. 114-121.

УДК 519.67

СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ОЦЕНКИ ПОТЕРЬ АВИАПРЕДПРИЯТИЙ РОССИИ В УСЛОВИЯХ ПАНДЕМИИ

*И.В. Платонова к.э.н., доц., доц. каф. Высшей математики
Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

Влияние пандемии, связанное с распространением COVID-19, негативным образом сказалось на деятельности всех авиакомпаний мира. В связи с этим, чрезвычайно актуальной представляется задача математического моделирования тенденций основных производственных показателей российских авиакомпаний для проведения сравнительного анализа их прогнозных и реальных значений на 2020 г. Это позволит оценить размеры потерь для ведущих и средних игроков на российском рынке авиаперевозок. Для решения этой задачи были использованы методы корреляционно-регрессионного анализа, а также адаптивные методы прогнозирования одномерных временных рядов, основанные на экспоненциальном сглаживании.

В качестве основного производственного показателя была выбрана численность перевезённых пассажиров (далее, пассажиропоток, млн. чел.). Для исследования были использованы статистические данные авиапредприятий России за период с 2010 по 2020 гг., находящиеся в открытом доступе Федерального агентства воздушного транспорта [1]. Всего было построено и проанализировано с учетом статистической значимости, качества, адекватности и точности более 60 моделей.

С помощью адаптивных методов проводилось моделирование рядов динамики производственных показателей авиакомпаний с последующим получением прогнозных значений. Применялся метод экспоненциального сглаживания с использованием линейного (модель Хольта) и экспоненциального трендов в ППП «STATISTICA». Для данных моделей использовались рекуррентные соотношения. Однако, результаты по данным моделям оказались менее значимыми и адекватными по сравнению с результатами, полученными с помощью регрессионных моделей.

Кроме адаптивных моделей, основанных на экспоненциальном сглаживании, для прогнозирования значений пассажиропотока использовались регрессионные степенные модели, а также модели множественных регрессий с переменной структурой. Априорный визуальный анализ динамики пассажиропотока авиакомпании «ЮТэйр» показал её изменчивость в 2015 г., поэтому для этой авиакомпании применялись модели множественных регрессий с фиктивной (структурной) переменной. Все расчёты проводились в ППП «STATISTICA». Для всестороннего анализа полученных моделей использовались статистические критерии Стьюдента и Фишера, которые подтвердили статистическую значимость коэффициентов корреляции, параметров уравнений и самих уравнений регрессий. На этапе верификации модели рассчитывалось значение относительной ошибки аппроксимации, которое показало, насколько отличаются реальные исходные значения от расчётных. Также проводился визуальный анализ последовательностей остатков, который подтвердил случайный характер их колебаний около нуля. Однако, стоит отметить, что для некоторых статистически значимых моделей степенных регрессий было выявлено нарушение первого условия Гаусса-Маркова, поэтому класс этих моделей был исключён из дальнейшего исследования. Для остальных моделей проводилось исследование автокорреляционной функции с помощью критерия Дарбина-Уотсона, которое подтвердило отсутствие автокорреляции в остатках. Низкие значения относительных ошибок аппроксимации и высокие значения коэффициента детерминации свидетельствовали о высокой точности и адекватности полученных моделей.

Табл. 1. Результаты моделирования и прогнозирования динамики пассажиропотока, млн. чел.

<i>Авиапредприятие</i>	<i>Модель</i>	<i>Прогноз на 2020 г.</i>	<i>Реальное значение в 2020г.</i>
ПАО «Аэрофлот – Российские авиалинии»	$\hat{y}_t = 7,262 + 3,847t^{0,9}$	40,552	14,563
АО Авиакомпания «Сибирь»	$\hat{y}_t = 5,021 + 0,134t^{1,8}$	15,059	12,349
ОАО Авиакомпания «Уральские Авиалинии»	$\hat{y}_t = 1,096 + 0,678t^{1,1}$	10,582	5,632
ПАО Авиакомпания «ЮТэйр»	$\hat{y}_t = -6,45 + 7,222t^{0,3} + 3,637U$	8,377	4,758

Значения коэффициентов детерминации для данных моделей равны, соответственно, 0,997; 0,975; 0,989; 0,951. Это означает, что, например, для авиакомпании «Сибирь» доля объясненной уравнением степенной регрессии дисперсии составляет 97,5 %, и всего лишь 2,5 % приходится на счет воздействия случайных факторов. Сопоставление реальных и модельных данных проводилось с помощью расчёта значений относительных ошибок аппроксимации, которые составили, соответственно, 1,4 %; 4,9 %; 3,5 %; 3,4%. Все они не превысили 5 % уровень, что свидетельствует о хорошем качестве подбора моделей для прогнозирования. Оценим значения потерь пассажиропотока в 2020 году для анализируемых авиапредприятий. Для ПАО «Аэрофлот – Российские авиалинии» они составили почти 26 млн. чел. (64 %), для АО авиакомпании «Сибирь» – 2,71 млн. чел. (18 %), для ОАО авиакомпании «Уральские Авиалинии» – 4,95 млн. чел. (47 %), для ПАО авиакомпании «ЮТэйр» – 3,619 млн. чел. (43 %). Больше всех пострадало от введенных ограничений из-за коронавируса ПАО «Аэрофлот – Российские авиалинии». Намечившееся улучшение эпидемиологической обстановки в регионах РФ со временем приведет к стабилизации обстановки на российском рынке авиаперевозок.

Литература

1. Федеральное агентство воздушного транспорта (РОСАВИАЦИЯ):
Официальный сайт: [http:// www.favt.ru](http://www.favt.ru)

УДК 519.67

ОБ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕШЕНИЯ ОБРАТНЫХ ЗАДАЧ ПРОЧНОСТИ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ И ИНТЕГРИРУЮЩИХ МАТРИЦ

*Д.Н. Ахметшин аспирант, Д.Н. Блинов аспирант
КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева (Казань, Россия)*

Проблема исследования жесткостных характеристик конструкций летательных аппаратов очень актуальна. Важными особенностями, требующими учёта при проектировании и расчёте на прочность конструкции, является неравномерный и нестационарный нагрев, вызывающий ползучесть материала, падение несущей способности и характеристик прочности, под влиянием переменных температурных полей.

В результате решения обратных задач происходит уточнение физико-механических параметров рассматриваемой конструкции, которые закладываются в математическую модель и входят в неё в качестве коэффициентов уравнений. Эти задачи относятся к задачам диагностики и являются обратными.

Целью данной работы, является анализ эффективности применения двух численных методов [1] для расчёта кессона: метода конечных сумм, на

котором базируется теория интегрирующих матриц, и метода конечных элементов (МКЭ), реализация которого встречается во всех современных пакетах по инженерному и прочностному расчёту конструкций.

Задача идентификации жесткостных характеристик произвольно нагруженного кессона авиационной конструкции, находящейся в неравномерном температурном поле, рассматривается на основании математической модели Ю.Г. Одинокова. Параметры, которые нас интересуют, определяются в ходе непосредственного решения обратной задачи. При этом вычисляются переменные параметры упругости элементов конструкции [2]: продольных рёбер и панелей обшивки, находящихся в температурном поле с учётом пластических деформаций и ползучести.

Поставленная задача решается двумя методами: с помощью одношагового метода, основанного на интегрирующих матрицах, и реализованного в виде программного кода на языке C++ и с помощью МКЭ, реализованного в программном комплексе ANSYS. В результате решения делаются выводы об эффективности применяемых методов в зависимости от регулярности конструкции и нагрузки.

Литература

1. Костин В.А., Торопов М.Ю., Снегуренко А.П. Обратные задачи прочности летательных аппаратов/ Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2002. 284с.

2. Костин В.А., Торопов М.Ю. Методы оптимизации при решении коэффициентной обратной задачи вынужденных колебаний тонкостенных конструкций. – Изв. Вузов. Авиационная техника 1998. № 1, с. 103.

УДК 519.67

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛЕТОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ АЗН-В

*В.В. Воробьев д.т.н., проф., проректор по НРиИ, зав. кафедрой,
В.Л. Кузнецов д.т.н., проф., зав. кафедрой, В.Д. Шаров д.т.н., проф.
Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

Требования, предъявляемые к оценке состояния безопасности системы наблюдения ОВД при использовании системы АЗН-В изложены в [1]. Однако, в этом документе концепция оценки представлена только в общих чертах. Поэтому за основу, как правило, берется методика, разработанная и опубликованная в [2] и известная как методика *RTCA (Radio Technical Commission for Aeronautics)*. В основе этой методики лежит выделение некоторой совокупности состояний системы, именуемых в соответствии со сложившейся практикой – факторами опасности (*ФО*), с которыми может столкнуться экипаж ВС и наземные службы. Далее, для каждого *ФО* строятся

дерево событий, описывающее все возможные последствия с указанием вероятностей реализации соответствующих ветвей и тяжести последствий, а также дерево отказов, приводящих к этому ΦO .

Математическая модель оценки риска негативных последствий отказов оборудования является дискретной стохастической моделью системы наблюдения ОВД, в которой может реализовываться множество различных цепочек событий. В [2] был реализован упрощенный подход, базирующийся на утверждении о существовании состояний системы наблюдения ОВД, обладающих марковским свойством. Все цепочки событий оказываются разбитыми на отдельные группы, объединяемые одним признаком – наличием события, именуемого ΦO . Очевидно, что число таких групп будет равно числу выделенных экспертами различных факторов опасности. Это, с одной стороны, позволяет существенно уменьшает множество различных сценариев развития событий (поскольку каждый раз рассматривается лишь один ΦO), а, с другой стороны, упрощает расчет вероятности реализации того или иного сценария. Таким образом проводится декомпозиция исходной задачи.

Тогда вероятность появления какого-либо конечного негативного события $b_k \in B$, где B -множество негативных исходов, порожденных различными сценариями развития событий может быть оценено следующим образом:

$$P(b_k) = \sum_j \sum_i P(a_i, \Phi O_j, b_k) = \sum_j \sum_i P(b_k | \Phi O_j, a_i) \cdot P(\Phi O_j | a_i) \cdot P(a_i) \quad (1)$$

Здесь $P(a_i, \Phi O_j, b_k)$ - вероятность реализации одной из возможных цепочек развития событий.

Следуя [2] и полагая, что негативное событие может быть следствием только одного ΦO , суммирование по j в (1) можно опустить. В определенных случаях это приводит к существенным ошибкам.

Система АЗН-В удовлетворяет требованиям безопасности полетов, если вероятность любого события b_k будет меньше величины приемлемого риска - $P_{\max}(b_k)$, определенного в [3]. Но тогда, в соответствии с предположением о возможности реализации b_k при различных ΦO , можно записать:

$$P_{\max}(b_k) = \sum_{j=1}^m P_{\max}^j(b_k), \quad (2)$$

где $P_{\max}^j(b_k)$ - парциальный приемлемый риск наступления события b_k , вызванного j -м фактором опасности, m – количество соответствующих факторов.

К сожалению, ограничения накладываются на всю сумму (2), а не на ее отдельные члены. Поэтому для каждого j и выбранного для оценки b_k предполагаем выполнение равенства

$$\left[\frac{P_{\max}^j(b_k)}{P(b_k | \Phi O_j)} \right] = \left(\sum_i P(\Phi O_j | a_i) \cdot P(a_i) \right) = P(\Phi O_j) \quad (3)$$

и рассматриваем его как уравнение для определения неизвестной величины $P_{\max}^j(b_k)$.

Полученные из (3) значения парциальных приемлемых рисков $P_{\max}^j(b_k)$ суммируем (в соответствии с соотношением (2)) по всем j , для которых за наступлением ΦO_j следует событие b_k . Далее, если полученная сумма не превысит установленный в [3] приемлемый риск $P_{\max}(b_k)$, то сертифицируемая система АЗН-В соответствует предъявляемым требованиям безопасности, в противном случае необходимо установление дополнительных демпфирующих барьеров.

Литература

1. Оценка наблюдения с использованием систем АЗН-В и мультилатерации в целях обеспечения обслуживания воздушного движения и рекомендации по их внедрению. – Циркуляр ИКАО 326-AN/188, 2013.

2. Safety, Performance and Interoperability Requirements Document for Enhanced Air Traffic Services in Radar- Controlled Areas Using ADS-B Surveillance (ADS-B-RAD). – RTCA DO-318, 2009.

3. Руководство по системе управления безопасностью полетов при АНО. ФГУП «Госкорпорация по ОрВД», 2014.

УДК 519.67

ОБ ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ БЕСПИЛОТНЫХ АВИАЦИОННЫХ КОМПЛЕКСОВ

*А.А. Егорова¹ д.т.н., доц., профессор кафедры прикладной математики,
К.С. Кандыба² ведущий инженер*

*¹ Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

² АО «Кронштадт» (Москва, Россия)

Перед производителем и эксплуатантом авиационной техники (АТ) поставлены две основные задачи – обеспечение безопасности полетов (БП) и повышение экономической эффективности. Именно на решение этих задач и направлено создание системы технической эксплуатации (СТЭ) АТ, концепция которой разрабатывается на этапах проектирования. Особое внимание к концепции СТЭ и технико-экономическому обоснованию уделяется при создании новых видов АТ.

СТЭ АТ – совокупность взаимосвязанных объектов (финальное изделие и его составные части), средств эксплуатации, исполнителей и устанавливающей правила их взаимодействия документации, необходимых и достаточных для выполнения задач технической эксплуатации [1].

Финальным изделием в рассматриваемой работе является беспилотный авиационный комплекс (БАК).

Основой СТЭ является система технического обслуживания (ТО), на которую возложено обеспечение эксплуатационно-технических характеристик (ЭТХ). Затраты на техническую эксплуатацию АТ, выполнение ТО, стоимость запчастей намного превышают начальную стоимость изделия. Обосновано [2], что формирование и оценку ЭТХ необходимо производить непосредственно в СТЭ АТ.

Эффективность СТЭ характеризуется комплексными показателями эксплуатационно-технических характеристик (ЭТХ). Основными такими показателями являются [3, 4]:

– коэффициент технической готовности (K_{mg}) – вероятность того, что в произвольный момент времени образец не будет находиться на плановом ТО (ремонте) и начало его применения по назначению не будет задержано сверх допустимого времени или отменено из-за неисправности;

– коэффициент планируемого применения (K_{nn}) – вероятность того, что в произвольный момент времени БАК не будет находиться на плановом ТО.

– коэффициент готовности к вылету (K_{og}) – вероятность того, что запланированный на определенное время вылет беспилотного воздушного судна (БВС) не будет задержан или отменен из-за его неисправности.

Взаимосвязь данных показателей определяется по формуле:

$$K_{тг} = K_{пп} * K_{гв} \quad (1)$$

Ещё одним показателем эксплуатационно-технической эффективности СТЭ является характеристика поддерживаемости (англ. Supportability), её показатель пропорционален коэффициенту эксплуатационной готовности изделия ($K_{эг}$) при одновременном сокращении прямых затрат на эксплуатацию ($K_з$), то есть стоимости жизненного цикла (ЖЦ) БАК.

$$K_s = \frac{K_{эг}}{K_з} \quad (2)$$

Исходя из формул (1) и (2) определены целевые функции управления СТЭ:

– минимизация показателя коэффициента затрат – стоимости ЖЦ – при заданном (высоком) значении коэффициента готовности;

– максимизация показателя коэффициента эксплуатационной готовности БАК при заданных (ограниченных) затратах на эксплуатацию (на стоимости ЖЦ);

– максимизация показателей коэффициентов планируемого применения и готовности к вылету ВС в составе БАК.

Показатели коэффициента технической готовности и характеристики поддерживаемости являются выходными переменными в модели оценки эффективности СТЭ БАК. Входными переменными являются показатели базовых ЭТХ: безопасности, надежности, контролепригодности, эксплуатационной и ремонтной технологичности.

Каждая из перечисленных общих характеристик, в свою очередь, подразделяется на ряд частных характеристик.

Процесс технической эксплуатации, характеризуется постоянной сменой состояний, в которых находятся элементы БАК, таким образом СТЭ является по определению динамической системой.

Для оценки эффективности динамической системы необходимо её идентифицировать (определить коэффициенты для входных переменных) и построить модель.

В моделировании динамических систем в основном используют параметрические методы. Известно [5], что нелинейность и нестационарность моделей реальных сложных динамических систем вызывают ошибки в параметрах, а следственно и невозможности получения единственного решения.

Преимущество непараметрических моделей в том, что структура модели не задается априорно, а определяется и управляется данными (в зарубежных источниках – data-driven). В моделях такого типа параметры не отсутствуют полностью, однако их количество и характер гибки и не фиксированы заранее. Примерами data-driven моделирования являются методы машинного обучения: классификация, кластеризация, искусственные нейронные сети, выявление аномалий. В СТЭ происходит активное накопление информации, и тогда модель системы будет иметь комбинированный вид, где присутствуют взаимосвязанные параметрические и непараметрические соотношения [6].

Математическое моделирование позволяет оценить параметры системы, провести их оптимизацию. В общем виде модель определена формулой (3).

$$\begin{cases} E = S(t), Y(t), X(t) \\ X(t) = A < U(t) > \end{cases} \quad (3)$$

где E – комплексный показатель эффективности, S – вектор состояний объектов; A – операторы исследуемых объектов и процессов, Y – вектор входных переменных, X – вектор выходных переменных, U – вектор управляющих воздействий, t – период анализа эффективности системы.

Результаты количественной оценки СТЭ можно получить, располагая только априорной информацией – заданными показателями ЭТХ. При разработке СТЭ новых видов АТ, к которым относятся БАК, требуется также и качественная оценка эффективности системы: сравнение с аналогами и использование результатов испытаний.

Литература

1. ГОСТ Р 53394-2017 Интегрированная логистическая поддержка. Основные термины и определения. М. Стандартинформ. 2017. – 13 с.

2. Далецкий С.В. Формирование эксплуатационных технических характеристик воздушных судов – М.: Воздушный транспорт, 2005. – 416 с.

3. ГОСТ Р 56079-2014 Изделия авиационной техники. Безопасность полета, надежность, контролепригодность, эксплуатационная и ремонтная технологичность. Номенклатура показателей. М. Стандартинформ. 2014. – 11 с.

4. Судов Е.В., Левин А.И., Петров А.В., Елизаров П.М., Бриндигов А.Н., Незаленов Н.И., Карташев А.В. Повышение конкурентоспособности отечественной продукции военного назначения за счет применения технологий интегрированной логистической поддержки и каталогизации // Альманах «Россия: союз технологий», Специальный выпуск «Каталогизация продукции – новый этап развития». – М.: НО «Ассоциация «Лига содействия оборонным предприятиям», 2012. – С.10-19

5. Косьянчук В.В., Зыбин Е.Ю., Гласов В.В., Чекин А.Ю., Карпенко С.С., Бондаренко Ю.В. Методы решения некоторых задач теории линейных динамических систем в условиях полной параметрической неопределенности // Труды Всероссийского совещания по проблемам управления (ВСПУ-2019), 2019. С. 724-729.

6. Медведев, А.В. Основы теории адаптивных систем. – Красноярск: Изд. СибГАУ, 2015, 525 с.

УДК 519.67

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЯ ВОЗДУШНОГО ОБЪЕКТА НА БОРТУ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА *

С.М. Мужичек¹ д.т.н., проф., ученый секретарь, В.И. Павлов² д.т.н., проф., профессор, А.А. Скрынников¹ к.т.н., с.н.с., начальник сектора, О.В. Ермолин³ к.т.н., доцент, начальник центра

¹ФГУП «ГосНИИ авиационных систем» (Москва, Россия)

²ТГТУ (Тамбов, Россия)

³НИЦ АТuВ (Щёлково, Россия)

В ряде случаев для повышения эффективности управления полезной нагрузкой беспилотного летательного аппарата (БЛА) необходимо учитывать направление движения воздушного объекта (ВО) относительно направления движения БЛА.

В качестве примера рассмотрим автономный БЛА, реализующий в процессе самонаведения метод пропорциональной навигации (МПН).

Информационный датчик и система наведения БЛА в настоящее время в явном виде не определяют направления движения ВО, так как направление движения ВО косвенно, но весьма эффективно учитывается при формировании требуемого поперечного ускорения (поперечной перегрузки) для реализации МПН [1]. При движении навстречу БЛА более маневренен ($V_{сб}$ больше), чем при догоне.

Таким образом, информационных (измерительных) ресурсов у информационного датчика БЛА недостаточно, например, по сравнению с наземной РЛС, или группой БЛА (способных реализовать многопозиционную

* Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 19-08-00487)

систему наблюдения), или самолетными бортовыми РЛС (с обменом информацией).

При наведении автономного БЛА на ВО возможны два следующих основных варианта.

Первый – в процессе самонаведения полусфера ВО не изменяется, т.е. она в течение всего процесса либо передняя (ракурс ВО изменяется в пределах $0/4-4/4$), либо задняя (ракурс ВО изменяется в пределах $4/4-8/4$). Второй – при больших дальностях пуска возможно изменение полусферы ВО, например, пускали БЛА навстречу, а после разворота ВО его догоняли.

Традиционно считаем, что скорость БЛА больше скорости ВО. График изменения скорости БЛА с твердотельным двигателем (РДТТ) [2]) известен. Также считаем, что и для РДТТ собственная скорость БЛА известна.

В первом варианте сумма проекций векторов скоростей БЛА и ВО на вектор дальности дает однозначный ответ на вопрос: навстречу или вдогон? В ИВС БЛА, наводимого по МПН, всегда есть скорость сближения с ВО $V_{сб}$, измеренная или оцененная [1], т.к. она необходима для реализации метода.

При движении «навстречу» под ракурсами от $0/4$ до $4/4$ $V_{сб}$ будет всегда больше V_p , т.к. скорости БЛА и ВО (их проекции на вектор дальности) суммируются. В момент, когда ракурс $\approx 4/4$ $V_{сб} = V_p$. При «вдогон» под ракурсами от $4/4$ до $8/4$ $V_{сб}$ будет всегда меньше V_p , т.к. скорости БЛА (+) и ВО (-) (их проекции на вектор дальности) вычитаются. В момент $4/4$ $V_{сб} = V_p$ и далее уменьшается до $V_p - V_{ц}$ при ракурсе $8/4$.

Второй вариант является вариацией первого. Наглядно процедура построения траекторий ракеты и цели в процессе наведения в земной системе координат показана в [2].

Таким образом, методика определения направления движения ВО на борту БЛА заключается в сравнении измеренной информационным датчиком БЛА скорости сближения $V_{сб}$ с собственной скоростью БЛА V_p . Учесть в алгоритмах можно следующим образом:

1. $V_{сб} > V_p$ – «навстречу».
2. $V_{сб} = V_p$ – «ракурс $\approx 4/4$ ».
3. $V_{сб} < V_p$ – «вдогон».

Наличие информации о направлении движения ВО на борту БЛА позволяет уточнить показатели управления полезной нагрузкой и, следовательно, обеспечить максимальную эффективность ее использования для конкретных условий применения БЛА.

Литература

1. Меркулов В.И., Дрогалин В.В., Канащенков А.И., Богачев А.С., Забелин И.В., Лепин В.Н., Самарин О.Ф., Сарычев В.А., Соловьев А.А., Турнецкий Л.С., Чернов В.С., Шуклин А.И. Авиационные системы радиоуправления. Т2. Радиоэлектронные системы самонаведения. М. Радиотехника, 2003.

2. Казаков И.Е. Системы управления и динамика наведения ракет. М. ВВИА им. проф. Н.Е. Жуковского, 1973.

АНАЛИЗ ИНФОРМАЦИОННОЙ ЭНТРОПИИ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ АВИАПРЕДПРИЯТИЯ

Д.А. Сидоров к.т.н., доцент

*Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

Управление современным эксплуатационным авиапредприятием (авиакомпанией, аэропортом) предполагает использование автоматизированных систем, позволяющих повышать эффективность работы, уровень качества обслуживания пассажиров и воздушных судов. Процессный подход к автоматизации управления предусматривает описание бизнес-процессов (входы, выходы, клиенты, поставщики, владельцы и т.д.), определение их последовательности, взаимосвязей, анализ эффективности и оптимизацию.

Многие бизнес-процессы авиапредприятий имеют сложные схемы выполнения, содержащие логические операторы, события, потоки сообщений и другие элементы моделирования. Прежде всего, это относится к процессам нижнего уровня описания, основанным на диаграммах WFD (диаграммах потоков работ). Интеграция бизнес-процессов в единую систему управления еще более усложняет процессные схемы, в которых взаимосвязи «процесс – результат» будут иметь вероятностный характер, зависящий от выполнения предшествующих и параллельных процессов. Такая ситуация на практике может входить в противоречие с соблюдением расписания рейсов, графиками технического и коммерческого обслуживания воздушных судов, создавать «узкие места». В этой связи актуальна разработка методов анализа бизнес-процессов авиапредприятия, учитывающих вероятностную оценку показателей результатов и определяющих направления оптимизации или улучшения на основе процессных сценариев.

Предложен метод количественного анализа информационной энтропии бизнес-процессов авиапредприятия, имеющих различные сценарии выполнения [1]. Метод основан на сравнении вероятностей процессных сценариев с величинами, полученными при решении задачи минимизации или снижения энтропии бизнес-процесса. Постановка задачи учитывает ограничения процессных сценариев (по вероятности, математическим ожиданиям длительности, стоимости, качеству результатов). Результаты анализа энтропии используются для регулирования количества выполнений процессных сценариев.

Анализ информационной энтропии бизнес-процесса предусматривает: определение процессных сценариев (схемы, показатели, частоты выполнения); решение задачи минимизации или снижения информационной энтропии [2], определение оптимальных или приемлемых величин вероятностей процессных сценариев; сравнение вероятностей сценариев с их оптимальными или

приемлемыми величинами, выбор мероприятий, регулирующих количество выполнений процессных сценариев в плановом периоде.

Выбор регулирующих мероприятий предусматривает не только выполнение производственных планов, соответствие правилам перевозки, учет интересов участников бизнес-процесса, но и внедрение рационализаторских предложений, инноваций. Повышению инновационной активности персонала способствуют инновационные кейсы, практические примеры инноваций в авиапредприятиях, деловые игры [3].

Метод анализа информационной энтропии целесообразно применять после предварительной оптимизации или улучшения бизнес-процесса по стоимости, длительности выполнения и качеству результатов; метод ориентирован на оперативное управление авиапредприятием (работа бригад, смен, служб). Наибольшая эффективность применения метода может быть достигнута при его неоднократном последовательном применении, т.к. точное соответствие оптимальным или приемлемым величинам вероятностей сценариев разовые регулирующие мероприятия могут не обеспечить; требуется накопление опыта процессного регулирования.

Дальнейшее теоретическое развитие предложенного метода связано с исследованием вопросов анализа информационной энтропии иерархических систем бизнес-процессов авиапредприятия, формированием комплексных планов регулирующих мероприятий, учитывающих взаимодействие бизнес-процессов различных служб авиапредприятия.

Литература

1. Сидоров Д.А. Анализ информационной энтропии бизнес-процессов авиапредприятия // Инновации в гражданской авиации [Электронный ресурс]. 2019. Том 4. №2. С.41-47. Режим доступа: http://www.mstuca.ru/upload/Innovacii_blok_4.2.pdf (дата обращения 10.03.2021).

2. Колмогоров А. Н. Теория информации и теория алгоритмов. - М.: Наука, 1987. 304 с.

3. Сидоров Д.А. Инновационный менеджмент в авиакомпаниях / Д.А. Сидоров // Научный Вестник МГТУ ГА. 2015. № 214. С. 119-123.

УДК 519.67

ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ВХОДНОЙ ЗОНЫ АЭРОВОКЗАЛЬНОГО КОМПЛЕКСА

*А.К. Савенко инженер
ФГУП «ГосНИИАС» (Москва, Россия)*

Одним из важных требований к аэропорту является соблюдение правил безопасности, к числу которых относится недопущение больших очередей на входной зоне аэровокзального комплекса и минимизация времени нахождения

человека в данной зоне. При оценке возникающих очередей необходимо учитывать такие факторы, как изменяющиеся во времени интенсивность потока пассажиров, скорость обслуживания, количество обслуживающих постов досмотра, частота отправления рейсов, погодные условия, возможные сбои, чрезвычайные происшествия и т.п.

Целью работы является создание имитационной модели входной зоны аэровокзального комплекса, а также обоснование рекомендаций для улучшения пропускной способности входной зоны и уменьшения очередей на пунктах досмотра.

Входная зона описывается как многоканальная система массового обслуживания (СМО) с бесконечной очередью. В качестве основных элементов СМО рассматриваются поток пассажиров, каналы обслуживания, очереди и их характеристики.

Ввиду того, что прибытие пассажиров в аэропорт меняется в течение суток, зависит от количества вылетающих рейсов и приезда людей на различных видах транспорта, имеющих свое расписание, входной поток в зоне обслуживания не стационарен, а, следовательно, при моделировании входной зоны аэропорта аналитическое решение системы дифференциальных уравнений возможно получить лишь при условии, что придется опускать важные аспекты. Математическая модель такой системы хотя и является решаемой и дает некоторую оценку времени пребывания пассажиров на входной зоне аэровокзального комплекса, однако, она слишком идеализирована для реальных систем обслуживания, а реализация полученных на основании моделирования рекомендаций может повлечь непредвиденно большие очереди на входной зоне, результатом чего будут являться недовольство авиакомпаний и более существенные проблемы (брешь в системе безопасности аэропорта).

В качестве исходных данных для анализа входного потока была собрана статистика по количеству пассажиров и вылетающих из аэропорта Домодедово рейсов, полученная методом наблюдений. Также была получена актуальная информация о количестве постов досмотра на входных зонах аэровокзального комплекса [1].

Для анализа длины очередей на входной зоне с использованием программного обеспечения AnyLogic [2] было выполнено имитационное моделирование описанной системы массового обслуживания и проведены компьютерные эксперименты. Для получения достоверных результатов при имитационном моделировании была проведена оценка адекватности модели, разработанной в программе AnyLogic, путем сравнения ее откликов по средним значениям с результатами тестовых задач, моделируемых в среде MATLAB. В качестве тестовых задач рассматривались классические системы массового обслуживания с очередью, математическая модель которых задавалась системой дифференциальных уравнений Колмогорова [3].

При моделировании входной зоны аэровокзального комплекса в среде AnyLogic использовалась встроенная пешеходная библиотека Pedestrian

Library. Пешеходы моделировались как взаимодействующие агенты со сложным поведением. В модели, созданной с помощью Pedestrian Library, пассажиры двигались непрерывно с заданными скоростями, реагируя на различные виды препятствий (стены, различные виды областей) так же, как и обычные пешеходы.

Для демонстрации работы системы массового обслуживания создана разметка пространства для 2D области, имитирующая входную зону аэровокзального комплекса. Созданная разметка также задает 3D анимацию в специальном 3D окне, размещенном под имитационной схемой.

В разработанной имитационной модели общей входной зоны аэровокзального комплекса были реализованы следующие задачи:

- составлена диаграмма процессов модели;
- разработана имитационная схема входной зоны аэровокзала;
- построены 2D и 3D-модели входной зоны аэровокзального комплекса;
- проведены имитационные эксперименты;
- собраны статистики по длине очереди и времени обслуживания для различных экспериментов.

Построенная модель отображает следующие данные, полученные в эксперименте статистически:

- изменение длины очередей с течением времени;
- распределение времени пребывания заявки на входной зоне;
- среднюю длину очередей на каждом входе;
- интенсивность входных потоков на каждом входе и распределение общего потока прибывающих людей по входам;
- фактическую пропускную способность входных групп.

Анализ экспериментов, проведенных в среде AnyLogic, позволил оценить эффективность работы каналов досмотра на входной зоне аэровокзала на примере аэропорта Домодедово как в штатном режиме, так и в режиме сложной эпидемиологической ситуации, возникшей на фоне распространения коронавирусной инфекции.

По полученным данным были сделаны выводы, что различные факторы действительно могут существенно влиять на очереди на входной зоне. При этом было замечено, что до внесения изменений в пунктах обслуживания, а именно добавления сотрудников, измеряющих температуру входящим, с учетом требований службы авиационной безопасности аэропорт при таких показателях достаточно успешно справлялся с обслуживанием входного потока, так как среднее время, проводимое людьми в пунктах досмотра, не превышало допустимых норм. При увеличении времени обслуживания время пребывания людей на входной зоне выходило за пределы допустимых значений, следовательно, при появлении такой ситуации должны применяться меры для регулировки потока людей на входной зоне.

Для решения данной проблемы были предложены следующие варианты: увеличение постов досмотра на входных зонах, перераспределение потоков

прибывающих людей с помощью временных перекрытий переполненных зон или привлечения дополнительных сотрудников, которые с помощью громкоговорителей рекомендовали бы людям пройти на другой вход с целью уменьшения столпотворений (данная техника используется на стадионах во время проведения матчей), а также разделение канала обслуживания на два последовательно расположенных канала, на первом из которых осуществляется досмотр, а на втором – измерение температуры.

Литература

1. Пропускная способность входных групп аэровокзала Домодедово. – // Business.dme. – URL: https://business.dme.ru/company/press-centr/press-relizy/propusknaya-sposobnost_vhodnyh-grupp-aerovokzala-domodedovo-na-30-prevyshaet-otraslevye-normativy/ (Дата обращения: 24.02.2021).

2. Карпов Ю.Г. Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с AnyLogic 5. - СПб.: БХВ-Петербург, 2009.

Осипов Г. С. Исследование систем массового обслуживания с ожиданием в AnyLogic // Бюллетень науки и практики. Электрон. журн. 2016 № 10 Режим доступа: <http://www.bulletennauki.com/osipov> (дата обращения 11.05.2020).

УДК 519.67

ВЛИЯНИЕ СИЛЫ МАГНУСА НА ДАЛЬНОСТЬ ПОЛЁТА ЗАКРУЧЕННОГО ПЛОСКОГО ДИСКА

Л.А. Маслова инженер отделения 3300,

С.В. Хрулин, ведущий инженер отделения 0500

ФГУП «ГосНИИАС» (Москва, Россия)

Впервые задача о полёте закрученного плоского диска была рассмотрена и решена в аналитическом виде Н.Е. Жуковским [1]. Жуковский полагал, что закрученный диск не меняет своего углового положения в полёте (ведёт себя как гироскоп) и его движение формируется под действием двух сил – силы тяжести и нормальной аэродинамической силы. Однако решение Жуковского давало траектории, лежащие в вертикальной плоскости, что не соответствовало действительности – в реальности траектории могли иметь значительные боковые отклонения. Кроме того, в некоторых случаях наблюдалась значительная дальность полёта диска. Например, эксперименты показали, что закрученный диск массой 3,5 кг, обладающий начальной скоростью 480 м/с, мог пролететь 2500 м (при определённых условиях бросания), в то время как обычное ядро той же массы при тех же начальных условиях удалялось лишь на 500 м [2].

Как показал анализ модели Жуковского, проблема была в том, что не учитывалась сила Магнуса. Обычно сила Магнуса достаточно мала и ею, как правило, пренебрегают. Однако в данной задаче её действие является

решающим фактором для достижения указанных эффектов.

В докладе рассматривается задача о движении закрученного плоского диска под действием трёх сил – силы тяжести, нормальной аэродинамической силы и силы Магнуса. Предполагается, что вектор угловой скорости диска всегда направлен по нормали к его поверхности. В качестве основной системы координат рассматривается система $OXYZ$, связанная с диском – начало O располагается в центре масс диска, плоскость OZX совпадает с плоскостью диска, ось OY направлена вдоль вектора угловой скорости диска. Предполагается, что в процессе движения диск не меняет своего углового положения относительно системы координат наземного наблюдателя, т.е. в любой момент времени его положение определяется тремя начальными углами $\psi_0, \theta_0, \gamma_0$. Коэффициенты нормальной аэродинамической силы C_n и силы Магнуса C_M^ω полагаются постоянными. Все векторы рассматриваются относительно системы координат $OXYZ$. Система уравнений движения центра масс диска имеет вид:

$$\begin{cases} \frac{dV_x}{dt} = -g \cdot \sin\theta_0 + C_M^\omega \cdot \frac{\rho \cdot S}{2 \cdot m} \cdot \omega \cdot R \cdot V_z, \\ \frac{dV_y}{dt} = -g \cdot \cos\theta_0 \cdot \cos\gamma_0 - C_n \cdot \frac{\rho \cdot S}{2 \cdot m} \cdot |V_y| \cdot V_y, \\ \frac{dV_z}{dt} = g \cdot \cos\theta_0 \cdot \sin\gamma_0 - C_M^\omega \cdot \frac{\rho \cdot S}{2 \cdot m} \cdot \omega \cdot R \cdot V_x. \end{cases}$$

Особенностью полученной системы уравнений является наличие у неё аналитического решения (оно приведено на слайдах, используемых в докладе).

В качестве примера был рассмотрен диск с параметрами $m=1,0$ кг, $R=0,2$ м, $C_n=1,5$, $C_M^\omega=0,003$, $V_0=83$ м/с, $\omega=-1000$ рад/с, для которого произведён расчёт траекторий при различных углах бросания λ_0 и углах крена γ_0 .

Анализ результатов показал, что для любого угла бросания λ_0 существуют значения угла крена γ_0', γ_0'' такие, для которых относительная дальность полёта диска достигает минимального $D_{\min}(\lambda_0)$ и максимального $D_{\max}(\lambda_0)$ значений. При этом имеет место следующая тенденция. При уменьшении угла бросания λ_0 от 90° до $6,5^\circ-7,0^\circ$ происходит существенное увеличение максимального (по углу крена) отношения. Причём, чем меньше угол λ_0 , тем значительно увеличивается относительная дальность (рис. 1). Максимально возможное значение отношения $D_{\min}(\lambda_0) \approx 2108$ м в данном примере достигается при угле бросания $\lambda_0 \approx 5,67^\circ$ с выбором начального угла крена $\gamma_0 \approx -13,5^\circ$. При дальнейшем уменьшении угла бросания λ_0 происходит резкое снижение величины максимального отношения до нулевого значения (при $\lambda_0=0^\circ$).

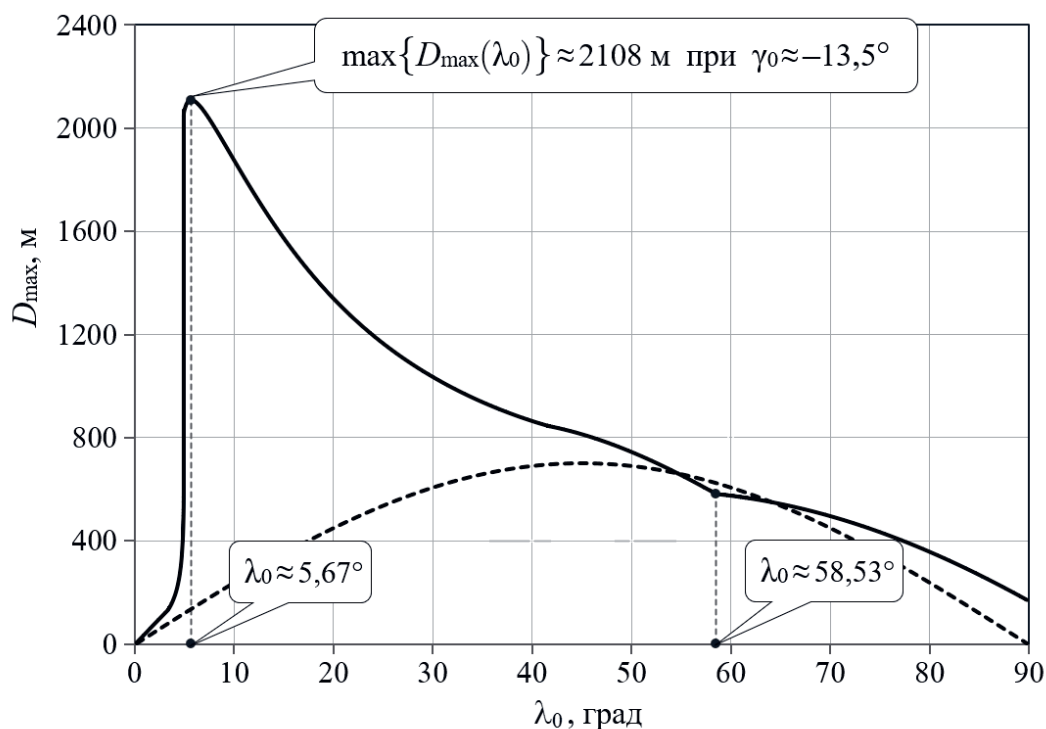


Рисунок 1 – Максимальный относительный радиус D_{\max} (по углу крена) как функция угла бросания λ_0 .

----- – Кривая, соответствующая бросанию диска в безвоздушном пространстве.

Таким образом, вращающийся диск как бы приобретает дополнительную подъёмную силу и совершает планирующий полёт по сложным пространственным траекториям, вид которых существенно зависит от условий бросания и характеристик диска. Если бы диск двигался в безвоздушном пространстве, то зависимость относительного радиуса от угла бросания в этом случае определялась бы формулой $D(\lambda_0) = V_0^2 \cdot \sin(2 \cdot \lambda_0) / g$ (на рисунке 1 эта зависимость представлена штриховой линией). При скорости бросания диска $V_0 = 83$ м/с относительный радиус имел бы максимальное значение $D_{\max} \approx 702$ м при угле бросания $\lambda_0 = 45^\circ$.

Данное явление (увеличение относительного радиуса закрученного диска) было обнаружено экспериментально для семян «Руэллии ресничной» (*Ruellia ciliatiflora*) – её плоды взрываются, разбрасывая семена на значительные расстояния [3]. Семена имеют плоский вид, в момент разлёта получают большую угловую скорость вращения. Если семечко при этом ориентировано нужным образом, то оно отлетает (в среднем) на 7 м, если начальная ориентация неправильная, то на 3 м. При этом сферическая частица того же объёма улетает на 5 м. В данном случае разница меньше, чем даёт предложенная модель. Это объясняется тем, что в модели не учитывается продольная аэродинамическая сила. Эту силу можно добавить в модель, однако тогда система уравнений не будет иметь аналитического решения.

Литература

1. Жуковский Н.Е. Об артиллерийских снарядах Шапеля. // Собрание сочинений в 7 томах. – Том 1, с.222-226. – М.-Л: ОГИЗ, 1948.
2. Маликов В.Г. Дискомёты // Журнал «Техника молодёжи», № 9, 1985.
3. Cooper E.S., Mosher M.A., Cross C.M., Whitaker D.L. Gyroscopic stabilization minimizes drag on *Ruellia ciliatiflora* seeds. // Journal of The Royal Society Interface 15: 20170901. <http://dx.doi.org/10.1098/rsif.2017.0901>.

УДК 519.67

АНАЛИЗ СПОСОБОВ ПОЛУЧЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ВОЗДУШНОЙ СПУТНОЙ СТРУИ

Е.М. Носова старший преподаватель

*Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

Спутный след представляет собой вихревое воздушное течение, срывающееся с законцовок крыльев воздушного судна (ВС).

Спутный след возникает уже при подъёме передней ноги на взлёте и исчезает при касании ВПП при посадке. Он образуется за любым летательным аппаратом (ЛА) тяжелее воздуха, но наибольшую опасность представляет спутный след тяжёлых ВС.

Протяженность спутного следа за тяжелым ВС достигает 15 км, а относительная скорость воздуха в нём может составлять до 9 м/сек, что представляет существенную опасность для ВС, двигающихся следом.

Турбулентность в спутном следе не может быть обнаружена, поэтому пилотам важно знать потенциальное распределение и продолжительность вихрей, а также модификации, вносимые в «классическую» вихревую систему с учётом скорости и направления приземного ветра [1].

Учет фактора спутного следа, образующегося за летящим по маршруту ВС, является актуальным при планировании воздушного пространства как с точки зрения безопасности полетов, так и пропускной способности воздушных трасс [2]. Уже с первых своих изданий Глобальная эксплуатационная концепция ОрВД (п. 7.9) [3] и Руководство ИКАО по полетам и потокам движения (п.п. 3.13.3, 4.4.1, Добавления А-2, А-16, С-9) [4] ссылаются на необходимость учета характеристик и влияния спутного следа на взаимное движение ВС. Таким образом, разработка адекватных моделей и методов получения характеристик спутной струи является одной из актуальных задач безопасности полетов.

В настоящее время разработана целая группа стендов, позволяющих анализировать аэродинамические характеристики вихря крыла. Наиболее совершенным из них представляется стенд, разработанный ФГУП «ГосНИИАС» [5]. Стенд позволяет визуализировать и снимать вихревой

поток, проводя испытания на ракетном треке, на модели крыла в скоростном режиме. С этой целью в конструкцию стенда введена измерительная гребенка со смонтированными на ней в вертикальной и горизонтальной плоскостях датчиками скорости и приемниками давления, в также внесены дымогенератор, видеокамера и тепловизор. Однако, с учетом указанной выше возможной протяженности спутного следа, следует отметить, что перенос результатов, получаемых на данном стенде, в реальные условия, очевидно, требует проведения дополнительных исследований.

К другой группе способов изучения характеристик воздушной струи можно отнести методы, связанные с использованием ЛА-зондировщиков. Здесь наиболее интересным представляется способ измерения характеристик воздушной спутной струи, разработанный в ЛИИ им. М.М. Громова [6]. Данный способ включает измерение характеристик транспортного средства, характеристик движения ЛА-зондировщика, последовательно помещаемого в ряд заданных точек за ВС, и определение характеристик спутного следа как функции дополнительных параметров полета. К таким параметрам относятся углы атаки и скольжения; вектор скорости полета; углы тангажа, крена, курса и т.д. При этом средствами внешне-траекторных измерений на мерной платформе, связанной с ВС, измеряются вертикальные и боковые отклонения, а также вектор скорости ЛА-зондировщика относительно ВС. После чего определяют искомые разности между векторами скорости ЛА-зондировщика относительно мерной платформы и относительно воздуха.

Отдельную группу методов представляют методы математического моделирования динамики спутного следа. Данные методы позволяют исследовать как ближний, так и дальний спутный след [2], а также, например, анализировать стационарные и нестационарные случаи движения воздушных судов с учетом влияния постоянных времени на состояние вихревого обтекания [7]. Однако, не смотря на широкие возможности моделирования, учет всех параметров, воздействующих на воздушное судно, служит причиной создания достаточно сложных моделей. Такое моделирование приводит к необходимости принятия ряда допущений и ограничений, которые отдаляют нас от анализа реальных ситуаций.

Таким образом, вопрос разработки способов получения характеристик воздушной спутной струи не теряет своей актуальности в связи с развитием воздушной техники и необходимостью повышения безопасности полетов.

Литература

1. CAE Oxford Aviation Academy – 080 Principles of Flight (ATPL Ground Training Series) – 2014. С. 88-90
2. Хаустов А.А. Модель эволюции спутного следа воздушного судна при полете на крейсерском режиме // Научный Вестник МГТУ ГА. - № 184. - 2012. - С. 118-122.
3. Глобальная эксплуатационная концепция OpВД – Doc 9854 AN/458 – Международная организация гражданской авиации – 2005

4. Руководство по полетам и потокам движения: информация для совместного использования воздушного пространства (FF-ICE) – Doc 9965 AN/483 – Международная организация гражданской авиации – 2012

5. Патент RU 178659 U1, 17.07.2017

6. Патент RU 2088487 C1, 17.03.1993

7. Попов С.А., Гондаренко Ю.А. Математическая модель движения легкого ударного самолета с внешними подвесками в предельной по углу атаки области режимов полета // Научный Вестник МГТУ ГА. – Том 20, № 02 - 2017. - С. 65-73

УДК 519.67

МОДЕЛИ АТАК С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЛОЖНЫХ ДАННЫХ В СИСТЕМАХ АЗН-В

*Я.В. Кузьмина аспирант 1 курса факультета ПМ и ВТ
Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

С быстрым развитием воздушного транспорта технология наблюдения за воздушным движением постепенно развивается от технологии первичных обзорных радиолокаторов к более точной и эффективной технологии автоматического зависимого наблюдения-вещания (АЗН-В). Так воздушное судно, оснащенное передатчиком АЗН-В, может транслировать информацию о своем местоположении в режиме радиовещания. Затем данные сообщения принимаются и обрабатываются наземным или бортовым приемником АЗН-В и отображаются на экранах диспетчеров и пилотов.

Однако, АЗН-В – открытая система и передаваемые сообщения не являются зашифрованными. Учитывая современные достижения компьютерных технологий, злоумышленник может вмешиваться, подслушивать, изменять, вводить или удалять сообщения. Поэтому система АЗН-В является уязвимой к кибератакам и могут возникать проблемы с безопасностью.

Например, основываясь на атаке с использованием ложных данных, злоумышленник может транслировать сообщение АЗН-В, созданное, так называемым, самолетом-призраком, которого нет в системе наблюдения. Самолет-призрак можно спутать с реальным воздушным судном и, как следствие, авиадиспетчер может заставить реальное воздушное судно приземлиться или изменить курс. Аналогичным образом атакующий может заставить систему предотвращения столкновений на основе АЗН-В генерировать инструкции об ошибках. В подобном случае пилот может выполнять опасные операции в соответствии с ложными инструкциями.

Существующие меры противодействия атакам с использованием ложных данных можно классифицировать следующим образом: технологии

широковещательной аутентификации и технологии безопасной проверки местоположения [1]. Технологии безопасной проверки местоположения могут идентифицировать аномальные сообщения АЗН-В и затем отфильтровывать их. Для определения местоположения воздушного судна извлекаются различные характеристики беспроводного сигнала, такие как мощность, угол, частота, время получения и разница во времени получения.

Метод использующий время получения сообщения называется мультилатерацией. С его помощью можно идентифицировать атаку с использованием ложных данных и даже определить местоположение передатчика злоумышленника. Используя разницу во времени поступления одинаковых сообщений на разные приемники АЗН-В и учитывая точное расстояние между передатчиком и приемниками, вычисляется положение передатчика, то есть положение воздушного судна. Сравнивая местоположение воздушного судна и информацию о местоположении в сообщении АЗН-В, можно проверить, является ли полученное сообщение АЗН-В легитимным.

Хотя технология мультилатерации в настоящее время широко применяется при наземной проверке местоположения, существует еще много проблем. Например, трудно точно оценить информацию о высоте на основе наземного приемника. Кроме того, технология мультилатерации также требует наличия большого количества приемников для точного приема одного и того же сигнала, и все приемники должны быть надежно соединены с центральной станцией обработки. Также существующие методы мультилатерации не учитывают сценарий атаки с нескольких устройств, при котором злоумышленник использует несколько передатчиков, распределенных в разных географических точках.

Литература

1. Fute Shang, Buhong Wang, Fuhu Yan, and Tengyao Li. Multidevice False Data Injection Attack Models of ADS-B Multilateration Systems. Security and Communication Networks, 2019

СЕКЦИЯ 8. ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ НА ВОЗДУШНОМ ТРАНСПОРТЕ

УДК 004.048

АНАЛИЗ ОБЩИХ ПОДХОДОВ К ИНФОРМАЦИОННОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ПОЛЁТОМ БПЛА

*Д.А. Затучный д.т.н., доц., проф. кафедры ВМКСС,
М.В. Шурыгин аспирант кафедры ВМКСС
Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

В настоящее время имеется устойчивая тенденция к использованию беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) в различных областях хозяйственной деятельности, в том числе и в гражданской авиации. Экономия материальных ресурсов от использования подобных аппаратов, иногда, происходит в ущерб такой основополагающей проблеме для всей отрасли, как обеспечение безопасности полётов [1]. Автоматизированные системы управления полётом БПЛА являются недостаточно защищённым объектом для воздействий различного происхождения. При этом, в отличие от управления полётом обычного судна гражданской авиации, в случае возникновения отказа в данной системе, уже нельзя полагаться на интуицию и опыт пилота, который мог бы сообщить о возникшей проблеме. Таким образом, надёжное и достоверное информационное обеспечение автоматизированной системы управления полётом БПЛА является основным условием эффективного использования летательных аппаратов. В противном случае, при отказе или погрешности в работе этой системы, БПЛА или их группа могут стать реальной угрозой авиационного происшествия, особенно в зонах с повышенной интенсивностью воздушного движения.

В настоящее время имеются научные исследования, связанные с эксплуатацией самих БПЛА в зависимости от круга решаемых задач (долгие или краткосрочные полёты, необходимость наличия грузов определённой массы на борту, наличие определённых аэродинамических характеристик и т.д.). При этом в стороне остались вопросы, связанные с обеспечением требуемого функционирования автоматизированных систем управления полётом БПЛА при различных условиях и на различных этапах полёта. Поэтому представляется необходимым провести анализ достоинств и недостатков существующих автоматизированных средств управления полётом БПЛА и предложить метод (методы) обеспечения достоверности их работы.

При информационном обеспечении автоматизированных систем управления полётом БПЛА следует на наш взгляд выполнить следующие действия [2]:

1) построить алгоритм классификации БПЛА относительно решаемых ими задач;

2) разработать алгоритмы выявления и систематизации воздействий на автоматизированные системы управления полётом БПЛА;

3) разработать метод моделирования траекторий полёта БПЛА в условиях различных воздействий на информационное обеспечение автоматизированных систем управления их полётом при различных условиях полёта по предложенному критерию.

4) провести выбор наилучшей автоматизированной системы управления полётом БПЛА по предложенному критерию.

Проведём комментарий каждого из этих действий.

При классификации БПЛА необходимо учитывать их лётные характеристики и цель использования. БПЛА могут применяться, главным образом, как дополнительный источник навигационной информации или как транспортное средство для доставки людей и ценных грузов в труднодоступные районы. При этом необходимо учитывать и Правила использования воздушного пространства Российской Федерации [3].

При разработке алгоритмов выявления и систематизации воздействий на автоматизированные системы управления полётом БПЛА необходимо понять природу этих воздействий. Следует заметить, что подобные воздействия могут иметь как естественную, так искусственную причину, но при этом они могут внести серьёзные погрешности в информационное обеспечение этих систем. К естественным погрешностям следует отнести воздействия, связанные с работой промышленных предприятий, метеоусловий в районе базирования автоматизированных систем, а также сбои в работе этих комплексов, вызванных отказом их отдельных блоков, ответственным за качественное информационное обеспечение системы. К искусственным погрешностям следует отнести воздействия со стороны человека, которые могут иметь как умышленный, так и неумышленный характер. Как правило, подобные воздействия приводят к большим информационным ошибкам или погрешностям.

Одной из функций автоматизированных систем управления полётом БПЛА является моделирование их траекторий, а также контроль за соблюдением установленного плана полёта. При этом критерии построения траекторий должны учитывать вероятность (различную в зависимости от внешних условий и региона, где располагаются автоматизированные средства управления полётом) внесения информационных погрешностей в работу этих систем.

Одним из методов повышения информационного обеспечения управления полётом БПЛА является выбор наилучшей автоматизированной системы управления полётом БПЛА по предложенному критерию. При этом следует учитывать, что подобный выбор может быть различных типов. Например, из нескольких уже существующих автоматизированных систем управления полётом БПЛА можно выбрать наилучшую с учётом таких

факторов, как надёжность и точность, а также приспособленность к конкретному полёту БПЛА или особенностям региона, где происходит полёт. Под выбором наилучшей автоматизированной системы относительно её информационного обеспечения может быть и выбор наилучшей топологии (размещения) этих систем.

В заключение следует отметить, что при анализе возможностей информационного обеспечения автоматизированных систем управления полётом БПЛА следует учитывать и фактор экономии временного и материального ресурса. Дополнительное резервирование блоков системы усложняет её структуру, но не всегда даёт существенный выигрыш в возможностях её информационного обеспечения.

Литература

1. Современные информационные технологии в задачах навигации и наведения беспилотных маневренных летательных аппаратов. Под ред.: М.Н. Красильщикова, Г.Г. Серебрякова. – М., ФИЗМАТЛИТ, 2009.

2. Затучный Д.А. Анализ воздействия различных помех на навигационные системы воздушных судов гражданской авиации. - Журнал “Информатизация и связь”, №2, 2018, стр. 7-11.

3. Постановление Правительства РФ от 11.03.2010 N 138 (ред. от 12.07.2016) «Об утверждении Федеральных правил использования воздушного пространства Российской Федерации».

УДК 004.048

АВТОМАТИЗАЦИЯ КОНТРОЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ КОМАНД ДИСПЕТЧЕРА ЭКИПАЖЕМ ВОЗДУШНОГО СУДНА

А.В. Сбитнев к.т.н., доц., К.П. Аникаев

*Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

В настоящее время разрабатываются методы уменьшения интервалов эшелонирования, повышения эффективности планирования и использования воздушного пространства (*далее по тексту – ВП*), однако независимо от успешного решения этих проблем, необходимым является увеличение эффективности работы служб управления воздушным движением (*далее по тексту – УВД*).

Современные автоматизированные системы УВД (*далее по тексту – АС УВД*) отличаются от АС УВД предыдущих поколений как количеством обрабатываемых видом данных (метеоданные, навигационная информация, данные, получаемые от бортовых вычислительных комплексов и др.), так и объёмами данных, количеством и степенью автоматизации функций диспетчера [1, с. 72].

Проанализировав схемы работы диспетчера УВД, а также современные АС УВД [2], можно сделать вывод о том, что функции диспетчера УВД автоматизированы с разной степенью, наименее автоматизированной является функция контроля и принятия решений. В связи с этим актуальной становится задача автоматизации контроля выполнения команд диспетчера экипажем ВС.

Для решения данной задачи необходима разработка подсистемы автоматизированного контроля выполнения команд диспетчера экипажем ВС.

Особенностью автоматизации контроля команд диспетчера является то, система автоматизации по принципу действия является экспертной системой, и для её работы необходимы входные данные, следовательно, необходима разработка методов формирования и предоставления входных данных для экспертной системы, а также базы знаний.

Литература

1. *Сбитнев А.В., Бунин А. В.* Информационное обеспечение организации и управления воздушным движением: учебное пособие. – М.: ИД Академии Жуковского, 2018. – 80 с.

2. *Сбитнев А. В., Аникаев К. П.* Новые функции в перспективных автоматизированных системах управления воздушным движением // *Высокие технологии и инновации в науке: сборник статей международной научной конференции (Санкт-Петербург, Март 2020).* — СПб, 2020. — с. 125—127.

УДК 004.048

АНАЛИЗ СПОСОБОВ КОМПЛЕКСИРОВАНИЯ СИСТЕМ НАВИГАЦИИ ПРИ РЕШЕНИИ НАВИГАЦИОННОЙ ЗАДАЧИ

А.В. Сбитнев к.т.н., доц., А.Д. Бармотин

*Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

В настоящее время в бортовом вычислительном комплексе воздушного судна (*далее по тексту – ВС*) навигационная задача решается на основе данных спутниковых радионавигационных систем (*далее по тексту – СРНС*). СРНС отличаются высокой точностью, однако они сильно подвержены влиянию помех, а также не обеспечивают решение навигационной задачи в режиме реального времени – для идентификации сигнала СРНС требуется время порядка 10 мс.

Инерциальные навигационные системы (*далее по тексту – ИНС*) обладают более высокой, нежели СРНС, помехоустойчивостью, однако в них происходит накопление ошибки. Комплексование СРНС и ИНС позволяет обеспечить решение навигационной задачи с высокой точностью в режиме реального времени.

Применение такого способа комплексования при решении навигационной задачи наиболее распространено. Однако в случае выхода из

стройка приёмника СРНС, сильных помех, а также преднамеренной атаки (средствами радиоэлектронной борьбы), вносящей ошибку в показания приёмника СРНС, точность решения навигационной задачи снижается.

При использовании дальномерного способа навигации (*далее по тексту – ДСН*), измеряются расстояния до наземных маяков, и такой способ обладает более высокой помехоустойчивостью, нежели СРНС, однако для использования ДСН необходимо наличие на борту данных о координатах наземных маяков, а также необходимо наличие в зоне радиовидимости наземных маяков. Распространен метод комплексирования СРНС и ДСН, однако такие системы не удовлетворяют требованиям непрерывности определения положения ВС.

Литература

1. *Сбитнев А. В., Бунин А. В.* Информационное обеспечение организации и управления воздушным движением: учебное пособие. – М.: ИД Академии Жуковского, 2018. – 80 с.

2. *Сбитнев А. В., Аникаев К. П., Бармотин А. Д.* Новые функции в перспективных автоматизированных системах управления воздушным движением // *Высокие технологии и инновации в науке: сборник статей международной научной конференции (Санкт-Петербург, Март 2020).* — СПб, 2020. — с. 125—127.

УДК 004.048

ВЕБ-ПОРТАЛ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ИНТЕГРИРОВАННОЙ ПЛАТФОРМЫ СОПРОВОЖДЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ В ЗАДАЧАХ ИНТЕГРИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ППО И СУБП

А.К. Благоразумов¹, И.Г. Курпичев², А.А. Кулешов³, Д.В. Петров⁴

¹Начальник группы ГосНИИ ГА (Москва, Россия)

²д.т.н., профессор МГТУ ГА (Москва, Россия)

³д.т.н., зам. ген. директора ПАО «НПП «Аэросила» (Ступино, Россия)

⁴ведущий инженер-программист ПАО «НПП «Аэросила» (Ступино, Россия)

В статье рассмотрены вопросы разработки и внедрения интегрированной системы управления безопасностью полетов и послепродажного обслуживания (ППО) авиационной техники на предприятиях разработчиках (изготовителях) авиационной техники с использованием веб-портала многофункциональной интегрированной платформы сопровождения технической эксплуатации авиационной техники (МИП СТЭ АТ) [1]; рассмотрен методический подход к выявлению факторов опасности и рисков, связанных с функционированием системы послепродажного обслуживания и проведён их анализ; предложены

мероприятия и программные решения, направленные на снижение рисков безопасности полетов, связанных с функционированием системы ППО.

Деятельность любого авиационного предприятия, работающего в сфере разработки и производства гражданской авиационной техники направлена на решение двух основных задач: создание безопасной и одновременно конкурентоспособной (эффективной) авиационной техники. Для реализации этих задач на авиационных предприятиях должны функционировать четыре системы: система качества, система управления безопасностью полетов, система сертификации, и система послепродажного обслуживания авиационной техники. Уровень развития этих систем, их внутренней и внешней интеграции, а также системного взаимодействия с авиационными властями и эксплуатантами АТ в значительной степени определяют безопасность и эффективность (конкурентоспособность) АТ (рис. 1.).

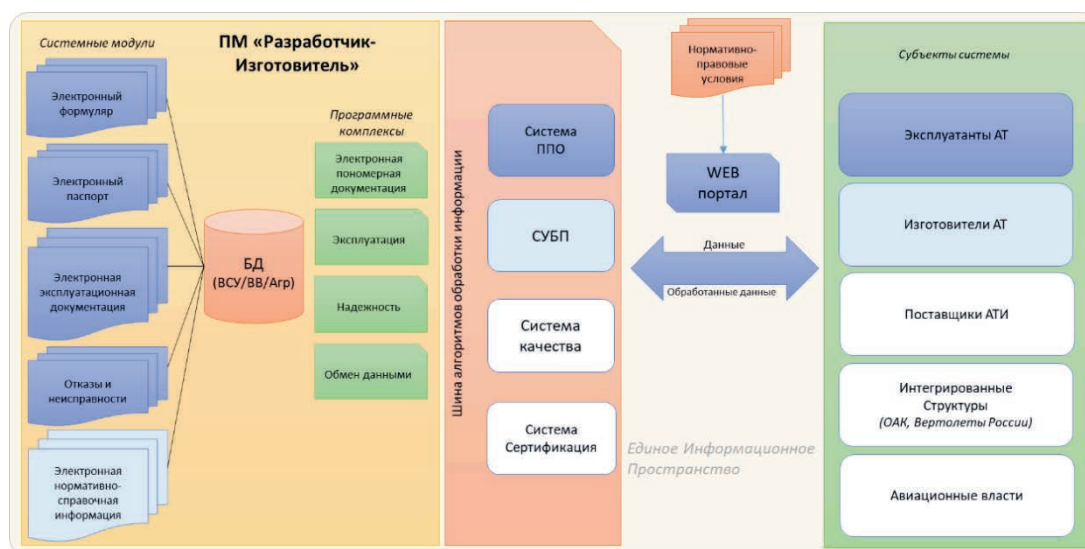


Рис. 1. Структурная схема МИП СТЭ АТ

Функционирование этих систем определяется нормативной базой (требованиями) государства-разработчика (изготовителя) АТ (рис. 2), уровнем развития информационных систем, качеством стандартов предприятия.

К факторам опасности, связанным с функционированием системы ППО следует относить:

- эксплуатацию неаутентичных изделий АТ;
- использование неактуальной эксплуатационной документации;
- нарушение технологий и процедур ТОиР АТ установленным требованиям;
- нарушение технологий и процедур государственного контроля летной годности ВС;
- нарушение технологий и процедур поставок авиационно-технического имущества;
- уровень анализа отказов авиационной техники;
- уровень информационного взаимодействия участников процесса эксплуатации АТ.

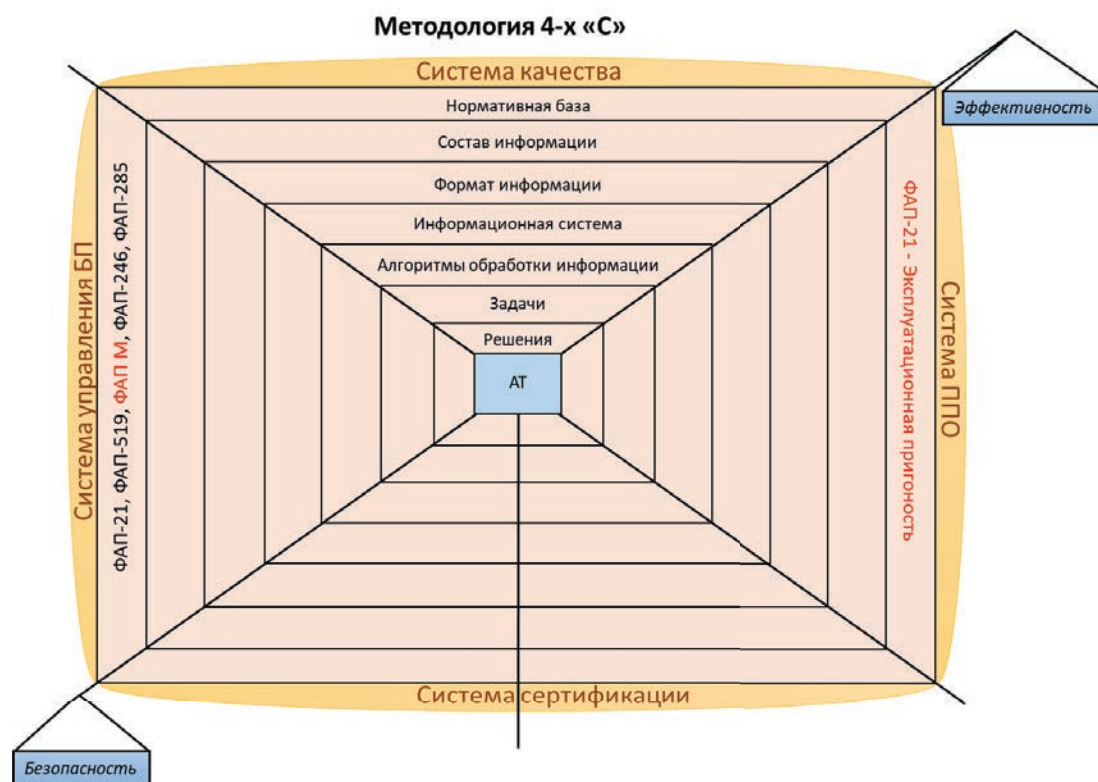


Рис. 2. Нормативная база

В статье рассмотрены методические подходы к выявлению факторов опасности и факторов рисков при функционировании системы ППО, инструменты их оценки и минимизации с использованием рекомендаций и практик ИКАО (SARP).

В статье обоснована необходимость разработки веб-инструмента, который охватывал бы взаимодействие организации разработчика-изготовителя и эксплуатанта АТ в части ППО и СУБП АТ.

Предлагаемый веб-портал состоит из набора интерфейсов, часть которых предназначена для эксплуатантов, а другая часть – для предприятия-изготовителя (рис. 3.).

Пользовательские интерфейсы Портала в его базовой конфигурации обеспечивают предоставление эксплуатантам следующего набора услуг:

- поиск, просмотр и скачивание актуальной документации (руководств по технической эксплуатации, регламентов обслуживания, бюллетеней, информационных и сервисных писем);
- просмотр каталога изделий (основные сборочные узлы и единицы, комплектующие изделия и навесные агрегаты производства смежников);
- заказ поставки заменяемых сборочных единиц и агрегатов;
- передача предприятию-изготовителю ресурсного состояния эксплуатируемых изделий АТ;
- отправка запросов на подтверждение аутентичности;
- отправка запросов на продление назначенных ресурсов и сроков службы изделий;
- заказ тренингов по обслуживанию изделий;

– связь со специалистами завода-изготовителя (вопросы и ответы, онлайн-консультации).



Рис. 3. Портал сопровождения технической эксплуатации изделий

Литература

1. И. Г. Кирпичев, Д. В. Петров, Ю. М. Чинючин. Многофункциональная интегрированная платформа сопровождения технической эксплуатации воздушных судов // Научный Вестник МГТУ ГА, Том 23, № 06, 2020 (с. 28-37).

2. Приложение 19 к Конвенции о международной гражданской авиации. Управление безопасностью полетов.

3. ИКАО. Doc 9859. Руководство по управлению безопасностью полетов.

УДК 004.048

АНАЛИЗ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ В УСЛОВИЯХ ВОЗМУЩЕННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

*В.Е. Емельянов д.т.н, доц., профессор кафедры ОРТ и ЗИ
Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

Качество функциональных задач, возложенных на любую информационную систему, в определенной степени зависит от внешней среды. Для использования такой системы необходимо нормальное состояние внешней среды, с другой стороны можно допустить, что на систему воздействуют некоторые возмущающиеся воздействия различного происхождения. Для упрощения алгоритмизации подхода к анализу данной

ситуации предположим, что существуют два типа возмущений. При этом считаем, что ухудшение (отказ) элементов системы потребуют различных способов восстановления. В соответствии с [1] можно предположить, что время восстановления соответствует распределению Эрланга II типа.

Считая, что информационная система функционирует в различных состояниях: нормальное (S_0) и при двух вариантах возмущающих воздействий (S_1) и (S_2), а возмущения меняются с различными экспоненциальными скоростями, построена Марковская модель изменения функционального состояния системы.

Далее рассматривается алгоритм оценки среднего времени восстановления и времени поглощения [2].

Предложенная модель может быть использована как при оценки показателей безотказности, так и при определении уровня достоверности информационных потоков, а кроме того при рассмотрении различных методов несанкционированного доступа к конфиденциальной информации на ряду с выбором средств защиты информации [3].

Литература

1. Емельянов В.Е., Логвин А.И. Техническая эксплуатация авиационного радиоэлектронного оборудования. -М.: МОРКНИГА, 2014. 730с.
2. Гихман И.И., Скороход В.В. Теория случайных процессов. Т.3. –М.: НАУКА, 2005. 496с.
3. Иванов В.П., Иванов А.В. К вопросу о выборе технических средств защиты информации от НСД. Защита информации. INSIDE, №1, 2006. с. 48-54.

УДК 004.048

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КВАНТОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ В АВИАЦИОННОЙ ИНДУСТРИИ

С.В. Дианов¹, В.М. Новичков²

¹к.т.н., доцент кафедры ВМКСС МГТУ ГА (Москва, Россия)

²к.т.н., доцент, доцент кафедры 305 «Пилотажно-навигационные и информационно-измерительные комплексы» МАИ (Москва, Россия)

Задачи создания современных и перспективных диагностических систем для авиационной индустрии постоянно усложняются с быстрым ростом числа управляемых вычислительными средствами элементов оборудования самолётов и вертолётот. Это одновременно приводит к усложнению диагностических средств и необходимости введения в состав бортового оборудования новых источников диагностической информации. Источником диагностической информации могут служить как штатные датчики и системы, так и специально добавляемые в состав бортового оборудования новые

датчики. Положительной стороной такого усложнения является то, что при этом сильно возрастают диагностические возможности по раннему выявлению отказов в авиационной технике.

Сложность диагностических задач по контролю исправности такого компьютеризированного оборудования приводит к тому, что эти задачи приходится решать в условиях большой неопределённости. Задачи с неопределённостями хорошо решаются методами теории вероятностей и математической статистики, где переменные могут изменяться в диапазоне от 0 до 1. Для решения таких задач хорошо подходят квантовые компьютеры, которые работают с кубитами (квантовыми битами), способными находиться в любом состоянии в диапазоне от 0 до 1, в отличие от обычных вычислительных средств, работающих с битами, принимающими значение, либо 0, либо 1.

Для квантовых компьютеров наилучшим образом подошли бы датчики, построенные с применением квантовых технологий. Но такие датчики сейчас отсутствуют, хотя и интенсивно разрабатываются за рубежом.

В докладе обсуждается проект датчика с чувствительным элементом из модифицированного алмаза. Его основным преимуществом является возможность использования для получения и дальнейшей обработки информации о случайных процессах. Другим перспективным преимуществом применения квантовых средств сбора и обработки информации является их потенциальная возможность передавать данные о контролируемых параметрах на необходимые для решения рассматриваемых в докладе задач расстояния без физических линий связи. При этом данные передаваемые в квантовой системе обработки информации не могут быть скопированы или перехвачены в силу физических свойств квантовой системы.

Перспективой применения обсуждаемого в докладе датчика из модифицированного алмаза служит его установка в нагруженных местах элементов конструкций, испытывающих высокие динамические механические нагрузки. Такой конструкцией, например, является планер воздушного судна.

Возможность установки очень маленьких датчиков по нагруженным элементам конструкции фюзеляжа без необходимости прокладки от них линий связи к централизованным средствам контроля очень полезна. Датчики, построенные с применением квантовых технологий и на квантовых принципах обработки и передачи информации, могут быть очень перспективны в этом контексте.

Другим положительным свойством здесь является то, что квантовая информационно-измерительная система способна в несопоставимо быстрое по сравнению с традиционными измерительными системами время производить оценку технического состояния и делать прогноз работоспособности сложных технических систем. В силу своей физической природы и принципов функционирования применение для диагностических целей квантовой измерительно-вычислительной системы может помочь

избежать сложной и долгой обработки случайной зашумлённой информации, поступающей на вход традиционной измерительно-вычислительной системы.

Существенным пробелом в изучении и использовании квантовых процессов в настоящее время является то, что проводимые фундаментальные исследования не предлагают способов и направлений практического использования исследуемых процессов. В докладе обсуждается перспектива применения в авиационной индустрии квантовых эффектов и технологий. Демонстрируются возможности построения датчиков с применением новых принципов на основе разработанного авторами способа, базирующегося на результатах фундаментальных исследований [1].

Исследование проводилось с применением гипотетико-дедуктивного метода, а также метода восхождения от абстрактного к конкретному в рамках системного подхода разработки и создания новых элементов технических систем. В докладе демонстрируются результаты разработки и расчёта датчика механических нагрузок, созданного на базе пластины из модифицированного алмаза. Результатом исследования является предложенный способ использования квантового первичного преобразователя на базе пластины из модифицированного алмаза в рамках известной теории разработки измерительных резонаторных датчиков [2] с частотным выходом. Предлагаемый датчик может быть использован, как часть измерительной системы для получения информации о степени механического износа или других механических повреждений объекта контроля, например частей планера воздушного судна.

В кристалле модифицированного алмаза прямоугольной формы специально создаётся квантовый NV центр, который служит чувствительным элементом. Выбор вида и формы носителя чувствительного элемента производился из 8-ми наиболее распространённых типов резонаторов: маятника, баланс-пружины, консольной трубки, струны, V-образной пластины, тонкостенного цилиндра, камертона, кварцевой пластины и магнитострикционного стержня. Моделью квантового датчика стала струна, а возбуждающим колебания элементом — кварцевая пластина, прикреплённая к пластине модифицированного алмаза. Расчёты, проведённые для стержня прямоугольного сечения, выполнены согласно методике, изложенной в работе [3]. Размеры стержня (пластины) из модифицированного алмаза выбраны в соответствии с частотами спин-решётчатой релаксации, полученными в результате фундаментальных исследований [1]. Ширина и длина пластины, воспринимающей напряжённость деформации элемента конструкции, согласно расчётам равны 0,1 мм и 0,5 мм соответственно. В этом случае согласно расчёту длина стержня составляет от 2,2 мм до 4,3 мм для резонансных частот от 1 МГц до 4 МГц [1]. Эти частоты соответствуют механическим нагрузкам от 1,11 кН для резонансной частоты 4 МГц до 11,6 кН для резонансной частоты 1 МГц соответственно.

Такие результаты расчёта показывают физическую реализуемость датчика напряжённо-деформационных полей, построенного с применением квантовых технологий модификации алмазной пластины, которая служит и

носителем чувствительного элемента (NV центра, состоящего из атома азота и пустоты вместо атома углерода в кристаллической решётке алмаза), и средством возбуждения квантового эффекта, порождающего фотоны (либо фононы), которые в свою очередь несут информацию о напряжённости материала в месте установки такого датчика.

Литература

1. Barfuss A., Teissier J., Neu E., Nunnenkamp A., Maletinsky P. Strong mechanical driving of a single electron spin // Nature Physics. October 2015. Vol.11. Pp. 820–824. DOI: 10.1038/NPHYS3411

2. Горенштейн И.А. Гидростатические частотные датчики первичной информации. М.: Машиностроение, 1976. 182 с.

3. Волков Д.И., Проскураков С.Л. Ультразвуковой метод контроля качества режущих пластин из сверхтвёрдых материалов // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2016. Том 18. №1(2). С. 166–169.

УДК 004.048

ПРИМЕНЕНИЕ АКСЕЛЕРОМЕТРОВ МОБИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ И СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО ПО, ДЛЯ ЦЕЛЕЙ СЕРТИФИКАЦИИ СОВРЕМЕННЫХ И ПЕРСПЕКТИВНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ОБУЧЕНИЯ ЛЕТНОГО СОСТАВА

В.С. Дегтярев¹, О.Ф. Машошин², М.В. Кулаков³

*^{1,3} Аспирант, преподаватель; ² д.т.н., проф., декан МФ
Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

Введение. Современная гражданская авиация начала предъявлять все большие требования к техническим средствам обучения (далее ТСО) летного состава. И прогресс науки и техники дал возможность создать современные авиатренажеры, способные имитировать большое количество всевозможных отказов ВС, и имитировать пространственные положения ВС в широком диапазоне [1]. При тренировках на новейших авиатренажерах, установленных на гиросплатформах типа «гипойд» возникает практически полная иллюзия настоящего полета. Но при их сертификации возникает множество технических проблем, одной из которых является проведение субъективной оценки летных характеристик тренажера. Такая оценка необходима для присвоения тренажеру категории подобия, которая позволит проводить на нем определенные виды тренировок летного состава.

Субъективная оценка проводится летным составом из числа летчиков испытателей типа ВС, или летного состава имеющего большой опыт полетов на ВС данного типа [2]. Но из-за несовершенства органов чувств человека, и отсутствия регулярного опыта попадания в сложные пространственные

положения (далее СПП) и регулярного опыта полетов с отказами авиатехники (например, с отказом двигателя), такая оценка является далекой от совершенства и может привести к печальным последствиям. Пилот, натренированный полетам с отказами на ТСО, некачественно имитирующем ощущения, пространственное положение или усилия на органах управления при отказах, может допустить в полете критическую ошибку в технике пилотирования, что приведет к катастрофе [3]. Это ставит перед научным сообществом задачу ухода от субъективной оценки, при сертификации современных ТСО.

Уйти от субъективной оценки могут помочь современные компьютерные технологии, так как машина в своих оценках всегда точна и беспристрастна.

Применение акселерометров мобильных устройств для целей сертификации ТСО. Общество уже дано привыкло к современным мобильным устройствам и воспринимает их больше как средство коммуникации и развлечения, в то время как эти устройства являются достаточно мощными мобильными компьютерами, обладающими огромными вычислительными мощностями и потенциалом их практического применения во многих отраслях.

Большинство современных мобильных телефонов оснащено электронными акселерометрами, которые выполняют в этих устройствах в основном развлекательные функции, но являются компактными, очень точными и надежными. В тоже время эти электронные акселерометры имеют большой динамический диапазон, малые габариты и хорошую чувствительность [4].

Высокая выходная чувствительность, хорошее соотношение сигнал/шум, и широкая полоса пропускания, дают возможность измерять прирост перегрузки действующей как на ВС, так и пилотов внутри ТСО по трем осям с точностью до 0.01g. [5]. В тоже время порог чувствительности к перегрузке человеческого организма составляет примерно 0.15g, и сильно колеблется от индивидуальных особенностей испытуемого и от его опыта полетов.

Построение графиков прироста перегрузки в реальном времени на ТСО, их запись и сравнение с «идеальными» графиками, полученными на ВС, дают возможность расчета коэффициента подобия ТСО и ВС в автоматическом режиме, при помощи мобильных устройств.

Применение мобильных устройств, оснащенных акселерометрами, в целях сертификации ТСО для летного состава, дает возможность уйти от субъективной оценки, при проведении сертификационных испытаний, сделать квалификационную оценку ТСО гораздо более точной, эффективной и понятной.

Авторами данной работы в настоящее время разработано и прошло испытания, в реальных условия на ВС и ТСО соответствующего типа ВС, программное обеспечение, необходимое для проведения подобного рода

сертификационных испытаниях с применением мобильных устройств. Данное ПО зарегистрировано в Роспатенте и является интеллектуальной собственностью. Так же разработан, и изготовлен с применением технологии 3D печати, универсальный кронштейн, для надежного крепления мобильного устройства разных модификаций в кабине ВС или ТСО.

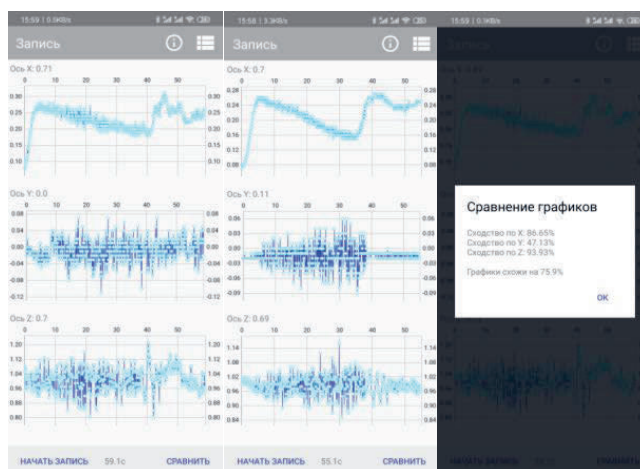


Рис. 1. Графики генерируемые программой.

На рис. 1. показаны графики сгенерированные при испытаниях данного программного обеспечения в реальных условиях на ВС Боинг 747 и на полно-пилотажном тренажере данного типа ВС. Слева направо, график полученный при взлете ВС Боинг 747/8 бортовой номер VQ-BBP из аэропорта Гонконг с полосы 07 правая, взлетная масса 425 тонн, закрылки в положении 20 градусов, ветер 170гр. 5 узлов, температура +28 градусов, давление 1006гПа, далее график полученный на тренажере данного типа ВС, при таких же условиях, и справа результат сравнения графиков.

Так же авторами сформулированы ограничения для применения данного программного обеспечения, программа летных испытаний, которая может применяться в процессе сертификации ТСО и для получения исходных данных, и методика проведения сертификационных испытаний.

Заключение. По результатам проведенных испытаний на ВС Боинг 747 и тренажере ВС данного типа, можно сделать вывод о том, что данное программное обеспечение функционирует в полном объеме и может быть в дальнейшем применено, для проведения верификационных испытаний и проверок современных и перспективных ТСО, предназначенных для тренировки и обучения летного состава ГА.

При проведении испытаний, мобильное устройство было закреплено на центральном пьедестале в кабине пилотов, в специально разработанном и изготовленном с применением технологии 3D печати держателе. Для проведения испытаний использовалось мобильное устройство Mi8se, производства компании Xiaomi (Китай).

Программное обеспечение было написано для операционной системы Андроид версии 4.3 и выше, на языке Java, в программной среде Android Studio v3.4.1.

Литература

1. Будылина Е. А. Аналитическое определение имитационных характеристик тренажных и обучающих комплексов / Е. А. Будылина, И. А. Гарькина, А. М. Данилов, С. А. Пылайкин // *Фундаментальные исследования*. – 2014. – № 6-4. – С. 698–702.

2. Приказ Минтранса России от 08.02.2019 N 46 "Об утверждении Порядка допуска к применению тренажерных устройств имитации полета, применяемых в целях подготовки и контроля профессиональных навыков членов летных экипажей гражданских воздушных судов" (Зарегистрировано в Минюсте России 25.03.2019 N 54151)

3. Итоговые материалы конференции «Авиатренажеры учебные центры и авиаперсонал – 2013» [Электронный ресурс], режим доступа: <https://pandia.ru/text/79/553/20941.php>, свободный. (Дата обращения: 17.11.2016 г.)

4. Как правильно выбрать акселерометр и датчик ускорения [Электронный ресурс], – Режим доступа: <http://www.sensorica.ru/docs/art2.shtml> свободный; (Дата обращения: 05.06.2019 г.)

5. Акселерометр. Виды и типы. Работа и применение. Особенности [Электронный ресурс], Режим доступа: <https://electrosam.ru/slabotochnyeseti/oborudovanie/akselerometr>; свободный (Дата обращения 05.07.2019г.)

УДК 004.048

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТА ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ КОНФИДЕНЦИАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ КЛИЕНТОВ АВИАКОМПАНИИ

*Д.С. Колесникова¹ студент 4 курса, А.А. Ганичев² инженер по внедрению,
В.И. Петров¹ к.т.н., доцент*

*¹ Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

² ООО «Русием» (Москва, Россия)

Любое российское авиапредприятие занимается частичной или полной реализацией цикла производства и эксплуатации системы воздушного движения. При этом не имеет значение форма собственности и организационно-правовая форма юридического лица, зарегистрированного как авиапредприятие. Все они являются субъектами критической информационной инфраструктуры [1] и подключены к государственной системе обнаружения предупреждения и ликвидации последствий компьютерных атак [2].

Для избегания рисков проникновения в систему сторонних пользователей или использования злоумышленником уже существующих учетных записей предприятие обязано тщательно продумывать систему разграничения прав доступа и идентификации каждого сотрудника. Для решения данного вопроса применяются DLP-системы.

DLP-системы предназначены для предотвращения обнаружения конфиденциальной информации за пределами сети фирмы и основаны на анализе потоков данных внутри и за пределами фирмы. Применение предварительно сконфигурированных правил или политик с целью установления того, раскрыта ли конфиденциальная информация, система блокирует передачу или отправляет предупреждение персоналу службы безопасности.

Особенности внедрения DLP-систем заключаются в точных ответах на ряд вопросов, охватывающих ключевые параметры информационных структур авиапредприятий и, таким образом, уточняющих каждый процесс выбора и внедрения решений информационной безопасности в конкретной ситуации и для конкретного авиапредприятия:

1. Как сотрудники планируют утечку конфиденциальных данных?

Совершенное DLP-решение способно избежать утечку информации по наибольшему числу каналов передачи данных, используемых в компании. По этой причине при подборе системы важно, чтобы она имела возможность контролировать не только классическую электронную почту, передачу файлов и VoIP-звонки, но и популярные мессенджеры и интернет-услуги, т. е. возможности наблюдения за пользователями при перемещении конфиденциальных файлов, централизованной установки, мониторинга, маскировки и удаления агентов, уведомления администратора о событиях безопасности, интеграция со сторонними системами должны быть в любой DLP-системе. Определенные продукты имеют возможность шифрования данных на компьютерах пользователей и на съемных носителях. Но к настройке всех вышеперечисленных функций необходимо приступать с максимальной осторожностью, а решения должны быть основательно спланированы вплоть до развертывания алгоритмов, чтобы избежать falsepositive инцидентов.

2. Какие активы должны быть защищены от риска утечки данных?

Один из самых ценных активов авиакомпании - информацию, можно подразделить на категории:

- корпоративная конфиденциальная информация – финансовая информация, корпоративная структура, внутренняя политика, клиенты и т.д.;
- административная информация, например, ПДн;
- результаты интеллектуальной деятельности компании;
- доступ в интернет и данные о компьютерных ресурсах;
- информация о контрагентах, партнерах и заказчиках.

Чтобы определить, является ли информация критичной и, если является, к какой категории она принадлежит, DLP-система осуществляет многоуровневый анализ перехваченной информации. Результат о разрешении или блокировании передачи данных принимаются автоматически с использованием технологий, которые точно идентифицирует конфиденциальные данные в режиме реального времени:

- лингвистический анализ - определяет предмет и содержание текста на базе содержащихся в нем определений (слов и выражений);
- детектор выгрузок из БД – поиск текстовых объектов, соответствующих конкурентному шаблону;
- детектор текстовых объектов – поиск текстовых объектов, принадлежащих заданному шаблону;
- детектор отпечатков пальцев – поиск текстовых фрагментов, принадлежащих определенному файлу ссылок;
- детектор заполненных форм - поиск форм с заданными шаблонами;
- детектор паспортов Российской Федерации - поиск изображений;
- детектор печатей - поиск изображений определенных типов штампов: круглых и треугольных, независимо от их угла поворота, смещения, масштаба, яркости и присутствия шумов в изображении;
- графический детектор объектов – обнаруживает на изображениях определенные графические объекты и осуществляет поиск изображений, соответствующих любой определенной категории.

Также стоит учесть, каков объем информации должен быть обработан, что влияет на выбор DLP-системы по параметру скорости обработки данных. Поиск информации, собранной в базе данных, не должен занимать больше времени, чем обычное время поисковых систем интернета. Крупные компании также должны знать о требованиях к аппаратной платформе, так как разные внедрения одной и той же функциональности разными DLP-провайдерами могут оказать существенное влияние на стоимость решения.

3. Какое текущее состояние предотвращения утечек на предприятии?

Важно учитывать особенности развертывания и последующей поддержки системы, зависящие от текущего состояния информационной структуры авиапредприятия. Для получения реальной картины защищенности сети внедряется пилотный проект DLP и в течение 1-2 недель осуществляется тестирование системы в реальных условиях эксплуатации. Внедрение системы DLP - очень сложная и трудоемкая задача, требующая много времени и ресурсов. Полное внедрение системы противодействия утечкам информации на базе DLP-продуктов возможно лишь при детальном участии профессионального системного интегратора. Его консультация и участие ускорит и предотвратит появление множества ошибок в прохождении начальных этапов внедрения:

- обсуждение с группой специалистов консультанта нынешнее состояние компании и цели внедрения системы DLP;

– живая демонстрация внедрения предлагаемой системы DLP и в рамках этой демонстрации совместно со специалистом выбор одной из систем DLP для экспериментального развертывания в соответствии с возможностями и требованиями авиапредприятия;

– согласование параметров экспериментального внедрения с консультантом, документирование ожидания системы и его реализация.

Эти этапы могут быть завершены в течение 2-3 месяцев, после чего может начаться основной проект по внедрению системы.

4. Какие непрофильные задачи может решить DLP-система?

Современные дорогостоящие комплексные DLP-системы привлекают внимание клиентов своим расширенным функционалом, который включает в себя не только качественные user-friendly решения для поиска и предотвращения утечек информации, но и мониторинг следующих процессов:

- использование трудового времени и ресурсов работников;
- коммуникации работников с целью выявления «тайного» поведения, которое может нанести ущерб организации;
- легитимность действий работников.

Таким образом, принимая во внимание результаты проведенного по вышеизложенному плану анализа возможностей и требований авиапредприятия, специалист по защите информации сможет учесть все особенности процесса внедрения DLP-системы и использовать полученные данные для его реализации.

Литература

1. Федеральный закон от 26.07.2017 №187-ФЗ «О безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации».

2. Постановление Правительства Российской Федерации от 17.02.2018 г. № 162 «Об утверждении Правил осуществления государственного контроля в области обеспечения безопасности значимых объектов критической информационной инфраструктуры Российской Федерации».

УДК 004.048

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТА ВНЕДРЕНИЯ SIEM-СИСТЕМЫ ДЛЯ АВИАПРЕДПРИЯТИЯ

*Д.С. Колесникова¹ студент 4 курса, А.А. Ганичев² инженер по внедрению,
Н.И. Романчева¹ декан факультета*

*¹ Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

² ООО «Русием» (Москва, Россия)

В настоящее время достаточно актуальной является проблема количества конфиденциальной информации, обрабатываемой в информационных системах авиапредприятий, объемы которой растут в

геометрической прогрессии. Интенсивность информационного обмена автоматизированных и телекоммуникационных систем обусловлена развитием и разнообразием бизнес-процессов. Крупные авиапредприятия хранят и обрабатывают конфиденциальную информацию о сотрудниках, клиентах, ценных активах и т.п., утечка которой может привести к разным видам ущерба для бизнеса и репутации. Авиапредприятия относятся к объектам критической информационной инфраструктуры, потому обязаны исполнять Законодательство Российской Федерации в области обеспечения информационной безопасности, основываясь на Конституции РФ и международных договорах РФ, состоит из Федерального закона от 26 июля 2017 г. N 187-ФЗ "О безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации" [1], Федерального закона РФ от 27 июля 2006 г. №152-ФЗ «О персональных данных» [2], Федеральный закон от 27.07.2006 №149-ФЗ «Об информации, информационных технологиях и о защите информации» [3], а так же с соблюдением международных стандартов ISO/IEC 27001-2006, ГОСТ Р ИСО/МЭК 27005 – 2010.

При внедрении в предприятие различных средств защиты информации, такие как антивирус, межсетевой экран и т.п., общий уровень информационной безопасности переходит на новый уровень внутри инфраструктуры и возникает необходимость упорядочивать мониторинг над бизнес-процессами для выявления случаев пропуска угрозы первичными средствами защиты. Решением этой проблемы является внедрение SIEM-системы в инфраструктуру или отдельные участки сети предприятия.

Первым этапом планирования необходимо ответить на вопрос – нужна ли SIEM-система? Без SIEM-системы IT-Департамент с высокой вероятностью из-за перегруженности данными могут пропустить тот или иной инцидент, возникнут сложности с категоризацией инцидентов и анализ событий в большинстве случаев будет неполный. Возникшие проблемы порождают последствия: недостаточно емкая база событий для принятия решений, возможна неверная интерпретация событий, задержки в информировании руководства о нарушениях конфиденциальности, целостности или доступности информации.

С этими проблемами сталкивается директор информационных технологий CIO (Chief Information Officer) или директор информационной безопасности CISO (Chief Information Security Officer), что в свою очередь порождает вопросы, которые необходимо передать руководству для обеспечения безопасности бизнес-процессов:

- как представить результаты работы Службы ИБ?
- как объяснить текущие проблемы Службы ИБ на языке бизнеса?
- как обосновать нужды Службы ИБ на языке бизнеса?

Невозможность правильно и всецело ответить на данные вопросы приводит к непониманию руководства текущих проблем и нужд IT-Департамента, неэффективному планированию стратегии развития IT-

Департамента. Таким образом, проблемы отсутствия SIEM-системы заключаются в следующем:

- неэффективное управление ресурсами;
- неэффективное планирование;
- неадекватное реагирование на инциденты ИБ;
- возможна потеря контроля за инцидентами;
- неудовлетворение нужд Службы ИБ;
- возможные потери в прибыли из-за несвоевременного или неадекватного реагирования на инциденты ИБ;
- несоответствие IT-инфраструктуры для текущих задач.

Внедрение SIEM-системы позволяет в должной мере получать категоризированные данные, автоматически сгенерированные инциденты, выполнение анализа инцидентов и составлять отчеты. Службе ИБ становится гораздо легче и быстрее своевременно уведомлять руководство об инцидентах, предоставлять достаточный объем информации, необходимый для принятия решения. CIO или CISO в свою очередь могут наглядно представить проблемы в виде диаграмм или графиков, отчеты о соответствии стандартам в области ИБ, обоснование нужд Службы ИБ на языке бизнеса, подкрепленное соответствующими отчетами. Руководство понимает текущие проблемы Службы ИБ и адекватно планирует его развитие, повышая в целом общую прибыль.

Вторым этапом в предприятии должен быть определен процесс логирования. Это критически важный момент для любой SIEM-системы, поскольку SIEM только получает события от других систем и не выступает как источник этих событий, и не логирует никакие действия. У каждого SIEM-вендора есть компоненты, которые называются Collector/Connector/Receiver/Agent, тем не менее это лишь разные названия одного и того же – системы сбора логов от различных источников и приведения их к единому формату данных, который будет понятен системе. Эта конвертация называется нормализацией логов и обеспечивается парсингом входящих событий, исходя из правил, которые применяются к событиям конкретного вендора и конкретного продукта.

Третьим этапом необходимо определить основные направления внедрения с организационной точки зрения. Это позволит настроить SIEM соответствующим образом. Эти приоритетные области должны быть классифицированы, а затем и расширены на уровни ниже. Например, если основная цель – это выстраивание защиты исходя из принятой модели угроз, то необходимо учитывать, какими системами эта модель угроз покрывается, подключить к SIEM именно эти источники и смежные с ними, обеспечить автоматизацию процессов поиска нарушений именно тех правил, которые описывают защиту от угроз и затем расширять покрытие сбора логов и углублять аналитику на их основе.

На четвертом этапе перед внедрением должны быть классифицированы и описаны основные возможные векторы атак, которые применимы к

предприятию. Можно это сделать и на этапе внедрения, изучая встроенные правила SIEM, исследовать их взаимосвязи. Так же необходимо настроить фильтрацию событий, чтобы не допускать снижение скорости работы системы.

Подводя итог, при планировании внедрения системы, необходимо учитывать следующие основные общие требования:

- детализация аудита на источниках – важный фактор. Включать абсолютно весь имеющийся аудит на источниках бессмысленно. Необходимо совместно с руководством выбрать источники и уровень детализации аудита исходя из решаемых задач, критичности актива, информативности событий;

- загруженность имеющихся гипервизоров. Большой поток событий не просто принимается и сохраняется в базы данных, но также осуществляется детальная обработка событий по множеству условий.

- аналитика – это не просто набор условий. Это поиск взаимосвязей по миллионам возможных комбинаций что требует довольно мощных ресурсов.

- учитывать, что нужно собирать, с каких источников, нужны ли все события сохранять (к примеру – нужно ли сохранить события о разрешенных соединениях и как долго требуется хранить);

- учитывать каналы связи между удаленными объектами. Возможно, стоит поставить выделенный отдельный сервер или виртуальную машину вместо передачи событий;

- учитывать разрешенные зоны соединений. Возможно, если политикой запрещены соединения по сети – стоит пересмотреть расположение агентов/серверов или организовать выделенные виртуальные ЛВС;

- обеспечить непрерывность, резервирование, архивное хранение.

Литература

1. Федеральный закон от 26.07.2017 №187–ФЗ «О безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации».

2. Федеральный закон от 27.07.2006 №152-ФЗ (ред. от 29.07.2017) «О персональных данных».

3. Федеральный закон от 27.07.2006 №149-ФЗ (ред. от 25.11.2017) «Об информации, информационных технологиях и о защите информации».

РАЗРАБОТКА «СИСТЕМЫ РЕГИСТРАЦИИ ИНФОРМАЦИИ О ТЕХНИЧЕСКОМ СОСТОЯНИИ КОНСТРУКЦИИ ВОЗДУШНОГО СУДНА»

*О.Ф. Машошин¹ д.т.н. проф. заведующий кафедрой ДЛА, декан МФ,
А.И. Петрин^{1,2} руководитель проекта MCRrepair, инженер отдела
эксплуатационной документации, аспирант*

*¹ Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

² ПАО «Корпорации «Иркут»

На протяжении всего цикла эксплуатации воздушного судна остро стоит проблема эксплуатационных повреждений элементов конструкции воздушных судов (ВС) и как следствие появляется ряд задач, связанных с их обнаружением, учетом, правильной оценкой и выбором соответствующего ремонта. В данной работе для решения этих задач предлагается разработать «Систему регистрации информации о техническом состоянии конструкции воздушного судна» (далее MCRrepair).

MCRrepair это информационно-аналитическая цифровая платформа для обеспечения процессов ведения, хранения, обработки и обмена информацией о повреждениях и выполненных ремонтах конструкции воздушных судов. Разрабатываемая Система представляет собой Web-сервис, работающий при помощи технологий HTML5 и WebGL, обеспечивающий 365/7/24 оперативный доступ к информации и не требующий установки дополнительного программного обеспечения.

Основными целями разработки Системы являются:

- формирование Эксплуатантом базы данных о повреждениях и выполненных ремонтах конструкции эксплуатируемого парка ВС в целях обеспечения процессов поддержания лётной годности;

- автоматизированного использования интерактивных электронных технических руководств SRM и NSRM для идентификации элементов конструкции, оценки повреждений и выбора соответствующих схем ремонта;

- обеспечение функционирования системы обмена информацией о повреждениях конструкции эксплуатируемого парка ВС между Эксплуатантами и Разработчиком ВС, в том числе в целях разработки ремонтной документации для нетиповых повреждений;

- формирование всевозможных отчетов, в том числе тех, которые требуют быть представлены на бумажном носителе.

Главной особенностью MCRrepair является возможность регистрировать информацию о повреждениях и выполненных ремонтах конструкции ВС в режиме онлайн, с помощью уже созданных при проектировании 3D моделей самолета и возможностей интерактивных электронных технических руководств (ИЭТР). При помощи трехмерного графического интерфейса

пользователи системы могут привязывать информацию к соответствующим 3D моделям элементов конструкции ВС в виде упрощенных геометрических представлений (сфера, куб, крест, линия, область и т.п.). За счет метаданных привязанных к 3D моделям обеспечивается возможность идентификации элементов конструкции ВС (АТА глава, зона установки, обозначение, наименование, материал, заводской номер), работы с руководством SRM и NSRM напрямую (например, в целях оценки допустимости повреждений и выбора мероприятий и ограничений) и обеспечивается ввод структурированных данных, которые потом можно обрабатывать в других автоматизированных системах. Координаты повреждений отмеченных на 3D модели соответствуют координатной системе цифрового макета самолета, в которой он изначально разрабатывался, что позволяет использовать собранную с помощью системы информацию конструкторами для проведения анализа и улучшения конструкции последующих серийных самолетов. Дополнительно для удобства работы с интерфейсом системы глобальные XYZ координаты повреждений конвертируются в координаты шпангоутов, стрингеров, нервюр, лонжеронов и т.п.

Информация о повреждениях и ремонтах конструкции ВС может вноситься в систему на этапах производства ВС (разрешенные допустимые отклонения) и в дальнейшем передаваться первому эксплуатанту при передаче самолета. Вся информация о повреждениях и ремонтах хранится в расширяемом языке разметки XML на сервере, что позволяет быстро формировать различные статистические отчеты и создавать запросы Разработчику ВС не теряя время на формирование нужного пакета документов. Также MCRRepair позволяет сохранять и управлять информацией о структурных повреждениях и ремонтах съемных элементов конструкции ВС. При снятии элементов конструкции с самолета, отправлении в ремонтный центр или установке на другой самолет, информация в MCRRepair автоматически обновляется.

Архитектура MCRRepair предусматривает возможность использования перспективных средств документирования информации таких как: 3D сканеры, дроны и дополненная реальность. В будущем для системы можно будет разработать модуль, позволяющий за счет накопленной статистики выявлять наиболее повреждаемые места конструкции самолета и разрабатывать мероприятия по их минимизации, прогнозировать появление повреждений и рассчитывать надежность компонентов самолета при помощи нейросетей и машинного обучения.

Литература

1. Логвин Ю.С., Петрин А.И. 3D визуализация в ЭД технология будущего технического обслуживания МС-21. ПАО Корпорация «Иркут». Материалы международной выставки и конференции MRO Russia & CIS 2020 10-11 марта [Электронный ресурс] // YouTube. URL: <https://youtu.be/IFM0ZtiK6no?t=2398> (дата обращения: 12.03.2021).

КЛАССИФИКАЦИЯ ЕДИНИЧНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ АДЕКВАТНОСТИ АВИАЦИОННОГО ПРОЦЕДУРНОГО ТРЕНАЖЕРА МТД

*В.Е. Мичкасов аспирант кафедры ВМКСС
Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

Адекватность надо рассматривать как комплексную оценку геометрического, динамического, статического и информационного подобия [1]. Геометрическое подобие в нашем случае не рассматривается, так как оно предполагает сходство форм и размеров кабины, а также идентичность размещаемого технического оборудования аналогичным техническим объектам в кабине реального летательного аппарата. Динамическое подобие в комплексном тренажере предполагает адекватность моделирования движения самолета средствами тренажерной техники. Получается, что динамическая адекватность (адекватность математической модели) будет предопределяться временным интервалом. В тренажере МТД время будет детерминировать не движение и реакцию самолета в пространстве, а, к примеру, приёмистость двигателя или работу клапана в технической системе. Параметрическая точность будет требовать соответствия показаний приборов самолета и тренажера, таких как расход, температура, давление, скорость, мощность и т. д., в режимах статического подобия. Информационное подобие характеризуется информационной полнотой, которая оценивает соответствие имитируемых информационных потоков их прототипу. Информационная полнота предполагает высокое качество воспроизведения, точный учет динамики ее изменения, а также синхронизацию информации, поступающей из разных источников, друг с другом, и с динамическими компонентами работы воздушного судна.

Качество процедурного тренажера будет зависеть от выдвигаемых требований, которые в свою очередь будут предложены в соответствии с назначением тренажера и его качественной характеристики. Для описания каждого требования необходимо предложить показатели адекватности. А каждый показатель адекватности будет определяться факторами.

Первое требование к тренажеру – обеспечение общетехнических характеристик. В рамках определения процедурного тренажера необходимо учитывать его габариты, потребляемую мощность и уровень интерфейса. Следовательно, задается показатель адекватности – техническая адекватность тренажера. Она в свою очередь определяется фактором – Конфигурация тренажера. Это может быть пультовое оборудование, информационная модель, связь, средства отображения и др., которые могут гарантировать решение установленного перечня задач.

Обеспечение методических возможностей тренажера подразумевает возможность планирования подготовки упражнения, возможность записи и воспроизведения тренировки и автоматизация контроля операторской деятельности. Адекватность квалификационной характеристики сможет охарактеризовать, насколько в количественном определении реализованы требования по привитию навыков, умений и знаний в тренажёре. Данную адекватность можно будет охарактеризовать следующими факторами: полнота решаемых задач, степень обеспечения квалификационной характеристики и оценка деятельности оператора тренажера.

Чтобы обеспечить эксплуатационную характеристику тренажера введем эксплуатационно-экономическую адекватность. На данном этапе очень важно актуализировать вопросы о безопасности и надежности тренажера как в отношении инструктора, так и в отношении обучающихся. Таким образом, эксплуатационно-экономическая адекватность можно будет определить пятью факторами: эксплуатационная технологичность, безопасность, надежность, затраты на эксплуатацию и пропускная способность.

Основное требование к тренажёру – это обеспечение функциональных возможностей. Можно выделить следующие основные показатели адекватности к модели тренажера: адекватность математического моделирования, эргономическая адекватность, адекватность информационных потоков и адекватность целей и условий.

Адекватность математического моделирования в свою очередь разделяется на динамическую адекватность и статическую адекватность. Динамическая адекватность требует соответствия временного интервала в работе технических систем. Под статической адекватностью имеется в виду параметрическая точность и валидация всех технических систем. Так как исследуемый тренажер является процедурным, то больше внимания будет уделять статическому подобию нежели динамическому.

Эргономическая адекватность представляет собой тесное соответствие между всеми элементами, которые характеризуют взаимодействие техника с летательным аппаратом и с системами [2]. Факторами этого показателя являются: соответствия расположения оборудования, соответствие расположения панелей приборов, соответствие расположения отсеков.

Адекватность информационных предполагает уровень качества имитации систем самолета, конкретный учет динамики изменения компонентов технической системы, а также синхронизацию информации друг с другом. Следовательно, для конкретного исследуемого тренажера динамической адекватность может считать составляющей информационной адекватностью, а значит и фактора динамической адекватности будут определять адекватность информационных потоков. Тогда под адекватностью математической модели подразумевается статическая адекватность тренажера.

Адекватность целей предполагает возможность постановки одинаковых целей эксплуатации как на летательном аппарате, так и на тренажере [3].

Адекватность условий требует воспроизведение корректного поведения и реакции одной системы самолета в условиях проявления ошибок в другой системе, а также различного рода возмущений со стороны среды по отношению к летательному аппарату (к примеру изменение температуры масла после прохождения через топливо-масленный радиатор).

Сведем полученные результаты показателей адекватности, соответствующие им факторы и требования к тренажерам в одну единую таблицу. (Таблица 1)

Табл. 1. Перечень обобщенных показателей адекватности тренажера MTD и соответствующих им факторов

Требования к тренажеру	Показатели адекватности	Факторы
Обеспечение общетехнических характеристик	Техническая адекватность F1	K ₁ - Конфигурация тренажера
Обеспечение методических возможностей	Адекватность квалификационной характеристики F2	K ₂ – Полнота решаемых задач, K ₃ – Степень обеспечения требований квалификационной характеристики, K ₄ - Оценка деятельности оператора тренажера.
Обеспечение эксплуатационных характеристик	Эксплуатационно-экономическая адекватность F3	K ₅ – эксплуатационная технологичность, K ₆ - Безопасность K ₇ – Надежность K ₈ – Затраты на эксплуатацию. K ₉ – Пропускная способность
Обеспечение функциональных возможностей	Адекватность информационных потоков F4	K ₁₀ - Степень соответствия интервалу времени K ₁₁ - Уровень качества имитации системы
	Адекватность математической модели (статическая адекватность) F5	K ₁₂ - Параметрическая точность системы K ₁₃ - Валидация технических систем
	Эргономическая адекватность F6	K ₁₄ - Соответствия расположения оборудования, K ₁₅ - Соответствие расположения панелей приборов, K ₁₆ - Соответствие расположения отсеков
	Адекватность целей и условий F7	K ₁₇ – Верификация системы.

Таким образом, разработанная система единичных показателей качества позволит осуществить комплексную оценку адекватности процедур ТО ВС, реализованных на процедурном компьютерном тренажере МТД, а также обоснует способность тренажера удовлетворять установленные и предполагаемые потребности потребителя.

Литература

1. Шукшунов В.Е. Тренажерные комплексы и тренажеры. Технологии разработки и опыт эксплуатации. - М.: Машиностроение, 2005. – 403с.

2. Айзинов С.В. Теоретические и методические основы создания экспертной системы по оценке эффективности морских тренажеров (на примере тренажеров ГМССБ): Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических Наук.– Спб., 2007. – 23 с.

3. Магид С.И. Тренажерная подготовка персонала энергетики. История. Состояния. Нормы. — М.: Энергобезопасность, 2017. — 158 с.

УДК 004.048

ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В ЗАДАЧЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИСТИННОСТИ СООБЩЕНИЙ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО ЗАВИСИМОГО НАБЛЮДЕНИЯ

*Петров В.И. к.т.н., доц., декан ФАСК, Машошин А.О., Машошин Н.О.
Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

Автоматическое зависимое наблюдение (АЗН) является перспективной технологией, призванной заменить дорогостоящие с точки зрения установки и обслуживания средства первичной и вторичной радиолокации. Однако, выявленные проблемы, связанные с угрозами несанкционированного воздействия на взаимодействие на участке борт-земля не позволяют использовать информацию от данной системы без дополнительных проверок на достоверность. Так, согласно документу ИКАО 9924 «Руководство по авиационному наблюдению» [1], для использования АЗН в режиме вещания (АЗН-В) наземными службами, необходима проверка информации, поступающей от воздушных судов (ВС) с помощью вторичной радиолокации (ВРЛ) или мультипозиционных систем наблюдения (МПСН). Данные проверки необходимы для реализации работы технологии АЗН-В по линии связи 1090ES. Несмотря на то, что существуют иные стандарты АЗН, такие как UAT и VDL-4, именно 1090ES был утвержден как единый стандарт для использования в воздушном пространстве (ВП) России [2]. В связи с этим на 39-ой сессии ассамблеи ИКАО, технической комиссией со стороны ГосНИИАС было высказано следующее: «исследования ... подтвердили необходимость обязательного использования данных вторичной

радиолокации или мультилатерации для верификации данных АЗН-В на базе ЛПД 1090 ES в системе УВД» и далее «в силу высоких затрат на ВРЛ и МПСН такое АЗН-В с экономической точки становится малоэффективным» [3]. Также встает вопрос об использовании АЗН-В рядом с государственными границами – для функционирования МПСН требуется разнесение приемных станций как минимум на 15-20 км, а учитывая необходимость, как минимум, в четырех станциях МПСН, решить такую задачу становится практически невозможным. Несмотря на выявленные проблемы, технология АЗН-В будет внедрена, однако не хотелось бы, чтобы перспективная на первый взгляд технология, на внедрение которой потрачены немалые средства, оказалась атавизмом из-за упомянутых проблем кибербезопасности и экономической эффективности.

Для решения задачи эффективного внедрения АЗН-В необходимо решить основную задачу по обеспечению киберзащищенности технологии. При решении данной задачи необходимо основываться на знаниях, которыми не обладает злоумышленник. В случае с МПСН этим знанием является время прихода сигнала на несколько приемных станций группы. Однако, при приеме сигнала только одной станцией данный признак уже не позволит сделать выводы об истинности сообщения. В то же время, если рассмотреть сообщения АЗН-В, как вектор, составленный из ряда признаков, данный вопрос решается. По структуре каждое сообщение АЗН-В 1090ES состоит из следующих полей: ИКАО-код ВС, номер рейса, координаты ВС, высота ВС, горизонтальная и вертикальная скорости полета ВС. Также, при приеме сообщений АЗН-В мы обладаем информацией об уровне принимаемого сигнала. Перечисленные признаки можно подделать, однако отсутствие у злоумышленника информации о том, с каким уровнем сигнал будет принят станцией приема из заданной точки ВП, позволяет создать эффективную методику противодействия атаке внедрения ложного сообщения. Данная задача решается классификационными методами машинного обучения, суть которых сводится к следующему: на основе большого массива промаркированных данных отнести каждое последующее сообщение к одному из двух классов: «ложь» либо «истина».

Всего рассматривалось 4 популярных метода машинного обучения – адаптивный бустинг, градиентный бустинг, метод К-ближайших соседей и наивный байесовский классификатор. Было выбрано несколько методов бустинга, поскольку согласно исследованиям, они являются более эффективными, чем методы бэггинга [4]. Для реализации задачи сбора информации на основе программно-определяемой радиосистемы (SDR) на базе чипов RTL2832U+R820T2 за период с 2020.11.05 по 2020.11.28 было собрано 20 млн. сообщений АЗН-В. На Рис. 1. представлены полярные диаграммы приема сигналов АЗН-В. По координатам полученных сообщений рассчитывался пеленг и дальность, для полученной точки на диаграмме рассчитывался усредненный уровень принимаемого сигнала (rssi). Из

полученных диаграмм видно, что «картина» приема при разном расположении приемного устройства отличается кардинально.

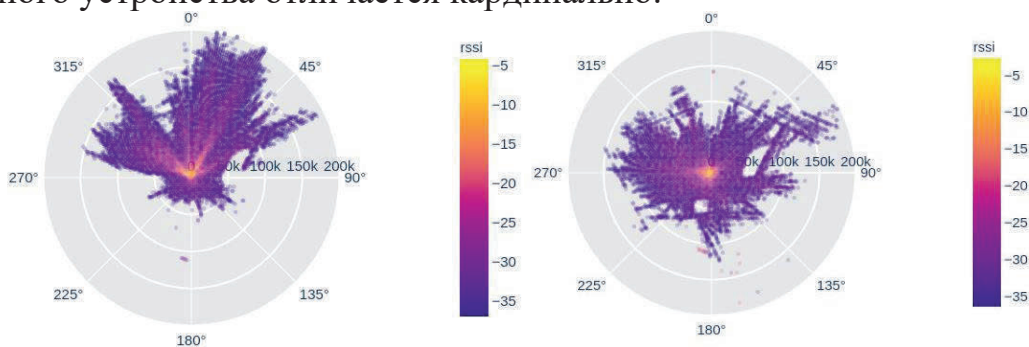


Рис. 1. Диаграммы приема сигналов. Слева – для приемной станции внутри помещения, справа – снаружи помещения

Затем, для реализации задачи обучения, производилось «подмешивание» ложных данных к истинным и их маркировка. Затем производилось обучение и настройка методов: обучающая выборка с промаркированными данными разбивалась на несколько частей, производился отбор полезных признаков (наиболее влияющих на классификацию), настраивались параметры обучения (глубина деревьев, количество итераций), финальная модель обучения оценивалась с использованием метрик Accuracy, precision, recall и AUC-ROC.

После этапа обучения, для оценки эффективности предлагаемых методов, на маркированных данных производилось моделирование атаки при условиях, приближенным к реальным – с низкой мощностью передатчика, недостаточной для влияния на службы АС УВД, производилась передача сгенерированных немаркированных данных в радиоэфир и их последующий прием. Атака производилась двух типов: генерация ложных данных исходя из модели движения ВС и полное повторение сигналов полученных с другой станции приема. Для упрощения, для реализации атаки второго типа сообщения «подмешивались» в конечную базу данных без их передачи в эфир. Результаты натурного эксперимента приведены в Таблице 1.

Табл. 1.

	Моделируемые параметры			Дублирование реальных данных		
	Ошибка I рода	Ошибка II рода	Точность	Ошибка I рода	Ошибка II рода	Точность
Метод К-ближайших соседей	4/856	9/17988	99.93	1636/1552 6	1449/183 46	91.65
Градиентный бустинг	3/857	8/17989	99.94	2557/1460 5	2780/170 15	85.56
Адаптивный бустинг	8/852	12/17985	99.89	3488/1367 4	3324/164 71	81.56
Наивный байесовский классификатор	858/2	1/17996	95.44	17133/29	0/19795	53.64

Таким образом, эффективность методов машинного обучения достигала 99.94% при моделировании параметров движения ВС и 91.65% при идентичном повторении сигналов с другого приемного устройства в идеальных условиях. Полученные результаты позволяют судить о возможности применения методов машинного обучения в задаче определения истинности сообщений АЗН-В.

Литература

1. ИКАО. Doc 9924, Руководство по авиационному наблюдению. — Монреаль, 2016
2. Протокол совещания по выполнению подпункта «а» пункта 1 Перечня поручений Президента Российской Федерации по вопросу повышения уровня безопасности полетов, 29.04.2016 № Пр-800. — Москва, 2016
3. ИКАО. Ассамблея, 39 сессия (A39-WP/2961). Наблюдение дистанционно пилотируемых воздушных судов и вопросы кибербезопасности. — Монреаль, 2016
4. K. Machova A comparison of the bagging and the boosting methods using the decision trees classifiers // Computer Science and Information Systems. — 2006. — Т. 3, No 2. — С. 57—72.

УДК 004.048

АРХИТЕКТУРНО-НЕЗАВИСИМЫЙ МЕТОД СИНТЕЗА АВТОМАТНЫХ СХЕМ

Д.С. Романова^{1,2}

¹*Красноярский ГАУ, (Красноярск, Россия)*

²*Сибирский федеральный университет, (Красноярск, Россия)*

Область гражданской авиации является одной из важных сфер нашей страны. Сегодня эта сфера бурно развивается, в том числе и постоянно внедряются наземные и бортовые системы навигационного радиотехнического оборудования, которые обеспечивают автоматизацию управления в авиации. Развитие данной сферы деятельности напрямую зависит от развития информационных технологий.

В сложных системах, проектируемых для нужд авиационной промышленности, используют радиоэлектронную аппаратуру (РЭА) специального назначения. К такой аппаратуре предъявляются довольно высокие требования по обеспечению устойчивости, потому что электронные модули специального назначения должны сохранять свою работоспособность или восстанавливать её в течении заданного отрезка времени [1].

Обеспечение высокой надёжности и стойкости к ДФ достигается за счёт применения комплекса мер на всех этапах проектирования и подготовки.

Однокристалльные системы, применяемые в конструировании микроконтроллеров, несомненно, играют большую роль в авиационной

радиоэлектронике, например, при проектировании бортового вычислительного комплекса.

И в связи с технологическим прогрессом, требования к проектированию таких схем постоянно возрастают. Сегодня читается более эффективным учитывать физические особенности схемы еще на начальных этапах ее проектирования, начиная с системного и логического уровня, чтобы избежать больших погрешностей при разработке.

При проектировании сложных систем на вентильном уровне традиционно используются системы булевых функций, которые задаются в виде таблиц истинности или таблиц решений, если функции не полностью определены. Применять такой способ эффективно только при решении небольших задач, и для автоматов с памятью этот способ не обладает достаточной наглядностью и может привести к различного рода трудностям в понимании программы [2].

В связи с постоянным усложнением проектируемых СБИС и ПЛИС, для получения наиболее эффективных схем требуется осуществлять разработку программ с учетом их параллельной реализации.

Также, к основным проблемам проектирования схем относится отсутствие архитектурно-независимых инструментальных средств проектирования интегральных схем на логическом уровне и зачастую эти схемы проектируются под конкретную архитектуру.

Проведенные исследования и анализ существующих проблем и их решений [3–5] при проектировании параллельных систем позволил предложить метод архитектурно независимого высокоуровневого синтеза комбинационных и автоматных схем в качестве лучшей альтернативы существующих решений.

В разрабатываемом методе задача повышения эффективности разработки комбинационных и автоматных схем решается путем применения архитектурно-независимого подхода к изначальному описанию. Изначальное представление схемы в данном случае конструируется на функционально-поточковом языке параллельного программирования ПИФАГОР [6], что позволяет строить параллельные решения логических схем.

В основу данного языка положена стратегия управления вычислениями по готовности данных и независимость от ресурсных ограничений. Особенность языка – представление программы в виде информационного графа, что свидетельствует об архитектурной независимости за счет описания только информационных связей [7].

Разработанная несколькими способами программа на Пифагоре далее прогоняется через соответствующий компилятор, где на выходе формируется реверсивный информационный граф (РИГ). На основе РИГа уже можно строить логическую схему созданного решения и сравнивать его с уже существующими решениями, созданными на других языках.

После выбора наиболее эффективного решения, с помощью разрабатываемого компилятора РИГ преобразуется в соответствующее решение на языке VHDL.

Финальным этапом разработки определенной логической схемы является ее прошивка на ПЛИС.

Использование архитектурно-независимого описания алгоритмов и параллелизма на уровне операций, а также потоковая модель параллельных вычислений на уровне языка позволяют перейти на качественно новый уровень в организации процесса проектирования СБИС.

Разрабатываемый архитектурно-независимый метод синтеза интегральных схем призван не только повысить быстродействие аппаратуры, но и дать возможность пользователю выбирать тот или иной метод описания схем для решения конкретной проектной задачи.

На основе данного метода планируется разработать компилятор в дальнейшем на основе разработанного метода логического синтеза описания интегральных схем из промежуточного представления ФПП программы в ее представление на языке VHDL планируется реализовать инструментальные средства для поддержки технологии высокоуровневого синтеза.

Литература

1. Непомнящий О.В., Вейсов Е.А., Мамбеталиев Н.А., Правитель А.С. Однокристалльные вычислители с динамической реконфигурацией в цифровых контурах управления малых космических аппаратов. Материалы XX Юбилейной междунар. науч.-практ. конф., посвящ. памяти генерального конструктора ракетно-космических систем академика М. Ф. Решетнева (09–12 нояб. 2016, г. Красноярск) : Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. – Красноярск, 2016. – Ч. 1. – 345–347 с.

2. Шалыто А. А. Парадигма автоматного программирования. Научно-технический вестник Информационных технологий, механики и оптики, №8, том 08, 2008.

3. И. А. Каляев, А. И. Дордопуло, И. И. Левин, В. А. Гудков, А. А. Гуленок Технология программирования вычислительных систем гибридного типа// Вычислительные технологии, 2016. - Т. 21, № 3. - С. 33-44.

4. Шалыто А.А. Логическое управление. Методы аппаратной и программной реализации. СПб.: Наука, 2000., 780 с.

5. Мультиплексорный метод реализации булевых функций схемами из произвольных логических элементов в "Известия РАН. Теория и системы управления", Раздел "Искусственный интеллект", 2003ю – №1. – с. 105–109.

6. Легалов А.И. Функциональный язык для создания архитектурнонезависимых параллельных программ. // Вычислительные технологии, № 1 (10) – 2005 - С. 71-89.

7. Легалов А.И., Матковский И.В., Ушакова М.С., Романова Д.С. Динамически изменяющийся параллелизм с асинхронно-последовательными потоками данных. Моделирование и анализ информационных систем. 2020. – 27(2). – 164-179.

ВИДЫ ПОРОЖДАЮЩИХ ПРОЦЕДУР СВЯЗНОГО МНОЖЕСТВА ЦИФРОВЫХ ДАННЫХ

*А.И. Терентьев к.т.н., доцент, кафедра ВМКСС
Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

Создание связного и упорядоченного множества цифровых данных, обеспечивающего сохранение предыстории и хронологического порядка формирования (добавления) его элементов, является доминирующей идеей ряда современных технологий, к числу которых относится широко известная технология блокчейн. При этом единой системы терминов и единого аппарата описания и исследования указанных технологий в настоящее время не разработано [4, 6, 8, 10, 14]. В связи с этим предлагается использовать для этих целей аппарат дискретной математики [1–3, 5, 7, 9, 12].

Цифровые данные могут быть представлены как элементы некоторого множества M , которое может быть задано посредством перечисления всех его элементов: $M = \{m_1, m_2, \dots, m_k\}$, или посредством указания порождающей процедуры (алгоритма) или свойства P , на основании которого они принадлежат этому множеству: $M = \{m/P(m)\}$. Элементами такого множества могут являться множества, а также гибридные и иные сложно структурированные объекты, включающие, в том числе, информационную и служебную составляющие.

Множество M будем считать связным, если на нем установлено бинарное или иное отношение R , обладающее свойством связности. Соответственно данные, которые представляются элементами такого множества, будут являться связанными между собой. На связном множестве M может быть установлено отношение порядка, что единственным образом обеспечит нумерацию его элементов. Например, если множество M рассматривать как рекуррентную последовательность, то для любой пары ее элементов будет выполняться отношение строго порядка $m_i R m_j$, а для каждой пары соседних элементов (m_{i-1}, m_i) или (m_i, m_{i+1}) будет выполняться отношение доминирования $m_{i-1} R m_i$ и $m_i R m_{i+1}$.

Порождающая процедура, посредством которой устанавливается взаимосвязь между элементами множества M и обеспечивается его связность, может быть, в зависимости от решаемой практической задачи, любой природы, в том числе:

- математической;
- криптографической;
- семантической;
- комбинированной и иной.

В частности, порождающая процедура, используемая в технологии блокчейн, является криптографической, поскольку основана на каскадном

(древовидном) хешировании, посредством которого осуществляется связь блоков данных, входящих в формируемую рекуррентную последовательность (цепь). Такую последовательность (цепь) можно рассматривать как линейно упорядоченное связное одномерное множество M , состоящее из элементов, которыми являются блоки цифровых данных заданной длины. Вместе с тем, проведенные автором исследования показывают, что иные способы обеспечения связности и упорядоченности множества цифровых данных представляют дополнительные возможности по обеспечению повышенной устойчивости такого множества к модификации, в том числе изменению хронологического порядка и целостности его элементов. В частности, предлагается использовать порождающие процедуры, основанные на кодировании блоков цифровых данных посредством корректирующего (помехоустойчивого) кода. При этом, лучшие, по мнению автора, результаты могут быть достигнуты при использовании для этих целей не двоичных, а числовых корректирующих кодов.

Если средством обработки цифровых данных является электронное техническое устройство (электронная вычислительная машина), то элементы корректирующего числового кода должны иметь вид конечных десятичных дробей. В связи с этим в качестве конкретных кодов для задания порождающих процедур упорядоченных связных множеств предлагается использовать равномерные разделимые систематические числовые линейные блоковые корректирующие коды (ЧЛБ-коды) над кольцом D конечных десятичных дробей [11, 13].

Суть идеи заключается в том, что элементами кодовых комбинаций ЧЛБ (n, k) -кода (где: n – длина кодовой комбинации; k – количество информационных чисел; r – количество проверочных чисел; проверочные числа являются заданными линейными функциями от информационных чисел; $n = k + r$) должны являться (также как и в случае использования в блокчейн криптографической порождающей процедуры) блоки цифровых данных заданной длины, а не составляющие их отдельные наборы цифровых данных. При этом следует отметить, что это не исключает, при необходимости, внутреннее кодирование корректирующим кодом самих цифровых данных, входящих в блок. Характеристики ЧЛБ (n, k) -кода, используемого в качестве основы для конкретной порождающей процедуры, в том числе количество информационных и проверочных элементов его кодовых комбинаций, определяют число блоков множества M , подлежащих кодированию в конкретный момент времени. При этом последним, т.е. k -тым информационным элементом формируемой кодовой комбинации будет являться текущий (последний закрываемый) блок, добавляемый в множество M . В этот блок также может включаться последовательность полученных проверочных элементов (чисел) r . Кроме этого, в зависимости от решаемой практической задачи, последовательность проверочных элементов (чисел) r может оформляться в собственный служебный блок, который может добавляться как равноправный отдельный блок к единой последовательности

информационных и служебных блоков или включаться в отдельно формируемую самостоятельную служебную последовательность проверочных блоков (элементов). При формировании и добавлении в следующий момент времени к множеству M нового элемента, нумерация информационных элементов в кодовой комбинации ЧЛБ (n, k) -кода сдвигается в сторону нового блока цифровых данных, который на текущем этапе будет являться k -тым информационным элементом.

Предлагаема порождающая процедура на основе ЧЛБ-кода относится, по предложенной выше простейшей классификации, к виду математических порождающих процедур. Использование таких процедур и свойств числовых корректирующих кодов представляется, по мнению автора, перспективным при построении связанных упорядоченных множеств цифровых данных, имеющих высокую степень устойчивости к умышленной и случайной модификации. Дополнительный синергетический эффект может иметь место также при одновременном применении предложенной технологии и технологий, основанных на методах криптографии (хеширования). В этом случае порождающая процедура, сочетающая в себе несколько различных методов, будет относиться к виду комбинированных процедур.

Литература

1. Андерсон, Джеймс А. Дискретная математика и комбинаторика: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2003. – 960 с.: ил. – Парал. тит. англ.
2. Б.Л. ван дер Варден. Алгебра: Пер. с нем. -М.: Наука, 1979. -624 с.: ил.
3. Бронштейн И.Н., Семендяев К.А. Справочник по математике для инженеров и учащихся втузов. – 13-е изд., исправленное. – М.: Наука, Гл. ред. физ-мат. лит., 1986. – 544 с.
4. Генкин А. Блокчейн: Как это работает и что ждет нас завтра / Артем Генкин, Алексей Михеев. – М.: Альпина Паблишер, 2018. – 592 с.
5. Горбатов В.А. Фундаментальные основы дискретной математики. Информационная математика. – М.: Наука. Физматлит, 1999. – 544 с.
6. Дрешер Д. Основы блокчейна: вводный курс для начинающих в 25 небольших главах / пер. с англ. А.В. Снастина. – М.: ДМК Пресс, 2018. – 312 с.: ил.
7. Кузнецов О.П., Адельсон-Вельский Г.М. Дискретная математика для инженера. -2-е изд., перераб. и доп. -М.: Энергоатомиздат, 1988. -480 с.: ил.
8. Лебедь М.Я. Криптовалюта, блокчейн, биткоин (С точки зрения отечественного IT-опыта). – М.: Издательство ИТРК, 2018. – 60 с.
9. Романовский И.В. Дискретный анализ. Учебное пособие для студентов, специализирующихся по прикладной математике и информатике. – 3-е изд., перераб. и доп. – СПб.: Невский диалект; БХВ-Петербург, 2003. – 320 с.: ил.
10. Тапскотт, Дон. Технология блокчейн: то, что движет финансовой революцией сегодня / Дон Тапскотт, Алекс Тапскотт; [пер. с англ. К. Шашковой, Е. Ряхиной]. – Москва: Эксмо, 2018. – 448 с. – (Top Economics Awards).

11. Терентьев А.И. Элементы теории и практики числовых линейных блоковых корректирующих кодов. – М.: Альтекс, 2000. – 204 с.: ил.

12. Тюрин С.Ф. Дискретная математика: Практическая дискретная математика и математическая логика: учеб. пособие / С.Ф. Тюрин, Ю.А. Аляев. – М.: Финансы и статистика, 2012. – 384 с.: ил.

13. Хохлов Г.И. Числовые линейные блоковые корректирующие коды. /Электронная техника. сер.10. Микроэлектронные устройства. 1991, вып.2.

14. Шваб, Клаус. Технологии Четвертой промышленной революции: [перевод с английского] / Клаус Шваб, Николас Дэвис. – Москва: Эксмо, 2018. – 320 с.: ил. – (Top Business Awards).

УДК 004.048

ОТДЕЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ РЕАЛИЗАЦИИ НАЦИОНАЛЬНОЙ ЦИФРОВОЙ ВАЛЮТЫ

*А.И. Терентьев к.т.н., доцент, кафедра ВМКСС
Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

Официально эмитируемая государством национальная цифровая валюта должна выполнять все функции, присущие обычным наличным и безналичным (электронным) деньгам, являясь средством обращения (платежа), меры стоимости и средства сбережения. Соответственно все формы национальной валюты должны быть равноценны и взаимобратимы [6, 7]. Такая цифровая валюта, в отличие от Биткойна [8] и других анархичных (частных, общественных, инициативных, анонимных, корпоративных и т.п.) цифровых валют [1–4], не может существовать без участия соответствующих финансовых институтов, действующих под общим регулированием национального компетентного учреждения, обеспечивающего в том числе функционирование специализированной платежной системы, имеющей возможность интеграции с другими национальными и зарубежными платежными системами (платформами) и осуществляющей проведение достоверных, своевременных и конфиденциальных транзакций, не исключая при этом сторнирования и других операций, необходимых при финансовом (бухгалтерском) учете.

Цели, задачи и функционал официальных национальных цифровых валют во многом принципиально расходятся с целями, задачами и функционалом анархичных цифровых валют, реализованных на технологии блокчейн. В частности, при обращении национальных цифровых валют недопустимо открыто публиковать транзакции ее владельцев, что обусловлено требованиями в области банковской тайны и присущей ей конфиденциальности с необходимым разделением ролей и доступа всех участников платежей. Кроме этого, анархичные цифровые валюты основаны

на консенсусе одноранговой (пиринговой) сети, состоящей, как правило, из анонимных участников (узлов), которых для поддержания работоспособности системы и условной рыночной стоимости обращающихся в ней активов должно быть как можно больше. Соответственно, хронологический порядок транзакций подтверждается общей вычислительной мощностью таких участников (узлов). Считается, что система находится в безопасности пока под совокупным контролем ее честных участников находится больше вычислительной мощности, чем под контролем группы действующих совместно злоумышленников [8].

В связи с этим, подобные системы цифровых валют неоправданно ресурсно-энергозатратные, не стабильные, низко производительные и неприемлемо медлительные. Они не допускают также работы в офлайн-режиме, т.е. в период отсутствия мобильной связи или Интернета.

В основополагающем документе о криптовалюте Биткойн [8] электронная (цифровая) монета определена как последовательность цифровых подписей. Текущий владелец отправляет монету следующему владельцу, подписывая своим ключом хэш-значение предыдущей транзакции и публичный ключ будущего владельца. Эта информация присоединяется к монете. Получатель может проверить каждую подпись, чтобы подтвердить корректность всей цепочки владельцев. При этом цифровая монета может иметь любой номинал, выражающийся в пропорциях от одного биткоина. Вследствие проводимых транзакций, предусматривающих в том числе установленную комиссию за обслуживание, в электронном кошельке владельца формируется общая сумма такой криптовалюты.

Механизмы технической реализации национальной цифровой валюты и обеспечения комплексной безопасности ее обращения, в том числе целостности, доступности и конфиденциальности, являются в настоящее время предметом научных дискуссий и могут быть основаны на децентрализованной (распределенной), централизованной или гибридной схемах (технологиях) [6]. Вместе с тем, при любой из указанных реализаций автором предлагается использовать при построении национальной цифровой валюты купюрный подход, при котором в обороте должны находиться цифровые «денежные знаки» различного достоинства (номинала), подобно системе наличного денежного обращения. Это позволит получить ряд преимуществ, в том числе связанных с сокращением объема проводимых транзакций и обеспечением информационной безопасности платежной системы и ее участников.

Цифровые купюры (купюры цифровые – КЦ), кроме установленного номинала должны иметь свой уникальный номер и другие специализированные признаки (метки, атрибуты), которые отражаются в сформированном по специальному методу уникальном цифровом коде, задающем каждую купюру. Купюры цифровые также могут быть именными (персонализированными) или обезличенными.

При формировании уникального цифрового кода купюры цифровой, имеющего информационную и служебную части, предлагается использовать методы кодирования числовым корректирующим кодом над кольцом конечных десятичных дробей. Это создает дополнительные возможности, обусловленные свойствами таких кодов, одним из которых является то, что любая суперпозиция кодовых комбинаций, также будет являться комбинацией кода.

Литература

1. Генкин А. Блокчейн: Как это работает и что ждет нас завтра / Артем Генкин, Алексей Михеев. – М.: Альпина Паблишер, 2018. – 592 с.
2. Дрешер Д. Основы блокчейна: вводный курс для начинающих в 25 небольших главах / пер. с англ. А.В. Снастина. – М.: ДМК Пресс, 2018. – 312 с.: ил.
3. Лебедь М.Я. Криптовалюта, блокчейн, биткоин (С точки зрения отечественного IT-опыта). – М.: Издательство ИТРК, 2018. – 60 с.
4. Тапскотт, Дон. Технология блокчейн: то, что движет финансовой революцией сегодня / Дон Тапскотт, Алекс Тапскотт; [пер. с англ. К. Шашковой, Е. Ряхиной]. – Москва: Эксмо, 2018. – 448 с. – (Top Economics Awards).
5. Терентьев А.И. Элементы теории и практики числовых линейных блоковых корректирующих кодов. – М.: Альтекс, 2000. – 204 с.: ил.
6. Цифровой рубль. Доклад для общественных консультаций. – М.: Центральный банк Российской Федерации, 2020. – 47 с.: ил.
7. Эволюция денег: денежное обращение в эпоху изменений / Владимир Юровицкий. – М.: ГроссМедиа, 2004. – 496 с.
8. https://bitcoin.org/files/bitcoin-paper/bitcoin_ru.pdf – Основополагающий документ о криптовалюте Биткойн. Биткойн: система цифровой пиринговой наличности. 8. Сатоши Накамото, satoshin@gmx.com, www.bitcoin.org. Переведено на русский по bitcoin.org/bitcoin.pdf. Перевод: [arvicco](http://arvicco.com), [grich](http://grich.com) – www.bitnovosti.com. Редакция: [Nikolaev](http://Nikolaev.com), [Ivan](http://Ivan.com) – www.ivan-nikolaev.com.

УДК 004.048

ЦИФРОВИЗАЦИЯ АВИАЦИОННОГО ПРОИЗВОДСТВА НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЙ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

*А.В. Рыбьяков главный специалист отдела организационного развития
Филиал ПАО «Корпорация ИРКУТ» «Региональные самолеты»
(Москва, Россия)*

В настоящий момент российские авиапредприятия нуждаются в глубоком пересмотре производственной модели, пересмотре распределения

функций и компетенций, в том числе и территориальном перераспределении функционала. Данные мероприятия позволят осуществить ряд приоритетных задач, как для предприятий (снижение расходов), так и для общества (повышение занятости населения в наиболее экономически не защищенных субъектах). Одним из путей решения вышеописанных проблем является цифровизация процессов в предприятиях.

Исторически на территории Российской Федерации флагманом цифровизации авиационных предприятий стали авиакомпании, вынужденные действовать на глобальном рынке и участвовать в мировой торговле на равных с крупнейшими корпорациями мира, искать пути снижения затрат и ускорения производственных процессов. Вслед за авиакомпаниями ускорение цифровизации затронуло аэропорты, вынужденные перестраивать свои процессы, в соответствии с требованиями авиакомпаний-лидеров мирового рынка.

В меньшей степени ускорение цифровизации затронуло производителей авиационной и аэропортовой техники. Работающие в среде с низкой конкуренцией – производители ориентируются на уже имеющийся опыт прошлых лет, работу с физическими моделями и работу с физическими носителями. Характерным показателем отставания темпов цифровизации авиационного производства на территории современной Российской Федерации может являться пример Sukhoi Superjet 100, ставшего первым самолетом в истории России, сконструированным на компьютерах, разработка SSJ-100 стартовала в 2000 году. Для сравнения: первым самолетом в мировом гражданском самолетостроении, полностью сконструированным в цифровом пространстве стал Boeing-777, проект которого был представлен еще в 1988 году [1]. Таким образом, отставание отечественного авиапроизводства в переходе с бумажных носителей на цифровые составляет не менее 12 лет.

Кратко рассмотрим что может дать цифровизация авиационного производства для современного авиастроения:

- Ускорение проработки проекта
- Создание проекта с возможностью быстрого внесения изменений
- Оперативное взаимодействие с сертифицирующими органами
- Оперативное изменение конструкторской документации
- Мгновенное извещение производственных площадок о внесении изменений в конструкторскую документацию
- Оперативное взаимодействие с поставщиками
- Оперативное взаимодействие с эксплуатирующими организациями
- Оперативное взаимодействие с техническими центрами
- Оперативное взаимодействие с обучающими организациями
- Снижение стоимости разработки и сертификации авиационной техники

Таким образом, проведя цифровизацию производственной деятельности авиапредприятия смогут обеспечить основные факторы роста в современном мире рыночных отношений:

Повышение клиентоориентированности

Повышение качества

Сокращение времени на проектирование

Обеспечив эти факторы, современное авиационное производство сможет повысить свою конкурентоспособность на международном рынке.

Литература

1. Philip Birtles. Boeing 777: Jetliner for a New Century. 1997. 16 с.

УДК 004.048

ЦИФРОВИЗАЦИЯ НА ВОЗДУШНОМ ТРАНСПОРТЕ

*И.Ш. Шарафеев д.т.н., профессор кафедры «Прочность конструкций»
КНИТУ – КАИ им. А.Н. Туполева (Казань, Россия)*

Общие положения. По мнению [1], авиация – одна из отраслей, в которой цифровизация бизнес-процессов идёт наиболее активно. И что особенно важно – Российская гражданская авиация в отличие от других отраслей отечественной экономики не отстаёт от зарубежных конкурентов по уровню внедрения цифровизации в бизнес-процессы.

Одной из причин активности этого направления является принятая национальная программа «Цифровая экономика РФ», одним из приоритетов которой является – развитие цифровых технологий.

В свете основных положений этой национальной программы, цифровизация на авиалиниях – это новое веяние цифровой экономики, реализующей технологии, способствующие повышению эффективности воздушного транспорта в целом и сервисного обслуживания авиапассажиров, в частности.

Сервисное обслуживание пассажиров на авиалиниях. Для полномасштабного развёртывания этих технологий необходимы материально-техническое (МТО) и программно-методическое обеспечения (ПМО). Эти средства обеспечения (МТО и ПМО) должны способствовать качественному взаимодействию служб авиапредприятий и пассажирского потока по каждому авиарейсу.

Целевыми ориентирами использования этих технологий, являются:
улучшение сервисного обслуживания авиапассажиров (СОА), способствующее привлекательности и приоритетности при выборе ими транспортных средств передвижения;

повышение эффективности организации и обслуживания воздушного движения (ООВД), способствующие снижению себестоимости авиарейса посредством повышения коэффициента среднесуточного использования ЛА;

Материально-техническое обеспечение. Снабжение МТО следует рассматривать для следующих групп участников авиасервиса:

1. Специалисты, осуществляющие управление воздушным движением – диспетчеры управления воздушным движением;
2. Сотрудники по обеспечению полётов – полётные диспетчеры;
3. Сотрудники служб авиационной безопасности (САБ);
4. Кабинный экипаж (бортпроводники, бортоператоры);
5. Лётный состав (пилот, штурман, бортрадист, бортинженер);
6. Пассажиры.

Первые пять групп Пользователей имеют возможность быть оснащёнными планшетными компьютерами (бортовыми планшетами), шестая группа – мобильными телефонами, что вполне позволяет организовать их эффективное взаимодействие.

Программно-методическое обеспечение. ПМО должно быть построено на принципах сквозной интеграции, например, как показано на рис. 1.



Рис. 1. Сквозная интеграция стадий авиарейса

Сервисное обслуживание пассажиров начинается с приобретения билетов. В этот момент времени создаётся многопользовательский Чат, в котором регистрируются два Пользователя: сотрудники службы авиационной безопасности (САБ) и пассажир.

До назначенного срока вылета между САБ и пассажиром может осуществляться (при необходимости) прямая связь, для уточнения отдельных деталей, касающихся авиарейса. На этом промежутке времени к многопользовательскому Чату подключаются специалисты, осуществляющие управление воздушным движением – диспетчеры управления воздушным

движением, которые уточняют количество пассажиров на данном авиарейсе и другие персональные данные (например: вес, возраст).

На следующей стадии обслуживания пассажиров – регистрации авиарейса – выполняется очередное дополнение многопользовательского Чата. К нему подключаются сотрудники по обеспечению полётов – полётные диспетчеры; кабинный экипаж; лётный состав. Во время полёта, благодаря средствам коммуникации (бортовым планшетами, мобильным средствам связи), участники полёта могут наблюдать за происходящим в салоне самолёта и за его бортом. Все нештатные ситуации записываются на бортовые планшеты. После приземления составляется отчёт, который записывается в базу данных.

Цифровые технологии в авиации. Использование цифровых технологий в авиации можно рассматривать по трём составляющим: производство (проектирование и, собственно производство); эксплуатация и обслуживание, как показано на рис. 2.

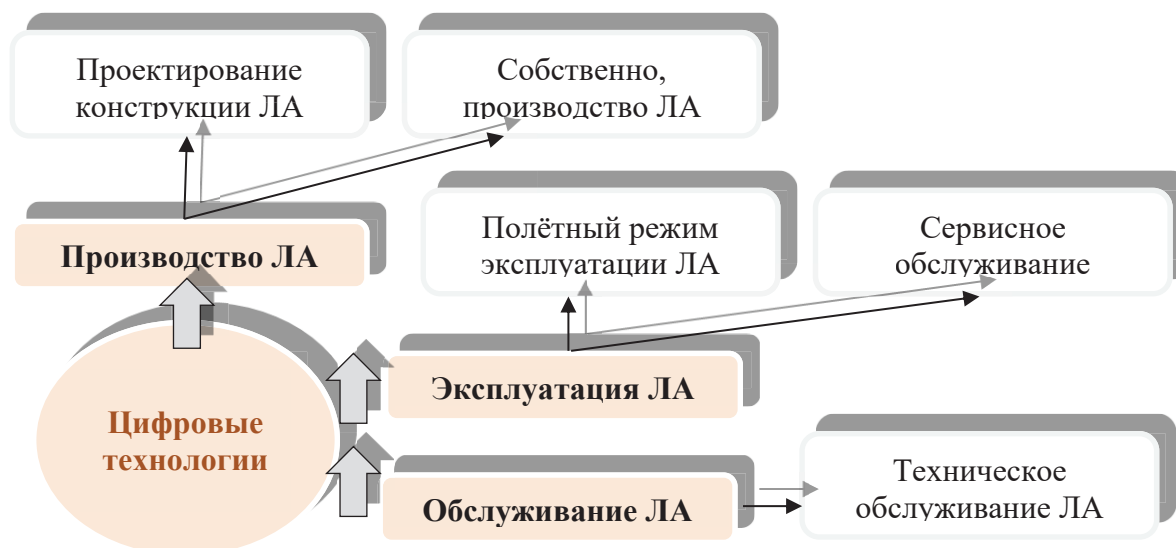


Рис. 2. Типовые группы цифровых технологий

Цифровые технологии проектирования летательных аппаратов. Началом отсчёта их применения можно считать 60-е годы прошлого столетия, когда появились ЭВМ серии «Минск-22». На базе электронно-вычислительных машин этого поколения на предприятиях отрасли началась разработка автоматизированной системы технического нормирования труда АСТН – разработки Казанского филиала НИИТ, которая, в последствии, как САПР НТ «NORMA», стала отраслевой системой на авиационных предприятиях. Затем стали появляться различные системы САПР ТП, АСУ ТП, АСУП, CAD/CAM/CAE, PLM.

Цифровые технологии эксплуатации летательных аппаратов. Наиболее яркими примерами этой категории технологий можно назвать – режим «Автопилот» и управление беспилотными летательными аппаратами (БЛА).

Цифровые технологии обслуживания летательных аппаратов. В этой категории цифровых технологий используются различные базы данных (БД), основное назначение которых – создание информационной базы о состоянии летательного аппарата.

Таким образом, в статье были рассмотрены отдельные векторы развития цифровизации на воздушном транспорте: при проектировании, эксплуатации и обслуживании ЛА; при сервисном обслуживании авиапассажиров.

Литература

1. Воздушный транспорт. Инновации Татарстан. Полёт в цифровом режиме. Электронный ресурс: Полет в цифровом режиме | Инновации на РБК+ Татарстан (rbc.ru) (16.03.2021)

УДК 004.048

ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КАК ЭЛЕМЕНТ КОНЦЕПЦИИ GeSI

*Н.И. Романчева к.т.н., доцент, кафедра ВМКСС
Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

В современной жизни общества использование цифровых технологий позволяет автоматизировать, оказывая положительный эффект на достижение целей, повысить эффективность управления производственных процессов. С другой стороны, цифровые технологии, могут способствовать дальнейшему увеличению разрыва при решении современных задач аналитики и оптимизации. Современным предприятиям и организациям уже недостаточно видеть, что происходит, важно мгновенное реагирование на возникающие изменения. Основную роль в определении их конкурентоспособности и устойчивости цифрового развития играют такие факторы, как качество соединения, эффективное использование инновационных технологий и укрепление доверия к ним, а также наличие ответственных учреждений и надежная политика управления данными.

Процесс цифровизации требует от организаций применения прорывных технологий, трансформирующих процессы. Внедрение цифровых технологий, позволяют визуализировать не только операционные процессы различных систем предприятия, но и сервисы, базирующиеся на Интернет-вещей (Internet of Things), анализе больших данных, распознавании биометрических данных, технологии распознавания лиц в интеллектуальной системе видеонаблюдения.

Современные сети и информационные, состоят из разнородных компонент, и представляют собой сложную систему. Сегодня назрела задача формирования механизма практического использования цифровых технологий согласно результатам построения концепции GeSI.

Концепция GeSI предоставляет открытость информирования общественности о действиях, направленных на улучшение их устойчивости,

обеспечивает заданные параметры безопасности при выборе той или иной технологии. В Стратегии развития [1] содержатся определения различных современных информационных технологий, в том числе с применением технологий искусственного интеллекта (ИИ). Для нормативно-технического регулирования различных аспектов прикладного использования технологии ИИ в июле 2019 года в России был создан технический комитет 164 «Искусственный интеллект» (ТК164), подготовивший ряд стандартов в области ИИ, два из которых утверждены. В качестве ключевых факторов, которые вносят корректирующие действия в динамику и изменения, в том числе в производственных процессах, в 2020 году рассматривались два ключевых показателя: «Цифровое развитие» (Цр) и «Цифровое доверие» (Цд) используемых технологий.

На протяжении жизненного цикла сложной системы возникает вопрос о способности сохранять свойства, которыми обладают ее компоненты. Имеет место быть задача обеспечения гомостаза производственных процессов. Гомостаз достигается выравниванием показателей цифрового доверия внедряемой технологии и уровня цифрового развития. Вероятность достижения баланса в или иной ситуации предполагаем, будет зависеть, в том числе, от предпочтения каждого из руководителей организации, и обеспечивается сегодня автоматически.

В литературе [2] композиционностью (compositionality) называется свойство системы сохранять специфические свойства своих компонент. По результатам исследования 2020 года [3], экономики стран Восточной Европы продемонстрировали самые высокие результаты, чему во многом способствовало упрощение доступа к веб-ресурсам и модернизация инфраструктуры для проведения цифровых транзакций в период пандемии. Для решения поставленной задачи можно использовать теорию игр [4], где не требуется полной рациональности объектов взаимодействия, и не предполагается существование единственности и оптимальности во взаимодействиях.

На каждом этапе жизненного цикла сложной системы эволюционно-стабильной системой становится та, в которой никакая цифровая технология, используемая на данном этапе, не вытесняет механизм естественного отбора. При попадании в ситуацию неоднозначного состояния, объекты и их взаимодействие усложняются. В этом случае можно использовать стратегию повторяющихся игр. Для увеличения точек равновесия возможно изменение инфраструктуры, как следствие воздействия цифровой технологии, что является признаком достижения композиционности.

Литература

1. Стратегия развития информационного общества в Российской Федерации на 2017-2030, утверждена Указом Президента РФ от 09.05.2017 №203. URL: <http://kremlin.ru/acts/bank/41919> (дата обращения - 27.06.2020)

2. А.С. Косачев, В.Н. Пономаренко Анализ подходов к верификации функций безопасности и мобильности.-М.: Триумф, 2004. 101 с.

3. Материалы 12-го международного Плас-форума // Электронный ресурс URL: <https://plusworld.ru/daily/digital-banking/issledovateli-vyuasnilifactory-ustojchivosti-tsifrovoj-ekonomiki/> (дата обращения 19 марта 2021 г.)

4. Maynard J. Smith. Evolution and the Theory of Games. Cambridge: Cambridge University Press. 1982. P.10

УДК 004.048

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА В ЗАДАЧАХ ЦИФРОВИЗАЦИИ ГА

Л.А. Надейкина к.ф.-м.н., доц., доц. каф. ВМКСС,

Н.И. Черкасова к.ф.-м.н., доц., доц. каф. ВМКСС

*Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

Усиление глобализации и цифровизации в ГА, а также широкое использование технологий анализа больших данных коренным образом изменяют организацию управления воздушным движением и наземными процессами воздушного транспорта. Внедрение цифровых технологий позволяет повысить эффективность деятельности аэропорта, увеличить скорость обслуживания пассажиров, а также повысить пропускную способность и обеспечить безопасность работы. Аэропорт – это целая экосистема, в которой на первое место выходит работа с данными. Лидирующие авиакомпании мира внедряют новые технологии для точного определения местоположение самолетов, пассажиров и багажа, ускорения наземных предполетных мероприятий, автоматизации и улучшения обслуживания. Так, например, Международная ассоциация воздушного транспорта (IATA) и Международный совет аэропортов (ACI) предложили идею трансформации бизнес-процессов на основе цифровизации NEXTT (New Experience in Travel and Technologies). Это цифровые технологии отслеживания и идентификации багажа, автоматизация и робототехника, которые повышают надежность, безопасность, и качество обслуживания клиентов.

В связи с ростом пассажиропотока, и, соответственно, потока воздушных судов возникают новые требования к организации воздушного пространства. Традиционные радарные комплексы и системы управления воздушными потоками уже не соответствуют современным требованиям безопасности полетов и перестают быть эффективными. Технология управления воздушным движением ADS-B (Automatic Dependent Surveillance-Broadcast) – это технология наблюдения, в которой воздушное судно определяет свое местоположение с помощью спутниковой навигации и периодически передает данные о полёте (координаты воздушного судна, высоту, скорость и т. д.) в наземные центры для диспетчеров и другим

воздушным суднам, позволяя отслеживать его местонахождение. Поскольку ADS-B может эффективно работать и на очень малых высотах, эта технология также используется для мониторинга движения на взлетно-посадочных полосах аэропорта. Более того, технология ADS-B работает даже там, где радар бессилен – в труднодоступных, например, горных районах. При ее повсеместном использовании возможно достигнуть положительных результатов в безопасности, гибкости и эффективности управления воздушным движением, уменьшить интервалы продольного эшелонирования между самолетами и многое другое [1]. Еще одним основным направлением цифрового развития являются биометрические технологии. Значительное число авиаперевозчиков уже расширили внедрение биометрических технологий и планируют удвоить инвестиции в разработку биометрических решений для самостоятельного путешествия пассажиров уже к 2023 году.

Это лишь некоторые задачи, решаемые в настоящее время в гражданской авиации с помощью средств вычислительной техники. Все эти технологии напрямую связаны с обработкой больших объемов информации, причем в режиме реального времени. Поэтому в таких расчетах очень актуальным показателем является время получения результата, и, которое чрезвычайно важно минимизировать. Вычислительные комплексы суперкомпьютеров, конечно, справятся с задачей минимизации времени. Однако такое решение приемлемо только для больших организаций, специализирующихся на проведении больших расчетов. Другой методикой является использование «облачных вычислений». Но тогда и программный код, и результаты вычислений передаются посторонней компании – сервису «облачных вычислений», что, как правило, не всегда допустимо в авиации. Нередко вычисления, связанные с обработкой полетных данных, нужно проводить непосредственно на бортовом компьютере. Рассмотрим еще два решения, которые также позволяют существенно сократить время вычислительного процесса при обработке больших данных:

- использование технологий современных многоядерных процессоров;
- использование графических карт или ускорителей на кристаллах FPGA.

Эти способы не требуют дополнительных затрат, но могут быть очень эффективными в минимизации затрат времени на вычислительный процесс. В технологиях машинного обучения, в задачах обработки фотографической информации данные приводятся в векторный формат. Векторы могут содержать до миллиона компонент, причем компонентами векторов являются вещественные числа, хранимые, как минимум с двойной точностью. Для работы с такими структурами необходимо оптимизировать программный код. В литературных источниках и в Интернете можно найти некоторые оценки эффективности этих методов. В табл. 1 представлены методы оптимизации программного кода.

Табл. 1. Способы оптимизации кода

	Название	Описание способа
1	CPU	Многопоточные вычисления на ЦП с ручным разделением на потоки
2	CPU_OpenMP	Многопоточные вычисления на ЦП с автоматическим разделением на потоки
3	CPU_OpenCL	Многоядерные вычисления на ядрах ЦП
4	GPU	Вычисления на графическом ускорителе (GPU)

Многопоточные вычисления с ручным или автоматическим разделением на потоки происходят в рамках одного процесса и очень сильно зависят от количества потоков. И мало потоков - плохо и много – тоже плохо. Надо для каждого случая находить оптимальное количество потоков. Как правило, первые два метода не дают большого выигрыша в скорости вычислений. Остановимся на третьем и четвертом способах, которые используют для написания компьютерных программ, связанных с параллельными вычислениями, доступные вычислительные устройства компьютера, применяя один открытый стандарт [2]. Программная структура OpenCL состоит из двух частей: код, исполняемый на ЦП (хост) и код, который выполняет ускоряющее устройство (ядро kernel), в роли которого могут быть другие ядра ЦП, графический процессор, FPGA кристалл и т.п.

Положительной стороной технологии OpenCL является значительный прирост производительности. Четвертый способ задействует графический процессор (GPU).

Были проведены тестовые вычисления простых операций (+ - / *) на векторах 106 размерности, заполненными случайными числами. В процессе проведения вычислений определялись время выполнения вычислений для результирующего вектора и объём оперативной памяти, занимаемый приложением (табл.2).

Табл. 2. Характеристики способов

Название	Время (мс)	Память (Мбайт)
CPU	155.54	34.57
CPU_OpenMP	187.03	67.53
CPU_OpenCL	18.17	118.46
GPU	5.78	118.45

Аппаратное ускорение существенно ускоряет проведение расчетов, но при этом реализуется намного сложнее, что требует привлечения разработчиков высокого уровня. Самое большое ускорение дает использование графического процессора, в три раза большее, чем способ с

ядрами центрального процессора. Это и не удивительно. Ведь архитектура графического процессора предназначена для работы с большими объемами векторов и матриц данных. Количество оперативной памяти, занимаемой таким приложением, больше и это связано с тем, что в процессе вычислений требуется получать доступ к устройствам, нужно создавать ссылки на них и резервировать на них память.

Описанные технологии оптимизации программного кода при обработки больших данных, наглядно показывают, что даже на обычном компьютере, можно в десятки раз сократить время вычислений.

Литература

1. Новая организация воздушного движения // Глобальные технологические тренды | Трендлеттеры – <https://issek.hse.ru/trendletter/news/211410732.html> (дата обращения: 25.01.2021)
2. Wikipedia. OpenCL [Электронный ресурс] [2019]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/OpenCL> (дата обращения: 11.11.2020).

УДК 004.048

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИМИТАЦИОННЫХ ПРОГРАММ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ЗАНЯТИЙ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

*О.Г. Феоктистова д.т.н., доц., заведующая кафедрой ВМКСС
Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

В сложившихся условиях пандемии, когда учебные заведения вынуждены были перейти на дистанционное обучение, большое значение приобретает использование наглядных методов проведения занятий.

В учебном процессе может удачно использоваться компьютерные программы и имитационные игры, разработанные отечественными производителями, студентами и преподавателями учебного заведения и адаптированные к проблемам гражданской авиации.

Так при изучении дисциплин «Безопасность жизнедеятельности», «Охрана труда» и т.п. для расчета естественного освещения была разработана программа, которая определяет КЕО по закону Ламберта при применении прямых полых трубчатых световодов.

Для обеспечения успешной зрительной работы и активной деятельности человеческого организма большое значение имеет создание рационального освещения. Обеспечение наиболее благоприятных условий видения способствует не только успешному выполнению трудового процесса, но и предотвращению производственного травматизма. Проблема рационального освещения – это не только создание искусственного освещения, но и, что чрезвычайно важно, освещения естественного. С ним связана возможность

создания высокой равномерности освещения в помещении, многообразное биологическое действие естественного света, сформировавшееся в процессе фило- и онтогенеза, а также и важное психологическое значение непосредственной зрительной связи с внешней средой [1].

Освещенность естественным светом, вследствие его непостоянства в течение суток, нормируется не по абсолютной величине, а по отношению освещенности внутри помещения к освещенности снаружи. Величина эта выражается в процентах и называется коэффициентом естественного освещения (КЕО). Коэффициент естественного освещения не зависит от времени года и суток, состояния небосвода, а оценивает размеры оконных проемов, вид остекления и переплетов, их загрязнение, т.е. способность системы естественного освещения пропускать свет. Естественное освещение в помещении нормируется по СНиП 23-05-95 [2].

Целью программы является вычисление КЕО под каждым световодом с учётом других источников освещённости и отражённой составляющей. Далее сравнить его с нормативным значением КЕО для данного типа помещений [3] и при необходимости откорректировать шаг световодов таким образом, чтобы расчётные значения КЕО соответствовали допускаемым. Расчётная схема представляет собой два трубчатых полых световода, расположенных на расстоянии a друг от друга. Распределительный диффузор висит на высоте $h_{от}$ пола, из его центра проведён отрезок r до расчётной точки. (Рис. 1.) Затем, учитывая все возможные варианты взаимодействия диффузоров друг с другом, программа применяет принцип суперпозиции и рассчитывает значения освещённости под каждым источником.

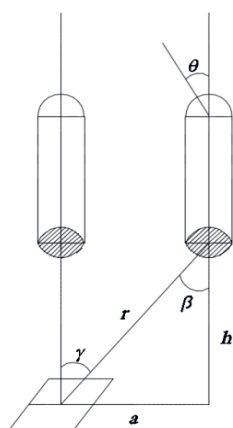


Рис. 1. Расчётная схема программы

Другим примером, может являться моделирование экологических систем. При изучении и прогнозировании последствий деятельности человека, мы встречаемся с проблемами, которые носят комплексный характер.

Изучение и разработка оптимальных стратегий природопользования ставит вопрос об устойчивости и стабильности экосистем, их управляемости, возможности прогнозирования их дальнейшего поведения.

Изучение известных подходов к моделированию экологических систем дает возможность разобраться в проблемах экологии. Математическое

моделирование в экологии представляет хороший пример конкретного приложения идей и методов системного анализа сложной области.

Игры, которые используются в учебном процессе наглядно демонстрируют возможности базовых и имитационных моделей экосистем; дают представление об устойчивости, управлении, прогнозировании; позволяют лучше понять динамические особенности открытых и закрытых экосистем, динамику взаимоотношений в биоценозах; оценку выбросов от автомобилей; оценку выбросов от промышленных предприятий и др.

Компьютерные программы практик призваны помочь студентам в освоении дисциплин, а индивидуальное выполнение их в значительной мере способствует повышению степени усвоения учебного материала.

Работа с программами ведется в диалоговом режиме. Пользовательский интерфейс основан на системе разворачивающихся меню и всплывающих окон, которые можно перемещать по экрану, сворачивать и восстанавливать. Также учтен контроль количества проведенных опытов, учтена проверка на несовпадение некоторых коэффициентов при многократном проведении опытов. Предусмотрена возможность редактирования, как отдельного опыта, так и всего расчета в целом. Знакомство с условиями работы за терминалом, с экологической системой и ее закономерностями с целью обучения и оценкой деятельности обучаемого производит сама система.

Компьютерные программы и имитационные игры, также могут использоваться при проведении занятий со специалистами на курсах повышения квалификации. Так может использоваться программа расчета предельно допустимых и временно-согласованных выбросов промышленных предприятий, энергетических систем и транспорта. Оценка и математическое прогнозирование распространения вредных веществ в атмосфере используются при установлении величин предельно допустимых выбросов от источников загрязнения, необходимых при составлении экологических паспортов предприятий или производств, а также при определении платы за выбросы. Программа дает начальные знания по данной проблеме и в дальнейшем поможет контролировать соблюдение соответствующих нормативов.

Использование компьютерных программ и имитационных игр в процессе обучения в современных условиях, является перспективным направлением и позволит улучшить качество учебного процесса.

Литература

1. Феоктистова О.Г., Феоктистова Т.Г., Экзерцева Е.Г. Безопасность жизнедеятельности (медико-биологические основы): Уч. пособие. - Ростов н/Д: Феникс, 2006.- 320 с.
2. СНиП 23-05-95 Естественное и искусственное освещение (с Изменением N 1)
3. СП 52.13330.2011 - Естественное и искусственное освещение. Введ. 20 – 05 – 2011 – 17 с.

РОССИЙСКИЕ ОСРВ ДЛЯ БПЛА*Н.И. Черкасова к.ф.-м.н., доц., доц. каф. ВМКСС,**Л.А. Надейкина к.ф.-м.н., доц., доц. каф. ВМКСС**Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

Импортозамещение как отказ от продукции вероятного противника в IT-секторе осуществляется в госучреждениях уже с начала 2016 года после запрета использовать иностранное ПО при наличии отечественных аналогов. Уже разработан большой комплекс Операционных систем (ОС), реализованных на различных платформах – «Альт Линукс СПТ», «ОСь» – разработчик: Национальный центр информатизации (входит в госкорпорацию «Ростех»), «Эльбрус»-разработчик: АО «МЦСТ», KasperskyOS - разработчик: «Лаборатория Касперского» и др. [1,2]. Существует два подхода к созданию российского софта. Первый заключается в написании исходного кода продуктов с нуля, полностью силами отечественных специалистов. Второй вариант предполагает создание национального ПО на основе доработки заимствованных исходных кодов. К сожалению, именно второй подход реализуют основные российские софтверные компании.

Следует отметить, что важное место в ряду ОС занимают операционные системы реального времени (ОСРВ) [3], которые являются важной составляющей систем ГА. Поскольку ОСРВ является достаточно дорогостоящим продуктом для разработки и реализации, чаще всего используются общие подобные системы, которые могут быть использованы в том числе и для ГА [4]. В настоящее время на мировом рынке присутствует несколько коммерческих ОСРВ: LynxOS и LynxOS-178; VxWorks. Однако, также разрабатывается операционная система реального времени JetOS для российских воздушных судов. Для БПЛА на современном этапе развития используется большое количество ОСРВ, как специально разработанных под данные аппараты, так и адаптированных для использования на них, однако, в основном это иностранные разработки, хотя именно ОСРВ играют особую роль в управлении БПЛА.

3 марта 2021 года, Московский государственный технический университет гражданской авиации и группа компаний ZALA AERO подписали соглашение о сотрудничестве. Данное соглашение объединяет и координирует усилия организаций по совершенствованию нормативно-правовой базы, которая является необходимой для применения и технической эксплуатации беспилотных авиационных систем (БАС), а также для подготовки квалифицированных кадров.

Однако, следует отметить, что ZUAV GCS – программное обеспечение для управления БВС основано на ОС Windows, Linux. Программное обеспечение для целеуказания: ОС Android. Все группы, оснащенные

мобильным устройством, могут оперативно взаимодействовать между собой и пунктом управления. А командир пункта управления, располагая данными о координатах, направлении и скорости движения групп, может управлять их действиями. ZALA Mobile - программное обеспечение для дистанционного управления и посадки БВС. ОС Android. ПО устанавливается на мобильный телефон с поддержкой Bluetooth, Java и позволяет управлять БВС, подключившись к маяку через Bluetooth.

Рассмотрим особенности программного обеспечения БПЛА на основе ОСРВ (рис.1).

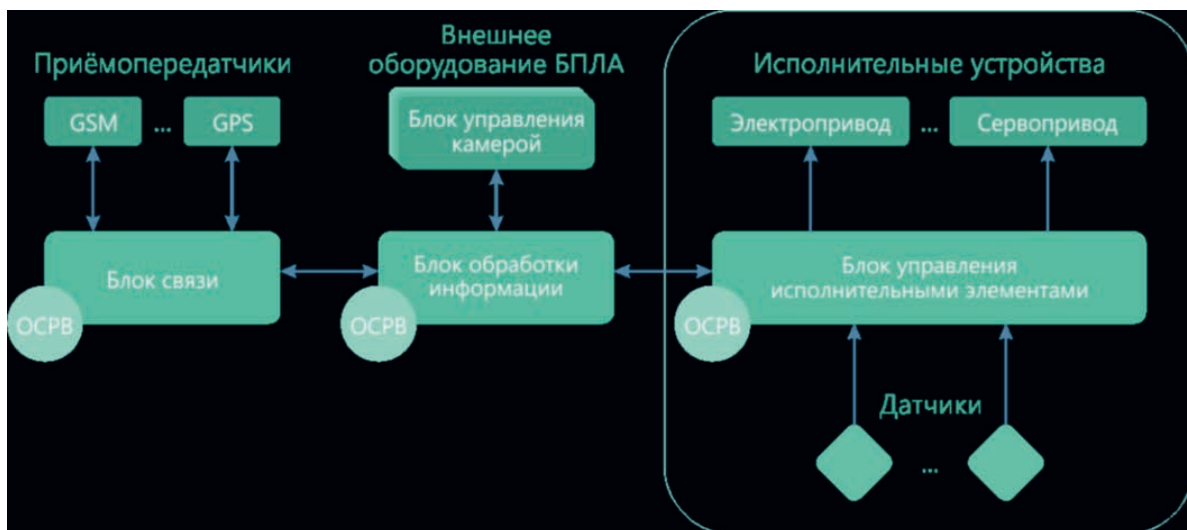


Рис. 1. ОСРВ – операционные системы реального времени для встраиваемых систем

Хотя имеется большой класс иностранных встраиваемых ОС – FreeRTOS, Micrlum (us/os- h), Inhouse/custom и др., компанией «АстроСофт» была разработана отечественная ОСРВ МАКС [5]. Отметим, что это прежде всего это операционная система реального времени для мультиагентных когерентных систем. МАКС воплощает классический функционал операционных систем данного типа и обладает рядом преимуществ, позволяющих значительно ускорить разработку встраиваемого ПО при создании новых устройств на основе микроконтроллеров. Особенно ярко преимущества новой ОС проявляются в вопросах организации взаимодействия множества устройств.

ОСРВ МАКС включает в себя исходные коды, в том числе ядро ОСРВ полнофункциональное. Представлено руководство программиста. В ОСРВ МАКС возможны три различных вида многозадачности, такие как вытесняющая, коллективная, смешанная. В разных системах удобнее использовать разные виды многозадачности. Поэтому выбор наиболее удобного вида остаётся за разработчиком конкретной прикладной программы. Устройства под управлением микроконтроллеров используются для решения широкого спектра задач. ОСРВ МАКС - универсальная платформа для разработки встраиваемых приложений, и сфера её применения связана с

целесообразностью использования микроконтроллеров в той или иной задаче. В частности, ОСРВ МАКС нашла свое применение в робототехнике и БПЛА.

Для реализации БПЛА система управления устанавливается непосредственно на самом роботе и реализует требуемые алгоритмы, система телеметрии обеспечивает связь между роботом и удалённым терминалом, система позиционирования, то есть дополнительные внешние устройства позволяют роботам ориентироваться в помещениях и на открытой местности. ОСРВ МАКС для БПЛА повышает производительность, так как обеспечивает совместное решение задачи множеством устройств; распределённое резервирование данных увеличивает надёжность; важным фактором ОС является масштабируемость - автоматическая реконфигурация сети устройств Mesh.

Mesh предполагает новые возможности для управления БПЛА. При управлении полетами БПЛА роём каждый агент следует простым базовым правилам. Агенты взаимодействуют между собой и с окружающей средой; скоординированные действия большого количества агентов приводят к тому, что система действует как единый организм.

Выводы:

1. ОСРВ позволяют существенно ускорить производство ПО для БПЛА, так как упрощается структура, а специфичные платформенные сервисы определяются ОС. Это, в свою очередь, повышает надёжность, так как тестирование самой ОС осуществляется более эффективно, чем конечных решений.

2. ОСРВ МАКС для БПЛА поддерживает как стандартный функционал мировых ОСРВ, так и уникальные механизмы организации взаимодействия множества устройств.

3. ОСРВ МАКС осуществляет поддержку Mesh-сети, что является новыми возможностями для управления беспилотными летательными аппаратами.

4. Возможно управление полетами БПЛА роём.

Литература

1. Операционные системы [Электронный ресурс] URL: <https://www.osp.ru/os>

2. Made in Russia: обзор 20 российских операционных систем [Электронный ресурс] URL: <https://3dnews.ru>

3. Wikipedia. [Электронный ресурс] [2019]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Операционная_система_реального_времени

4. Черкасова Н.И., Соломенцев В.В. Особенности работы автоматизированных систем управления воздушным движением в реальном времени, Научный вестник МГТУ ГА, сер: Математика и физика, N64, М: МГТУ ГА, 2002г.

5. [Электронный ресурс] URL: <https://www.astrosoft.ru>

**ОЦЕНКА УРОВНЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ ИОНИЗИРУЮЩЕГО
ИЗЛУЧЕНИЯ НА ПЕРСОНАЛ ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЙ
АВИАЦИОННУЮ БЕЗОПАСНОСТЬ И СИСТЕМАТИЗАЦИЯ
ПРОЦЕССОВ ИЗМЕРЕНИЯ**

Н.А. Маркина аспирант

*Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

Обеспечение безопасности в аэропортах является очень важной задачей и персонал службы авиационной безопасности в значительной степени подвержен воздействию целого ряда вредных факторов, одним из которых является ионизирующее излучение. Это делает необходимым изучение влияния ионизирующих излучений и их систематизацию в производственном процессе, для быстрой и корректной работы служб занимающихся техноферной безопасностью в аэропортах.

Были рассмотрены основные аспекты действия ионизирующего излучения на персонал службы авиационной безопасности. Проанализированы основные нормативно-технические документы, регламентирующие требования охраны труда сотрудников, которые оперируют с источниками ионизирующего излучения. Существует потребность в разработке нового и современного программного обеспечения, позволяющего хранить, анализировать, систематизировать и синхронизировать данные по уровню ионизирующего излучения с отчетными программами контролирующих органов.

Обеспечение безопасности в аэропортах очень важная задача и персонал, чья работа связана с противодействием террористическим угроза и другой деятельностью, влияющей на безопасность, подвержен воздействию целого ряда вредных факторов. С одним из таких факторов связано использование источников ионизирующего излучения. Основными источниками ионизирующего излучения являются рентгеновские сканеры. Оценка воздействия ионизирующего излучения на человека производится в Зв или Зв/ч. СанПиН 2.6.1.3488-17 [1] устанавливает требования по безопасной эксплуатации лучевых досмотровых установок, что во многом определяется безопасную эксплуатацию такой аппаратуры персоналом службы безопасности аэропорта.

Трудовое законодательство РФ устанавливает продолжительность рабочего времени сотрудника на уровне 40 ч в неделю. Основное мероприятие, связанное с охраной труда – это ограничение времени воздействия ионизирующего излучения на персонал.

Существует ряд документов, регламентирующих радиационную безопасность. В №3-ФЗ установлены основные положения, регламентирующие радиационную безопасность населения [3]. В СанПин

2.6.1.2523-09 [4] указаны специфические требования к радиационной безопасности. Следует отметить, что длительное воздействие ионизирующего излучения может вызывать значительные заболевания, такие как рак легкого, лейкозы, рак щитовидной железы и риск возникновения таких заболеваний очень сильно повышается в возрасте 30-50 лет, в особенности для рака легкого. Воздействие радиации на организм может быть различным, но почти всегда оно негативно. В малых дозах радиационное излучение может стать катализатором процессов, приводящих к генетическим нарушениям, а в больших дозах часто приводит к полной или частичной гибели организма вследствие разрушения клеток тканей.

Сложность в отслеживании последовательности процессов, вызванных облучением, объясняется тем, что последствия облучения, особенно при небольших дозах, могут проявиться не сразу, и зачастую для развития болезни требуются годы или даже десятилетия.

Целью данной работы является рассмотрение основных особенностей действия ионизирующего излучения на персонал, работающий в службе авиационной безопасности.

В работе проведен анализ вредных факторов, воздействующих на специалистов службы авиационной безопасности аэропорта «Шереметьево». Результаты специальной оценки условий труда показали, что к числу вредных факторов труда относятся: ионизирующие излучения, тяжесть трудового процесса, шум и неионизирующие излучения. Также было установлено, что действию данного фактора подвержены начальник смены, специалисты по идентификации взрывчатых веществ и взрывных устройств, инженеры по обслуживанию и ремонту ЛДУ, инспекторы группы досмотра, старший инспектор группы досмотра и инспекторы КПП (класс 2 – допустимый).

Для решения проблемы контроля снижения воздействия рассмотренных выше вредных факторов должен применяться ряд мер на различных уровнях: организационном, нормативно-техническом и других. С целью получения объективных данных о санитарном состоянии рабочих мест, а также данных, необходимых для расчета доз облучения персонала необходимо осуществлять:

а) проведение мониторинга результатов исследований мощности дозы рентгеновского излучения на стационарных пунктах досмотра пассажиров и персонала, включая проведение производственного контроля воздействия вредных факторов на предприятиях осуществляющих авиационную безопасность;

б) оснащение ответственных служб мониторинга вредных производственных факторов предприятий авиационной безопасности современными приборами и оборудованием, включая метрологическую поддержку, поверку и ремонт измерительной аппаратуры;

в) разработка четкой методики проведения замеров и их оценки в условиях большой численности персонала, работающего в малых дозах облучения.

г) разработка программного обеспечения, которое позволит хранить, систематизировать, синхронизировать данные как по уровню воздействия ионизирующего излучения на персонал, так и данные по всем рабочим местам, вредным факторам, протоколами измерения и обучения, карточкам специальной оценки труда.

д) проведение практических работ по уточнению и детализации уровней эффективных (эквивалентных) доз облучения персонала группы А с проведением выборочных контрольных отборов и анализов проб по обследованным данным;

е) информационное обеспечение работ по снижению воздействия вредных производственных факторов на специалистов обеспечивающих авиационную безопасность.

Должны быть реализованы лечебно-профилактические меры для сохранения здоровья сотрудников, работающих в области авиационной безопасности.

На основании анализа дозиметрических данных в АО «Шереметьево Безопасность» было показано, что все сотрудники службы авиационной безопасности находятся под воздействием ионизирующего излучения. Было установлено, что 65% сотрудников службы получали эффективную дозу в 0-1 мЗв, а остальные в диапазоне 1–2 мЗв. Несмотря на то, что требования СанПин 2.6.1.2529-09 [4] указывают на отнесение дозы облучения для персонала группы А, но необходимость проведения мер профилактики и соблюдения режима труда и отдыха остается важной задачей.

Резюмируя вышесказанное, стоит отметить, что существует значительная необходимость в разработке новых и объектно-ориентированных материально технических средств и требований безопасности и охраны труда для сотрудников службы авиационной безопасности. Их наличие во многом позволит сократить риски возникновения профессиональных заболеваний у данных работников.

Для аэропортов стоит рекомендовать использование методов оценки рисков, которые успешно применяются на объектах атомной промышленности с частичной модернизацией их под особенности работы служб авиационной безопасности.

Литература

1. СанПиН 2.6.1.3488-17 «Гигиенические требования по обеспечению радиационной безопасности при обращении с лучевыми досмотровыми установками».

2. Трудовой кодекс РФ от 30.12.2001 №197-ФЗ.

3. Федеральный закон РФ «О радиационной безопасности населения» от 9.01.1996 № 3-ФЗ.

4. СанПин 2.6.1.2523-09 «Нормы радиационной безопасности».

5. СП 2.6.1.2612-10 «Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности».

СЕКЦИЯ 9. АЭРОНАВИГАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ВОЗДУШНЫМ ДВИЖЕНИЕМ

УДК 656.7.022

ОСОБЕННОСТИ ОБСЛУЖИВАНИЯ ВОЗДУШНОГО ДВИЖЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АЗН-В

*И.А. Чехов к.в.н, доц., доцент кафедры УВД
Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

Современная концепция воздушного пространства предполагает развитие навигации, основанной на характеристиках (PBN), а также систем связи, наблюдения ОВД и ОрВД.

Под системой наблюдения ОВД понимаются системы автоматического зависимого наблюдения АЗН-В (ADS-B), первичный и вторичный обзорный радиолокаторы (ПОРЛ и ВОРЛ) или любая другая сопоставимая наземная система, позволяющая опознать воздушное судно (ВС). Сопоставимой наземной системой является система, которая в результате проведения сравнительной оценки или использования другой методики, продемонстрировала, что обеспечиваемый ею уровень безопасности полетов и характеристик соответствует аналогичному показателю моноимпульсного ВОРЛ или превышает его [1]. Вместе с тем системы наблюдения ОВД позволяют осуществлять диспетчерское наведение ВС, которое должно осуществляться в соответствии с требованиями навигационных спецификаций, утвержденных для установленных маршрутов ОВД или маршрутов прилета и вылета в районе аэродрома. Навигация, основанная на характеристиках, предполагает, что ВС должно находиться в пределах величины удерживания в течении не менее 95% всего времени полета, т.е. величина отклонения ВС от оси маршрута ОВД не должна превышать значения, указанного в установленной навигационной спецификации.

Одной из наиболее современных систем наблюдения ОВД является система автоматического зависимого наблюдения АЗН-В, которая обеспечивает обслуживание воздушным движением по «радиолокационному типу», а также повышает степень ситуативной осведомленности диспетчеров ОВД и летных экипажей. Передаваемые бортовой системой АЗН-В в режиме радиовещания данные о местоположении, векторе скорости и высоте ВС используются службами ОВД для ведения наблюдения в целях УВД. Это означает, что качество данных о местоположении, векторе скорости и высоте ВС, которые используются для наблюдения в целях УВД, определяет бортовое оборудование.

Оборудованные АЗН-В ВС автоматически направляют наземной станции по линии передачи данных сообщения с данными наблюдений.

Основные элементы данных в сообщениях, передаваемых в режиме – радиовещания, следующие:

- опознавательный индекс ВС 24-битовый адрес;
- данные о местоположении (и соответствующая информация о точности и целостности);
- вектор скорости (и вектор точности);
- барометрическая высота;
- состояние, индикаторы аварийной ситуации и SPI.

Формат пакета, отправляемого передатчиком АЗН-В имеет следующую структуру [2].

DF 5	CA 3	ICAO 24	DATA 56	PI 24
------	------	---------	---------	-------

Длина передаваемого пакета составляет 112 бит. Назначение полей приведены в табл.1

Табл. 1.

Количество бит	Адреса	Аббревиатура	Название
5	1-5	DF	Формат передаваемого сообщения
3	6-8	CA	Дополнительный указатель
24	9-32	ICAO	Идентификатор ВС по системе ICAO
56	33-88	DATA	Данные
24	89-112	PI	Избыточные биты

Поскольку стандарт передачи данных не подразумевает шифрование пакета, он может быть сгенерирован нелегитимным отправителем. Поддельный пакет может быть сгенерирован таким образом, что будет вызывать появление ложной метки от несуществующего ВС, либо будут получены ложные данных о местоположении и характере движения ВС, что будет непосредственно сказываться на обслуживании воздушного движения.

Для решения задачи исключения ложных меток предлагается использовать «одноразовые» ключи для шифрования передаваемых данных. Срок жизни одноразового ключа составляет не более одного вылета. Шифрование должно осуществляться при помощи алгоритма, сохраняющего формат данных, поскольку длина передаваемого сообщения неизменна, для чего предлагается использовать алгоритм шифрования FFX [3].

Концептуальная схема для его реализации представлена на рис. 1.

Предполагается, что шифрующее устройство будет принимать сообщение из выходного тракта передатчика и посылать его в эфир. На приемной стороне в полученный сигнал будет декодирован и передан штатным средствам обработки.

Получение исходного текста сообщения выполняется согласно методу дешифрирования алгоритма FFX. Для успешного декодирования необходимо знать ключ, использованный на передающей стороне. Поскольку мы точно не

знаем отправителя, можно лишь предположить, что сообщение зашифровано одним из ранее сгенерированных ключей. Так как нам известно все множество действительных ключей, то возможно простым перебором с последующим вычислением контрольной суммы продолжать до тех пор, пока результат вычисления CRC не будет равен нулю. Таким образом будет получено отправленное сообщение с данными о ВС.

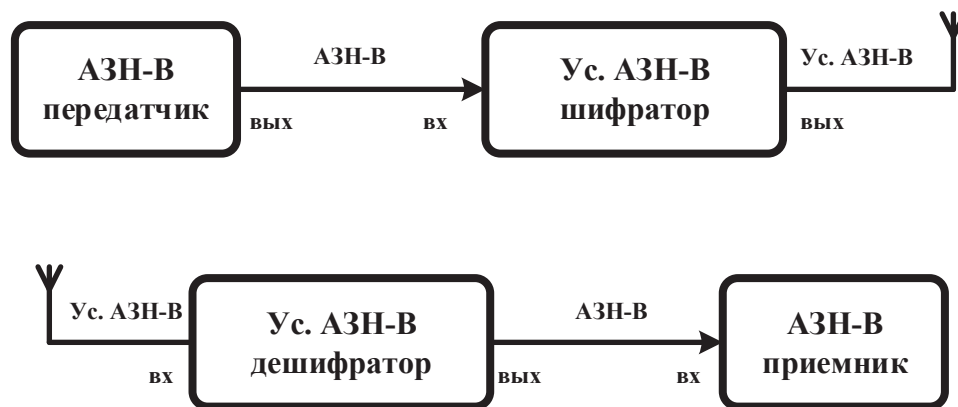


Рис. 1. Схема усовершенствованной системы АЗН-В

В результате выполнения данных операций сообщения, переданные злоумышленником без шифрования или с недействительным ключом, не пройдут проверку CRC и будут отброшены, поскольку будут неверно расшифрованы на первом этапе обработки полученного сообщения.

Помимо подтверждения подлинности отправляемого сообщения, данный метод позволит осуществлять дополнительную проверку полученных данных, после их успешного декодирования, путем сопоставления данных о ВС полученных из сообщения с данными, полученными из ключа шифрования.

Данный метод позволит исключить влияние некорректной работы АЗН-В на процесс обслуживания воздушного движения, что должно повысить ситуативную осведомленность диспетчеров ОВД и обеспечить требуемый уровень безопасности полетов.

Литература

1. Руководство по навигации, основанной на характеристиках (PBN) Doc.9613
2. RTCA Special Committee 186. “DO-260B with Corrigendum 1, Minimum Operational Performance Standards for 1090 MHz Extended Squitter Automatic Dependent Surveillance – Broadcast (ADS-B) and Traffic Information Services - Broadcast (TIS-B)”. ADS-B 1090 MOPS, 2011.
3. Bellare, Mihir, Phillip Rogaway, and Terence Spies. “The FFX Mode of Operation for Format-Preserving Encryption”, February 2010. Report to NIST describing FFX algorithm.

НОВЫЕ МАРШРУТЫ ЗОНАЛЬНОЙ НАВИГАЦИИ В МОСКОВСКОМ УЗЛОВОМ ДИСПЕТЧЕРСКОМ РАЙОНЕ

*К.А. Баталов, М.В. Кулаков, аспиранты
Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

Федеральными авиационными правилами полетов в воздушном пространстве Российской Федерации введены понятия зональной навигации и маршрута зональной навигации [1]. Зональная навигация (RNAV) представляет собой метод навигации, позволяющий воздушным судам выполнять полет по любой заданной траектории с использованием технических средств [2, 3]. Благодаря совершенствованию бортового оборудования воздушные суда могут выполнять полет "по смещенной траектории" непосредственно между двумя точками, и при этом отпадает необходимость в пролете над навигационным средством.

В соответствии с решением правительственной комиссии по транспорту в Московской и смежных зонах Единой системы организации воздушного движения (ЕС ОрВД) с 3 декабря 2020 года введена новая структура воздушного пространства. Действовавшая до этого времени структура воздушного пространства Московской зоны была разработана более 35 лет назад, и за это время произошли большие изменения. Более половины всех полетов, выполняемых в воздушном пространстве России, осуществляются в Московской зоне. На ее территории расположено более 100 аэродромов, принадлежащих различным ведомствам и организациям. В Московском узловом диспетчерском районе установлено в совокупности более 150 запретных зон и зон ограничения полетов, что существенно сокращает объемы воздушного пространства, доступного для полетов воздушных судов гражданской авиации. Границы Московской зоны сопряжены с государственными границами Украины и Республики Беларусь, а также со смежными зонами Единой системы ОрВД (Санкт-Петербургской, Ростовской, Самарской, Екатеринбургской).

Основными целями разработчиков новой структуры являлись:

- обеспечение безопасности полетов при возрастающих перспективных потоках воздушных судов;
- достижение максимальной пропускной способности системы ОрВД;
- обеспечение бесконфликтности между прилетающими и вылетающими воздушными судами;
- сокращение задержек прилетающих и вылетающих воздушных судов;
- снижение вредных выбросов в атмосферу;
- снижение нагрузки на диспетчерский состав органов обслуживания воздушного движения.

В новой структуре воздушного пространства Московской зоны применяются самые современные методы и средства аэронавигации при формировании маршрутов, что повышает требования к оборудованию воздушных судов и точности выдерживания траектории. Новая структура воздушного пространства предполагает наличие в верхнем воздушном пространстве только маршрутов зональной навигации. Изменения также коснулись правил измерения высоты при полетах в районе аэродрома. Высота теперь измеряется в футах по давлению QNH, то есть от среднего уровня моря, что повышает безопасность полетов и упрощает работу иностранных пользователей воздушного пространства в Московской зоне. В результате новая структура воздушного пространства снижает загруженность авиадиспетчеров примерно вдвое, сокращает задержки самолётов при маневрировании перед заходом на посадку в аэропорты более чем на 70%, повышает пропускную способность зоны, в целом, в 1,5 раза. Система организации воздушного движения обеспечивает такое количество взлётов и посадок воздушных судов, какое способна обеспечить наземная инфраструктура. Ожидается, что даже при увеличении интенсивности полётов в московских аэропортах в 1,5 раза время полёта в Московской воздушной зоне сократится в среднем на 15%, протяжённость маршрутов – на 21%, а расход топлива – в среднем на 14%.

Литература

1. Федеральные правила использования воздушного пространства РФ: утв. Правительством РФ от 22.09.1999. №1084.

2. Алипов И.В., Ройзензон А.Л. Внедрение зональной навигации в воздушном пространстве России; семинар «Современные средства и методы навигации» 24-25 мая 2008 г., Санкт-Петербург.

3. А.И. Логвин, А.А. Бабич. Структура маршрутов зональной навигации// Научный вестник МГТУ ГА, серия Радиофизика и радиотехника, 2010, № 152. С. 80-82

УДК 656.7.022

ПРАКТИЧЕСКИЕ ШАГИ ПО РЕАЛИЗАЦИИ ГЛОБАЛЬНОГО АЭРОНАВИГАЦИОННОГО ПЛАНА В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

В.Е. Борисов¹ заведующий кафедрой управления воздушным движением и навигации, В.А. Борсоев² д.т.н., профессор Заведующий кафедрой навигационного обеспечения полетов и АНИ

¹ФГБОУ ВО УИ ГА имени Б.П. Бугаева (Ульяновск, Россия)

²Институт аэронавигации (Москва, Россия)

В докладе отражены практические шаги по реализации глобального аэронавигационного плана на 2016–2030 гг. В соответствии с положениями стратегии развития Аэронавигационной системы до 2030 года, разработанной

в соответствии с федеральным законом от 28 июня 2014 года № 172-ФЗ «О стратегическом планировании в Российской Федерации» продолжается разработка новых технологий и оборудования в целях внедрения новых процедур аэронавигационного обслуживания. Одним из ключевых элементов в концепции совершенствования аэронавигационной системы является общесистемное управление информацией (SWIM), основанное на использовании общей методики разработки и использования технических средств и системных интерфейсов [1]. Эволюция бортового радиоэлектронного оборудования, основанная на SWIM, позволит значительно увеличить пропускную способность и оптимальные фактические траектории полета. Интеграция бортового оборудования с системами наблюдения посредством защищенных радиолиний передачи данных обеспечит использование участниками воздушного движения полностью четырехмерных (4D) траекторий, а также позволит использовать на борту воздушных судов бортовые системы содействия эшелонированию [2].

В докладе рассматриваются научные проблемы, которые необходимо решить при реализации сетевых операций для управления (4D) траекториями на основе обмена информацией в защищенной среде.

В результате это позволит осуществить переход к унифицированным формам передачи данных и интерфейсам, внедрить новые процедуры принятия решений (A-CDM), перейти к усовершенствованной системе планирования ИВП и ОПВД (ATFCM), а также использовать процедуры гибкого использования воздушного пространства (FUA), что как ожидается, повысит эффективность использования воздушного пространства [3].

Литература

1. Международная организация гражданской авиации (ИКАО) (Doc 9750-AN/963). Глобальный аэронавигационный план на 2016–2030 гг. – 6-е изд. Канада, Монреаль: ИКАО, 2019.

2. Чехов И.А. Пути развития систем навигации в рамках внедрения концепции CNS/ATM. Научный Вестник МГТУ ГА. – Т. 20 – № 4. – М. : МГТУ ГА, 2017. – С. 98-106.

УДК 656.7.022

ГЛОБАЛЬНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ И НАЦИОНАЛЬНЫЕ ИНТЕРЕСЫ РОССИИ В ОБЛАСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ АВИАЦИОННОЙ ОТРАСЛИ

Я.В. Гончаренко аспирант

*Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

В настоящее время в трех четвертях европейского воздушного пространства реализуются проекты в области воздушного пространства

свободной маршрутизации (концепции Flexible Use of Airspace (FUA) и Free Route Airspace (FRA)). Данные мероприятия направлены на удовлетворение потребностей пользователей воздушного пространства в течение следующих 50 лет, включая гражданские и военные пилотируемые и беспилотные воздушные суда, гиперзвуковой транспорт, суборбитальные полеты космических аппаратов, полеты беспроводных аэростатов и дирижаблей.

Flexible Use of Airspace (FUA) Concept (концепция гибкого использования воздушного пространства) – базируется на том, что воздушное пространство нельзя устанавливать в качестве исключительно гражданского или военного, а следует рассматривать в качестве единого пространства, удовлетворяющего требованиям всех пользователей в максимальной возможной степени. Любое выделение воздушного пространства должно основываться на фактическом использовании в течение конкретного периода времени и внутри выделенного объема воздушного пространства и иметь только временный характер.

Free Route Airspace (FRA) – воздушное пространство свободной маршрутизации – объем контролируемого воздушного пространства, ограниченного определенными точками входа и выхода, в пределах которого возможно планирование полетов по свободным траекториям через промежуточные точки без привязки к сети маршрутов ОВД. Это способ повышения пропускной способности, улучшения экологии авиационной отрасли за счет снижения расхода топлива и выбросов в атмосферу парниковых газов, а также повышения эффективности производства полетов. [1]

Концепция FRA была разработана Евроконтролем и реализована в большей части северной Европы, центральной и юго-восточной части Европы, а Португалия стала первой страной, которая полно объемно ввела воздушное пространство свободной маршрутизации в 2009 году.

FRA было внедрено в Республике Армения в 2017 году, а также в Республике Беларусь в ноябре 2018 года.

В Российской Федерации реализация FUA и FRA предусмотрена в рамках Проекта Стратегии развития аэронавигационной системы Российской Федерации до 2030 года, учитывающего положения Глобального аэронавигационного плана ИКАО на 2016–2030 годы, Блочной модернизации авиационной системы ИКАО и других документов стратегического планирования со сроками реализации до 2022 года. [2]

Уже сегодня мероприятия по внедрению гибкой маршрутизации реализуются в воздушном пространстве РЦ ЕС ОрВД Магадан и Калининград.

В мае 2020 года была реализована практика «бумажного тестирования» совершенствования структуры воздушного пространства океанического районного центра ЕС ОрВД Магадан, которая заключалась в том, чтобы авиакомпании одновременно с подачей плана на реальный полет подавали план с индексом /тест/ на полет по предпочтительной траектории.

В настоящее время в эксперименте по FRA в РЦ Магадан принимает участие 8 перевозчиков: AirBrigeCargo, United Airlines, EVA Airways, Korean Air, Asiana, China Southern Airlines, China Cargo Airlines и Air Canada.

В октябре 2020 года было положено начало эксперимента внедрения FRA в части воздушного пространства РПИ Калининград, расположенного над открытым морем. Начиная с ноября 2020 года авиакомпании привлекались к «бумажному тестированию». По завершению эксперимента и обобщению результатов тестовых полетов и соответствующей публикации в AIP России FRA над открытым морем будет внедрено в РЦ Калининград в полном объеме.

Однако, реализация FRA в сложном воздушном пространстве зависит от уровня модернизации АС ОрВД. Нужно учитывать, что внедрение FRA требует определенного ряда требований к системам ОрВП, АС ОрВД, системам первоначальной обработки плана полета, централизованным системам аэронавигационной информации и другим. Доработке подлежат КСА УВД, КСА ПИВП АС ОрВД и диспетчерские тренажеры всех центров ЕС ОрВД, в задачи которых дополнительно входят планирование и координирование ИВП. Также потребуются внесение изменений в технологии работы и соответствующая подготовка персонала ОВД, ПВД и ПИВП.

Кроме того, для внедрения таких проектов важно иметь информацию о пользователях воздушного пространства и доле АНО на маршрутах ОВД Российской Федерации. Необходим анализ бортового оборудования парка воздушных судов российских и иностранных авиакомпаний, а также госавиации и экспериментальной авиации в части допуска к основным навигационным спецификациям, которые лежат в основе воздушного пространства PBN и FRA.

В число основных российских авиакомпаний входят: Аэрофлот – российские авиалинии, S7 airlines, Россия, Уральские авиалинии, UTair.

Среди иностранных авиакомпаний первую пятерку составляют AirChina, KoreanAir, Lufthansa, Finnair и CathayPacific. Однако, по данным ИАТА, в связи с распространением в мире новой коронавирусной инфекции значительная часть парка дальнемагистральных воздушных судов – около трети (33%) от их общего количества – не находится в эксплуатации, и пока отсутствует понимание того, когда ситуация выправится. [3]

Мероприятия по внедрению FRA целесообразно проводить, основываясь на анализе загруженности воздушного пространства Российской Федерации. Анализируя статистику многолетних наблюдений по воздушному движению, следует констатировать тот факт, что в период с 2000 года по 2019 год в воздушном пространстве Российской Федерации сформировались устойчивые тенденции роста общих показателей интенсивности воздушного движения, не смотря на наличие нескольких «кризисных» периодов (Диаграмма 1).



Диаграмма 1.

Однако, распространение пандемии COVID-19 и глубочайший мировой финансово-экономический кризис оказали беспрецедентно негативное влияние на сферу российского воздушного транспорта. Снижение деловой активности, закрытие государственных границ, ограничения на внутриграницное перемещение граждан, карантинные, изоляционные и другие ограничительные меры привели к практически полному прекращению международного авиасообщения, к резкому падению спроса на внутренние авиаперевозки. Преодоление этих последствий в нашей стране займет длительный период.

Таким образом, переход от сети маршрутов ОВД к воздушному пространству свободной маршрутизации открывает перспективные возможности для пользователей воздушного пространства.

Привлечение авиакомпаний к полётам в условиях FRA будет способствовать увеличению количества аэронавигационных сборов за счёт повышения привлекательности воздушного пространства. Но данные мероприятия требуют значительных вложений средств, учитывая масштабы территории Российской Федерации.

Кроме того, рост пассажирских перевозок уже не является аксиомой. По оценкам специалистов, международная гражданская авиация в своем развитии отброшена на несколько лет назад. Все чаще рассматриваются варианты ее восстановления на рубеже 2024-2025 годов.

В этой связи действительность диктует необходимость рассматривать вопросы дальнейшей глобальной трансформации отрасли в первую очередь с учетом возможных преимуществ и интересов государства.

Литература

1. European Route Network Improvement Plan. PART 3 Airspace Management Handbook. Guidelines for Airspace Management, Eurocontrol, 2017. 320p.

2. Doc 9750-AN/963 Глобальный аэронавигационный план на 2016-2030 гг. Изд. 5-ое, Монреаль: Международная организация гражданской авиации, 20016. 151с.

3. Шипиль П.Н. Какой будет отрасль в постковидный период // Профессиональный журнал авиационной отрасли Air trafficcontrol. – 2020. - № 4(11)2020. С. 10-13.

УДК 656.7.022

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СЛУЖБЫ ОБСЛУЖИВАНИЯ ВОЗДУШНОГО ДВИЖЕНИЯ И АЭРОДРОМНО- ТЕХНИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ АЭРОПОРТА

*М.В. Кулаков, К.А. Баталов, В.С. Дегтярев, аспиранты
Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

Аэропорт – это сложно организованная система, каждый из элементов которой отвечает за определенные операции. По мере развития мировой авиации эта система вместе со своими элементами совершенствовалась и приобретала современные очертания. Развиваясь, элементы системы совершенствовались связи между собой. Уровень отлаженности связей между элементами и совершенство применяемых технологий определяют эффективность использования воздушного пространства и ресурсные затраты авиакомпаний, а также безопасность полетов. В данном исследовании рассматривается декомпозиция авиатранспортной системы на два элемента: службы обслуживания воздушного движения (ОВД) и аэродромно-технической службы аэропорта (АТС).

Для графического описания процесса взаимодействия рассматриваемых служб аэропорта, используется блок-схема, в которой отдельные лица или службы изображаются в виде блоков, соединенных между собой линиями, указывающими направление взаимодействия. Линии подразделяются на тип связи между блоками: радиосвязь, связь по телефону, какое-либо действие или устный доклад (команда).

В рамках анализа, а также для дальнейшей разработки технологии взаимодействия служб обеспечения полетов аэропорта, целесообразно использовать математическую модель графа [1]. Маршрутом называется череда последовательно соединённых вершин f_i и ребер e_i .

$$f = f_0, e_0, f_1, e_1, \dots, e_{n-1}, f_n = g$$

где $e_i = (f_i, f_{i+1})$, f – начало маршрута, g – конец маршрута.

В маршруте e и f могут повторяться. Если все e различны, то маршрут называется «цепь». В цепи f могут повторяться. В том случае, когда все f отличаются, тогда она называется «простая цепь».

Последовательность вершин на рисунке 1 $x_1, x_2, x_3, x_4, x_6, x_4, x_5$ есть маршрут из x_1 в x_5 , а вершины x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 определяют простой путь из x_1 в x_5 .

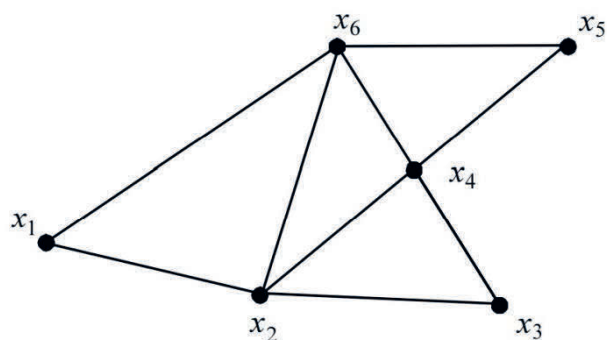


Рис. 1. Маршрут в графе.

Безусловно, затраченное время на каждую отдельную работу, показанную на сетевом графике, можно определить математическим путем, зная несколько вводных. Но данные, полученные в реальных условиях, несут в себе больше достоверности, и отвечают главной цели – оценить и улучшить процесс.

Чтобы качественно оценить эффективность технологии взаимодействия, рассмотрен такой параметр, как время. Был произведен сбор аналитической информации по затраченному времени службами ОВД, АТС и производственно-диспетчерской службы (ПДС) на выполнение 9-ти различных видов работ. Перечень исследуемых работ показан в табл. 1. Исключение случайных событий обеспечил существенный объем выборки – 12 месяцев выполнения полетов.

На первом этапе производились хронометрические исследования процесса обеспечения вылета воздушного судна (ВС) при условии взлетно-посадочная полоса (ВПП) свободна. На основании собранных данных строился сетевой график с использованием математической модели – графа. Сетевой график представлен на рис. 3.

На втором этапе производились хронометрические исследования процесса обеспечения вылета ВС, при условии, что ВПП занята. На основании собранных данных строился сетевой график, представленный на рис. 5. ВПП была заблокированной по различным причинам: техника, люди, животные, птицы.

Сетевой технологический график устанавливает последовательность событий обеспечения вылета одного ВС, выполняющего регулярный рейс авиакомпании. Обеспечением вылета в рамках данного исследования занимаются два действующих лица: служба ОВД и АТС. Влияние службы ПДС и экипажа ВС на данный процесс носят условный характер, потому что от них в данном случае не зависит технология взаимодействия между службами ОВД и АТС.

Выполнено исследование технологии взаимодействия служб ОВД и АТС при осмотре ВПП перед вылетом и прилетом ВС [2]. Исследование показало, что существующая технология взаимодействия имеет ряд существенных недостатков, влияющих на пропускную способность аэродрома, расход топлива ВС, а также на безопасность полетов:

1. Анализ технологии взаимодействия при обеспечении вылета одного регулярного рейса показал задержку ВС – 15,4 мин. При этом ВПП свободна. Задержка образуется по ряду причин, связанных с неспособностью Ответственного лица АТС осмотреть ВПП заблаговременно.

2. Анализ технологии взаимодействия показал задержку ВС – 21,4 мин, а среднее время занятия самолетом исполнительного старта составляет 14 мин. При этом ВПП занята.

3. Анализ технологии взаимодействия при обеспечении прилета ВС показал возможную задержку 5 мин. в случае ухода ВС на второй круг. Уход ВС на второй круг по причине занятой ВПП несет дополнительные топливные расходы для авиакомпании. Задержка образуется вследствие того, что осмотр ВПП машиной АТС часто осуществляется в спешке. Это в свою очередь приводит к снижению качества осмотра и уровня безопасности полетов.

Литература

1. Берцун В.Н. Математическое моделирование на графах. Томск, 2006 г. С. 88.

2. Кулаков М.В., Чехов И.А. Анализ технологии взаимодействия органов ОВД на рубежах приема-передачи управления. // Научный Вестник МГТУ ГА. 2018. № 05. С. 23–33

УДК 656.7.022

МОДЕЛИРОВАНИЕ УПРАВЛЕНИЯ ВОЗДУШНЫМИ ДВИЖЕНИЯМИ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛЕТОВ

*Г.Д. Эльмурадов старший преподаватель
ТашГТУ им. И. Каримова (Ташкент, Узбекистан)*

Управление воздушным пространством – это создание оптимальной структуры воздушной территории для обеспечения его эффективного использования. Несомненно, уровень организации воздушного пространства влияет на безопасность полетов. Чтобы не нарушать данную критерию, использование воздушного пространства строго регулируется и подчиняется определенным принципам.

Технология взаимодействия органов обслуживания воздушного движения (ОВД) определяет перечень обязательных технологических операций для персонала ОВД, предоставляющего диспетчерского пункта районного центра (ДПРЦ), диспетчерского пункта подхода (ДПП), диспетчерского пункта круга (ДПК) и диспетчерского пункта Вышка (ДПВ) при выполнении ими служебных обязанностей в период приема-передачи управления воздушным судном при ОВД.[1]

Взаимодействие между органами ОВД должно обеспечивать оптимальные условия. И они должны отвечать потребностям всех пользователей воздушного пространства. Необходимо минимизировать

задержки вылета и прибытия воздушных судов, за счет полного использования ресурсов системы УВД.

Причиной образованию очередей самолетов перроне, на рулежных дорожках и перед взлетно-посадочной полосой, является неудовлетворительная организация взаимодействия органов ОВД. Как в следствии они приводят к задержкам. Организация вылетов для вылетающих и прибывающих воздушных судов (ВС) определяет процесс координации между авиадиспетчерами.

На рубежах приема-передачи управления осуществляется передача управления. Пункты обязательного донесения (ПОД) В горизонтальной плоскости. А если относительно ВС была применена процедура «прямо на», то в момент пересечения рубежей между секторами ОВД.

Установленные высоты служат рубежом приёма/передачи в вертикальной плоскости. Как правило, эшелон 70 (FL 70) – это рубеж по высоте между ДПП и ДПК. В ситуации когда диспетчер (ДПП) передает прибывающие ВС на управление диспетчеру (ДПК). Представим, что диспетчер ДПП не соблюдает технологию взаимодействия. Без оперативного вмешательства переданные на управление диспетчеру (ДПК) ВС будут находиться в ситуации, которая может заведомо перерасти в потенциально-конфликтную (ПКС). Вывод работа диспетчера ДПП напрямую влияет на воздушную обстановку в секторе круга. Диспетчер подхода практически выполняет работу диспетчера круга по установлению необходимых интервалов для захода на посадку. Даже при плохо организованном потоке заходящих ВС диспетчер круга способен обеспечить необходимый уровень безопасности воздушного движения, но он будет работать на пределе своих возможностей. Степень занятости диспетчера принято оценивать в

коэффициенте занятости: $K_{зан} = \frac{Z}{\tau}$

где Z –это объективно регистрируемые затраты времени на выполнение технических операций при УВД в течение времени наблюдения $\tau=60$ мин.

Коэффициент занятости, равный 0,55 принят в качестве допустимого норматива загруженности диспетчера.[1]

Моделирование является методом изображения и анализа некоторой части действительности или ее координация, основанная на выражении объекта через модель.

ОрВД в районе аэродрома (аэроузла) заключается в разработке и внедрении комплекса организационно-технических решений по созданию высокоэффективной и безопасной системы ОВД, обеспечивающей потребности воздушного движения.

Создаваемая система ОрВД должна быть приспособлена к функционированию как в обычных, (стандартных) условиях, так и в условиях "пика" интенсивности воздушного движения (суточного и сезонного), отказа

РТС навигации, "сбойных" ситуаций в воздушном движении, сложных(опасных) метеоявлений и т.д.

В примере, рассмотренном далее, мы используем имитационное моделирование, оно дает возможность создавать модели так, как они существовали бы в реальности. В итоге мы получаем необходимые статистические данные, с помощью которых можем произвести оценку эффективности деятельности системы по ОрВД и обосновать модификации улучшения.

Пропускная способность сектора выражается количеством ВС в час, которое может быть обслужено диспетчером в зоне (районе) ответственности анализируемого диспетчерского пункта. НПС зависит от многих факторов, таких как: техническое оснащение; наличие АТIS; отсутствие прямой связи со смежными диспетчерскими пунктами; рельеф местности в районе аэродрома (РА); количество диспетчеров, одновременно работающих за одним пультом секторов УВД и наличие диспетчера-ассистента.[2]

Одной из проблем, имеющей крупное значение является отсутствие элементов информационной теории процессов УВД, позволяющих обосновано с научной точки зрения разработать методы и средства ПК ВД, удовлетворяющие современным требованиям. Большая интенсивность и неравномерная плотность воздушного движения приведет к перегрузкам на этапах планирования потоков.[3]

Основной результат работы состоит в том, что в данной работе показаны блоки (элементы) общей информационной теории процессов УВД, а также комплекс методов и средств ПК ВД, основанных на теории.

Погрешности определения местоположения ВС учитывается методом решения задачи разрешения (запрещения) пересечения занятого эшелона и так же учитывается параметры их движения с помощью процедурного контроля.

Метод подсказки диспетчеру о разрешенных(запретных) маневрах изменения высоты, предполагает наличия информации о препятствиях на ближайших встречных (либо попутных) эшелонах. Кроме того, о минимальной скорости выполнения вертикального маневра изменения высоты. Это величина обеспечивает безопасное пересечение занятого эшелона.

Литература

1. Кулаков М. В., Чехов И. А. Анализ технологии взаимодействия органов ОВД на рубежах приема-передачи управления //Научный вестник Московского государственного технического университета гражданской авиации. – 2018. – Т. 21. – №. 5.

2. Шайдунов И. Г., Петрова Д. О. Моделирование системы по организации воздушного движения //Синергия Наук. – 2020. – №. 47. – С. 488-496.

3. Глухов Ю. Е., Бобина А. Д. Повышение эффективности организации воздушного движения в московском узлом диспетчерском районе //Научный вестник Московского государственного технического университета гражданской авиации. – 2013. – №. 12 (198).

ВОПРОСЫ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ВОЗДУШНЫМ ДВИЖЕНИЕМ

Д.Э. Эшмурадов¹ к.т.н., доцент, А.А. Сулаймонов² диспетчер ОВД,

¹ТашГТУ им. И. Каримова (Ташкент, Узбекистан)

²Центр «Узаэронавигация» (Ташкент, Узбекистан)

Известно, что точность наземных радионавигационных средств, существенно зависит от геодезических измерений, которые проводятся в определенной системе координат, и их окончательная точность, непосредственно зависит от точности принятой координатной основы. Поэтому обеспечение высокой точности, как измерений, так и их обработки занимает особо важное место в построении геоинформационных сетей. Однако, государственная геодезическая сеть, если ее систематически не обновлять и не совершенствовать, постепенно стареет, утрачивает часть пунктов, теряет точность в отдельных ее частях, особенно из-за современных движений земной коры.

Эффективность и безопасность управления воздушным транспортом существенно зависит от информационного обеспечения. Его современное состояние связано с использованием, в первую очередь, информационных средств связи, навигации и наблюдения [1]. В тоже время необходимо отметить, что в последние десятилетия обострились проблемы несоответствия использования этих средств и их возможностей современным требованиям. Такие требования определяются уровнем безопасности, экономичности и непрерывной доступности информационной поддержки, а также систем быстрого реагирования на непредвиденные ситуации.

Текущие прогнозы, основанные на уровне развития движения 1995 г., показывают увеличение более чем в 2 раза коммерческих воздушных полетов по всей Европе к 2025 г. [2]. В тоже время, по мнению экспертов, существующие на сегодняшний день в авиации системы обслуживания и управления движением воздушного транспорта не способны будут справиться с таким спросом.

Поэтому на сегодняшний день для решения задачи развития и усовершенствования систем управления воздушным движением необходимо принимать во внимание такие факторы:

- имеющиеся ограничения технических, экономических, процедурных, эксплуатационных характеристик систем управления полетами и возможности их улучшения;
- размер и маневренность летательных аппаратов (ЛА);
- регулируемый или нерегулируемый транспортный поток, в котором движутся ЛА или другие транспортные средства;
- квалификационный уровень и рабочая нагрузка персонала;
- возможные экономические выгоды.

В контексте вышеизложенного не подлежит сомнению тот факт, что управление воздушным транспортом в настоящее время должно базироваться на применении интеллектуальных транспортных систем и интеллектуальных логистических систем, основу которых составляет геоинформация, геоинформационные технологии и геоинформационные системы (ГИС).

В ходе графических экспериментов были отмечены «скачки» в местоположении при переключении с одних приемоответчиков дальномерного оборудования (DME) на другие, расположенные в различных государствах [3]. И эти погрешности появляются за счет несовместимости координат наземных средств. Если координаты наземного радиолокационного навигационного средства определяются с использованием двух или более различных опорных геодезических основ, то при установлении горизонтального местоположения воздушного судна будут получены два или более различных совокупностей значений широты и долготы. Рассмотрим расхождение в местоположении воздушного судна, которое составлено в метрических единицах несколько сот метров при одновременном определении его местоположения и отслеживании линии пути двумя радиолокаторами: радиолокатором 1 и радиолокатором 2, привязанными к двум различным геодезическим основам.

Это расхождение может привести к ситуации, когда воздушное судно, находящееся недалеко от границы между двумя государствами, использующими различные опорные геодезические основы, на экранах радиолокаторов двух государств будет иметь различное местоположение, что может привести к неправильной интерпретации интервала эшелонирования между воздушными судами и расстояния от зоны ограничения полетов. Таким образом, основным источником систематических ошибок является неиспользование единой опорной геодезической основы при определении местоположения с помощью радиолокаторов; решение данной проблемы заключается в получении радиолокационных данных о местоположении с применением единой геодезической системы отсчета.

Применение ГИС-технологий при управлении воздушным движением дает возможность решить целый комплекс задач, которые стоят сегодня перед авионавигацией. Большинство информации, которая используется службами авионавигации, имеет географическую составляющую. Решение задачи моделирования воздушных коридоров, которое обычно осуществлялось путем разработки бумажных карт, с использованием специальных компьютерных программ, базирующихся на электронных картах, кардинальным образом изменяет характер и эффективность рабочего процесса. Системы управления движением воздушного транспорта оперируют периодически изменяющейся информацией о маршрутах, пунктах назначений, запретных для полетов зонах, которая в ходе модификации должна оперативно отражаться в специальных летных картах и схемах. Авионавигация также выдвигает очень жесткие требования к точности продуцируемой картографической продукции.

Как известно, к ключевым документам авионавигационной информации

относится радионавигационная карта [4]. Этот документ содержит в себе сводную информацию о местности, структуру воздушного пространства, местонахождение аэродрома, географические координаты его радионавигационных средств и многие другие данные, необходимые для воздушной навигации и безопасности осуществления полетов [5].

Традиционно при разработке и подготовке к изданию радионавигационной карты затрачивается много «ручной» работы, которая включает в себя время на разработку, внесение оперативных измерений, подготовку карт к изданию. ГИС позволяют «автоматизировать» процесс создания и выпуска необходимых документов, улучшить их точность и качество, существенно сократить временные и материальные затраты, необходимые для их выпуска [6].

Кроме того, необходимость использования ГИС при управлении воздушным движением обусловлена тем фактом, что традиционные методы увеличения пропускной способности за счет дальнейшего расширения количества секторов воздушного пространства исчерпали свои возможности и не являются эффективными. Существующие процедуры и концепции организации воздушного движения АТМ (Air Traffic Management) имеют ограничения принципиального характера, поэтому они не могут обеспечить обслуживание прогнозируемого увеличения объема воздушных перевозок и удовлетворить актуальные требования пользователей.

Таким образом, необходимость применения геоинформационных систем при управлении воздушным движением обусловлена задачей создания целостной глобально скоординированной системы аэронавигационного обслуживания, которая будет соответствовать растущим требованиям в воздушных перевозках и обеспечивать ряд преимуществ для всех участников полетов и обслуживающего персонала.

Литература

1. Wu, Jing et al. A qualitative modelling approach for the representation of trajectories: application to the analysis of flight patterns // *Annals of GIS*. 2015; pp 275-285.
2. Doc. 9674 AN/946. Руководство по Всемирной геодезической системе – 1984 (WGS-84)
3. Li, Yafei; Liang, Chen The Analysis of Spatial Pattern and Hotspots of Aviation Accident and Ranking the Potential Risk Airports Based on GIS Platform // *Journal of advanced transportation*. 2018. No 1; pp 17-21.
4. Сарайский Ю.Н. Менеджмент аэронавигационной информации: Учебное пособие. / Университет ГА. С-Петербург, 2015, 98 с.
5. Службы аэронавигационной информации. Приложение 15 к Конвенции о международной гражданской авиации. Изд. 14-е. Монреаль: ИКАО, 2013.
6. Ишанходжаев О.А., Сайфуллаева Н.А. Эшмурадов Д.Э. Совершенствование методов мониторинга телекоммуникационной инфраструктуры на основе ГИС-технологий. Вестник ТУИТ. Ташкент, ТУИТ, № 3(55)/ 2020.

СЕКЦИЯ 10. ИНФОРМАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ ПРОЦЕССОВ

УДК 656.7.072/073

КАТЕГОРИИ ГРУЗОВ, ДОСТАВЛЯЕМЫЕ ВОЗДУШНЫМ ТРАНСПОРТОМ: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ИХ ОБРАБОТКИ В АЭРОПОРТУ

*И.О. Полешкина доцент, к.э.н., доцент кафедры ОПВТ,
Г.С. Вороницына доцент, к.э.н., зав. кафедрой ОПВТ,
Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

Технологии, применяемые для обработки грузов в аэропорту, зависят от объема и процентного соотношения категорий обрабатываемых в этом аэропорту грузов. Около 35% МЦП в стоимостном выражении обслуживается воздушным транспортом (ВТ), что составляет менее 2% общего грузооборота в натуральном выражении. Среди товаров, предъявляющих наибольший спрос на перевозку воздушным транспортом, можно выделить две категории: товары с высокой добавленной стоимостью и товары, имеющие жесткие требования к срокам доставки. К первой категории относятся такие грузы как электронные устройства и их компоненты, модная одежда, ювелирные украшения, золото, автомобили класса люкс и т.д. Ко второй категории относятся фармацевтическая продукция, живые животные, скоропортящаяся продукция, товары электронной коммерции и почта. Около половины грузооборота воздушного транспорта составляют электронные устройства и высокотехнологичная продукция. Однако в последнее время рост спроса на перевозку этой категории грузов остановился за счет переориентации поставок ноутбуков на морской транспорт. Быстрыми темпами увеличиваются объемы перевозки товаров электронной коммерции и скоропортящихся грузов [1].

Мировой рынок электронной коммерции стабильно растет. По данным исследовательского портала Statista, объем рынка в 2019 году увеличился в два раза по сравнению с 2016 и превысил 2,8 трлн. долларов США. Согласно прогнозу этого же источника, рост сохранится, но его темпы замедлятся, и к 2021 году общемировой объем рынка может составить около 4,9 трлн. долл. Однако в условиях пандемии рынок показывает резкое увеличение объема продаж по всему миру. Наибольший объем розничных продаж занимает электронная торговля в Китае, который реализует свою продукцию по всему миру по средствам двух крупнейших игроков Alibaba и Aliexpress. Согласно прогнозам российских экспертов, рынок онлайн торговли в России может вырасти до 2,4 трлн. руб. к 2023 году, а его доля от общего объема розничных продаж составит 6%. Покупка товаров через интернет предъявляет особый спрос на экспресс доставку заказа. В Западных странах и США под экспресс-

доставкой в любую точку Земного шара понимается доставка, осуществляемая в пределах 72 часов. Однако на российском рынке логистических услуг эти сроки расширяются до 7 суток. Это связано с особенностью развития внутренних воздушных перевозок в России. По целому ряду направлений наблюдается недостаток провозных мощностей и низкая частота рейсов. Однако спрос на доставку воздушным транспортом этой категории грузов в России будет расти из-за большого расстояния между городами и потребностью организации доставки заказов электронной торговли в 24-48 часовой срок. На эту категорию грузов приходится около 20% общего объема импорта, доставляемого в Россию воздушным транспортом.

В конце июля 2018 г. на российском рынке грузовых воздушных перевозок появился новый игрок – грузовая авиакомпания «Ерофей», которая позиционирует себя как грузоперевозчик товаров электронной коммерции и работает под брендом E-Cargo. Первый грузовой рейс авиакомпании совершила по маршруту Домодедово – Нижневартовск – Певек. Парк самолетов авиакомпании состоит из ВС Boeing 757-200 PCF [2]. Основной объем поставляемых в Россию товаров электронной торговли из Китая сейчас обрабатывается в аэропорту Шереметьево, так как он является базовым аэропортом национального перевозчика авиакомпании РФ ПАО «Аэрофлот», а также обслуживает восемь китайских авиакомпаний.

Организация эффективной доставки товаров электронной торговли, в особенности экспресс доставки, требует от грузовых терминалов внедрения специальных технологий обработки этих грузов. В грузовом терминале «Москва-Карго» с этой целью были реализованы следующие инфраструктурные решения: выделены отдельные территории для сортировки и складирования товаров экспресс доставки, оборудованы рабочие места для персонала компаний-партнеров, созданы особые условия для хранения и возврата экспресс-отправлений за границу. Такие технологические решения позволили увеличить долю товаров электронной торговли в общем объеме обрабатываемого международного импорта до 23,7%. Специалисты видят развитие данного сегмента во внедрении цифровых технологий, позволяющих грузоотправителям бронировать провозные мощности онлайн. В 2019 г. такую технологию запустила компания Lufthansa Cargo. Система дает возможность просматривать имеемые маршруты и свободные грузовые места авиакомпании. Данная технология по средствам API свободно интегрируется с системами транспортных компаний.

Еще одной категорией товаров, показавших рост авиаперевозок в период пандемии стала фармацевтическая продукция. На долю этой категории грузов, по оценкам специалистов, приходится около 8% грузооборота российских авиакомпаний. Однако доставка этой категории грузов воздушным транспортом в регионы России требует от грузовых терминалов соответствующего специализированного температурного оборудования для их обработки.

Таким образом, по оценкам экспертов, структура грузооборота российских авиакомпаний выглядит следующим образом: категория High-Tech (электронные устройства) – 50%, товары электронной коммерции – 20%, Скоропортящаяся продукция за исключением фармацевтики – 10%, фармацевтическая продукция – 8%, остальные категории грузов – 12%. На доставке скоропортящейся продукции специализируются главным образом авиакомпании, обслуживающие северные труднодоступные регионы России [3].

По оценкам международного агентства World ACD, динамика изменения мировых авиаперевозок по категориям грузов за период пандемии (апрель-сентябрь 2020 г.) выглядит следующим образом, рисунок 1. В период пандемии основным драйвером роста авиаперевозок стала категория живых животных и электронных устройств. Данная тенденция сохранилась и по настоящее время, так в феврале 2021 г. объем международных авиаперевозок электронных устройств по сравнению с февралем 2020 г. увеличился на 47%, а объем перевозки живых животных – на 1 %.



Рис. 1. Динамика изменения мировых авиаперевозок по категориям грузов в период пандемии (апрель-сентябрь 2020 г.)

Наибольшая часть грузов доставляемых ВТ, около 80%, обрабатывается в 9 крупнейших аэропортах: Шереметьево (Москва), Домодедово (Москва), Внуково (Москва), Пулково (СПб), Кольцово (Екатеринбург), Толмачево (Новосибирск), Емельяново (Красноярск), Новый (Хабаровск), Кневичи (Владивосток). Однако, основная доля грузов, обрабатываемых в российских аэропортах, приходится на Московский авиационный узел и Санкт-Петербург (в 2019 г. 67%), которые имеют наиболее высокотехнологичные грузовые терминалы в России. Также в девятку самых крупных по объему обрабатываемых грузов вошли аэропорты, обслуживающие доставку трансферных грузов на маршруте «Европа – Азия». На их долю в 2019 г. пришлось 13,1% всех обрабатываемых в России грузов воздушного транспорта. Технологическое и техническое развитие этих аэропортов имеет особое стратегическое значение для наращивания региональных и привлечения транзитных и трансфертных грузовых потоков.

Литература

1. Perishables are the commodity to watch for air cargo over the coming years [Электронный ресурс] // Air Cargo News. 27.10.2016. URL: <https://www.aircargonews.net/airlines/perishables-are-the-commodity-to-watch-for-air-cargo-over-the-coming-years/>. (Дата обращения: 10.03.2020).

2. E-commerce в мире и в России [Электронный ресурс] // Журнал AdIndex Market URL: <https://adindex.ru/specprojects/market-6/commerce/index.phtml>. (Дата обращения 15.03.2020)

3. Горбунов В.П. Эволюция представлений о транспортной доступности // Бюллетень транспортной информации. – 2019. - №8 (290). – С. 10-14.

УДК 656.7.072/073

АНАЛИЗ ПРАКТИКИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПОДДЕРЖКИ РЕГИОНАЛЬНОЙ АВИАЦИИ

В.П. Горбунов к.т.н., генеральный директор

АО «Авиакомпания «Якутия» (Якутск, Республика Саха (Якутия), Россия)

За последние годы постепенно нарабатывались меры и механизмы государственной поддержки региональной авиации Крайнего Севера, Сибири и Дальнего Востока, ставшие за это время важным и необходимым элементом функционирования и развития не только отдельных компаний-авиаперевозчиков, но и всей отрасли региональных авиаперевозок пассажиров. По вопросу форм и механизмов государственной поддержки региональной авиации можно выделить ряд подходов:

– оказания государственной поддержки федеральным казенным предприятиям, созданным на базе аэропортов регионального и местного значения, что способствовало решению задачи по развитию региональных авиаперевозок и обеспечению потребности в авиаперевозках пассажиров на социально значимых маршрутах;

– субсидирование воздушных перевозок как мера государственной поддержки региональных перевозок имеет целью содействие повышению доступности воздушных перевозок населения.

– субсидирование лизинга воздушных судов и федеральных казенных предприятий, создаваемых на базе региональных и местных аэропортов, также напрямую относятся к развитию региональной авиации.

С января 2012 г. стартовала программа субсидирования лизинга воздушных судов, размер которой составил от 15% до 30% стоимости самолета в зависимости от типа, года выпуска и характеристик [1]. Также сформулированы предложения по развитию региональной авиации, которые сводятся к следующему: необходимо совершенствование налогового законодательства которое в отношении региональных авиаперевозчиков характеризуется: а) высокими ставками арендной платы за пользование

земельными участками, предоставленными для размещения аэропортов, аэродромов, взлетно-посадочных полос б) необходимостью введения в субъектах РФ единой методики экономически обоснованного расчета транспортного налога на воздушные суда, отсутствие которой приводит к установлению непомерно высоких налогов для малой авиации; необходимы государственные субсидии для развития региональной авиации; необходима программа подготовки кадров для нужд региональной авиации.

Рассматривая роль государства и формы государственной поддержки развития малой и региональной авиации, отмечается деятельность Министерства транспорта России, осуществляющее меры поддержки региональной и местной авиации по основным направлениям [2]:

- совершенствование механизмов государственного регулирования и нормативной базы;
- обеспечение восстановления, функционирования и развития региональной и местной аэродромной сети;
- расширение и обновление парка воздушных судов региональных и местных воздушных линий;
- снижение себестоимости региональных и местных авиаперевозок;
- совершенствование механизмов субсидирования региональных и местных авиаперевозок из бюджетов различных уровней.

Отмечается схожесть мер поддержки авиаперевозок в нашей стране с западной моделью субсидирования мелких авиакомпаний, обладающих воздушными судами малой вместимости, обеспечение авиасообщения с отдаленными районами страны, стимулирование аэропортовой деятельности [3].

В [4] на основе анализа международного опыта сделаны выводы:

- субсидирование реализуется по двум основным каналам финансирования — авиаперевозчиков, выполняющих полеты по социально значимым маршрутам, и аэропортов, функционирующих в зоне северных и удаленных территорий;
- механизмы бюджетного субсидирования эффективно работают лишь тогда, когда на уровне государства четко сформулированы ориентиры национального развития, достигнуто согласие в области субсидирования аэропортов при соблюдении баланса интересов, авиаперевозчиков, и аэропортов, и пользователей.

Из перечисленных направлений совершенствования механизмов стимулирования и субсидирования имеет смысл выделить позицию по согласованию федерального и регионального субсидирования для получения кумулятивного эффекта инвестирования, т.е. увеличения эффективности государственных вложений [5,6]. Анализ практики осуществления государственной поддержки региональной авиации дает основание для следующих выводов:

- данные по перевозке авиапассажиров говорят о том, что за время осуществления мер государственной поддержки имел место значительный

прогресс, хотя и в меньшей степени, чем в других секторах перевозок авиапассажиров;

– в то же время по показателям авиационной подвижности региональная авиация в несколько раз отстает от других секторов перевозок авиапассажиров;

– отмечается крайне высокая степень дифференциации регионов по базовым показателям перевозок, при этом часть регионов попадает в зону авиатранспортной дискриминации;

– в связке государство (донор)- компании- авиаперевозчики (акцептор) сложились и закрепились устойчивые взаимосвязи и взаимные обязательства, одностороннее нарушение которых может привести к потере работоспособности компаний- авиаперевозчиков;

– в плане последнего положения представляются актуальными вопросы отработки методов эффективного управления компаний- авиаперевозчиков, позволяющие добиться максимальной эффективности работы авиаперевозчиков при рачительном отношении к средствам государственного бюджета.

Таким образом, на сегодняшний день можно оценить состояние региональной авиации как кризисное, но с позитивными тенденциями, сложившимися в результате реализации мер государственной поддержки.

Обобщение представленных выше данных по вопросу форм и механизмов государственной поддержки региональной авиации и анализ экспертного сообщества дают основание для принципиального вывода, что на настоящее время преобладают частные подходы и решения, тогда как целостное понимание проблемы возрождения региональной авиации еще не выработано.

В отсутствии концептуального подхода решение проблемы возрождения региональной авиации вне зоны научного обоснования оказались такие принципиальные вопросы как постановка общей задачи возрождения региональной авиации с формулированием целей; определение состава факторов указанной проблемы, изучение их взаимосвязи; установление способов управления упомянутыми факторами с целью достижения требуемого решения; научное сопровождение хода работ и иные вопросы [7].

Существенным негативным моментом при реализации государственных проектов часто оказывается ведомственная разобщенность и избыточная бюрократизация, для преодоления которой необходимы механизмы централизации и оптимизации структуры управления проектом. Централизация управления, опирающаяся на концептуальные научно обоснованные подходы, создаст условия для исполнения полного комплекса работ с высоким качеством и в разумные сроки.

Литература

1. Железная И.П. К вопросу о развитии региональной авиации в Российской Федерации // Научный вестник МГТУ ГА. 2014. № 205. С. 137–140.

2. Низаметдинов Р.Р. Роль государства и формы государственной поддержки развития малой и региональной авиации в Российской Федерации // Научный вестник МГТУ ГА. № 202 (4) 2014

3. Гущина А.С. Сравнение российского и зарубежного опыта субсидирования авиаперевозок // Вектор экономики. № 3, 2017, С.10

4. Ле Мань Туан. Зарубежный опыт и формы государственной поддержки социально значимых перевозок на воздушном транспорте // Научный вестник МГТУ ГА. № 167(5) 2011

5. Полешкина И.О. Полифункциональность транспортной системы северных регионов // Мир транспорта. – 2019. – Т. 17, 2(81). – 104-116.

6. Полешкина И.О. Оценка эффективности продовольственного обеспечения районов Крайнего Севера России // Экономика региона. - 2018. - Т. 14, № 3. - С. 820-835.

7. Горбунов В.П. Роль природных и антропогенных факторов в современном состоянии региональной авиации Арктики и Крайнего Севера // Наука и Бизнес: Пути развития – М.: 2020. - № 6.

УДК 656.7.072/073

ИНТЕРМОДАЛЬНЫЕ ПЕРЕВОЗКИ КРУПНОГАБАРИТНЫХ ТЯЖЕЛОВЕСНЫХ ГРУЗОВ ВОЗДУШНЫМ ТРАНСПОРТОМ

Т.Н. Пашкова¹ аспирант, Н.А.

*Филиппова² д.т.н., доцент кафедры «Автомобильные перевозки»,
М.В. Шилимов² к.т.н., доцент кафедры «Автомобильные перевозки»*

*¹ ОАО * «НИИАТ»*

² Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), Москва, Россия

Эффективность интермодальной перевозки состоит в возможности использования сильной стороны каждого вида транспорта. Авиационный транспорт обладает сильными скоростными качествами, автомобильный – интересен своей мобильностью и повсеместным распространением. Как известно, у каждого вида транспорта существуют свои ограничения при перевозке крупногабаритных тяжеловесных грузов (далее – КТГ) [1].

Крупногабаритный груз при автомобильной перевозке имеет следующие габариты:

- Высота – свыше 4 м;
- Длина – свыше 20 м;
- Ширина - более 2,55 м.

Основные требования к авиационной перевозке крупногабаритных тяжеловесных грузов ограничены техническими характеристиками специализированных самолетов.

Ан-124-100 («Руслан») обладает важными характеристиками для перевозки сложных грузов, такие как объем грузового отсека, дистанция полета, специальное оборудование для проведения погрузо-разгрузочных работ КТГ.

Максимальные значения КТГ при перевозке Ан 124-100 [2]:

- Вес до 120 т
- Расстояние с максимальной загрузкой до 4 500 км
- Габариты груза ограничиваются одним из параметров 6,35×4,25×37м

Грузовой самолет Ил-76ТД-90ВД – распространен в коммерческой отрасли при перевозках КТГ и имеет важные параметры грузового отсека: размеры, грузоподъемность борта, наличие оборудования для погрузки и выгрузки без применения аэропортовой техники.

Максимальные значения КТГ при перевозке Ил-76ТД [2]:

- Вес до 50 тн
- Расстояние с максимальной загрузкой: 4 000 км
- Габариты груза ограничиваются одним из параметров 3,30×3,30×22м

При планировании перевозки нестандартных и сложных грузов основная задача предусмотреть весь маршрут в соответствии с параметрами грузов, а также полученную информацию пропустить через призму приоритетов данной перевозки. То есть при срочной потребности какого-либо груза необходимо учитывать высокую стоимость организации авиационной перевозки. В этом случае частично снизить бюджет перевозки может, например, специализированный автомобильный транспорт. Таким образом, часть маршрута КТГ доставляется воздухом, а другая часть – автомобилем.

Основная номенклатура крупногабаритных тяжеловесных грузов, перевозимых интермодальным способом (при участии транспорта гражданской авиации и автомобильного транспорта) является аэрокосмическая техника (самолеты и их части, вертолеты, космические аппараты и т.п.), различная специализированная техника, оборудование для нефтегазовых и энергетических отраслей.

В этих условиях грузовладельцам и логистическим участникам рынка приходится искать новые возможности оптимизации перевозок. В ходе проведенного анализа определили два основных критерия: критерий времени и критерий стоимости. Нахождение баланса между этими двумя критериями является приоритетной задачей каждого авиаперевозчика.

В результате проведенного анализа грузооборота авиакомпаний, получили, что в 2019 году общий грузовой оборот российских авиаперевозчиков снизился на 5,4%, в том числе на международных перевозках – на 6,4%.

В ходе проведенных исследований компаний, занимающихся грузовыми перевозками крупногабаритных грузов, определены основные авиаперевозчики, которыми являются AirBridgeCargo, Аэрофлот, Волга-Днепр, Сибирь, Полет, Трансаэро.

Например, авиационный флот AirBridgeCargo для перевозки крупногабаритных тяжеловесных грузов имеет 17 самолётов серии Boeing 747. В парке авиакомпании «Волга-Днепр» работает 12 самолётов Ан-124-100 и 5 самолетов Ил-76ТД-90ВД.

По результатам 2019 года, объем перевозок грузов у компании AirBridgeCargo, в том числе КТГ, – сократился на 6,4%. На этот показатель повлияло несколько причин - это замедление роста мировой и российской экономик, соответственно, сокращение товарооборота между Россией и западными партнерами, и, конечно, самым серьезным фактором резкого падения объемов перевозок воздушным транспортом в 2020г. связано с введением ограничений и закрытия границ из-за эпидемиологической обстановки и угрозой COVID-19. Стоит отметить, что на падение объемов перевозок авиационным транспортом сказывается из-за распространения интермодальных перевозок с заменой прямой авиаперевозки на более экономичные варианты доставки [3].

Табл. 1. Объем грузовых перевозок КТГ авиакомпаниями России за 2017 – 2019 гг. (международное и внутреннее сообщение), тыс. тонн

Компания	2017	2018	2019
AirBridgeCargo	565,5	577,6	541,0
Аэрофлот	226,6	223,8	217,8
Сибирь	34,8	33,9	42,8
Волга-Днепр	37,6	28,57	...
Россия	32,8	33,2	37,4
Прочие	308,7	269,3	253,9



Рис. 1. Общий объем грузов, перевезенных российскими авиакомпаниями (2010-2018гг.), тыс. тонн

Мировыми лидерами по грузовым перевозкам, в том числе КТГ, являются Korean Air, Federal Express, Emirates, United Parcel Service, Cathay Pacific Airways, Qatar Airways.

Иностранные авиакомпании, работающие на российском рынке грузовых авиаперевозок КТГ, перевезли в 2018 году 89 тыс. тонн, а в 2017 году – 75,4 тыс. тонн. Таким образом, процент иностранных авиаперевозчиков в грузовом сегменте этого рынка не более 10%, и тенденции к повышению этого процента не наблюдается.

Литература

1. Троицкая Н.А., Чубуков А.Б., Шилимов М.В. Мультимодальные системы транспортировки и интермодальные технологии // Транспорт. 2009. С. 197-201

2. Официальный сайт: Группа компаний Волга-Днепр // <https://airline.volga-dnepr.com/> (Дата обращения 15.03.2021)

3. Буньковский Д. В. Перспективы развития логистической системы (на примере предприятий грузовых авиаперевозок) // Вестник НГИЭИ. 2018. № 4 (63). С. 93–103.

УДК 656.7.072/073

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО МИНИМИЗАЦИИ СТЫКОВОЧНОГО ВРЕМЕНИ ДЛЯ ТРАНСФЕРНЫХ ПассаЖИРОВ В АЭРОПОРТУ

Н.М. Рубцов к.т.н., доцент, доцент

*Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

Аэропорт - комплекс сооружений, включающий в себя аэродром, аэровокзал, другие сооружения, предназначенный для приема и отправки воздушных судов, обслуживания воздушных перевозок и имеющий для этих целей необходимое оборудование [1].

Он является в то же время исходной и завершающей точкой пассажирских перевозок, но зачастую - пунктом пересадки путешественников (если речь идёт о трансферной перевозке).

В мире на данный момент существует две тенденции развития авиаперевозок – это прямые перевозки «point-to-point» и вторая система «hub-and-spoke», что дословно переводится как узел и спица, и заключается в том, что пассажир вылетает в пункт назначения не напрямую, а с пересадкой в узлом аэропорту.

Узловой аэропорт или аэропорт-ХАБ – это один из главных элементов современных средств организации авиационных перевозок [2].

Трансферные пассажиры – это прибывающие по воздуху в аэропорт пассажиры, которые могут просто пересесть с одного рейса на другой для следования в другой пункт назначения. Специально для них необходимо

обеспечить средства обслуживания, связанные с оформлением билетов, а также с перевозкой их багажа на другое воздушное судно [3].

Совершая трансферную перевозку, пассажир, который следует международным рейсом с посадкой на территории Российской Федерации и затем осуществляет перелет внутренним рейсом, обязан пройти паспортный контроль в аэропорту трансфера, получить багаж, пройти таможенный контроль, регистрацию на стыковочный рейс и оформить багаж. Данные процедуры, в целом, иногда занимают значительное время. Чтобы безопасность пассажирских авиаперевозок была максимальной гарантирована, перевозчиками выполняется предполетный досмотр пассажиров.

В соответствии со Стандартом 4.5.4 Приложения 17 ИКАО, трансферные пассажиры и трансферный багаж могут повторно не досматриваться в аэропорту трансфера, при следующих условиях: в аэропорту вылета пассажиры и багаж прошли соответствующий контроль на безопасность; в аэропортах трансфера предусмотрены процедуры, которые исключают несанкционированный доступ к этим пассажирам и их багажу и т.д. [4].

С целью снижения расходов и эффективного использования материальных, финансовых и человеческих ресурсов, на международном уровне активно рекомендуется применение положений вышеуказанного стандарта.

Применение положений данного стандарта позволяет: в значительной степени сократить расходы на проведение повторного досмотра пассажиров и багажа; использовать освободившихся сотрудников досмотра для досмотра других пассажиров и багажа и т.д. [4].

Применение стандарта актуально так же и для отечественной гражданской авиации.

В статье рассмотрена организация работы с трансферными пассажирами компании Аэрофлот в аэропорту Шереметьево.

Трансферными пассажирами занимается Группа транзита и встречи пассажиров (ГТиВП).

В авиакомпании транзитные пассажиропотоки условно делятся на три группы: внутрироссийские, международные пассажиропотоки, трансфер между Россией и зарубежными странами. Так как эти группы относятся к различным категориям трансферных пассажиров и им предоставляется различный сервис, то во избежание нарушений существующих технологий обслуживания пассажиров, таможенного законодательства РФ, потери стыковок пассажирами при встрече рейса пассажиропотоки необходимо разделять. При распределении пассажиропотока особое внимание уделяется группам трансферных пассажиров (от 10 человек) и наличию групп с коротким стыковочным временем.

При стыковке между внутренними и международными линиями трансферный пассажир затрачивает больше всего времени на получение багажа, и прохождение предполетных формальностей, связанных с

прохождением паспортного, таможенного контроля и предполетного досмотра.

Для координации обеспечения стыковок трансферных пассажиров и багажа и управление оборотом воздушных судов в авиакомпании Аэрофлот введена в эксплуатацию система HubControlCentre. Данная система контролирует из единого центра все технологические процессы в аэропорту Шереметьево. На всех потоках трансферных пассажиров этап высадки из ВС с удаленных мест стоянок является уязвимым участком. Поэтому предлагается с целью достижения максимальной эффективности по обслуживанию проблемных рейсов повысить взаимодействие сотрудников ГТиВП и HubControlCentre. Сотрудник ГТиВП для исключения задержки рейса по вылету может, выполнять запрос на замену планируемой удаленной стоянки на контактную, если существует такая возможность.

На потоках по России предлагается пассажирам исключить прохождение предполетного досмотра, так как в терминале оборудованы залы прибытия/вылета для размещения пассажиров, и пассажиры не допускаются к своему зарегистрированному багажу.

Разделение потоков позволит трансферным пассажирам быстрее проходить необходимую процедуру, так как прибывшие пассажиры не имели контакта с пассажирами, не прошедшими предполетный досмотр в аэропорту. Экономия времени за счет отмены предполетного досмотра может достигать до 15 минут.

На потоках между Россией и зарубежными пассажирам необходимо пройти все послеполетные и предполетные формальности, осуществить переход из терминала Е в терминал В. Путь пассажиров между терминалами Е и В осуществляется сначала по длинной галерее, а далее на межтерминальном подземном поезде, к которому необходимо спуститься на трех эскалаторах или двух пассажирских лифтах, что в совокупности занимает 20-40 минут.

Если пассажир осуществляет данный переезд с одним и более багажом, то времени затрачивается больше, так как передвигаться с багажом гораздо сложнее.

Предлагается организовать сдачу багажа трансферных пассажиров, вылетающих из терминала В на стойках регистрации в терминала Е, так как в терминале Е сдачу багажа можно произвести на любой стоки регистрации терминала.

Обслуживание пассажиров на потоках между Россией и зарубежными странами проблемными участками остаются зона паспортного контроля.

Сейчас в аэропорту Шереметьево кабинки паспортного контроля равнозначны для всех прибывающих пассажиров. На сегодняшний день нет разделений очередей для пассажиров, прилетевших в Москву, и пассажиров, имеющих стыковки из зарубежья и далее по городам России. В связи с этим, транзитные пассажиры стоят в очередях вместе с теми, кто летел только до Москвы.

Поэтому очень часто транзитные пассажиры тратят на прохождение паспортного контроля в общей очереди достаточно много времени, в связи с чем опаздывают на свой следующий рейс. Предложением является выделение отдельных кабинок паспортного контроля специально для обслуживания транзитных пассажиров с международного рейса на федеральный. Это позволит минимизировать время ожидания на паспортном контроле и ускорит его прохождение. У транзитных пассажиров появятся дополнительные 10-15 минут стыковочного времени, что позволит вовремя прибыть на посадку и улететь на своём рейсе.

Предложенные изменения технологии обслуживания создадут более комфортные условия для трансферных пассажиров при пересадке.

Литература

1. Нормативно-правовая база Консультант. [Электронный ресурс]. – URL:http://www.consultant.ru/document/cons_doc_law_13744/15bacbc7fb72b5225dff69848c52d3cf2225d95/ (дата обращения: 11.03.2021).

2. Артемова Е. И. «Тенденции формирования и развития аэропортов-ХАБов в России» научный журнал Кубгау, №98(04), 2014г. [Электронный ресурс]. – URL:<http://ej.kubagro.ru/2014/04/pdf/91.pdf> (дата обращения: 15.03.2021).

3. Вороницына Г.С. Технология перевозок на воздушном транспорте. Учебное пособие. — М.: МГТУ ГА, 2015. - 37 с.

4. Официальный сайт Международной организации гражданской авиации. [Электронный ресурс]. – URL:<http://www.icao.int/pages/default.aspx> (дата обращения: 10.03.2021).

УДК 656.7.072/073

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОНЦЕНТРИРОВАННО-РАСПРЕДЕЛЁННОГО ПОДХОДА ПРИ ОЦЕНКЕ СТРАТЕГИЧЕСКИХ ПЕРСПЕКТИВ АВИАПЕРЕВОЗОК

*С.А. Рыбкин к.э.н., доцент, доцент
Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

Пандемия коронавируса привела к значительным изменениям в мировой экономике. Транспортная сфера является важнейшей обеспечивающей системой, которая позволяет решать не только экономические задачи, но и осуществляет важные социальные функции. В этой связи, в условиях закрытия границ и введения жёстких ограничительных мер большинством стран, именно в транспортной отрасли произошли значительные сокращения. Авиаперевозки в 2020 году снизились. К примеру, в России пассажиропоток опустился до уровня 2011 года [1]. Всего было перевезено порядка 69,2 миллиона пассажиров [2], что по сравнению с 2019 годом, когда было перевезено 128,1 миллион человек, почти вдвое меньше. У авиакомпаний

России пассажиропоток упал в среднем на 30-50 процентов. Так, у Аэрофлота снижение составило 61%, S7-51%, Победа-12%. Такие резкие снижения основного операционного показателя привели к тому, что, практически, все авиакомпании закончили год с убытками. Несмотря на определённые послабления со стороны лизингодателей и кредиторов, гражданская авиация находится в тяжёлом положении.

Восстановление отрасли является вопросом не только государственного регулирования и управления, но результатом эффективного стратегического управления на уровне авиакомпаний. В конце 2020 года правительство РФ продлило программу субсидирования авиакомпаний в связи с потерями от пандемии [3]. В условиях нарастающих рисков и неопределённости подбор правильного и соответствующего текущим вызовам инструментария стратегического планирования авиакомпании является ключевым элементом успешности выхода из кризиса в целом. Важными составными частями этого процесса являются: своевременность, обоснованность, универсальность, объективность.

Одним из способов обеспечить этот процесс является формализация управленческих решений, которая позволяет положить на научно обоснованную основу процесс принятия решений и минимизировать время, затраченное на это. В общем случае мы можем говорить о процессе алгоритмизации и декомпозиции, как взаимоувязанных процессах логического построения системы принятия управленческих решений в рамках оценки стратегических перспектив авиакомпанией. Важным является то, что при формализации, принципиальным будет разделение точек принятия решений от процесса реализации решений. В настоящее время в научной литературе эти два понятия очень часто объединяют, понимая, что под точкой принятия решения подразумевается начало процесса реализации решения. Однако, целесообразность чёткого разделения этих двух понятий обуславливается тем, что реализация решения заведомо предполагает изменение параметров рассматриваемой системы, а процесс принятия решения предполагает сохранение системы в прежнем виде при определённых условиях. Если рассматривать данную проблематику с позиции стратегического управления, то формализация принятия решения предполагает ответ на принципиальный вопрос: текущее состояние базисов рассматриваемого фактора стратегического развития требует ли корректировки регулятором или нет. Применение методов алгоритмизации и декомпозиции при управлении на стратегическом уровне является составными частями концентрированно-распределённого подхода [4] по управлению социально-экономическими системами. В рамках этого подхода определяются основные принципы и механизмы регулирования системы с учётом доступности ресурсов, уровня рисков и степени неопределённости. Принимая во внимание актуализацию исследований в области вывода гражданской авиации на допандемийный уровень и того внимания, которое этому вопросу уделяется в правительстве Российской Федерации, методологические

подходы к формализации являются неперенным и обязательным условием разработки стратегических управленческих решений. Информатизация процесса принятия решений является второй по очерёдности, но первой по значимости для развития гражданской авиации России, поэтому предлагаемые методы формализации, как составная часть концентрированно-распределённого подхода, являются актуальными, значимыми и востребованными в практической деятельности авиакомпаний, по оценке стратегических перспектив авиаперевозок.

Литература

1. Пандемия урезала авиаперевозки в России вдвое. Статья Коммерсант. <https://www.kommersant.ru/doc/4652888> (дата обращения 23.01.2021)

2. Федеральное агентство воздушного транспорта. <https://favt.gov.ru/novosti-novosti/?id=7338> (дата обращения 23.03.2021)

3. Статья Коммерсант <https://www.kommersant.ru/doc/4615021> (дата обращения 23.03.2021)

4. Рыбкин С.А. Концентрированный и распределённый подход к управлению рисками экономического развития. В сборнике: ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ИМПЕРАТИВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ РОССИИ. сборник материалов Международной научно-практической конференции (в рамках международного научно-практического форума «Россия в XXI веке: глобальные вызовы, риски и решения»). Государственный университет управления. 2019. С. 143-148.

УДК 656.7.072/073

ВОЗМОЖЕН ЛИ ОВЕРБУКИНГ В РОССИИ

Л.Э. Лутина к.т.н., доцент кафедры ОПВТ

*Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

Овербукинг или сверхлимитные продажи авиабилетов – это одна из самых проверенных и эффективных с финансовой точки зрения стратегий управления доходами авиакомпаний. Многие авиакомпании во всем мире продают больше мест, чем есть в самолетах. Это нормальная практика, которая допускается правилами в ряде стран. Этот принцип повышения экономической эффективности западных авиакомпаний используется весьма широко и позволяет повысить доход от продажи билетов на рейсе на 6–7%. Применение овербукинга основано на статистических материалах неиспользования проданных билетов по целому ряду причин. Практически всегда на рейсах с большим объемом посадочных мест остаются оплаченные места, на которые не явились пассажиры по той или иной причине. Поэтому целесообразность продажи сверхлимитных билетов очевидна.

Большое количество западных авиакомпаний используют возможность продажи «лишних» билетов на законных основаниях. Например, американские авиакомпании руководствуются положениями, указанными в законе об овербукинге. Правила для авиакомпаний в США предусматривают, что пассажира могут снять с рейса и направить его следующим самолетом. Если новый рейс прибывает не более чем на один час позже по сравнению с временем прилета в конечную точку в первоначальном билете, авиакомпания может не платить компенсацию. Если новый рейс прибывает позже в пределах одного-двух часов для маршрутов в пределах США и в пределах одного-четырёх часов для международных маршрутов — авиакомпания должна заплатить пассажиру компенсацию, которая составляет 200% от размера тарифа в одну сторону, но не более \$675.

Если же альтернативный рейс прибывает на более чем два часа позже по сравнению с изначальным для маршрутов в пределах США и более чем на четыре часа позже для международных маршрутов — авиакомпания должна заплатить пассажиру компенсацию, которая составляет 400% от размера тарифа в одну сторону, но не более \$1350. Также пассажир может отказаться от перелета и получить деньги за билет по вынужденной процедуре возврата, однако авиакомпания все равно обязана выплатить компенсацию в качестве покрытия причиненных пассажиру неудобств.

В Регламенте Европарламента и Совета ЕС № 261/2004 установлены общие правила компенсации и помощи пассажирам в случае снятия с рейса, отмены или длительной задержки рейса. Регламент унифицирует правила, по которым работают авиаперевозчики, получившие лицензию на данный вид деятельности в государствах – членах ЕС.

При этом законодательно определено вознаграждение пассажирам, принявшим на себя проблемы овербукинга. Например, для авиаперевозчиков, зарегистрированных или осуществляющих полеты над территорией Евросоюза компенсация исчисляется так:

Расстояние до 1500 км 125 евро при задержке менее 2-х часов и 200 евро, если дольше.

От 1500 до 3000 км 200 евро при задержке менее 3-х часов и 400 евро, если дольше.

При дальности более 3500 км 300 евро или 600 евро, если задержка более 4-х часов.

При понижении класса обслуживания пассажиру так же должны вернуть до 75% стоимости авиабилета.

Авиакомпания имеет право уменьшить компенсацию на 50 %, если авиапассажиру предложена замена маршрута перевозки до его пункта назначения альтернативными рейсами и время прибытия не превышает запланированного времени:

на 2 часа для рейсов дальностью до 1500 км

на 3 часа для рейсов дальностью от 1500 до 3500 км

на 4 часа для рейсов дальностью свыше 3500 км

Помимо выплаты компенсации, авиакомпания берет на себя переоформление билета на другую дату и возвращение полной стоимости авиабилета. Если авиапассажир принимает решение лететь более поздним рейсом, авиакомпания обеспечивает его проживанием в гостинице, питанием и напитками.

В настоящее время в России отсутствует законодательное разрешение на его использование. В сверхлимитной продаже авиабилетов в России существует ряд особенностей, которые могут ограничить его применение. В связи с большой протяженностью некоторых рейсов российских авиакомпаний и малой населенностью региональных областей, рейсы осуществляются довольно редко и при этом отсутствует возможность оперативно решить задачу подсадки «лишнего» пассажира на следующий рейс. В то же время на рейсах частого вылета, когда время ожидания следующего вылета не велико или этот же маршрут поддерживают другие авиакомпании целесообразность овербукинга очевидна. В России, до настоящего времени, овербукинг не регламентирован, не определены условия компенсации неудобств, связанных с этим явлением. Более того, в связи с особенностью менталитета Российского пассажира, который воспринимает сверхлимитные продажи как сорванные планы, как неожиданные проблемы и/или обман, но не как дополнительный способ получения дохода, в разы превышающего стоимость самого авиабилета. Такое негативное отношение к сверхлимитным продажам возникло, во-первых, из-за отсутствия законодательного регулирования прав на компенсации (в том числе денежные) для пассажиров. В связи с очевидной экономической эффективностью овербукинга, предпринимались попытки его введения на высоком уровне. Так в 2015 году Дмитрий Медведев предложил узаконить продажу «лишних» авиабилетов. Это предложение активно обсуждалось авиакомпаниями, однако, до настоящего момента руководящие разрешительные документы не введены в действие. Более того в декабре 2018 в Госдуму внесен законопроект об ответственности авиакомпаний за использование. Законопроект уже рассмотрели и поддержали Координационный совет фракции "Единая Россия" в Госдуме, профильный думский комитет по транспорту, а также Генпрокуратура РФ - она отметила актуальность введения ответственности за подобные действия авиакомпаний. Анализ возможностей применения овербукинга показал, что его использование возможно при законодательном подтверждении его условий, когда экономическая эффективность каждой компании в каждом конкретном случае может определяться его экономической эффективностью.

Литература

1. Фридман Г., Мозговая К. «Овербукинг должен стать нормой». Ведомости от 26.04.2017 г.
2. Регламент Европарламента и Совета ЕС № 261/2004
3. Приказ Минтранса России № 82 от 28.06.2007

4. Статья «Почему авиакомпании отказывают авиапассажирам в посадке и какие права имеют путешественники при овербукинге?» Портал Avianews, [Электронный ресурс], URL: https://www.avianews.com/help/passengerrights/2019/06/21/overbooking_cause_rights/

УДК 656.7.072/073

О КОРРЕЛЯЦИОННОМ МЕТОДЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ АВИАКОМПАНИИ

*Д.Ю. Потапова ст.преподаватель, О.Г. Феоктистова д.т.н., доцент
Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

В транспортной отрасли, в частности в гражданской авиации, в отличие от других отраслей экономики, довольно четко можно проследить как на итоговые показатели деятельности авиакомпаний влияет динамика и характер изменения социальных и экономических показателей государства. Таким образом, если взять во внимание жизненный цикл любого авиапредприятия и изучить влияние внешних факторов на его деятельность, то можно четко определить три периода существования авиакомпании: подъем, переходный период и спад.

Очевидно, что наиболее неблагоприятным итогом в жизненном цикле авиапредприятия считается его гибель или банкротство. Предпосылок и провоцирующих факторов для таких трагических последствий может быть великое множество, но в большинстве случаев – это результат построения ошибочной политики руководства авиакомпании и неспособность правильно просчитать последствия собственных решений. Другими словами, это неспособность управляющего аппарата авиакомпании строить прогнозы центральных узловых показателей своей деятельности, таких как – спрос на авиаперевозки, количество перевозимых пассажиров и грузов, прибыль и материальные затраты и др.

Проблема прогнозирования последствий результатов своей деятельности как на дальний, так и на ближний период была, есть и будет одной из вечных задач человека, организации, отрасли и государства. Что касается гражданской авиации, в целом, и авиакомпании в частности, то от успеха прогностической деятельности ее руководства зависит судьба авиакомпании и ее работников. Лучшим доказательством этого утверждения служит судьба некогда процветающих авиакомпаний, рухнувших за последние 20 лет.

Прогностическая оценка зависит от громадного количества факторов, где на первое место выходит общая социально-экономическая ситуация в стране, имеющая ярко выраженный периодический характер с периодом 20

лет по циклу подъем-спад-подъем, что с такой же периодичностью просматривается в итоговых показателях практически всех авиакомпаний по их узловым показателям, таким как прибыль, расходы, доходы, число отправленных пассажиров, использование авиапарка, налет ВС и др.

Большинство прогностических оценок в принципе сводятся к прогнозам типа – оптимистический, эвристический и пессимистический. В основу оптимистического прогноза должна быть положена концепция медленного, но устойчивого роста объема авиаперевозок и сохранения доли продаж авиаперевозок. Пессимистический прогноз должен базироваться на концепции существенного ежегодного падения объема продажи билетов. Эвристический прогноз должен опираться на математическую обработку статистических данных за последние 20 лет и их экстраполяцию на ближайшие годы.

Суть этих прогнозов, в конечном счете, сводится к предельным в ту или иную сторону количественным оценкам. Точность таких прогнозов, как показала практика, бывает явно недостаточной для решения многих практических задач.

Проведенная обработка фактических данных 8 авиакомпаний за 20 лет (1998-2018 гг.) выявила в отдельных случаях наличие достаточно сильной корреляционной взаимосвязи как между отдельными показателями деятельности авиакомпании, так и между соответствующими показателями различных авиакомпаний. Кроме того, прослеживается в большинстве случаев практически во всех авиакомпаниях сильная межгодовая коррелированность между соответствующими показателями каждой из авиакомпаний с радиусом корреляции ρ , равном 3-4 года.

Фактором, способствующим увеличению достоверности прогноза, выступает использование нелинейных (квадратичных) поправок к корреляционным зависимостям.

В этом случае среднеквадратичная ошибка прогноза уменьшается в $\sqrt{1-\rho^2}$ (рис. 1.).

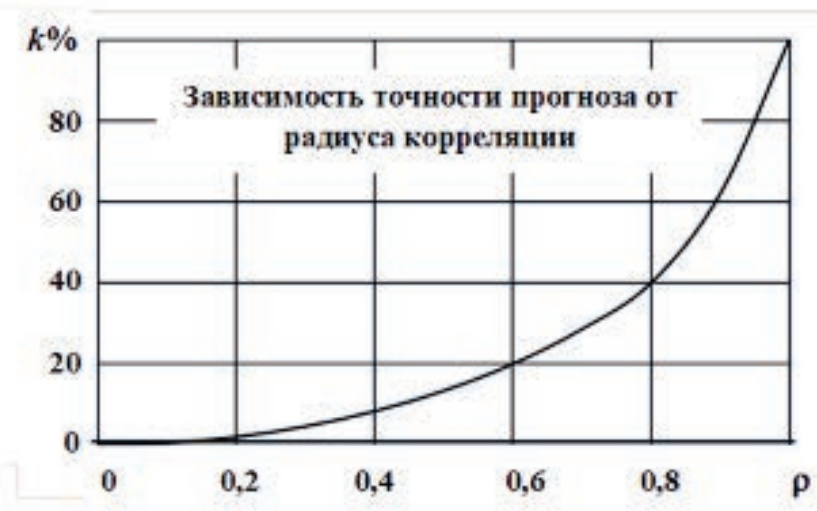


Рис. 1. Зависимость точности прогноза от радиуса корреляции.

В таблице приведены фактические данные, имевшие место в период 2009-2017 в трех авиакомпаниях «ВИМ-Авиа», «Сибирь» и «Таймыр» и прогностические данные, рассчитанные методом, учитывающим корреляционные связи второго порядка.

	"АК "ВИМ-АВИА"			АК "Сибирь"			"АК "Таймыр"		
	Налет ВС, млн км	% загруз ки	Пасс., чел.	Налет ВС, млн км	% загруз ки	Пасс., чел.	Налет ВС, млн км	% загруз ки	Пасс., чел.
2009	18,5	79,0	1,3	90,0	76,3	4,6	37,7	73,4	1,7
2010	22,1	82,0	1,3	92,4	76,5	4,8	11,9	76,8	0,5
2011	23,9	75,8	1,6	97,4	75,6	5,1	19,9	72,8	0,8
2012	19,5	81,3	1,5	112,1	80,0	6,4	27,8	73,9	1,2
2013	17,2	82	1,4	119,5	80,9	7,1	29,9	76,1	1,2
2014	21,9	76	1,6	129,9	79,9	7,9	26,7	74,3	1,1
2015	23,0	73	1,6	128,8	80,3	8,2	25,6	71,2	1,1
2016	32,1	74	2,1	133,9	85,2	9,5	25,8	74,2	1,3
2017	31,4	76	2,1	143,1	85,2	9,9	25,7	78,8	1,4
К-т корр.	0,64	0,31	0,72	0,96	0,77	0,97	-0,29	-0,18	-0,14
Прогноз	32,85	85,69	2,18	164,6 0	90,93	9,35	27,78	96,47	1,49
Ошиб. прог%	4,56	11,12	2,14	15,01	6,71	-5,98	7,92	22,48	6,53

Исходя из вышесказанного, целесообразно подвергнуть анализу радиусы корреляции изменения рассматриваемых параметров со сдвигом на один год. Повысить точность прогноза можно, если получить высокие значения этого коэффициента.

Итак, прогнозирование характеристик деятельности предприятия, таких как: спрос на перевозки, количество проданных авиационных билетов, средний тариф отправки пассажиров, финансовый результат от реализации перевозок, динамика количества работников и уровень оплаты труда – это ключевая задача для управленческого аппарата и менеджмента любой авиакомпании.

Литература

1. Statistics for business and economics, Newbold P., Carlson W. L., 2013.
2. Костромина Е.В. Экономика авиакомпании в условиях рынка. –М.: Авиабизнес, 1999.
3. Теория вероятностей и атематическая статистика: учеб. Пособие для вузов, Шведов А.С., 2005.

ВНЕДРЕНИЕ ИТ-СИСТЕМ В АВИАЦИОННУЮ ИНФРАСТРУКТУРУ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

*Е.А. Тележинская студент, магистр, В.В. Ефимова доцент, к.э.н., доцент
ГУУ (Москва, Россия)*

Государственная «Транспортная стратегия на период до 2030 года», утвержденная распоряжением Правительства Российской Федерации от 22.11.2008 № 1734-р. и программа «Развитие инфраструктуры воздушного транспорта» включают в себя развитие авиационной инфраструктуры Дальнего Востока [1].

Для обеспечения наибольшей безопасности на воздушном транспорте дальневосточного региона в крупных городах – Благовещенск, Магадан, Петропавловск-Камчатский, Владивосток, Хабаровск, Якутск и Южно-Сахалинск - необходимо внедрение таких ИТ-технологий, как: система обнаружения беспилотных воздушных судов и ухода от столкновения с ними, система автоматизированного контроля эксплуатации воздушного пространства на базе компьютерных методик, цифровые системы обеспечения полетов в верхних и нижних воздушных пространствах региона, система интеграции в воздушном пространстве пилотируемых воздушных судов совместно с беспилотниками, а также следует модернизировать оснащение пропускных пунктов [2].

В случае ввода в эксплуатацию инновационных ИТ-технологий в каждый крупный аэропорт Дальнего Востока, предусматривается применение автоматизированной информационно-справочной системы, которая позволит повысить уровень качества обслуживания пассажиров, планирующих как внутренние, так и международные рейсы. Данная программа развития дальневосточного региона включает в себя использование аудиовизуальной информации о статусе прохождения регистрации пассажиров на рейсы, прилете и отлете самолетов, посадке, выдачи багажа, изменении расписания полетов, регистрации персонала аэропорта. Автоматизированная информационно-справочная система позволит с наибольшей скоростью реагировать на возникающие чрезвычайные ситуации на всей территории аэропортового комплекса.

Концепция должна быть разработана с высокой точностью и надежностью для бесперебойной работы семь дней в неделю на протяжении всех суток. Для персонала необходимо ввести автоматизированные рабочие места, а также возможность обучения и повышения квалификации по цифровым технологиям. Сотрудники аэропорта должны получить возможность постоянного контроля и управления автоматизированной информационно-справочной системой.

Для реализации проекта по внедрению ИТ-технологий в авиационную инфраструктуру больших аэропортов Дальнего Востока потребуются

высококвалифицированные кадры, занимающиеся цифровыми технологиями. Персонал должен быть ответственным, иметь высшее образование в данной сфере деятельности и исполнительным. На внедрение всех необходимых IT-технологий, в среднем, уйдет семнадцать лет и потребуются около четырехсот человек.

В связи с большими затратами человеческих, технических и интеллектуальных ресурсов на реализацию проекта, необходимо учитывать различные риски.

Неправильное или неточное понимание технологии исполнителями, некорректная интерпретация ТЗ или совершение ошибок в создании чертежей относятся к проектному уровню рисков [3].

Возможна ситуация с изменением субсидирования проекта государством, что является регуляторным риском проекта [3].

К юридическим рискам внедрения IT-технологий в аэропортовые комплексы Дальнего Востока относятся всевозможные махинации с официальными документами, а также некорректность составления договоров с исполнителями [3].

Нельзя исключать возникновение форс-мажорных обстоятельств, которые могут как остановить/приостановить внедрение IT-технологий в аэропорты, так и дать существенное ускорение деятельности [3].

Для управления данными рисками необходимо проводить постоянный аудит документации, контролировать все этапы внедрения технологий, заключать договоры с проверенными людьми и использовать страхование деятельности [3].

Таким образом, на проект по внедрению IT-технологий в авиационную инфраструктуру Дальнего Востока будет вложено около 168,9 миллиардов рублей. Данные системы повысят безопасность внутренних и международных перелетов.

Литература

1. Распоряжение "Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года" от 22.11.2008 № 1734-р // Собрание актов Президента и Правительства Российской Федерации. 2008 г. с изм. и допол. в ред. от 12.05.2018.

2. Анализ современного состояния технологических решений в области использования воздушного пространства беспилотными авиационными системами и разработка предложений по их внедрению и совершенствованию в Российской Федерации // Российские беспилотники URL: <https://russiandrone.ru/publications/6-analiz-sovremennogo-sostoyaniya-tehnologicheskikh-resheniy-v-oblasti-ispolzovaniya-vozdushnogo-pr/> (дата обращения: 12.03.2021).

3. Грачева М.В. Риск-менеджмент инвестиционного проекта. Учебник. М.: Юнити, 2018. 576 с.

СЕКЦИЯ 11. ЭКОНОМИКА, УПРАВЛЕНИЕ И ГОСУДАРСТВЕННОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ В ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ

УДК 656.7:338; 656.7:658

НОВЫЕ ИНИЦИАТИВЫ СОВЕТА ИКАО ДЛЯ ДИСТАНЦИОННО ПИЛОТИРУЕМЫХ АВИАЦИОННЫХ СИСТЕМ (ДПАС)

*Б.П. Елисеев д.ю.н., профессор., зав. кафедрой ГРиП, ректор
Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

Совет ИКАО является исполнительным постоянно действующим органом ИКАО, который обеспечивает непрерывность его деятельности между сессиями Ассамблеи и ответственен перед этим высшим органом ИКАО.

Функции Совета многочисленны и ответственны. Центральной задачей Совета, согласно статье 54 Чикагской конвенции [1], является разработка и принятие международных стандартов и рекомендаций, а при необходимости – их изменение с учетом национальной и международной практики эксплуатации гражданских воздушных судов, аэродромов и воздушных трасс.

Появление дистанционно пилотируемых авиационных систем (беспилотных авиационных систем согласно Воздушному Кодексу РФ) неизбежно привело к необходимости внесения соответствующих поправок в уже существующие SARPS, в том числе, в Приложения 1,2,8,10, а также 3,12,19 к Чикагской конвенции.

Первые уже приняты Советом ИКАО, вступят в силу с 12 июля 2021 года и начнут применяться Договаривающимися государствами с 26 ноября 2026 года, вторая группа поправок планируется к рассмотрению в 2022-23 гг. и будет касаться деталей интероперабельности использования частот и совместимости с существующими системами связи и навигации.

Наиболее важными являются принятые поправки Приложения 8 к Чикагской конвенции «Летная годность воздушных судов», охватывающие требования по сертификации дистанционно управляемых самолетов и вертолетов в дополнение к пунктам дистанционного пилотирования (ПДП), с помощью которых они эксплуатировались.

Предполагается, что эти положения станут основополагающими международными SARPS для выдачи сертификатов типа и сертификатов летной годности для дистанционно пилотируемых воздушных судов и всех необходимых компонентов.

Таким образом, будет обеспечен базовый уровень требований, который государства смогут использовать в ближайшей перспективе для сертификации ДПАС для международных грузовых перевозок, авиационных спецработ, а в будущем – и для перевозок пассажиров.

Отложенная дата применения новых поправок дает возможность правительствам и отрасли подготовиться к выполнению положений о летной годности, как это предусмотрено в статье 41 Чикагской конвенции.

Литература

1. Конвенция о Международной гражданской авиации (заключена в Чикаго 07.12.1944 г) в действующей редакции

УДК 656.7:338; 656.7:658

К ВОПРОСУ ОБ ОТВЕТСТВЕННОСТИ ИСПОЛНЕНИЯ ПРЕДВЫБОРНЫХ ПРОГРАММ

*Т.Д. Карлина к.ю.н., доцент кафедры ГРиП
Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

Согласно п. 1, 2 и 3 ст. 3 Конституции Российской Федерации: носителем суверенитета и *единственным источником власти* в Российской Федерации является ее многонациональный народ; народ осуществляет свою *власть непосредственно, а также* через органы государственной власти и органы местного самоуправления; высшим непосредственным выражением власти народа являются референдум и свободные выборы [1].

Федеральный закон «Об основных гарантиях избирательных прав и права на участие в референдуме граждан Российской Федерации» предусматривает гарантии прав граждан на получение и распространение информации о выборах. Информационное обеспечение выборов включает в себя информирование избирателей, предвыборную агитацию, и способствует осознанному волеизъявлению граждан, гласности выборов.

Федеральный закон «О выборах депутатов Государственной Думы Федерального собрания Российской Федерации» [2] предусматривает предвыборную агитацию и методы агитации.

Для участия в выборах кандидаты предъявляют потенциальным избирателям свои Предвыборные программы, которые представляют собой обещания кандидатов по улучшению жизненных условий избирателей по самому широкому кругу вопросов. Т.е. это своего рода одна из возможностей воздействия с целью побудить или побуждающая потенциальных избирателей голосовать за партию или за кандидата.

Необходимость наличия и публикации Предвыборной программы не менее чем в одном общероссийском государственном периодическом печатном издании и в сети ИНТЕРНЕТ предусмотрено Федеральным законом «О выборах депутатов Государственной Думы Федерального собрания Российской Федерации» [3].

Таким образом, победивший кандидат становится исполнителем Предвыборной программы. На практике, повышенные обязательства,

изложенные в предвыборной программе и взятые на себя кандидатом во время предвыборной агитации, не соответствуют перечню мероприятий, реально исполненных в период осуществления полномочий. В результате получается, что народ делегирует свою власть победившему кандидату, а взамен получает только пустые обещания. Существующая система делегирования народной власти несовершенна в части отсутствия правового механизма отслеживания исполнения победившими кандидатами своих предвыборных обещаний.

Федеральный закон «О статусе сенатора Российской Федерации и статусе депутата Государственной Думы Федерального Собрания Российской Федерации» определяет права, обязанности и ответственность сенатора Российской Федерации и депутата Государственной Думы Федерального Собрания Российской Федерации [4]. Статья 10.1. названного закона предусматривает ответственность за нарушение отдельных ограничений, запретов и неисполнение обязанностей. На наш взгляд, данный правовой акт предусматривает ответственность только лишь за нарушение правовых ограничений и запретов указанных субъектов публичного права [4].

Четкое исполнение Предвыборных программ победившими кандидатами на публично избираемые государственные и муниципальные посты в период исполнения полномочий – это и есть обязанность избранного лица.

Избранные на выборах лица являются субъектами публичного права, к ним применимы меры государственного принуждения не только за совершенные правонарушения, но и за общественное осуждение за неисполнение или ненадлежащее исполнение обязанностей (невыполнение предвыборной программы).

На наш взгляд необходимо на законодательном уровне закрепить ответственность за неисполнение или ненадлежащее исполнение предвыборных программ депутатами как федерального, так и регионального уровней.

Литература

1. Российская Федерация. Конституция. Конституция Российской Федерации: Принята всенародным голосованием 12 декабря 1993 года с изменениями, одобренными в ходе общероссийского голосования 1 июля 2020 года // Российская газета. – 1993. – 25 дек. – С.3-6.

2. Российская Федерация. Законы. Об основных гарантиях избирательных прав и права на участие в референдуме граждан Российской Федерации: федеральный закон от 12 июня 2002 г. № 67-ФЗ // Собрание законодательства Российской Федерации. – 2002. – № 24 – Ст. 2253.

3. Российская Федерация. Законы. О выборах депутатов Государственной Думы Федерального собрания Российской Федерации: федеральный закон от 22 февраля 2014 г. № 20-ФЗ // Собрание законодательства Российской Федерации. – 2014. – № 8. – Ст. 740.

4. Российская Федерация. Законы. О статусе сенатора Российской Федерации и статусе депутата Государственной Думы Федерального Собрания Российской Федерации: федеральный закон от 8 мая 1994 г. № 3-ФЗ // Собрание законодательства Российской Федерации. – 1994. – № 2. – Ст. 74.

ПРЕДПОЛАГАЕМОЕ РАЗВИТИЕ АВИАЦИИ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЕВРОПЕ

*В. Немец доцент, Ph.D, ассоциированный профессор,
В. Жаркова магистр, аспирант
Университет Пардубице (Пардубице, Чехия)*

К концу 2020 года финансовые рынки достигли нового максимума, чему способствовали надежды на одобрение вакцин против COVID-19. Фондовые рынки получили поддержку благодаря низким процентным ставкам, денежно-кредитной политике центральных банков. Однако такая ситуация не идет на пользу мелким предпринимателям. Если посмотреть на различные статистические данные и анализы, то можно обнаружить, что до кризиса COVID-19 84% фондового рынка США принадлежали 10% акционеров (и 51% этих акций владели 1% наиболее богатых акционеров), а 50% держателей акций владели небольшим количеством акций. 50 самых богатых миллиардеров в Соединенных Штатах были богаче, чем 50% населения. Пандемия COVID-19 ускорила эту концентрацию богатства. У государственных служащих со стабильным доходом, которые могут работать из дома и использовать имеющиеся собственные финансовые резервы, дела обстоят хорошо. Однако те, кто не имеют работы или частично заняты на нестандартной низкооплачиваемой работе, не могут похвастаться тем же.

Таким образом, пандемия посеяла семена на 2021 год для дальнейших социальных волнений, которые будут усугублять фрустрацию в связи с постоянно повторяющимися волнами пандемии. Рецессия была ожидаемой, и несправедливо винить в ней только COVID-19, но следует отметить, что в сочетании с неверными решениями правительства мы находимся в том состоянии, которое Всемирный банк называет «пандемическая депрессия».

После свободного падения в первой половине 2020 года мировая экономика начала восстанавливаться в третьем квартале, но только потому, что многие экономики открылись слишком рано. В четвертом квартале большая часть Европы и мира погрузилась в двойную рецессию после возобновления беспощадных закрытий экономик.

Опубликованные статистические данные показали, что в 2020 году во всем мире частный и государственный долг увеличился с 320% ВВП в 2019 году до невероятных 365% ВВП. Политики пытались предотвратить волну дефолтов со стороны компаний, домашних хозяйств, финансовых учреждений, правительств и страны с помощью «легких денег», но эти меры в конечном итоге приведут к более высокой инфляции из-за демографического старения и резкого колебания цен в результате китайско-американской торговой войны.

Параболический рост криптовалют привлекает все больше и больше инвесторов, и нельзя не заметить поразительное сходство с

«тюльпаноманией» семнадцатого века – к нашему несчастью, эту проблематику больше не разбирают в школах. «Коэффициент Р/Е» (соотношение «цена — прибыль») превысил 40 (что интересно, крах Нью-Йоркской фондовой биржи в 1929 году начался, когда значение превысило 30,1) и продолжает расти. Это говорит о том, что фондовые рынки вошли в зону экстремального пузыря и их падение - лишь вопрос времени.

Судя по данным и поведению отдельных государств, продолжающийся экономический кризис можно назвать деглобализацией. Поскольку авиацию можно рассматривать, среди прочего, как один из инструментов глобализации, логично, что этот сегмент пострадает от этого кризиса гораздо больше, чем любая другая отрасль. Также можно заметить, что каждое государство подходит иначе к оказанию помощи пострадавшим секторам, включая авиацию. Наиболее заметна помощь, оказываемая авиаперевозчикам, но другим также потребуется поддержка (производители самолетов, управления воздушным движением, диспетчерское обслуживание и т.д.).

Заявления национальных банков, предполагающие, что, когда мы покончим с Covid, в 2021 году экономика рекордно вырастет и будет расти, скорее всего не имеют ничего общего с действительностью, более того, они закрывают глаза на то, что в действительности происходит на рынках, также нельзя упускать из виду влияние требований политиков, которые стараются не потерять доверие избирателей из-за неоправданно растроченных денег в псевдо-анти – пандемические и неэффективные программы поддержки для остановки кризиса и сохранения рабочих мест, которых сегодня больше нет.

Само по себе наличие и доступность вакцины не улучшит ситуацию, даже если мы сможем сделать прививки миллиардам людей на планете, потому что мы сосредоточились на последствиях этого вируса и устранением их, но не решили причину возникновения этого вирусного заболевания. Такой подход ставит нас в ситуацию, когда мы всегда будем «всего» на шаг отставать от мутаций в вирусе, но мы никогда не догоним его, а об обгоне не может быть и речи.

Объявление о том, что ведущие вакцины эффективнее 90%, основано на предварительных и неполных данных. По мнению исследователей, нам повезет, если вакцины от COVID-19 первого поколения будут эффективны не менее чем на 50%. Как и в случае с ежегодными прививками от гриппа. Также существует более серьезный риск того, что случаи COVID-19 снова увеличатся в конце 2021 года, поскольку «вакцинированные» люди (которые могут все еще быть носителями вируса и не иметь настоящего иммунитета, потому что у них просто нет симптомов) начнут вести себя так же, как популистская пропаганда перед началом пандемии (например, посещение многолюдных внутренних собраний без масок и т.д.). В любом случае, если вакцина Pfizer должна стать ключом к нашему спасению, почему ее генеральный директор продал миллионы акций в тот же день, когда его компания объявила результаты ключевых тестов?

Сегодня уже нельзя быть наивными и думать, что новая холодная война между США и Китаем не будет продолжать обостряться. Независимо от того,

кто находится у власти в Пекине или Вашингтоне, была установлена «ловушка Фукидида», и по мере того, как усиливается гонка за контроль над отраслями промышленности будущего, а авиация является одной из этих отраслей, будет еще большее разделение данных, информации и финансовых потоков, валют, платежных платформ и т.д. В общем, время заставит нас сделать выбор, потому что одновременное сотрудничество с компаниями из обеих держав будет невозможно в будущем.

В период между балканизацией мировой экономики, затяжной угрозой популистского авторитаризма на фоне углубляющегося неравенства, угрозой технологической безработицы, вызванной искусственным интеллектом, растущими геополитическими конфликтами и участвовавшими и ставшими более опасными антропогенными катастрофами (вызванными глобальным изменением климата) и зоонозными пандемиями (вызванными в частности из-за разрушения экосистем животных) грядущее десятилетие будет периодом хрупкости, нестабильности и, возможно, длительного хаоса.

Нравится нам это или нет, но данные показывают, что 2021 год станет годом большого экономического кризиса. Этот кризис сильно ударит по авиации, и благодаря «ловушке Фукидида» авиакомпаниям будет намного хуже, но это не означает, что отрасль исчезнет, наоборот. В конце кризиса только те, кто сможет адаптироваться к изменениям, которые принесет этот кризис, добьются успеха.

Со стороны государства необходимо принять меры, которые помогут компаниям сохранить средний класс, который является носителем знаний и навыков в компаниях, и направить государственную помощь этой группе. Государство должно стать партнером авиационных организаций, а не просто негодяем, потому что, если государство допустит ликвидацию или значительные сокращения в авиационной отрасли, потребуется значительное сокращение чиновников со стороны госаппарата. Государству придется вести себя как надлежащему управляющему и не предоставлять средства без квалифицированного контроля за их использованием, как субсидиями, так и госконтрактами. Со стороны компаний необходимо сосредоточить внимание на удержании ключевого персонала по развитию так, чтобы компании не потеряли конкурентоспособность и способность расти до тех пор, пока кризис не утихнет. Если тот, кто не создал резервов, быстро не найдет сильного партнера, то столкнется с экзистенциальными проблемами.

Если мы посмотрим на отдельные сегменты авиации, то в коммерческой воздушной перевозке мы больше не будем делить авиакомпании на традиционные и лоукост, а будем делить на государственные, полугосударственные и частные авиакомпании, и от того, кому будет принадлежать авиакомпания, будет строиться бизнес-модель этой компании при том, что сегмент частной авиации не так сильно пострадает от этого кризиса. Производители самолетов, управления воздушным движением, диспетчерское обслуживание и т.д. не смогут спастись без помощи государства, потому что в противном случае оказание транспортных услуг в

Чешской Республике будет невозможно, и прошлый год показал, что одного аэропорта как части критической инфраструктуры недостаточно.

На техническое обслуживание самолетов повлияют изменения в основном в области логистики, обеспечении запчастей и человеческих ресурсов, поскольку различные ограничения усложнят поездки специалистов в другие страны. Производители самолетов (в основном сверхлегких самолетов) будут ограничены в своих возможностях поставлять клиентам изготовленные самолеты, и преимущество будет предоставлено тем, у кого будут заводы с лицензированным производством или, по крайней мере, с конечной сборкой.

Более шестидесяти профессиональных авиационных школ с более чем сотней полупрофессиональных организаций (в основном аэроклубы и другие заинтересованные организации) призывают к сокращению, независимо от того, есть кризис или нет. Наконец, важно признать, что вся сфера авиации изменится, и нельзя рассчитывать на то, что, когда все ограничения будут сняты, все вернется на «старые рельсы». Только так будет обеспечен потенциал экономического роста и всего общества, когда кризис утихнет.

Литература

1. Business continuity management in air transport sector Rozová, D., Ližbetinová, L., Soušek, R., Němec, V. NTinAD 2019 - New Trends in Aviation Development 2019 - 14th International Scientific Conference, Proceedings, 2019, pp. 150–153, 8875518

2. <https://www.caa.cz/rejstriky/>

3. <https://jamaica-gleaner.com/article/business/20210303/nouriel-roubini-covid-bubble>

4. <https://www.multip.com/s-p-500-pe-ratio>

5. <https://www.kurzy.cz/bitcoin/>

УДК 656.7:338; 656.7:658

АСПЕКТЫ АУДИТА СИСТЕМЫ КАЧЕСТВА ПОСТАВЩИКОВ ПРОДУКЦИИ И УСЛУГ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ В ЧАСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ

*А.С. Антипова главный аудитор
НКО «Корпус ГА» (Москва, Россия)*

Планирование и проведение аудита системы качества поставщика начинается с формирования и оценки требований. Результатом данной работы является определение и постановка цели, области и критериев аудита [1], [2]. При планировании аудита системы качества поставщиков авиационной техники гражданского назначения есть несколько особенностей. Необходимо учитывать обязательные требования по управлению безопасностью полетов, поддержанию летной годности. Также учитываются особенности организации и её контекст, в т.ч. размер, характер деятельности (разработка, изготовление,

поставка, выполнение услуги, т.д.), роль поставщика (разработчик, изготовитель, соисполнитель, дистрибьютер, интегратор, т.д.), сложность и степень зрелости системы качества организации. Кроме этого учитывается особенность заказываемой продукции или услуги, а именно: тип продукции, ключевые характеристики качества продукции, опасности и уровни критичности отказа, уровень риска, безопасности, др.

Данные особенности должны быть корректно определены и применены, зафиксированы в виде требований в согласованных договорных условиях.

К примеру, для предприятия по изготовлению стандартизированных резинотехнических изделий, включая изготовление резино-технических изделий по конструкторской документации заказчика, в договорные условия необходимо включать требования к сроку изготовления и сроку поставки (так как есть различие в сроках поставки поставленной на серию и регулярно заказываемой продукции и в сроках поставки продукции, изготовление которой осуществляется «с нуля» - с разработки технологической документации, наладки оборудования и закупки материалов). Также должны быть включены требования по объему испытания материалов и готового изделия, при необходимости, предоставления результатов испытания; по условиям хранения материалов и готовой продукции. Таким образом, планирование и обеспечение выполнения требований договорных требований в полном объеме влияет на себестоимость и подтвержденное качество изделия. Поэтому важно корректно определять требования к организации, продукции, процессам, в однозначной форме, проверять их на полноту, применимость, избыточность и непротиворечивость.

Одним из способствующих детализации, адаптации и выполнению требований к предприятию, продукции, процессам инструментов является формирование требований по качеству к договорным условиям и оформление плана по качеству. Данный инструмент может быть использован до заключения договора и способствует определению порядка работ (процедуры), наличия и соответствия необходимых для выполнения договора ресурсов, возможных рисков и возможностей, др. для конкретного договора [3].

Данный инструмент может быть применен и широко применяется при передаче и аудите процесса «Проектирования и разработки продукции», выполняемого Поставщиком. В договорные требования и требования по качеству можно включать информацию о компетенциях и квалификации кадров, наличии актуальных процедур проектирования и разработки и их валидации, необходимости наличия одобрений от российских авиационных властей, оценке переданных входных данных и оценке выходных данных, порядке мониторинга выполнения работ, порядке дальнейшего сопровождения работ после передачи и сдачи результатов разработки (в случаях необходимости доработок, внесения изменения, др.), правах и владении интеллектуальной собственности результатов разработки [5]. Данные вопросы должны быть учтены Заказчиком при формировании договорных требований.

Наличие корректных договорных требований является одним из основных аспектов, влияющим на планирование и проведение аудитов, а именно определение корректных цели, области и критериев аудита [3], ресурсов для проведения аудита предприятия, а также на результативность и применимость выводов аудита.

Литература

1. ГОСТ Р ИСО 19011-2012 Руководящие указания по аудиту систем менеджмента, с.4-6;
2. ISO 19011-2018 Guidelines for auditing management systems, с.10, с.12-13;
3. ГОСТ Р ИСО 10005-2019 Менеджмент качества. Руководящие указания по планам качества с.3-7;
4. ГОСТ Р 58175-2018 Авиационная техника. Управление поставщиками при создании авиационной техники. Общие требования, с.3-5;
5. Контрольные карты проверки соответствия организации-изготовителя авиационной техники требованиям Федеральных авиационных правил «Сертификация авиационной техники, организаций разработчиков и изготовителей», утв. 06.12.2019г. с.57-62;

УДК 656.7:338; 656.7:658

К ВОПРОСУ РЕАЛИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА В АВИАЦИОННЫХ УЧЕБНЫХ ЦЕНТРАХ

Д.А. Шанькин старший преподаватель кафедры ГРиП¹, директор²

*¹ Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

² АНО «АУЦ Хелипорт Истра» (Истра, Россия)

Эффективная подготовка пилотов вертолетов сегодня невозможна без использования современных образовательных технологий, повышающих качество обучения и снижающих операционные издержки как обучающих организаций, так и организаций-заказчиков. Сегодня качество обучения напрямую влияет на повышение эффективности подготовки пилотов, которое зависит от внедрения современных технологий в образовательный процесс.

Это особенно актуально в отраслях, где применяются высокие технологии и предъявляются жесткие требования к уровню квалификации специалистов. В авиационной отрасли уровень подготовки напрямую влияет на безопасность полетов, в связи с чем к обучению предъявляются более жесткие требования. Обеспечение безопасности полетов невозможно рассматривать в отрыве от темы подготовки кадров.

Хотелось бы обозначить ряд проблем, которые сейчас являются наиболее «злободневными» в системе обучения авиационных учебных центров. От деятельности АУЦ зависит как количественное, так и, главное, качественное обеспечение квалифицированными кадрами вертолетной отрасли.

Вертолетную отрасль в ближайшие годы ждет жесткий дефицит кадров, если не будут предприняты меры по выравниваю ситуации с подготовкой коммерческих пилотов.

Средний возраст российских вертолетчиков сегодня оценивается в 53 года, при этом 48% пилотов находятся в возрасте 50–59 лет, 27% — в возрасте 60 лет и старше. Ежегодно из профессии уходит порядка 200 вертолетчиков. Но пополнять свои летные кадры эксплуатантам становится все сложнее.

Выходом из сложившейся ситуации может стать коммерциализация сферы подготовки пилотов. По нашему мнению, нужно разрешить частным АУЦ заниматься первоначальной подготовкой коммерческих пилотов. Самый логичный шаг – расширить круг АУЦ, способных давать первоначальное образование коммерческим пилотам вертолетов

Для более эффективной и слаженной работы необходимо определить одно из базовых профильных авиационных учебных заведений для организации координации и мониторинга за образовательными учреждениями, ведущими подготовку таких кадров.

Проблемы, существующие в сфере подготовки пилотов вертолетов, касаются и несовершенства законодательной базы, ФАПов [1], которые устанавливают требования к подготовке и переподготовке пилотов. Кроме того, в стране существует дефицит вертолетных тренажеров.

Решением данной проблемы мне видится создание единого научно-методического центра по разработке методического обеспечения и документации для подготовки пилотов.

В настоящее время интерактивные формы обучения приобретают всю большую популярность. Для обучения специалистов необходимо использовать технологии виртуальной реальности, которые способны воссоздавать не только реальные ситуации, но и сформировать экосистему образования.

Возможным механизмом решения проблемы обеспечения высокого качества подготовки специалистов для гражданской авиации является сетевая форма реализации образовательных программ, предусмотренная Федеральным законом Российской Федерации «Об образовании в Российской Федерации» [2]

Сетевая форма получения образования является признанной во всем мире, однако существует ряд правовых проблем ее реализации в России. Так, четко не определен круг программ, при которых может использоваться сетевая форма, поскольку в законе «Об образовании в Российской Федерации» сетевые формы упоминаются только при реализации образовательных программ дополнительного профессионального образования. Необходимо изменить уставы образовательных организаций, планирующих использовать сетевую форму, но это возможно сделать после утверждения соответствующих изменений в типовые положения об образовательных организациях. Возникают вопросы, связанные с лицензированием и аккредитацией образовательных учреждений, использующих сетевые формы, в частности, нужно ли включать в приложение о лицензии адреса организаций – партнеров по сетевому взаимодействию, можно ли осуществлять сетевое взаимодействие с

организациями, имеющими лицензию на схожие, но не идентичные образовательные программы, подлежат ли аккредитации наряду с образовательными программами, реализуемыми в обычной форме, образовательные программы, реализуемые в сетевой форме.

Следует отметить необходимость использования при подготовке специалистов онлайн обучения и дистанционных образовательных технологий, которые возможно применять как в традиционных, так и сетевых формах реализации образовательных программ. Использование данных образовательных технологий позволит обучающимся осваивать содержание курсов удаленно. Это сократит прямые затраты на подготовку, переподготовку и повышение квалификации персонала, направляемого организациями воздушного транспорта в образовательные учреждения, а также затраты времени самих обучающихся.

Данные технологии являются перспективными для гражданской авиации, поскольку их использование позволит частично заменить тренажерную подготовку и, тем самым, расширит возможности для образовательных организаций в осуществлении подготовки авиационного персонала [3].

Одна из самых сильных сторон СДО – это расширенные возможности в сфере электронной коммуникации в области образования. Система поддерживает обмен файлами любых форматов – как между преподавателем и студентом, так и между самими студентами. Сервис рассылки позволяет оперативно информировать всех участников курса или отдельные группы о текущих событиях. Форум дает возможность организовать учебное обсуждение проблем, при этом обсуждение можно проводить по группам [4].

Таким образом, использование комплексной системы обучения в рамках программы цифровизации образования позволит обеспечить большую безопасность полетов, снизив количество авиационных инцидентов и катастроф, а также повысит конкурентоспособность отечественных авиакомпаний на международном рынке.

Литература

1. Российская Федерация. Приказ Министерства транспорта РФ от 2 октября 2017 г. № 399 Об утверждении Федеральных авиационных правил «Требования к порядку разработки, утверждения и содержанию программ подготовки специалистов согласно перечню специалистов авиационного персонала гражданской авиации» //Официальный интернет-портал правовой информации <http://www.pravo.gov.ru>, 15.12.2017

2. Российская Федерация. Законы. Об образовании в Российской Федерации: федеральный закон от 29 декабря 2012 г №273// Официальный интернет-портал правовой информации <http://www.pravo.gov.ru>, 30.12.2012,

3. Мирошниченко А.А. Рынок труда гражданской авиации в России // Транспорт Российской Федерации. Журнал о науке, практике, экономике. 2016. №6 (67).

4. Михальчевский Ю.Ю. Тенденции взаимодействия рынка воздушного транспорта и отраслевого рынка труда // ТДР. 2017. №1.

ФОРМИРОВАНИЕ ТРЕБОВАНИЙ К ДАЛЬНЕМАГИСТРАЛЬНОМУ САМОЛЕТУ ДЛЯ ВНУТРИРОССИЙСКИХ АВИАЛИНИЙ

С.Ф. Егошин главный специалист, департамент стратегии и методологии управления созданием научно-технического задела,

*В.В. Клочков д.э.н., заместитель генерального директора
ФГБУ «НИЦ «Институт им. Н.Е. Жуковского» (Жуковский, Россия)*

Настоящая работа относится к исследованиям, посвященным выработке государственной стратегии в части перспективных направлений деятельности отечественной авиационной промышленности в обеспечение повышения транспортной связности и доступности регионов России.

В работе рассматривается отечественная авиатранспортная система (АТС) Российской Федерации. Предмет исследования – требования к перспективным дальнемагистральным самолетам (ДМС), предназначенным для применения на внутрироссийских авиалиниях. Применяемый подход – методы системного анализа.

ДМС внутрироссийских авиалиний классифицируется как пассажирское воздушное судно (ВС), способное выполнять беспосадочные перелеты между европейской частью и дальневосточными регионами России без существенного снижения перевозимой полезной нагрузки по сравнению с более короткими маршрутами.

Показано, что для внутрироссийской АТС постановка задачи минимизации функции затрат, при условии выполнения всех объемов перевозок с учетом накладываемых ограничений, не может быть выполнена корректно. Причиной этому является присутствие на рынке авиаперевозок большого числа авиакомпаний, действующих оптимальным образом именно с точки зрения отдельного коммерческого предприятия, но не с точки зрения единой АТС. В частности, это приводит к задействованию ДМС на авиалиниях небольшой протяженности (менее 2000 км): согласно анализу расписания движения ВС, более половины рейсов, выполняемых ДМС внутри России, приходится именно на такие авиалинии.

Тем не менее, задача поиска оптимального облика ДМС может быть корректно выделена как оптимизационная подзадача благодаря тому факту, что дальнемагистральные авиалинии играют ключевую роль в обеспечении транспортной связности России, позволяя выполнять достаточно быстрые перемещения пассажиров (и грузов) между отдаленными регионами страны, в соответствии с современными запросами пассажиров и интересами государства, в т.ч. и в условиях чрезвычайных ситуаций.

Для формирования функции затрат была разработана методика расчета стоимости рейса перспективного ДМС. Погрешность методики составила порядка 10%, что было признано приемлемым результатом с учетом допусков при выполнении инженерно-штурманских расчетов (ИШР), публикуемой статистики авиакомпаний, колебаний рыночных цен и пр. факторов.

На основе разработанной методики было решено несколько возможных вариантов задачи поиска рационального облика перспективного оптимального ДМС внутрироссийских авиалиний:

- расчет рациональной структуры многотипового парка существующих крупносерийных ДМС;

- формирование требований к оптимальному ДМС при гипотетическом условии однотипового парка и применении математической модели масштабируемого самолета;

- анализ влияния альтернативных путей развития дальнемагистральных перевозок (на примере концепции прямых перевозок самолетами малой вместимости, наподобие проекта Celera 500L) на формирование требований к перспективному ДМС;

- влияние серийности ДМС при расчете его эксплуатационных и технико-экономических характеристик (ТЭХ) в рамках жизненного цикла.

Показано, что в современных условиях, благодаря наличию на рынке значительного количества типов и модификаций ДМС, авиакомпании могут прибегать к дифференцированному подходу при выборе оптимального эксплуатируемого ДМС в т.ч. в зависимости от авиалинии, что дает возможность авиакомпаниям минимизировать свои расходы.

В условиях фиксированной существующей сети внутрироссийских авиалиний, но с учетом роста подвижности населения, построение парка на основе единого перспективного ДМС с ТЭХ на уровне существующих ВС приведет к заметному росту затрат (т.е. неконкурентоспособности авиакомпании). Минимум затрат для однотипового парка на основе крупносерийного ДМС классической компоновки достигается при вместимости ВС ~220÷225 пассажиров (максимальная взлетная масса 115 т, стоимость летного часа ~550 тыс. руб.), при росте же пассажиропотоков на 50÷100% оптимум сдвигается в сторону увеличения вместимости до 260÷270 пассажиров (максимальная взлетная масса 145÷155 т, стоимость летного часа ~700 тыс. руб.).

При учете влияния серийности ДМС на их стоимость (производственная серия в пределах 100 ВС) затраты на эксплуатацию однотипового парка ДМС вырастут на 40÷55%, выбор же требований к вместимости почти не изменится (270÷280-местное ВС).

Построение однотипового парка на основе перспективного ДМС классической компоновки, созданного с применением полимерно-композитных материалов, при самых благоприятных условиях оценочно приведет к увеличению затрат на 25÷40%, однако требования к вместимости ВС не изменятся (270÷280-местное ВС, серийность – до 100 ВС).

Таким образом, повышение серийности отечественного ДМС до нескольких сотен ВС является одним из ключевых факторов, определяющих привлекательность такого самолета с точки зрения авиакомпаний и экономическую целесообразность его создания [1]. При этом, разумеется, соображения обеспечения национальной безопасности в условиях ухудшения

геополитической обстановки могут заставить российское государство пойти на дополнительные затраты (как на создание отечественного ДМС, так и на обеспечение его эксплуатации) – но, в любом случае, необходимо иметь их реалистичную оценку, для которой и предлагается математический инструментарий.

Применение самолетов малой вместимости (порядка 7-12 пассажиров) наподобие проекта Celega 500L в целях повышения связности российской АТС до уровня «время поездки между любой парой регионов 36 часов» приведет к существенному суммарному росту затрат: на 40% при существующих пассажиропотоках и до 75% при их росте в 2 раза. Затраты на перевозки с привлечением перспективного ДМС при этом уменьшатся всего на $3 \div 3,5\%$, а требования к ТЭХ ДМС, как в части вместимости, так и стоимости летного часа, изменятся в сторону уменьшения значений характеристик весьма незначительно.

Полученные выводы относительно требований к вместимости перспективного ДМС (250÷300-местное ВС) совпадают с выводами работ других авторов [2], в том числе касательно ТЭХ разрабатываемого совместно с Китаем самолета CR929 [3].

Литература

1. Клочков В.В., Нижник М.В. Анализ емкости российского рынка гражданской авиатехники и рисков ее изменения // Маркетинг в России и за рубежом, № 4, 2009, С. 98–112.

2. Страдомский О.Ю., Самойлов И.А., Лесничий И.В., Самойлов В.И., Кипчарский Д.А. Мониторинг рынка авиаперевозок и парка воздушных судов российских авиакомпаний // Научный вестник ГосНИИ ГА. №32, 2020. С. 17-28.

3. Болсуновский А.Л., Бузоверя Н.П., Скоморохов С.И., Чернышев И.Л. Расчетно-экспериментальные исследования крыльев для перспективного дальнемагистрального самолета классической схемы // В сборнике: «Материалы ХХІХ научно-технической конференции по аэродинамике». Центральный аэрогидродинамический институт им. Профессора Н.Е. Жуковского. 2018. С. 64.

УДК 656.7:338; 656.7:658

УСТОЙЧИВОСТЬ КАК СВОЙСТВО И СОСТОЯНИЕ ГОМЕОСТАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

*О.Ю. Кокурина д.ю.н., профессор кафедры ГРиП
Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

В толковом словаре В.И. Даля, «устойчивость» интерпретируется косвенным образом, используя прилагательное «устойчивый» - стойкий, крепкий, твердый, не шаткий [1]. Словарь С.И. Ожегова и Н.Ю. Шведовой толкует «устойчивость» как способность сохранять устойчивое положение,

несмотря на действие различных сил [2]. В философии, категория «устойчивость» трактуется как отсутствие «изменений», пребывание в одном состоянии, некоторое постоянство [3]. В социологических науках, по большей части, под устойчивостью системы понимается гомеостазис - свойство системы возвращаться в исходное состояние (после прекращения возмущающего воздействия) или способность адаптироваться к меняющимся условиям существования системы [4]. Неопределенность русскоязычного термина «устойчивость» усиливает тот факт, что к данному понятию трудно подобрать соответствующую по семантике терминологию английского языка. В литературе используются такие его аналоги как *stability* (устойчивость, стабильность, равновесие, прочность), *resilience* (упругость, эластичность, способность к восстановлению), *sustainability* (устойчивость, стабильность) и др. [5].

Следует отметить и амбивалентность в толковании «устойчивости», проявляющуюся в двояком понимании и применении данного термина. Так, устойчивость как свойство, зависящее от внутренних качеств и внешних условий, рассматривается в теории систем, авиации, мореплавании, в таких науках как биология, социология и др. С другой стороны, в философии, экономике, теории автоматического управления, устойчивость отражает состояние изучаемого объекта. Таким образом, устойчивость характеризуется определенным дуализмом, проявляясь и как состояние, и как свойство системы. Т.е. система может находиться в устойчивом, или неустойчивом, состоянии, при этом, обладая, или не обладая, некоторым внутренним потенциалом, характеристикой устойчивости, которая зависит от отношений системы с внешней средой.

Согласно известному принципу Ле-Шателье, действие которого носит общесистемный характер, любое изменение равновесного состояния системы, вызванное как внешними, так и внутренними причинами, порождает в самоорганизованной системе процессы, направленные на компенсацию этого изменения [6, с. 248-259]. Отсюда, устойчивость системы, как совокупности устойчивых, одновременно сохраняющихся элементов, связей и отношений, проявляется в философском законе сохранения и изменения системной организации: в процессе развития, гомеостатическая система стремится сохранить свою равновесную организацию и перестраивает её до нового оптимального значения, противодействуя всем влияниям или силам, изменяющим организацию [7, с. 520]. При этом, в теории систем принято различать статическую и динамическую устойчивость. Свойство статической устойчивости гомеостатической системы связано со способностью выведенной из состояния равновесия организации вернуться в исходное положение. При динамической устойчивости, возмущающие воздействия компенсируются за счет внутренней перестройки организационной структуры системы [8, с. 562].

Что касается устойчивости, как способности системы приспосабливаться к изменениям параметров ее внутренней и внешней среды, то в соответствии с кибернетическими постулатами, устойчивая система будет

способна к успешной адаптации лишь при наличии достаточного запаса в скорости реакции (поведения) системы на динамику случайных и неслучайных возмущений, и отклонений от установившегося положения [9]. Другая важная характеристика устойчивости системы базируется на кибернетическом императиве необходимого разнообразия У. Эшби – соответствия между внутренним разнообразием системы и разнообразием возмущающих воздействий [10; 11, с. 7-11]. При несоблюдении необходимого баланса разнообразия, система будет приходить в неустойчивое состояние, вступать в структурный или системный кризис, что, в пределе, может привести к утрате целостности и разрушению системы.

Литература

1. Даль В. Толковый словарь живого великорусского языка: в 4 т. Т. 4. М.: ТЕРРА, 1994.
2. Ожегов С. И., Шведова Н. Ю. Толковый словарь русского языка: 80 000 слов и фразеологических выражений / РАН. Ин-т русского языка им. В.В. Виноградова. М.: Азбуковник, 1997.
3. Философский энциклопедический словарь. М.: ИНФРА-М, 1998.
4. Социологический энциклопедический словарь. На русском, английском, немецком, французском и чешском языках / ред. Г. В. Осипов. М.: Изд. группа «ИНФРА-М-НОРМА», 1998.
5. Русско-английский словарь / под ред. О.С. Ахмановой. М.: «Советская энциклопедия», 1971.
6. Богданов А.А. Тектология: (Всеобщая организационная наука). В 2-х кн.: Кн. 1. / Л.И. Абалкин (отв. ред.). М.: Экономика, 1989.
7. Федосин С.Г. Физика и философия подобия от преонов до метagalactic. Пермь: Стиль-МГ, 1999.
8. Теория систем и системный анализ в управлении организациями: Справочник: Учеб. пособие / Под ред. В.Н. Волковой и А.А. Емельянова. М.: Финансы и статистика, 2006.
9. Лившиц В.Н. Основы системного мышления и системного анализа. М.: Институт экономики РАН, 2013.
10. Эшби У.Р. Введение в кибернетику. М.: Изд. иностранной литературы, 1959.
11. Кокурина О.Ю. Личность, общество, публичная власть: взаимная ответственность как императив устойчивости государства // «Конституционное и муниципальное право». 2021. № 3.

«РЕГУЛЯТОРНАЯ ГИЛЬОТИНА» - НОВЫЙ МЕХАНИЗМ ПРОБЛЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ

*Т.Л. Соловьева к.т.н., доцент, профессор. кафедры ГРиП
Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

В январе 2019 года по предложению Председателя Правительства РФ была запущена программа ревизии полномочий контрольно-надзорных органов государственной власти. В дальнейшем эта инициатива получила название «регуляторной (правовой) гильотины».

Необходимость введения нового механизма была вызвана сложившейся в стране за долгие годы избыточностью правового регулирования в сфере предпринимательской деятельности и наличием устаревших норм и принципов, иногда называемых «законодательной инфляцией».

Суть механизма заключается в переработке системы обязательных требований, соответствие которым проверяется в ходе исполнения органами государственной власти функций по контролю и надзору, на предмет устаревания, не соответствия реалиям рыночной экономики, дублирования и т.д.

Правовой основой «регуляторной гильотины» стал федеральный закон №247 от 31.07.2020 года «Об обязательных требованиях в Российской Федерации», вступивший в силу с 01.11.2020 г (за исключением отдельных положений) [1]. Опираясь на этот закон, Правительство Российской Федерации до 1 января 2021 года в соответствии с определенным им перечнем видов государственного контроля (надзора) признало утратившими силу, не действующими на территории страны и отменило НПА

Правительства Российской Федерации, ФОИВ власти, правовых актов РСФСР и Союза ССР, содержащих обязательные требования, соблюдение которых оценивается при осуществлении государственного контроля (надзора). Важно, что независимо от этого, с 1 января 2021 года при осуществлении государственного контроля (надзора) не допускается оценка соблюдения обязательных требований, содержащихся в этих актах, если они вступили в силу до 1 января 2020 год, а не отмененные акты, вступившие в силу до 2020 года, за исключением определенных Правительством, с 2021 года можно не соблюдать и к административной ответственности не привлекают.

Регуляторная гильотина коснулась и авиационного законодательства, но, Правительство определяло перечень НПА, на которых не распространяется действие закона, и в него включены 8 Постановлений Правительства и 42 Приказа Министерств и ведомств гражданской авиации.

Литература

1. Российская Федерация. Законы. Об обязательных требованиях в Российской Федерации: федеральный закон №247 от 31.07.2020 года//Официальный интернет-портал правовой информации <http://www.pravo.gov.ru>, 31.07.2020.

МЕЖДУНАРОДНОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ В ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ И СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ РОССИЙСКОГО АВИАСТРОЕНИЯ

*А.В. Дутов д.т.н., к.э.н., генеральный директор,
В.В. Клочков д.э.н., к.т.н., заместитель генерального директора
ФГБУ «НИЦ «Институт имени Н.Е. Жуковского» (Жуковский, Россия)*

Безопасность полетов (и авиационной деятельности в целом) и охрана окружающей среды – безусловные приоритеты для гражданской авиации и авиастроения, как в России, так и в мире в целом. Эти аспекты являются предметом нормирования как на национальном, так и на международном уровне (в рамках ИКАО).

Именно экология и безопасность – важнейшие генеральные цели научно-технологического развития авиастроения. Для их достижения работают высококвалифицированные междисциплинарные коллективы ученых и инженеров, развивается сложная и дорогостоящая экспериментальная база (как для исследований и отработки технологий, так и для подтверждения соответствия новых образцов авиационной техники сертификационным требованиям), создаются высокопроизводительные вычислительные комплексы.

В то же время в последние годы, в силу исчерпания резервов совершенствования современных авиационных технологий, усиливается тенденциозность нормирования в области гражданской авиации – в т.ч. на международном уровне. Ужесточение стандартов и норм зачастую слабо обусловлено объективными соображениями защиты окружающей среды и интересов населения. Со стороны стран-лидеров в мировом гражданском авиастроении соответствующие стандарты и нормы становятся инструментом стимулирования спроса на продукцию (даже в условиях стагнации рынков) и конкурентной борьбы [1, 2] – как между собой (ведущими центрами авиастроения в ЕС и США), так и с потенциальными конкурентами (авиастроением КНР, РФ). Эти процессы политизируются, а их вероятный итог уже в ближайшие десятилетия – разграничение мира на технологические зоны, в которых можно будет летать лишь на авиационной технике соответствующего производства.

Эти процессы требуют научного осмысления и отражения в стратегии технологического развития российского авиастроения.

До сих пор отношение России к международным нормам в области безопасности и охраны окружающей среды претерпевало следующие изменения.

Вначале постсоветская Россия рассчитывала на интеграцию, встраивание в глобальный мир, хотя бы и на правах младшего игрока (по крайней мере, поначалу). При этом осознавалось, что отечественное

авиастроение накопило отставание от стран-лидеров в соответствующих направлениях развития технологий (особенно в части силовых установок и бортового оборудования). Но планировалось преодолеть его за счет интеграции в глобальные сетевые структуры и заимствования технологий у передовых партнеров.

Однако затем по ряду объективных геополитических причин такая интеграция стала невозможной (вернее, было осознано, что она, на самом деле, маловероятна). Но и в ситуации охлаждения отношений со странами-лидерами соответствие международным требованиям (в т.ч. перспективным) к авиационной технике и продукции смежных отраслей (включая авиационные топлива, комплектующие изделия и конструкционные материалы, разнообразные услуги сопровождения жизненного цикла) оставалось безусловным императивом. Этот постулат был заложен во все программные и стратегические документы авиационной промышленности и науки. Планировалось удержание паритета с передовыми авиационными державами мира в части экологических характеристик и параметров безопасности авиационной техники. Это считалось необходимым в первую очередь для обеспечения конкурентоспособности продукции российского авиастроения на зарубежных рынках.

Но в последние годы даже этот подход становится все менее реалистичным. Во-первых, как уже было сказано, ужесточение норм со стороны лоббистов стран и компаний-лидеров все меньше соответствует декларируемым целям защиты окружающей среды и безопасности граждан. Во-вторых, обеспечение паритета в развитии соответствующих технологий может потребовать ресурсов (не только финансовых, но и кадровых, информационных и др.), которыми российская авиапромышленность в ее нынешнем состоянии не располагает. В-третьих, даже достижение объективного паритета в уровне технологических характеристик уже не обеспечивает реальной конкурентоспособности российской продукции в чужих технологических зонах, по причине крайней политизации процессов конкурентной борьбы в авиастроении и гражданской авиации (как и во многих других областях – от энергоснабжения до здравоохранения).

Эти факторы заставляют задуматься о пересмотре некоторых базовых оснований стратегии технологического развития отрасли. Если до сих пор соответствие перспективным международным нормам считалось безусловно необходимым, и основным мотивом развития соответствующих технологий было обеспечение конкурентоспособности на мировых рынках, то теперь приходится соотносить потребные объемы затрат и ресурсов с выигрышем от формальной возможности доступа российского авиастроения на внешние рынки (такой подход развит в работах [3, 4]). Если окажется, что обеспечение конкурентоспособности российской авиационной техники не оправдывает потребных затрат на создание соответствующих технологий, следует искать новые – более здравые и реалистичные для современного российского авиастроения – мотивы улучшения параметров безопасности и воздействия

авиации на окружающую среду. Конкурентоспособность на внешних рынках, как показывает новейшая история – слишком уязвимая и конъюнктурная цель, подверженная политическим рискам.

Общий курс на обеспечение суверенитета России находит отражение и в конкретных вопросах стратегии технологического развития авиастроения. Отрасли необходимо суверенное целеполагание научно-технологического развития (как и стратегического развития в целом). И такие суверенные цели в области экологии и безопасности авиационной деятельности имеются и очевидны. Российское население имеет право на безопасность жизнедеятельности, на благоприятную окружающую среду. Именно это должно стать главным мотивом, драйвером соответствующих исследований и разработок.

Причем, их целевые ориентиры, конкретные направления должны в большей степени отражать именно национальные интересы страны и ее населения, промышленности, учитывать специфику России в части природно-климатических, экономико-географических аспектов. В каких-то отношениях российские стандарты и нормы могут оказаться даже жестче тех, что принимаются в странах-лидерах на рынках гражданской авиационной техники и отражают уже в значительной степени маркетинговые и политические мотивы. Например, выполнение транзитных полетов над районами российского Крайнего Севера, а также выполнение местных авиаперевозок и авиационных работ в этих районах нуждается во всесторонней оценке влияния на соответствующие экосистемы, которые характеризуются исключительной уязвимостью

С одной стороны, новая геополитическая реальность заставляет российскую авиапромышленность и гражданскую авиацию трезво переосмыслить, казалось бы, безусловные императивы. С другой стороны, самостоятельное целеполагание развития российского авиастроения в части экологии и безопасности требует научного обеспечения. Необходимо развивать методы объективной, количественной оценки влияния технологий и обликов авиационной техники, процессов ее эксплуатации на показатели безопасности авиационной деятельности и охраны окружающей среды – причем, с учетом страновой специфики России. Также необходимо объективно оценивать возможности создания и внедрения соответствующих технологий в России, потребные затраты времени и других ресурсов.

Литература

1. Клочков В.В., Шустов А.В., Гусманов Т.М. Экологические нормы как фактор конкурентной борьбы на рынках авиаперевозок и авиатехники // Авиакосмическая техника и технология, № 3, 2007, С. 61–70.

2. Варюхина Е.В., Клочков В.В. Моделирование влияния национальной стандартизации на дуополистическую конкуренцию на рынке гражданской авиационной техники // Журнал экономической теории. — 2020. — Т. 17. — № 4. — С. 859-873. DOI 10.31063/2073–6517/2020.17–4.

3. Карпов А.Е., Клочков В.В. Альтернативы технологического развития магистральных самолетов и национальные интересы России // Друкерровский вестник. 2018. № 6. С. 129-143.

4. Карпов А.Е., Клочков В.В. Выбор направления инновационного развития российского авиастроения (на примере магистральных самолетов) // Друкерровский вестник. 2019. № 4. С. 106-125.

УДК 656.7:338; 656.7:658

АНАЛИЗ ПАРКА ВОЗДУШНЫХ СУДОВ КРУПНЕЙШИХ ПАССАЖИРСКИХ АВИАКОМПАНИЙ МИРА

М.А. Азадов старший преподаватель

*Ташкентский государственный транспортный университет
(Ташкент, Узбекистан)*

В качестве критерий, для определения крупнейших авиакомпаний применяются следующие показатели: количество перевезенных пассажиров и грузов, уровень пассажиро- и грузооборота, финансовые показатели, а также размер парка воздушных судов (ВС). Для анализа выбраны крупнейшие пассажирские авиакомпании мира по размеру воздушного флота (250 и более ВС), по состоянию на март 2021г.[1]: 1) American Airlines (США) – 858 ВС; 2) United Airlines (США) – 802 ВС; 3) Delta Air Lines (США) – 766 ВС; 4) Southwest Airlines (США) – 737 ВС; 5) China Southern Airlines (Китай) – 605 ВС (за вычетом грузовых ВС); 6) China Eastern Airlines (Китай) – 577 ВС; 7) Ryanair (Ирландия) – 454 ВС; 8) Air China (Китай) – 445 ВС; 9) Sky West (США) – 420 ВС; 10) Turkish Airlines (Турция) – 337 ВС (за вычетом грузовых ВС); 11) EasyJet (Великобритания) – 320 ВС; 12) Lufthansa (Германия) – 260 ВС; 13) British Airways (Великобритания) – 255 ВС; 14) Emirates (ОАЭ) – 252 ВС.

Общая численность ВС действующего парка крупнейших пассажирских авиакомпаний мира составляет – 7088 ВС, из них: ВС фирмы Boeing – 3696 ВС (52%), ВС фирмы Airbus – 2917 ВС (41%), ВС других фирм – 475 ВС (7%), т.е. основную часть парка ВС в ведущих авиакомпаниях мира составляют самолёты фирм Boeing – 52% и Airbus – 41%.

По континентам получены следующие результаты анализа парка ВС ведущих авиакомпаний мира:

1) Северная Америка: всего – 3583 ВС, в т.ч. – ВС фирмы Boeing – 2230 ВС (62%), ВС фирмы Airbus - 886 ВС (25%), ВС других фирм – 467 ВС (13%);

2) Азия: всего – 1879 ВС, в т.ч. - ВС фирмы Airbus - 1118 ВС (59%), в т.ч. – ВС фирмы Boeing – 753 ВС (40%), ВС других фирм – 8 ВС (1%);

3) Европа: всего – 1626 ВС, в т.ч. – ВС фирмы Airbus - 913 ВС (56%), ВС фирмы Boeing – 713 ВС (44%), ВС других фирм – отсутствуют.

В Северной Америке большую часть парка ВС составляют самолёты фирмы Boeing - 62%, а в Азии и Европе самолёты фирмы Airbus, 59% и 56% соответственно.

Результаты анализа структуры парка ВС ведущих авиакомпаний мира по типам ВС, показывают, что наиболее популярными являются самолёты семейства В 737 – 2666 ВС (38%), за ними следуют самолёты семейств: А 320 – 1055 ВС (15%), А 321 – 855 ВС (12%), А 319 – 511 ВС (7%), В 777 – 453 ВС (6%), А 330 – 272 ВС (4%), В 787 – 194 ВС (3%), В 757 – 188 ВС (3%), А 380 – 134 ВС (2%), В 767 – 109 ВС (2%).

Литература

1. Largest airlines in the world. Wikipedia. 12 March 2021.

УДК 656.7:338; 656.7:658

РАЗВИТИЯ РЕГИОНАЛЬНОЙ И МАЛОЙ АВИАЦИИ УЗБЕКИСТАНА

И.М. Сайдумаров к.ф.-м.н., доцент, Р.Н. Халилов старший преподаватель,

Ю.Н. Тураев старший преподаватель

Ташкентский государственный транспортный университет

(Ташкент, Узбекистан)

К глобальным факторам сдерживания роста мирового рынка авиации общего назначения (малой авиации) аналитики относят:

- циклические экономические кризисы, снижающие спрос на авиационных рынках;
- постоянный рост цен новой авиационной техники, значительно опережающий темпы инфляции;
- постоянный рост цен авиационного топлива;
- растущие затраты на сертификацию авиационной техники;
- дефицит летного состава.

Узбекистан, когда-то был одним из ключевых механизмов развития авиапромышленности. В столице государства была ГАО Ташкентское авиационное производственное объединение им. В. П. Чкалова. Этот завод в разные годы выпускал разные типы воздушных судов на данный момент до сих пор летают самолеты выпущенные в этом заводе. Давайте не будем об истории а остановимся на одном из крайним проекте начатое здесь о самолете Ил 114. Серийное производство предполагалось на Ташкентском авиационном производственном объединении им. Чкалова (ТАПОиЧ), где были созданы мощности по выпуску ста самолётов в год. В постсоветский период авиакомпании стран СНГ не проявили большого интереса к Ил-114, серийное производство самолёта так и не началось. До 2012 года Ил-114 выпускался мелкосерийно на Ташкентском ТАПОиЧ; всего было построено 17 машин. В заводе этот самолет модернизировали серией Ил 114-100 установив в нем

двигатели произведенные в Канаде и установили пилотажно-навигационный комплекс фирмы COLLINS

Авиационные власти государства Узбекистана отказались от использования самолета Ил 114-100. С 1 мая 2018 года «Узбекистон хаво йуллари» прекратила эксплуатацию самолетов Ил-114-100. С таким обоснованием «с целью унификации парка воздушных судов, повышения эффективности и рентабельности рейсов».

Мы не будем обсуждать решение рассмотрим вопрос с другой точки зрения Ил 114-100 по своим летно-техническим характеристикам соответствовал всем международным стандартам. По некоторым показателям имел не хуже а может лучшие показатели чем западные аналоги.

На данный момент между областями внутри республики полностью отсутствует регулярные внутренние рейсы. Несколько лет назад регулярные внутренние рейсы выполнял именно самолет Ил 114-100 разработанный в Узбекистане. Это считалось гордостью потому что не многие государства мира могут позволить себе летать на самолетах выпущенных в своем государстве.

Сейчас в основном внутренние рейсы выполняются так называемыми кривыми полетами. Этот метод выполнения полета создает очень много неудобств пассажирам. Были очень много претензий и высказываний со стороны местных и иностранных пассажиров обсужденных в социальных сетях.

Эти кривые рейсы выполняются в основном на воздушных судах среднемагистральные и дальнемагистральные, такие как А-320 и Боинг 757/767. У них расход топлива на пассажира не так уж эффективны в ближнемагистральные расстояния. В государстве Узбекистан самые дальние расстояния между регионами 1000 км. Между областями порой 150-200 км близкие расстояния. В среднем по 300-400 км. На таких коротких расстояниях такие самолеты даже не успевают выполнить горизонтальный полет (рис. 1).

По всему миру внутри такого расстояния в основном летают ближнемагистральные турбовинтовые самолеты, и она показала свою эффективность во всех в основном экономических и финансовых показателях. В среднем расход топлива на турбовинтовых самолетах на одного пассажира 12 кг а на турбореактивных двигателях 22 кг. Во многих компаниях мира экономисты подсчитали использования таких самолетов в ближних расстояниях самыми эффективными.

В Узбекистане спрос регулярном внутреннем рынке авиаперевозок есть но, к сожалению в Узбекистане внутреннее авиасообщения не развивается. *Внутренние авиаперевозки в Узбекистане выполняются, в основном, в направлении столицы.*

Сейчас внутренние перелеты осуществляются только транзитными рейсами между 10 аэропортами Узбекистана. Их выполняют единственная авиакомпания – «Uzbekistan airways». При этом львиная доля этих рейсов завязана на столицу, а между региональными аэропортами, за редким исключением, нет сообщения. Например, если человек захочет полететь из Самарканда в Ургенч, то он должен лететь через Ташкент. Та же ситуация с

Термезом и т.д. Зачастую это выглядит как «зависание» в воздухе: сначала летим назад от цели, а потом к ней возвращаемся. Нет прямого рейса из Самарканда в Наманган, Фергана, Андижан, Ургенч, Нукус, Термез, Бухара, все это вектор расстояния до 400-550 км. В результате чего пассажир вынужден тратить дополнительное время и деньги на сам дополнительный полет, еще больше времени он может потерять при пересадке на стыковочный рейс. Речь не идет о конкуренции с самолетами Boeing, Airbus.

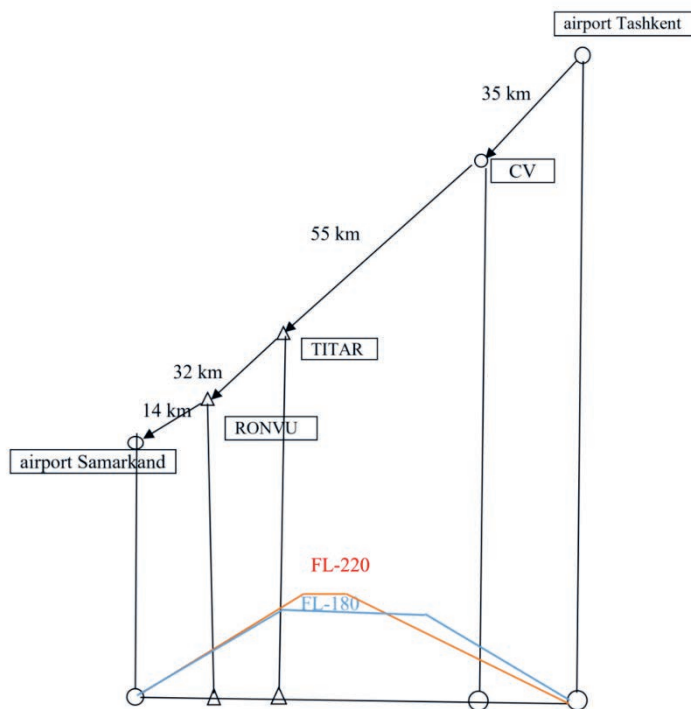


Рис. 1. Маршрут самолёта: 1) Boeing-757 - 201 пассажир расход топлива 3600 кг/ч. Удельный расход топлива (г/пасс.-км) 19,3; 2) Ил-114-100 - 50 пассажир расход топлива 650 кг/ч. Удельный расход топлива (г/пасс.-км) 12,2.

Развития по оживления авиаперевозок, и долгосрочный план создания мощной отрасли авиационной со стабильным ростом пассажиропотока, сегодня от этого решения зависит не только судьба отдельно взятых секторов экономики (авиация и туризм), но и благополучие всего Узбекистана в долгосрочной перспективе авиации.

Литература

1. Doc 9854- AN/458. Глобальная эксплуатационная концепция ОрВД. - Монреаль: ИКАО, 2005.
2. Руководство по организации воздушного движения в Республике Узбекистан (ПСК/ЦУАН/ОВД-1).
3. Руководство по планированию обслуживания воздушного движения» Doc. ICAO 9426 – AN/924.
4. Воздушный кодекс Республики Узбекистан.

АРХИТЕКТУРНАЯ МОДЕЛЬ ЗРЕЛОСТИ АВИАПРЕДПРИЯТИЯ

*Л.Х. Никифорова к.э.н., доц., доцент кафедры Экономики и управления на ВТ,
Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

В условиях динамичной информатизации бизнеса большое значение придается согласованным действиям ИТ-служб и руководителей бизнес-подразделений авиапредприятия. Повышение сложности производственных и управленческих технологий требует высокого уровня информационного обеспечения бизнес-процессов предприятия. В связи с этим становится актуальной проблема оценки ИТ-зрелости компаний. Подобный анализ делает возможным принятие эффективных управленческих решений, направленных на совершенствование архитектуры предприятия, выбор и/или корректировку архитектурной методологии, планирование и реализацию мер по внедрению современных информационных технологий, соответствующим целям бизнеса, планирование и утверждение бюджета ИТ-службы для обеспечения запросов бизнеса.

Основными направлениями автоматизации в гражданской авиации являются:

- управление полетом воздушных судов;
- управление воздушным движением;
- управление деятельностью (в том числе коммерческой) авиакомпаний и аэропортов.

В каждом из этих направлений определены ИТ-задачи. Так, например, для коммерческой деятельности это задачи автоматизации системы бронирования, создания глобальной распределительной системы продаж, автоматизации системы управления отправлениями, системы управления доходами, системы учета выручки и взаиморасчетов и т.д. [1]. От уровня и степени использования информационных технологий в отдельных бизнес-процессах зависит корпоративная результативность и эффективность. Для осуществления такой комплексной оценки, контроля ИТ-процессов рекомендуется использовать модели оценки зрелости.

Уровень зрелости – понятие, характеризующее степень поддержки решения задач бизнеса со стороны ИТ-подразделений и, соответственно, предлагаемых ими информационных систем. Под «моделью зрелости» (maturity model) в соответствии со стандартом ISO понимается модель, которая отражает необходимые элементы эффективных процессов и описывает путь постепенного улучшения от незрелых процессов к регламентированным зрелым процессам с повышенным качеством и эффективностью [2].

Модели зрелости содержат критерии оценки, с помощью которых целесообразно определять, на каком уровне зрелости находится организация в данный момент, требуется ли дальнейшее совершенствование ИТ-процессов и

если да, то в какой степени и в каких направлениях. Применяя диагностические модели зрелости с определенной периодичностью, можно отслеживать динамику организационных изменений и оценивать результативность корректирующих мер.

Для оценки степени зрелости применяют зарекомендовавшие себя подходы, которые можно подразделить на несколько групп:

- «ступенчатые» модели основаны на описании в основном качественных характеристик разных уровней оценочной шкалы. Так, например, в COBIT модель зрелости содержит 6 уровней зрелости – от «несуществующего» (0) до «оптимизированного» (5). Другими примерами являются модель Г.Керцнера, модель Беркли, РМММ и т.д.

- «объектные» модели основаны на изучении отдельных объектов (проект, программа, портфель проектов) и не содержат шкальной оценки. Пример: модель зрелости организационного управления проектами ОРМЗ.

- «лепестковые» модели основаны на построении диаграммы, которая содержит оценки нескольких параметров по предложенной шкале. Так, например, в модели Р.Гарайса на диаграмме отображаются 8 параметров, связанные с управлением бизнес-процессами, управлением программами, персоналом и т.д.

В основном данные подходы позволяют оценить текущее состояние ИТ-поддержки, определить корпоративные цели по совершенствованию информационных технологий и спланировать меры по реализации перехода к целевому состоянию.

С учетом специфики производственной деятельности авиапредприятия и высоких требований бизнеса к ИТ в силу технологической сложности основных и поддерживающих бизнес-процессов, требований безопасности, надежности, регулярности, качества обслуживания авиаперевозок, в рамках данного исследования предлагаются рекомендации по совершенствованию методологии моделей зрелости, позволяющие:

- осуществить учет отраслевой специфики;
- уточнить критерии оценки зрелости, дополнить их количественными показателями;
- формализовать методику обработки результатов экспертного опроса;
- построить матрицу стратегического соответствия ИТ-архитектуры и бизнес-архитектуры;
- спланировать переход от «текущей» к «целевой» зрелости.

Таким образом, на текущий момент отсутствует единая, общепринятая методология оценки зрелости. На основе известных архитектурных фреймворков можно создавать собственную методологию моделей, учитывающую отраслевые особенности, положительную практику других компаний, целевые требования самого предприятия. При использовании таких корпоративных моделей можно отслеживать динамику организационных

изменений и оперативно вносить необходимые корректирующие меры в архитектуру авиапредприятия.

Литература

1. Никифорова Л.Х. Архитектура авиапредприятий. – М.: МГТУГА, 2017.

2. Русякова М.С. Обзор современных моделей оценки зрелости управления проектами// Молодой ученый. — 2014. — № 11 (70). — С. 230-236.

УДК 656.7:338; 656.7:658

ОСОБЕННОСТИ АНТИКРИЗИСНОГО УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ В ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ В УСЛОВИЯХ ПАНДЕМИИ И ЭКОНОМИЧЕСКИХ САНКЦИЙ

*М.А. Родионов д.в.н., к.т.н., профессор, профессор кафедры ЭиУВТ
Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

Непрерывное возрастание роли антикризисного риск-менеджмента во всех сферах жизнедеятельности, значительно ускорившееся в условиях пандемии COVID-19, имеет для Российской Федерации особую актуальность, в том числе, в связи с все более масштабным расширением против нее экономических санкций. Применительно к авиатранспортной отрасли данные аспекты являются критически важными, что обусловлено ролью и местом Гражданской авиации (ГА) в социально-политическом и экономическом развитии страны.

К областям, которые одними из первых испытали на себе негативное влияние факторов пандемии и инфодемии, относится туризм, во многом обеспечивающий рентабельность пассажирских авиаперевозок. В связи с переходом различных конференций и переговоров в режим online авиакомпания лишились существенной прибыли за счет перевозок бизнес-классом многочисленных командировочных работников и руководителей, спортивных делегаций, гастролирующих артистов и т.п. Это сразу же сказалось на функционировании авиакомпаний, значительно увеличив для них риски попадания в зону финансовой несостоятельности (банкротства). По мнению ряда экспертов, пандемия положила конец “золотому веку” мировой гражданской авиации. При этом нет оснований надеяться на быстрое улучшение ситуации (к примеру, после финансово-экономического кризиса 2008 года показатели ГА восстановились лишь через семь лет - в 2014 году), более того – во многих странах начинается “третья волна” пандемии. Исключением являются лишь ситуация с грузовыми перевозками, а также положение в Китае. Для нашей страны создавшаяся ситуация оказалась, в определенном плане, сложнее, чем кризисные явления на рынке авиаперевозок сразу после распада СССР. Более того, патологическое

стремление новой администрации США к расширению и без того значительного количества антироссийских санкций создает угрозы, в числе прочего, для отечественной авиационной промышленности в ряде областей. Так, например, пока не решена проблема замещения импорта определенных радиоэлектронных компонентов. Вступление здесь в полную силу рестрикций США может перекрыть каналы поставок заменителей требуемых компонентов из третьих стран.

Содержанием современного антикризисного управления (АУ) являются следующие процессы: прогнозирования угроз и опасностей возникновения кризисов, обусловленных, в том числе, ситуацией с COVID-19 и экономическими санкциями; системный анализ порождающих их факторов, симптомов и причин; планирования, организации, контроля, мотивации персонала; проведения мероприятий по недопущению, нейтрализации, снижению негативных последствий кризисов в зависимости от условий обстановки. Ключевым аспектом при этом является возможность использования кризисных факторов в интересах развития авиакомпании [1]. Все является необходимым условием для обеспечения конкурентоспособности авиапредприятия. Однако антикризисный авиатранспортный менеджмент зачастую осуществляется лишь эпизодически, не носит превентивного характера, происходит лишь на этапе преодоления последствий уже произошедшего кризиса. В целом, мероприятия АУ далеко не всегда достаточно коррелированы с трендами стратегического развития авиакомпании, ее риск-менеджментом. Данные обстоятельства обуславливают актуальность вопросов совершенствования теории и практики антикризисного авиатранспортного риск-менеджмента, использования зарубежного опыта, подготовки специалистов ГА в соответствии с непрерывно возрастающими требованиями в этой области.

В рамках использования процессного подхода система риск-менеджмента, обеспечивая, в том числе, принятие антикризисных решений, позволяет варьировать процессами рационализации деятельности компании в условиях неопределенности и рисков в интересах обеспечения ее конкурентоспособности [2]. Осуществляется, на базе соответствующих обстановке стандартов риск-менеджмента, анализ подверженных рискам объектов, формируется базовый перечень рисков, происходит оценка и категорирование, формирование реестра рисков, разработка их паспортов, разрабатывается и принимается количественно обоснованное управленческое решение по антикризисному риск-менеджменту. При этом важно учитывать эпистемические аспекты управления риском: применяемый статистический аппарат корректно применять для оценки адекватности принимаемых решений, но не для определения собственной достоверности [3], что особенно важно для критически значимых в ГА редких событий. Важно непрерывно совершенствовать законодательства в области АУ и риск-менеджмента, профессиональную подготовку кадров [4]. В условиях пандемии и экономических санкций значительно обостряются вопросы обеспечения

информационной безопасности функционирования авиапредприятий, что требует интеграции данных процессов в систему антикризисного риск-менеджмента с соответствующей коррекцией используемой системы отечественных и зарубежных стандартов как в информационно-технической, так и информационно-психологической сферах. Серьезной практической проблемой является необходимость решения рассматриваемых вопросов уже на стадии проектирования организации.

В современных условиях возрастающей турбулентности бизнес-среды значительно актуализировались вопросы релевантного информационно-аналитического обеспечения процессов антикризисного управления рисками на авиапредприятиях. Необходимым условием системного оценивания эффективности разрабатываемых мероприятий является разработка соответствующих показателей и критериев, а также математических моделей и задач. Для инструментальной поддержки рассматриваемых вопросов во многих ситуациях могут быть использованы существующие широко применяемые программные продукты: Excel Windows, Financial Analysis, Deductor Academic, Project Expert, Microsoft Project, “1С-Бухгалтерия”. “Финансовый аналитик”, “Бизнес-инженер”, комплексы “F-Анализ” и Финансовый анализ Онлайн, облачные технологии распределённой обработки данных и многие другие [2]. Вместе с тем, системный анализ рисков от пандемии, инфодемии и экономических санкций требует рассмотрение широкого спектра факторов: от имеющих место на уровне конкретного авиапредприятия – до геополитических. При значительном увеличении доступных объемов привлекаемой для принятия управленческих решений информации и возможностей использования для ее обработки вычислительных средств и информационных технологий, критически значимым стало наличие четко сфокусированного к управленческой проблеме выработки управленческого антикризисного решения по риск-менеджменту массива информации, получение которого на практике требует специального инструментария и сводится далеко не только к технологическим вопросам. Большие перспективы на этом направлении имеет все более широкое использование методов искусственного интеллекта.

Литература

1. Артамонов Б.В., Родионов М.А. Концепция антикризисного менеджмента. // Научный вестник МГТУ ГА, № 131, М., 2018. С. 108-112.
2. Родионов М.А. Информационные аспекты антикризисного авиатранспортного риск-менеджмента. Управление финансовыми рисками. М., 2020, № 2 (62). С. 120-128.
3. Галеев Н. Черный лебедь. Под знаком непредсказуемости. М., КоЛибри, Азбука-Аттикус. 2016. С. 347-470.
4. Родионов М.А. Антикризисное управление. Часть 2. Практика антикризисного управления. М., МГТУ ГА, 2014. С. 5-17.

LOW-CODE ПЛАТФОРМЫ КАК ТЕНДЕНЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ВРМС

А.С. Степаненко к.т.н., доц.

*Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

Направления развития предприятий в наши дни во многом определяет современная бизнес-среда, являющаяся достаточно турбулентной. Поэтому главной тенденцией в управлении предприятием является использование различных бизнес-моделей и динамичная смена их при резком изменении бизнес-среды.

Современные бизнес-модели должны обладать способностью быстро адаптироваться к изменениям среды, что не представляется возможным без повсеместной цифровизации систем управления. Для осуществления эффективного управления современным бизнесом, применения и оперативной смены бизнес-моделей разработан процессный подход, реализуемый в виде ВРМ-систем (Business Process Management).

Современная концепция ВРМ сформировалась в 2003-2004 гг., а в последующие годы были разработаны ключевые методы и технологии – моделирование бизнес-процессов. Достаточно долго предложение ВРМ-систем опережало спрос, а рост рынка систематически отставал от прогнозов аналитиков.

В начале 2010-х участники рынка ВРМ-систем, провели ребрендинг, и появилась новая аббревиатура – iВРМС (Intelligent ВРМС). По сути, речь шла о том, что ВРМС должны следовать общим ИТ-трендам: SMAC — Social, Mobile, Analytics, Cloud, т. е. поддержка социального взаимодействия, доступ с мобильного устройства, «облака», «продвинутая аналитика» (это понятие остается размытым). В это же время происходит всплеск интереса к АСМ (Adaptive Case Management) – системам управления кейсами и поручениями. Их функциональность тоже вбирает в себя iВРМС.

Радикальные изменения произошли в 2018 году – концепция ВРМ пережила вторую волну интереса потребителей.

Таким образом в настоящее время подходы к управлению предприятием – ВРМ переросли в применяемую по всему миру, рабочую методологию управления бизнесом, а ВРМ-системы входят в стадию зрелости и стремительно приближаются к переходу на следующую стадию эволюционного развития – объединения в единую среду.

Тенденция объединения ВРМС в единую управленческую среду, требует разработок соответствующих информационных платформ. Цифровая среда должна быть сформирована с возможностью учета особенностей работы каждой сферы деятельности, что дает дополнительное преимущество использованию ВРМ-систем. Разрозненные системы процессного управления объединяются с опорой на единых Low-code платформах умной

автоматизации (Low code application platforms, LCAP), к примеру, Comindware Business Application Platform.

Low-code платформы возникли как реакция на сложность и многообразие современных средств разработки программного обеспечения. Возникает необходимость создания цифровой платформы, способной обеспечить вовлечение в процессное управление сотрудников компании сверху донизу. Такой подход позволяет пользователям моделировать процессы без написания специализированного программного продукта, а в дальнейшем использовать созданные модели как регламенты или передавать их на автоматизацию в рамках той же цифровой среды. Создание архитектуры бизнес-процессов также необходимая функция, в рамках рассмотрения концепций создания Low-code платформ. Также подобные платформы позволяют формировать конкретные CRM (Customer Relationship Management) решения для каждого предприятия индивидуально и собрать воедино требующиеся сервисы для поддержки и автоматизации необходимого предприятию набора бизнес-процессов.

Применение подобных платформ, для автоматизации бизнес-процессов в рамках авиапредприятия пока ограничивается отраслевой спецификой. Необходимо учитывать невозможность применения облачных технологий, поскольку нельзя говорить о необходимом уровне авиационной безопасности при условии хранения информации на стороне клиента и доступе к процессу разработки административного ресурса компании-разработчика платформы. Также необходимо учитывать применяемые в настоящее время в авиатранспортной отрасли решения автоматизации управленческих процессов, такие как ASNext.

Резюмируя, можно сказать, что использования Low-code платформ, в том числе на авиапредприятиях, весьма перспективно, позволит тратить меньше ресурсов и упростить процесс управления BPM-системами, но требует тщательного внимания всех членов управленческой команды предприятия.

Литература

1. Сухоруков А.И. Реинжиниринг бизнес-процессов авиапредприятий. Учебное пособие, направления 25.03.03 Воронеж: ООО "МИР", 2019.

2. Корягин Н.Д., Сухоруков А.И. Информационный менеджмент авиапредприятий. Учебное пособие. - М.: МГТУ ГА, 2017.

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ
ЧЕЛОВЕЧЕСКИМИ РЕСУРСАМИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ
ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРОЦЕССНОГО
ПОДХОДА**

Е.В. Степаненко

*Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

Управление человеческими ресурсами это такой вид управленческой деятельности, для которого характерен значительный временной лаг между оказанием управленческого воздействия и получением требуемого эффекта. В связи с этим возникает проблема эффективности таких воздействий, состоящая в том, что затраты на них (инвестиции) необходимо осуществлять сегодня и в значительных объемах, сравнимых с инвестициями, например, в управление производством, а эффект проявляется через несколько лет и в материальном плане его трудно оценить. В таких условиях у руководителей предприятия появляется искушение сэкономить, и либо совсем отказаться от инвестиций в область управления человеческими ресурсами, либо значительно эти инвестиции сократить.

Гражданская авиация с точки зрения управления людскими ресурсами обладает определенными особенностями: сравнительно высокий образовательный уровень (среднее специальное образование как минимум), повышенный средний возраст работников (отсев молодежи на начальном этапе карьеры), социальная ответственность за результаты труда (связано с необходимостью обеспечения авиационной безопасности), низкая конкуренция на локальном рынке труда (узкоспециализированные профессии).

Применительно к обозначенной выше проблеме возможно продуктивно использовать перечисленные выше скрытые резервы персонала предприятий гражданской авиации для снижения затрат на осуществление процесса управления, путем передачи выполнения части функций функциональным руководителям нижнего и среднего уровня под общим, даже не руководством, а патронажем сотрудников HR предприятия.

В данном случае важно правильно выделить те функции, которые могут быть переданы функциональным руководителям, оценить риски принятия неправильных решений, разработать контрольные и корректирующие мероприятия.

Процессный подход к управлению человеческими ресурсами позволяет разбить управление как область деятельности на отдельные подпроцессы, а их в свою очередь на отдельные функции и операции с указанием входящих и исходящих потоков информации (в случае HR процессов – документов) и исполнителей.

Анализ подпроцессов и отдельных операций для каждого конкретного предприятия должен выявить те функции, которые могут быть переданы на исполнение функциональным руководителям нижнего и среднего уровня.

После отбора функций и принятия решения о передаче их исполнения необходимо переформатировать процесс управления человеческими ресурсами, исключив из него переданные функции, точнее включив их в другие бизнес-процессы, и введя в него функции мониторинга и контроля, которые должны быть возложены на руководителей высшего звена управления и сотрудников HR службы. То есть мы снимаем с сотрудников HR выполнение регулярных рутинных функций типа периодической аттестации, но возлагаем на них функции патронажа.

Работы и людей в HR службе становится меньше, ответственность и эффективность управления человеческими ресурсами как соотношение результатов и затрат растет.

Литература

1. Степаненко Е.В. Организация бизнес-процессов управления человеческими ресурсами авиапредприятия. Учебное пособие. - М.: МГТУ ГА, 2019.

2. Корягин Н.Д., Сухоруков А.И., Большедворская Л.Г. Процессное управление на основе программной системы Бизнес-инженер. Учебно-методическое пособие по проведению компьютерного практикума. – М.: МГТУ ГА, 2016.

3. Кибанов А.Я. Управление персоналом организации. Учебник – М.: ИНФРА-М, 2008.

СЕКЦИЯ 12. ФИЛОСОФСКИЕ И СОЦИАЛЬНО-ГУМАНИТАРНЫЕ ПРОБЛЕМЫ НАУКИ И ТЕХНИКИ

УДК 101:62

КРИЗИС ПРОЕКТА ГЛОБАЛИЗАЦИИ КАК СЛЕДСТВИЕ ПАНДЕМИИ

*О.Д. Гаранина д.филос.н., профессор
Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

Вхождение мирового сообщества в новое тысячелетие ознаменовано появлением новой глобальной проблемы, содержание которой укладывается в матрицу взаимодействия человека с природой, поскольку сущность её – болезнь тела. Пандемия стала испытанием для всего мира, для каждого государства, показав беспомощность человечества перед угрозой заражения любого человека смертельным вирусом. Природа в очередной раз бросила вызов социуму, требуя дать адекватный консолидированный ответ. Распространение эпидемии, происходящее невзирая на государственные национальные границы, высветило сильные и слабые стороны мировой интеграции в глобальном масштабе и, одновременно, показало резервы национального решения экономических политических, и культурных проблем в ситуации пандемии. Глобализация сегодня выстраивает новую сложную взаимозависимость в системе «человек-природа-общество-культура», выводя на первый план актуальные понятийные и ценностные маркеры существования человечества, в качестве которых приоритетами выступают здоровье, медицина, социальная поддержка, единство народа и государственной власти.

Глобальные процессы имеют планетарный характер, они затрагивают интересы всех людей, живущих на планете, поэтому должны в реальности быть некой объективной силой, объединяющей все страны в общее политическое, экономическое и культурное пространство, живущее по общим законам. Укрепление транснациональных связей могло бы способствовать скорейшему решению политических и экономических проблем, вызванных пандемией. Однако глобальный мир развивается нелинейно, о чем свидетельствуют такие факты, как все увеличивающаяся разделенность мира по культурно-цивилизационным критериям, обострение социального и культурного неравенства, когда бедность, голод, маргинальность, неграмотность соседствуют с богатством и роскошью. Все очевиднее становится разрушительная интенция глобализации, проявляющаяся в нивелировании национальных особенностей народов, подрыве авторитета национальной государственной власти, в размывании локальных этнических ценностей. Философы, политологи, социологи, обеспокоенные нарастанием этой тенденции, отмечают, что «современные социальные и культурные

тенденции блокируют рост разнообразия. Глобализация ведет к денационализации, а значит к уменьшению суверенитета и роли национальных государств, способствует растворению малых этносов в более крупных, а тех – в глобальной социальной системе» [1, с. 34]. Современность свидетельствует, что проект глобализации, реализуясь, все активнее предстает как тенденция к унификации политических структур, экономики и культуры, происходит отказ от диалога между разными цивилизационными типами, культурами, навязывание западного образа политического, экономического и культурного развития. Идея равенства рухнула, мировое сообщество оказалось разделенным на противоположные группы, в которых одни командуют и присваивают произведенные богатства и ресурсы, а другие выступают в роли рабочей силы. Пандемия, в короткий период времени ставшая глобальной проблемой, отчетливо показала неготовность мирового сообщества не только к безоговорочной интеграции, но и к реализации идеи взаимопомощи. На фоне быстрого распространения вируса и необходимости введения жестких карантинных мер для борьбы с ним, в мировом сообществе несколько приторможены экономические, технологические и культурные процессы, обеспечивающие формирование транснациональных глобальных связей. Кризис, охвативший экономику всех стран в результате принятых карантинных мер, локдауна практических всех предприятий и фирм, коренной перестройки управления и организации работы персонала в результате перехода на дистанционный режим, позволил по-новому оценить глобализацию как объективный социальный процесс, развертывание которого не всегда имеет позитивные последствия. С одной стороны, планетарный характер и скорость распространения пандемии подтвердили представления о транснациональных связях мирового сообщества. С другой стороны, стало ясно, что рано отказываться от национальной специфики решения глобальной проблемы (не только проблемы пандемии), что только национально-государственная локализация и жесткие государственные решения могут иметь позитивные последствия в экстремальной ситуации. Политика ограничений в области международного сотрудничества, проводимая в период пандемии всеми государствами, доказала, что только национальные резервы могут стабилизировать ситуацию в стране, способствовать выживанию государства. Примером такого вывода может служить Россия.

Ориентация на Запад, провозглашенная в 1990 годы в качестве программного развития страны на ближайшее будущее, привела к тому, что Россия, пытаясь развиваться в русле глобализации, утверждая западные образцы экономического, политического и культурного существования, пыталась активно вписаться в мировое политическое и экономическое пространство, невзирая на проблемы внутри страны, обусловленные грубой ломкой устоявшихся стереотипов жизни большинства людей. Восприятие западной модели цивилизационного развития опиралось на достаточно хорошие внешнеполитические и внутренние ресурсы, в числе которых могут быть названы обширная территория (значимый геополитический фактор

развития России), оборонная мощь (сильный военный потенциал), высокий уровень образования населения (интеллектуальный потенциал). Активизируя эти ресурсы, страна смогла пройти через трудности постперестроечного периода и заявить о себе как державе, способной, как и прежде, влиять на ход мировой истории.

Предпринятые со стороны США и стран Евросоюза антироссийские санкции, уже более пяти лет оказывающие давление на экономику России, не смогли остановить ее движение вперед даже в короновирусный период. Достаточно сказать, что Россия, благодаря оперативным и действенным мерам по борьбе с пандемией одна из первых начала снимать ограничения в повседневной жизни людей, вызванные распространением болезни. В настоящее время, характеризующееся политической и экономической нестабильностью, Россия не отказывается от своих обязательств, остается надежным партнером [2]. В сложных условиях нарастания мирового кризиса, обусловленного карантинными мерами, ограничивающими распространение пандемии, именно Россия оказалась лидером по созданию вакцины против COVID-19 и российское правительство нашло пути для оказания медицинской помощи государствам, предоставив тем, кто выразил согласие, возможность приобрести недорого новую вакцину, а также необходимые документы для ее внутреннего производства.

Казалось бы, стремление к сотрудничеству в борьбе с пандемией в мировом масштабе должно способствовать интеграции России в семью развитых государств. Однако современный Запад постоянно демонстрирует свою критичность по отношению к нашей стране. В любом действии российского правительства зарубежные аналитики видят опасность, угрозу, превращая Россию во врага. Информационная агрессия Запада навязывает гражданам иностранных государств образ России как полуварварской страны, реализующей свои «имперские» амбиции по отношению к соседним государствам. Странную позицию заняла ВОЗ, не сертифицировавшая разработанную в России и прошедшую необходимые испытания (в том числе в Израиле) вакцину против вируса «Спутник V». Кроме того, Еврокомиссия предупредила, что против стран (в частности, против Венгрии и Турции), приобретающих вакцину «Спутник-V», будут приняты административные меры. Впрочем, аналогичные меры Еврокомиссия предполагает предпринимать и против тех стран, которые будут закупать противокоронавирусную вакцину у Китая, который также лидирует в этой медицинской области.

Подводя итог, подчеркнем, что разрешить политические, экономические и социальные проблемы, вызванные глобальным развертыванием пандемии может только сильное государство, основанное на единстве народа и государственной власти, деятельность которой ориентирована на социальное доверие, обеспечение условий для развития человека. Национальное государство при наличии социально ориентированной власти оказывается единственно способным принимать адекватные решения в сложных ситуациях, поддерживать и осуществлять контроль над всей системой социального

функционирования, а также создавать то общее пространство, которое именуется национальной культурой.

Литература

1. Горелов А.А., Горелова Т.А. Неоколониализм и социокультурная инволюция как глобальные тенденции нашего времени / Современное состояние культуры и общества: особенности и перспективы развития России. М.: изд-во Моск. гуманитар. ун-та, 2013. С.29-40.

2. Гаранина О.Д. Российские реалии в контексте пандемии // Научный журнал «Хронос: общественные науки». 2021. Том 6. № 1 (21). С 28-31.

УДК 101:62

ЖИЗНЬ КАК КОСМОПЛАНЕТАРНОЕ ЯВЛЕНИЕ

С.И. Некрасов¹ д.ф.н., проф., проф. каф. ГиСПН, Н.А. Некрасова² д.ф.н., проф., зав. каф. философии, А.С. Некрасов² д.ф.н., ст. пр., каф. философии

*¹Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

²Российский университет транспорта (МИИТ) (Москва, Россия)

Понятие «жизнь» многозначно. Им обозначают и жизнь Вселенной, и жизнь человека, и общественную жизнь и духовную жизнь. Несмотря на то, что каждое словосочетание имеет свою специфику, тем не менее все они взаимозависимы и неразрывно связаны генетически и коэволюционно через биос, который охватывает все формы живого на Земле, насчитывающие около 1,4 млн. видов.

Так П. А. Флоренский писал: «... вся природа одушевлена, вся – жива, в целом и в частях. Все ... дышит вместе друг с другом. Энергии вещей втекают в другие вещи, и каждая живет во всех, и всё – в каждой» [2, с. 55].

Жизнь биоса – это особая форма существования материи, которая возникла как «жизненный прорыв», сущность которого состоит в постоянном воспроизведении себя и сохранении всех форм организмов планеты, которые находятся ограниченной взаимосвязи. Жизнь – это внутренне присущее биосу свойство, которое представляет собой открытие системы, непрерывно обменивающиеся веществом, энергией и информацией со средой обитания. Наделенный жизнью биос осуществляет самоорганизацию, саморегуляцию, самовоспроизведение, самоуправление, развитие и эволюцию. Жизнь – это космопланетарный феномен.

Основной принцип организации биоса, позволяющий ему функционировать и саморазвивать, заключается в том, что он представляет собой множественные неравновесные открытые системы, требующие притока энергии для приумножения неравновесной упорядоченности. Неравновесность – это то, что порождает «порядок из хаоса», а открытость – это возможность систем эволюционировать ко все более высоким формам

сложности. В живых организмах самосовершенствование осуществляется благодаря генам как единицам наследственности.

Самоорганизация как планеты, так и ее подсистемы – биоса, осуществляется за счет затрат энергии, которую надо постоянно пополнять. Земля сформирована свойствами ее биоса воспроизводить антиэнтропийные состояния в процессе эволюции фотосинтезирующих его потенциалов. Сначала это был микробный, затем растительный фотосинтез, который за счет аккумулялирования солнечной энергии увеличивает антиэнтропийные возможности Земли. Фотосинтез превращает энергию солнечного света в энергию химических соединений, которые составляют биомассу. Формирование атмосферы планеты, где кислород занял ключевое положение, повысил энергетический потенциал живого и способствовал процессу саморазвития биоса и жизни на Земле, результатом эволюции которого сам человек с его мышлением. Появление в эволюционной цепи мыслящего человека стало вторым, после формирования ДНК, качественным скачком в развитии живой материи.

Человек как часть биоса, реализуя свое начало, обязан стать и его защитником. Современная наука доказывает, что человек связан с природой генно-культурной коэволюцией. Разрыв этих связей – результат прогресса технологической цивилизации – ведет к деградации и даже гибели как биоса, так и человека. В.И. Вернадский утверждал, что человек должен научиться мыслить и действовать в планетарном аспекте [1, с. 31], т.е. разумно ограничивать свои права в интересах всего биоса, построив биоцентрическую конституцию, в основе которой должны быть законы, обеспечивающие права биоса.

Литература

1. Вернадский В.И. Труды по философии естествознания. М.: Наука, 2000. – 504 с.

2. Флоренский П.А. Мнимости в геометрии: расширение области двумерных образов геометрии (опыт нового истолкования мнимостей). Изд. 2-е.– М.: Едиториал УРСС, 2004. – 72 с.

УДК 101:62

ЧЕЛОВЕКО-МАШИННЫЙ ИНТЕРФЕЙС В АРЕАЛЕ ПОСТНЕКЛАССИЧЕСКОЙ ПАРАДИГМЫ

*Т.В. Наумова д.филос.н., доцент, профессор кафедры БПиЖД
Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

Индустриальный и постиндустриальный мир научил человека взаимодействовать с техникой. Формы такого взаимодействия за многие десятилетия хорошо изучены специалистами разных профилей – инженерами, психологами, физиологами, эргономистами, гигиенистами, ноксологами, экологами, урбанистами и проч. В научной и прикладной сферах прочно

закрепилось понятие «человеко-машинная система» (ЧМС). Известны виды таких систем, уровни их организации. Обоснованы достоинства (способность принимать творческие, нестандартные решения) и недостатки (пресловутый «человеческий фактор») человека, позитивные (быстродействие, мощьность, многофункциональность, устойчивость к внешним воздействиям) и негативные (ограниченный ресурс, финансовые затраты, отказы в нестандартных условиях) качества машины. Описаны функции машины и человека, как отдельных составляющих элементов системы. В пространстве научного знания укрепилось новое понятие – «человеко-машинный интерфейс» (ЧМИ) (англ. human-machine interface, HMI). ЧМИ определяет показатели, процедуры и характеристики взаимодействия человека и машины, устанавливает границу между взаимодействующими системными объектами.

Техногенная цивилизация предложила два противоположных подхода к проектированию систем «человек-машина» высокого уровня. Первый предлагает исключить человека из системы, что позволит снизить вероятность человеческой ошибки, повысит надежность системы, сократит расходы на ее эксплуатацию. Второй подход ориентирован на оперативном включении человека в процесс при нештатных ситуациях или отказах машины. Причем, практика показывает, что чем выше уровень технологий, тем важнее присутствие человека в такой системе, выше предъявляемые требования к его профессионализму, способности нестандартно, креативно мыслить в критической ситуации. Глобальная цифровизация отнюдь не ослабила спор о выборе подхода, поскольку в конечном счете всегда человек несет ответственность за выявление, идентификацию, устранение ошибок, неисправностей, опасностей [1].

Общеизвестно, что «человеку свойственно перманентное стремление превзойти самого себя» [2, с.221]. За прошедшие полвека ЧМИ эволюционировали от механических, требующих непосредственного контакта человека с машиной, например нажатием кнопки, к виртуальным, в которых управляющие воздействия генерируются благодаря технологиям смешанной реальности (англ. mixed reality, MR), позволяющим человеку в реальном времени взаимодействовать с объектами физического и цифрового миров через искусственно генерируемые реальности, преобразующие определенные движения и жесты индивидуума в управляющие сигналы. Представления о ЧМИ первого поколения сформированы в рамках классического подхода и основаны на механистических моделях взаимодействия, сосредоточенных на согласовании психофизиологических возможностей человека и функций машины, на формировании навыков управления машиной через органы управления. Специфику виртуальных ЧМИ раскрывает неклассическая методология, перемещая фокус из сферы управления в сферу коммуникации когнитивной системы человека со сложной технической средой.

В цифровом обществе традиционные ЧМС трансформируются в системы, где машина обладает новым, ранее не известным качеством – так называемым искусственным интеллектом. ЧМИ таких систем объединяет сенсорные и

когнитивные качества человека с возможностями искусственных сред. Многие современные ЧМС ориентированы на использование не одного человека, а коллективов людей для решения общей задачи. В подобных системах субъектом принятия решения может быть не человек, а машина с искусственным интеллектом. Функции человека из управляюще-контролирующих переходят в категорию коммуникативных. Насколько результаты деятельности таких ЧМС будут удовлетворять людей, на которых эти результаты ориентированы? Не случайно внедрение технологий искусственного интеллекта вызывает неоднозначное отношение в обществе. Уже сегодня дискуссии разворачиваются относительно процедур аутентификации личности, некоторых сетевых web-ресурсов и возможностей киберпространства.

Человечество только начинает активно осваивать подобные системы. Это новый опыт, и как все новое, требует изучения и осмысления, поскольку человек всегда стремился обеспечить себе безопасность во всех сферах жизни и использовал для этого различные подходы [3]. Цифровая среда, безусловно, трансформирует фундаментальные параметры человеческого бытия – пространство и время, искажает личностное самосознание, меняет способы осмысления реальности. Что принципиально важно выявлять для человеко-машинных систем, поскольку главной мишенью воздействия цифровой среды является человеческий мозг, изменяется восприятие информации мозгом, влекущее перемены в сознании человека, в способах его самоидентификации [4]. Еще более дискуссионным, на наш взгляд, могут стать нейроадаптивные ЧМИ, в некоторых источниках именуемые «интерфейс мозг-компьютер» (англ. brain-computer interface, BCI). По мнению психологов имплантация подобных интерфейсов в системные контуры мозга человека формирует в его субъективной реальности опыт новой модальности, а как известно «живой организм не терпит вмешательства в его функционирование, особенно на уровне нервной системы и психической регуляции» [5, с.601]. Подобные интерфейсы обеспечивают коммуникацию не между субъектом и его внешним миром, а между субъектом и миром его действительности. В постнеклассическом прочтении ЧМИ формирует самоорганизующуюся, констатирующую и конституирующую связь субъекта и мира его опыта [6]. Проблема в том, что нейробиологические механизмы таких процессов еще не изучены, «мы не понимаем, как интегрируются в акте восприятия компоненты субъективного образа и порождающие их физиологические структуры» [5, с.602]. Пока до конца не понятно, каким образом эти перемены смогут отражаться на индивидуальных когнитивных функциях человека, его профессиональных навыках и способностях реагировать на внезапные угрозы.

В контексте трансгуманизма нейроадаптивные ЧМИ – это позитивные символы эволюции. Однако, исследователи-гуманитарии отмечают возможные экзистенциальные риски тотальной цифровизации, в частности, «существенное уменьшение возможностей человека по поиску смысла своего бытия за пределами дополненной реальности... сужение горизонта трансцендентального в сознании индивида» [7, с.162]. На каких принципах будет строиться

самоорганизация систем с подобными интерфейсами? Каким образом, в сознании будет формироваться бесконфликтная картина мира, неограничивающая субъект в свободном выборе действий и не угрожающая потерей его самоидентичности и целостности? Ориентированная на выявление закономерностей самоорганизации и эволюции сложных систем любой природы, постнеклассическая парадигма, руководствуясь категориями неопределенности, стохастичности, поливариативности, неравновесности, нелинейности пока не предлагает ответы.

Современные технологии предоставляют фантастические возможности для развития новых форм сетевой и техно-биотической интеграции человека и технической среды. На наших глазах формируется новый цивилизационный уклад. Сопровождающий его общественный и научный дискурс выявляет неоднозначность оценок от оптимизма и воодушевления со стороны технических, политических, экономических институтов, бизнес-сообществ до настороженности и даже скепсиса со стороны гуманитариев. Цифровизация породила новый тип ЧМИ, в которых стирается грань между цифровым и материальным бытием. Процессы тотальной интеграции цифровых технологий в биологическую сущность человека нуждаются в осмыслении и научном обосновании как позитивных, так и негативных перспектив их применения.

Литература

1. Garanina O.D., Naumova T.V., The Human Encounter With New Technogenic Threats//European Proceedings of Social and Behavioural Sciences (EрSBS). 2020. Vol. 80. Pp.129-135. DOI: 10.15405/epsbs.2020.03.02.16.

2. Кочесоков З.Х., Кулиев Ф.М., Мулляр Л.А. Постнеклассическая парадигма современной социальности//Социально-гуманитарные знания. 2019. №3. С.221-229.

3. Наумова Т.В, Междисциплинарный контент категории «риск»//Научный вестник МГТУ ГА. 2011. № 166. С.58-63.

4. Петрова Е.В. Информационная экология как «стратегия выживания» человека в цифровой среде//Вопросы философии. 2020. Т. № 10. С. 89-98.

5. Сергеев С.Ф. Нейроадаптивные биоморфные интерфейсы в эргатических системах: проблемы и решения//Мехатроника, автоматизация, управление. Том 17. № 9. 2016. С.600-605. DOI: 10.17587/mau.17.599-605.

6. Сергеев С.Ф. Методологические проблемы человеко-машинного интерфейса//XII Всероссийское совещание по проблемам управления. ВСПУ-2014. Москва, 16–19 июня 2014. С. 6414-6421.

7. Щелкунов М.Д., Каримов А.Р. Общество 5.0 в технологическом, социальном и антропологическом измерениях//Вестник экономики, права и социологии. 2019. № 3. С. 158-164.

МЕСТО И РОЛЬ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ КОММУНИКАЦИЙ В МЕДИЙНОМ И ИНТЕРНЕТ-ПРОСТРАНСТВЕ

Л.Я. Мещерякова к.ф.н., доцент каф. ГиСПН

*Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

Новые средства связи стремительно вошли в жизнь современного человека, природу его когнитивных процессов и всего, что с ними связано: образа жизни и деятельности, общения, восприятия текстов и окружающего мира. Нынешнее поколение уже не мыслит свою жизнь без гаджетов, которые стали неотъемлемой частью личного пространства молодых людей основой современной культуры в целом. Появление информационно-коммуникативных технологий привело к вытеснению традиционной культуры, формировавшей человека на основе передачи культурных ценностей, нравственных идеалов, традиций, норм и образцов поведения, происходит вытеснение ее фундаментальных ценностей, что приводит к разрушению привычного типа быта и общения, создаваемых в течение столетий с целью защиты и сохранения здоровья и жизни человека, и замене их культурой информационной, для которой характерно преобладание формы над содержанием, причем форма передачи современной информации отличается бессистемностью, хаотичностью, и, как следствие, – манипулятивным характером. Если для традиционной культуры важнейшим компонентом коммуникативного поля являлись смыслы, и человек, благодаря традиционным коммуникациям находился под защитой коммуникативных процессов, которые вписывали его в окружающую картину бытия, то современные информационно -коммуникативные технологии, к сожалению, зачастую противостоят человеческому бытию [1]. В сознание людей внедряются новые ценности, одна из них – технофетишизм, который исключает духовное, душевное, интеллектуальное основание человека. Теперь всякий социальный, культурный обмены диктуются форматом медиа, в пространстве которого они осуществляются. Человеку подбрасываются симулякры, которые предлагают ему кружение вокруг материально – психических ценностей, формируя человека-потребителя. В связи с чем закономерен вопрос, поставленный главным научным сотрудником ИФ РАН В.Г. Будановым: «А потребитель – не человек? ...Вместо человека возникает безличное существо в цепочке «товар – деньги – товар», оказывается, что потребление становится единственным смыслом жизни. В этой схеме Человека нет» [2]. Неизбежно приходит мысль: при кажущейся свободе выбора, человек, взаимодействующий с медиа, является скорее заложником, чем его хозяином, индивид становится еще более зависим и менее свободен. По существу, когда человек лишен права выбора, происходит процесс его превращения в функцию, в набор компетенций, а тем самым срезается

метафизическая подоснова бытия – понимание того, зачем человек пришел в этот мир [2].

Первое, что трансформируется на наших глазах – это межличностное общение, его сущность и цели, а также восприятие индивидом своей роли в процессе коммуникации. Широко распространенное убеждение, что благодаря современным средствам связи, преграды, мешающие коммуникации и сближению людей будут преодолены, является ошибочным. Ж. Липовецки, французский философ, справедливо отмечал: «...чем сильнее увеличиваются возможности налаживания контактов и личных отношений, тем большее число людей чувствуют себя одинокими» [3].

Современная коммуникативная ситуация кардинально трансформирует человеческое бытие, обостряя проблемы существования человека в виде его идентификации в новых социокультурных условиях, согласования себя с новыми жизненными реалиями, встраивания в многоуровневые коммуникативные структуры. Так, породив новую систему коммуникаций, индивид во многом стал ее заложником. Например, информационные технологии выступают мощным фактором «расчеловечивания» человека: под их воздействием нивелируются духовно-нравственные основания бытия индивида, происходит деградация мыслительных процессов, утрачивается эмпатия в отношениях между людьми, увеличивается возможность манипуляции общественным сознанием, что приводит к искажению реальной картины мира и, как следствие – иллюзорность восприятия [4].

Следует обратить внимание, что информационно-коммуникационные технологии являются причиной ряда психологических проблем, связанных с изменением характера межличностного общения между людьми. Ученые отмечают, что многолетний контакт с компьютером формирует, с одной стороны, такие психологические особенности характера, как упорство и настойчивость в достижении целей, независимость, высокую склонность к творческой деятельности. Но вместе с тем, наблюдается предпочтение процесса работы ее результату, погруженность в собственные переживания, холодность и неэмоциональность в общении, склонность к конфликтам, эгоцентризм, недостаток эмпатии и ответственности. Как верно отмечает Н.М. Мамедова: «Позиция такого человека в обществе противоречива, отражает парадоксы его существования на грани реального и виртуального. С одной стороны, у него появляется практически неограниченный спектр возможностей самовыражения, самоактуализации. С другой стороны, он попадает в полную зависимость от информационных технологий и ресурсов. Есть опасность нивелирования личности, поскольку сеть диктует свои правила общения, мышления, поведения.»

Поскольку в основном взаимодействие пользователей ведется с помощью печатного текста, то все интернет-пространство можно рассматривать как сферу функционирования письменного языка. В виртуальном пространстве появился свой сленг, помогающий самовыражаться участникам коммуникации, которых сближает общая

тематика, профессия, интересы и т.д. Популярность сленга выросла до такой степени, что некоторые слова стали частью регулярного общения на родном языке, т.е. появляется совершенно иной язык, новый вид словарного запаса, чуждый для родной культуры индивида.

Информационные технологии всё интенсивнее вытесняют живое слово, тем самым ограничивая возможности развития творческого потенциала человека, в результате чего происходит качественная трансформация его интеллекта. Отсюда проблема – как сегодня человеку умудриться сохранить способность к системному мышлению. Системное мышление – такое мышление, при котором все смысловые единицы, которыми оперирует человек, взаимосвязаны друг с другом и взаимообусловлены [6]. Именно системное мышление задаёт вектор развития творческого потенциала личности, в том числе и потенциала научно-технического творчества. Обладателей клипового мышления характеризует неспособность сохранять концентрацию внимания на длительное время, работать с семиотическими сложными структурами, следовательно, критический анализ у них практически отсутствует, существенные трудности они испытывают тогда, когда необходимо делать обобщения, формировать выводы, умозаключения, а также запоминать большие фрагменты информации. Память у них работает в краткосрочном режиме. Чувство сопереживания и рефлексии выражено слабо. В силу этого самосознание современного человека утрачивает целостность и приобретает черты иллюзорности и дискретности [5].

Информационно-коммуникационные технологии давно уже стали нашей реальностью, превратившись в повседневную необходимость и потребность. Но вместе с тем, осложняют наше нахождение в социуме, отчуждая людей, делая их зависимыми, погруженными в «свою реальность». Чтобы не получать отрицательный эффект от информационно-коммуникационных технологий, необходимо помнить, что 1) человек, – существо осмысленное, ему необходимо осознавать смысл своей деятельности и существования. Это понимание придает жизни человека укорененность в бытии, повышает качество и продолжительность его жизни, 2) человек – существо социальное, и живое непосредственное взаимодействие и общение невозможно заменить виртуальным общением. Процесс развития информационных технологий необратим, именно поэтому следует помнить об уникальности и ценности человеческой личности, ее несводимости к технологическим аналогам.

Литература

1. Мамедова Н.М. Традиции и культурная идентичность. //Научный Вестник МГТУГА.-М: 2016. № 1 (17). С. 10–15
2. В.Г.Буданов Антропологический переход. Человек под прессом цифровых технологий. //Завтра№10(1420). Март 2021
3. Липовецки, Ж. Эра пустоты. Эссе о современном индивидуализме. / Липовецки Жиль; [пер. с фр. В.В.Кузнецова]. Редкол. серии В.М. Камнев и др.; Оформ. А. Мельников, П. Палей. – СПб.: Владимир Даль, 2001. – 336 с.

4. Информационная эпоха: новые парадигмы культуры и образования: монография / О.Н. Астафьева, Л. Б., Зубанова, Н.Б. Кириллова, Е.В. Никонорова, О.В. Шлыкова и др.; отв. Кириллова. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2019. – 292 с.

5. Сергеева, И.Л. Трансформация массовой культуры в цифровой среде [Текст] / И.Л. Сергеева // Культура и цивилизация. – 2016. – Т. 6. – N 6А. – С. 55–65

УДК 101:62

ЮБИЛЕЙ КАК СРЕДСТВО ФОРМИРОВАНИЯ И КОММЕМОРАЦИИ ИСТОРИЧЕСКОЙ ПАМЯТИ В РОССИИ

Е.П. Воробьев к.и.н., доц. доцент

*Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

Крупные исторические события обладают значительным потенциалом для формирования социальной общности, особенно для повышения эффективности образовательного и воспитательного процесса среди молодежи.

В настоящее время проходит ряд крупных юбилейных событий, связанных с развитием авиации и космонавтики: 60 лет со дня полета в космос Ю.А. Гагарина, 50 лет Московскому государственному техническому университету гражданской авиации 50 лет первому полету военно-транспортного самолета Ил-76. Совсем скоро будет отмечаться 100 лет с момента создания гражданской авиации в России. Не сомневаюсь, в нашей стране **2023 год должен стать годом авиации.**

Речи официальных лиц, поздравления, концерт, вся культурная программа и торжественная часть – это кульминация праздника, отражение масштаба большой проделанной работы. На втором плане остается главная составляющая юбилея – акцентирование основной деятельности учреждения или отрасли, связанных с памятной датой. В МГТУ ГА по случаю 50-летия вуза была разработана обширная программа: обновление экспозиции музея университета, книжная и фото выставки, творческие конкурсы и фестиваль студентов, спортивные соревнования, научно-технические конференции для профессорско-преподавательского состава и студенчества. Организаторы юбилейных мероприятий обоснованно сделали акцент на привлечение к знаковому событию максимально большего количества участников, особенно представителей поколения XXI века. Это соответствует одной из важных задач юбилейного проекта: в условиях ограниченного времени включить юношей и девушек в процессы развития авиационного образования, в постижение потенциала авиационной отрасли в России. Такой подход, несмотря на антиковидные ограничения уже показал свою эффективность. Вот

почему целесообразно применить накопленный опыт при формировании будущих юбилейных проектов с опорой на инициативу снизу, от рядовых участников социокультурного процесса.

В США и Западной Европе давно сложились прочные традиции гражданского общества, в жизни которого активно и добровольно участвуют свободные индивиды и их объединения. Различные предложения общественности по включению в социальные проекты, стремление к контролю над их реализацией не только всецело поддерживаются, но и стимулируются, что стало ключевой тенденцией общественной жизни.

Включение широкой общественности в процессы разработки, обсуждения и реализации проектов является наилучшим способом социализации личности, организации жизнедеятельности, а также самоорганизации инициативных групп и социальных общностей. Мероприятия юбилеев не навязываются людям, а выбираются ими.

В таком случае социальный проект становится не директивным документом, а сводом общественно значимых решений, которые могут меняться в зависимости от ситуации. Тем не менее план подготовки события должен включать в себя переход от анализа реального положения дел и прогноза к определению изменений, к разработке способов их конкретной дифференцированной реализации. Деятельность и коммуникация участников мероприятий дают толчок саморазвитию объекта проектирования (городу, учреждению, отрасли).

Советский опыт организации юбилеев отличался значительным участием в этом процессе государственных и партийных структур. Модель празднования вне зависимости от повода включала в себя несколько основополагающих элементов: предъюбилейные мероприятия (культурные, спортивные, научные, лотереи с целью сбора средств), визуализация юбилейной тематики в культурном пространстве с помощью разноплановых форм и способов художественного оформления, установление мест памяти, усиление пропаганды коммунистической идеологии, сами торжественные мероприятия (проведение праздника, заседания, посвященные событию, массовые шествия и демонстрации).

Официальный праздник советской эпохи формировал определенную историческую и культурную память. Например, в юбилее советского города подчеркивались представления об успехах советского периода по сравнению с дореволюционным временем. Соответствующие формы агитации и пропаганды осуществлялись посредством выступлений на митингах, оформления пространства города, лекций по его истории, массовых театрализованных представлений, фестивалей, концертов, тематических вечеров, конкурсов, содержание которых было наполнено популяризацией идей советского строя [1, с. 34].

При организации авиационных праздников также работала типичная модель. Так, по случаю 60-летия Аэрофлота были представлены основные достижения и успехи авиационной отрасли СССР, подчеркивались

достоинства нового пассажирского лайнера Ил-86, отмечалось улучшение сервиса всех служб аэропортов, приводились статистические данные о росте числа авиалиний, объемов воздушных перевозок и работ в народном хозяйстве страны, выполненных с помощью авиации [2, с. 44–45]. Визуализация юбилейной тематики постоянно происходила через выпуск специальных серий открыток, значков, плакатов, почтовых марок, памятных медалей. Кульминацией праздника являлись торжественные заседания, церемонии награждения, воздушные парады.

Сегодня применительно к юбилейным событиям, связанным с авиацией в России, цель проектной деятельности выделяется особенно отчетливо – обеспечить приоритетное внимание к проблемам и перспективам развития авиации в стране, создать благоприятные условия для возрождения отрасли, замедлившееся по причине пандемии коронавирусной инфекции.

Проведение 100-летнего юбилея гражданской авиации в России логично воплотить в масштабный проект, позволяющий комплексно подойти к отражению содержания деятельности российских авиаторов и рассказать об этих возможностях потенциальным пользователям и партнерам. Для этого руководству страны целесообразно **объявить 2023 год – годом авиации в России**. Соответствующую инициативу для принятия данного решения могли бы проявить руководство и трудовой коллектив МГТУ ГА. Для ведущего вуза страны по подготовке кадров для гражданской авиации позиционирование в качестве инициатора столь масштабных проектов будет дополнительной возможностью укрепить свои позиции и избежать сомнительных реформаторских веяний.

100 лет гражданской авиации в России – это уникальная возможность представить достижения отрасли, показать пути решения проблем, привлечь к этому дополнительные силы и средства.

Традиционные мероприятия будет уместно сочетать с оригинальными новинками, способными заинтересовать широкие массы населения, далекого от авиации. Это может быть ознакомительный доступ к современным тренажерам для подготовки специалистов, к новейшим самолетам, в кабину экипажа, в закрытые помещения аэропортов (при соблюдении правил безопасности), а также посещение предприятий, проектирующих и производящих авиационную технику. В МГТУ ГА большое внимание может привлечь флешмоб выпускников российских авиационных вузов из зарубежных стран, которые в национальных костюмах и с национальными флагами записывают на видео слова: «Спасибо, Россия!» на русском и родном языках. Рядом с университетом не помешает посадить аллею, посвященную знаменитым отечественным авиаторам или странам, из которых студенты приехали учиться в наш вуз. Для школьников по всей стране с помощью интернет-технологий уместно провести «Авиационный диктант». Если предоставить инициативу людям, особенно студенческой молодежи, то они наверняка предложат немало интересных идей.

Особенность юбилейного года в том, что любая позитивная работа, связанная

с авиацией в это время, ее освещение в СМИ объективно будет способствовать дальнейшему развитию отрасли. Празднование юбилея станет духовным актом исторического сознания, увековечит в народной памяти многолетний путь развития авиации в России.

Литература

1. Избушева А.М. Подготовка и проведение юбилея города в советской истории как способ сохранения и закрепления исторической и культурной памяти // Вестник Омского университета. Серия: Исторические науки. 2015. №3 (7). С. 24–35.

2. Майоров А. Крылья народные // Авиация и космонавтика. 1983. №2. С. 44–45.

УДК 101:62

К ВОПРОСУ ОБ УЧАСТИИ ГЕНЕРАЛА ОТ ИНФАНТЕРИИ Н.Н. ЮДЕНИЧА В БЕЛОМ ДВИЖЕНИИ (ПО ЛИТЕРАТУРЕ РУССКОГО ЗАРУБЕЖЬЯ)

*И.С. Бакланова к.и.н., доц., кафедра ГиСПН
Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

Гражданская война начала XX века в России является одним из переломных периодов отечественной истории. Прежде всего, данным обстоятельством объясняется интерес к драматическим событиям братоубийственного конфликта и многочисленные попытки объяснить его итоги. В литературе называется ряд факторов, повлиявших на исход Гражданской войны, в том числе, оценивается и вклад руководителей Белого дела в борьбу с советской властью. В данной связи особый интерес представляют свидетельства эмигрантских авторов, часто способствовавшие не только приращению фактологической базы научных исследований, но и обогащению их концептуальной основы [см., например: 1, с. 139, 140].

Общеизвестно, что в годы Гражданской войны существовало четыре крупных анклава антибольшевистского движения: Северо-Западный, Северный, Восточный и Южный. При этом, несмотря на то, что в распоряжении белого командования на северо-западе не имелось такого количества людских и материальных ресурсов, как на юге и востоке, оно, по свидетельству, в частности, советской историографии, в 1919г. дважды создавало серьезную угрозу второй, «революционной» столице России – Петрограду [см., например: 2, с. 269, 270]. Северо-Западный антибольшевистский центр в литературе, как правило, неразрывно связывается с именем генерала от инфантерии Н.Н. Юденича. Однако Николай Николаевич получил свою известность еще до начала «красной смуты», в годы Первой мировой войны, прежде всего, благодаря выигранному

в качестве командующего Кавказской армией, крупному сражению под Эрзурумом (февраль 1916 г.), в результате которого, как, в частности, писал генерал-лейтенант П.А. Томилов, «надолго» укрепились положение Кавказской армии [3, с. 8]. Приход к власти большевиков генерал Юденич встретил в Петрограде, «год скрывался от них». И только осенью 1918 г., по данным указанного выше автора, он прибыл сначала в Финляндию, а затем – в Эстонию с целью «организации Северо-Западного фронта гражданской войны» [3, с. 8]. Однако в это время в регионе уже имелось несколько антибольшевистских вооруженных формирований, в том числе – Псковский корпус (в начале 1919 г. переименованный в Северный, а летом 1919 г. – в Северную, а потом и в Северо-Западную армию) под командованием генерал-майора (позднее – генерал-лейтенанта) А.П. Родзянко, являвшегося племянником председателя Государственной думы третьего и четвертого созывов М.В. Родзянко. Но генерал Юденич, несомненно, обладал большим авторитетом и, соответственно, влиянием, обусловленным поддержкой «союзников», прежде всего, англичан и Верховного правителя России – адмирала А.В. Колчака. Во всяком случае, по утверждению самого генерала Родзянко, британские представители заявили, что все остро необходимое для Белой армии снабжение будет передаваться русскому командованию «только через генерала Юденича» [4, с. 61]. В данной связи представляют интерес мнения эмигрантских авторов относительно выполнения Николаем Николаевичем соответствующих задач по «организации Северо-Западного фронта». Генерал Родзянко в своей работе «Воспоминания о Северо-Западной армии» сосредоточился, прежде всего, на описании негативных моментов. По его утверждению, Юденич впервые «проявил признаки своего существования» только в июне 1919 г., прислав доверенных лиц на совещание с участием представителей Эстонии, Англии, Франции, США и командования Северной армии. Александр Павлович упомянул и об отсутствии со стороны Юденича конкретной помощи в деле военного строительства и организации гражданского управления на контролируемой белыми территории. Так, например, генерал от инфантерии «не реагировал» на настойчивые просьбы о направлении в распоряжение командования армии офицеров и тыловых работников. Юденич, по словам Родзянко, способствовал ухудшению до «катастрофического» «денежного положения», отказывая в разрешении печатать керенки или свои собственные денежные знаки. Еще одним пунктом обвинения стало затягивание приезда руководителя Белого движения на северо-западе в действующую армию и взятие на себя управления «общим делом». И даже когда данное событие произошло, поведение генерала Юденича, на взгляд Родзянко, оставило у «начальствующих лиц и офицеров» «чувство недоумения». Ибо Николай Николаевич не отдал никаких приказов, не высказал и «руководящих пожеланий». К тому же в условиях острого информационного голода он не посчитал необходимым осветить ни имевшую место политическую ситуацию, ни положение на других фронтах, ни переговоры с представителями Антанты. Подобная манера поведения, как

свидетельствовал Родзянко, у командующего сохранилась и в дальнейшем [4, с. 55, 60, 61, 63, 70, 117 и др.]. (Заметим в скобках, что слова А.П. Родзянко сочетаются с характеристикой, данной «победителю Эрзерума» руководителем конституционно-демократической партии, профессиональным историком П.Н. Милюковым. По мнению данного автора, Юденич – это «человек крайне вялый и пассивный, скрывавший ограниченность ума и упрямство под маской молчаливника») [5, с. 105].

Однако, как отмечалось выше, слава и авторитет, по выражению генерала Томилова, «полководца «милостию Божиею» [3, с. 5] пришли к генералу Юденичу за проведение военных операций в годы Первой мировой войны. Именно в области военного искусства «победитель Эрзерума», на взгляд ряда высших офицеров Императорской армии, являлся специалистом высокого уровня, что могло отразиться и на руководстве боевыми действиями в годы Гражданской войны. В первых числах октября 1919 г., перед началом общего наступления, Юденич принял на себя командование Северо-Западной армией, назначив Родзянко помощником Главнокомандующего. Как писал впоследствии Александр Павлович, подобной должности не существовало, следовательно, не были определены ни ее должностные обязанности, ни взаимоотношения с другими начальствующими лицами. А, значит, это давало возможность не выполнять исходящие от него лично приказы [4, с. 113]. По мнению Милюкова, отстранение «связанного с армией» Родзянко, а также «отсутствие единства и энергии командования» негативно повлияли на исход октябрьского наступления Белой армии на Петроград [5, с. 110]. Причем, только Александр Павлович знал все нюансы разработанной им же самой операции, от командования которой он был изолирован. Данное положение дел привело к серьезным стратегическим ошибкам. Самой главной из них, на взгляд Родзянко, было наступление на Петроград по кратчайшему направлению, где были сосредоточены «колоссальные технические средства большевиков». Кроме того, следовало перевести армию в Псков и действовать по направлению Новгород – Чудово – Ладожское озеро. К тому же, после занятия Гатчины, по данным указанного автора, Генерал Юденич вовсе «выпустил управление из своих рук из-за плохой связи» [4, с. 103, 104, 107, 128]. Исход наступательной операции антибольшевистских вооруженных формирований хорошо известен: Белая армия потерпела поражение. Ее командующий оказался в эмиграции.

Таким образом, в литературе русского зарубежья имеются достаточно серьезные наработки по заявленной теме. Представляется, что дальнейшие изыскания по данной проблематике возможны как в плане более глубокого изучения трудов эмигрантских авторов, так и сравнительного анализа их данных с данными отечественной и зарубежной историографии.

Литература

1. Бордюгов Г.А., Ушаков А.И., Чураков В.Ю. Белое дело: идеология, основы, режимы власти. Историографические очерки. М.: «Русский Мир», 1998. 320 с.

2. История Коммунистической партии Советского Союза/Б.Н. Пономарев, М.С. Волин, В.С. Зайцев и др. 7-е изд., доп. М.: Политиздат, 1985. 783 с.

3. Томилов П.А. Русский полководец. Пятидесятилетие производства в офицеры//Часовой. 1931. № 62. С. 4-8.

4. Родзянко А.П. Воспоминания о Северо-Западной армии. Берлин, 1920. 168 с.

5. Милюков П. Россия на переломе: Большевистский период русской революции. Т. II. Париж, 1927. – 281 с. [2] л карт.

УДК 101:62

К ВОПРОСУ О НОВЕЙШИХ ИСТОРИЧЕСКИХ ТЕНДЕНЦИЯХ: ОТ «ЦВЕТНЫХ РЕВОЛЮЦИЙ» ДО ДВИЖЕНИЙ МЕНЬШИНСТВ

*И.А. Панкратьева старший преподаватель
Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

Модель выпускаемого специалиста гражданской авиации подразумевает достаточную гуманитарную подготовку [3, 33–39], которая позволяла ему довольно уверенно ориентироваться в актуальных общественных вопросах. Но ряд важных исторических событий последних трёх десятилетий, приходящихся как раз на рубеж XX и XXI вв., вызывают затруднения в их осмыслении. Их часто называют «революционными», поскольку они характеризуются резкими переменами в общественных отношениях и тем, как они отображаются в общественном сознании через публицистику. События эти кажутся типологически сходными, и разницу между ними усматривают лишь в том, где именно они произошли.

Если это исламский мир или это страны бывшего социалистического содружества, то события называют «цветными революциями». Это например: «бархатная» (Чехия, Словакия и ряд других), «оранжевая» (Украина), «тюльпановая» или иногда «сельская» (Киргизия), «революция роз» (Грузия), серия массовых выступлений (революций) «арабской весны» (Египет, Алжир, Ливия и ещё целый перечень) [2, 242–248]. Термин *цветные революции* – неточный, за ним пока не стоит достаточной концептуальной проработки явления, но другого пока ещё нет.

Если же это развитые западные страны (страны так называемого первого мира или «золотого миллиарда»), то события называют уже «революциями (движениями) меньшинств». Эти последние характеризуются большим разнообразием декларируемых идеологий и такой новой особенностью, как применение технологий социального управления и манипулирование сознанием (убеждениями) как своих активистов, так и вообще мировым общественным мнением. Как видим, и в случае стран Первого мира начали

говорить о «революциях». А буквально последние несколько лет главные изменения происходят в США, в стране являющимся глобальным социально-экономическим лидером, а также и военно-политическим мировым гегемоном.

Есть разные объяснения тому, почему не только страны третьего и второго мира пришли в движение (часто это приписывают манипуляциям со стороны мира первого, благодаря его финансово-экономическому и военно-политическому доминированию), но и сам первый мир тоже не избежал этого исторического пути. Анализ событий уже прошедших десятилетий даёт примерно такую картину. Начиналось всё с изменений в общественном сознании: с утверждения идей мульти-культурности, толерантности и политкорректности, которые в свою очередь вылились в практическую защиту инокультурной миграции, антирасистских выступлений и тому подобное. Из культурной толерантности с помощью процедуры, известной как «окна Овертона», сформировалась терпимость к сексуальным девиациям, потреблению психотропных модификаторов восприятия и сознания и гендерному самоопределению. Выразителем и носителем этих новых идей провозгласили себя меньшинствами, борющимися за свои права. Эти движения меньшинств [4], [5] по самому содержанию их идеологий близки к левым, поэтому и их среда, активистская и радикальная, считается революционной.

Итак, теперь уже не классы, а меньшинства. И это первый пункт расхождения с классовым подходом из-за смены самого объекта изучения. Теперь объект – меньшинства. Второй пункт – это собственно революции как способ трансформации и переформатирования. В случае современных развитых стран западного общества не наблюдается ни смены собственника, ни смены правящего слоя, зато налицо социальное манипулирование через активную среду меньшинств. Меньшинства оказались очень удобным инструментом для применения социальных технологий и, в частности, процедур социального управления. Меньшинства в широком смысле этого слова фактически есть одно из новых социальных изобретений – это новый способ осуществления власти со стороны правящей верхушки, вместо революций.

Вообще меньшинства делятся следующим образом: расовые и этнические, религиозные меньшинства, сексуальные и гендерные, возрастные, люди с ограниченными возможностями. Если брать конкретных представителей этих классов, а среди последних – наиболее активных из них и проявляющих себя политически, то прежде всего нужно отметить: движение BLM («Чёрные жизни важны»), к ним примыкают эмигранты и коренные народы Америки; феминисток, к которым примыкает движение женской солидарности Me Too («Я тоже»); и, наконец, движение LGBT.

Пафос идеологии меньшинств – социальная справедливость. Идейные истоки идеологии меньшинств лежат во французском философском постмодернизме [1,161] и французском феминизме. Мишель Фуко к 1990-м

сформулировал тезис об относительности истины: истина – это социальный конструкт, реальность – неважна и недоступна, знания – неполны, чувства – неточны; то, что считается истиной, – формирует тот, кто захватил доминирующие позиции, обладающий властью. Например, наука осуществляет доминирование и подавляет инакомыслие через претензию на обладание истиной. Отсюда сразу следует обоснование образовательной политики, выдвинутой БЛМ и уже поддержанной администрацией штата Орегон, по пересмотру преподавания математики и, в частности, по выработке новых математических истин для меньшинств. Активисты называют это борьбой с «числовым неравенством» (материал легко ищется в сети).

Другой ключевой момент идеологии меньшинств о социальной справедливости – это так называемая деконструкция. Эту процедуру изобрёл для анализа текстов, понятий и значений другой французский философ-постмодернист Жак Деррида в 1960-х. Подход Фуко и Деррида дополняют друг друга. Как было сказано, формулирование понятий – это осуществление власти. А вот деконструкция – это анализ высказывания, текста или понятия и их значений ровно до тех пор, пока не прояснится, кем и для власти над кем оно было сформулировано. Словом, высказывание – это всегда осуществление власти [1,165].

Этот вывод, между прочим, обосновывает такие сегодняшние практики меньшинств, как ограничение свободы слова (вплоть до прецедента лишения слова социальными сетями «Твиттер» и «Фейсбук» президента США), а также вообще формирования и использования такого явления, как фейк-ньюз (ложные сообщения, ложные новости). Если власть осуществляется через дискурс (модус, способ говорения, использования языка), то оправданно не только лишать оппонента слова, но применять такую социальную технологию, как культура отмены (cancel culture). Это ни что иное, как современная (постмодернистская) форма социального и культурного остракизма. Смысл его в том, чтобы лишить поддержки влиятельные группы или знаменитость или бренд, более того: подвергнуть их преследованию или травле (всё это называется канселлинг).

Сделанный обзор и даже поверхностный анализ показал, что ещё не выработано адекватного подхода и не разработаны новые средства для осмысления описанных выше новых исторических социально-политических явлений. Это будет оставаться проблемой гуманитарных наук на ближайшие годы.

Литература

1. Гонтар Марк. Постмодернизм во Франции: определение, критерии, периодизация // Человек: Образ и сущность. Гуманитарные аспекты, 2006, с. 155–169. – ИНИОН РАН. – М., 2006.
2. Восканян Э. С., Бычкова Н. С. Цветные революции» в современном мире: мнения исследователей // Россия и современный мир, 2020, с. 242–248. – ВАК. – М., 2020.

3. Панкратьева И. А. Влияние преподавания гуманитарных дисциплин в техническом вузе на развитие личности студента // Инновации в гражданской авиации, 2019, т. 4, выпуск 3, с. 33–39. – МГТУ ГА. – М., 2019.

4. Святенков П. В. К философии меньшинств // Агентство политических новостей, 2010. Режим доступа: <https://www.apn.ru/index.php?newsid=23263>

5. Суслов А. А. Основные теоретико-методологические подходы к социологическому изучению социального феномена этнокультурных меньшинств // Философия социальных коммуникаций, 2012, номер 2 (19), с. 10–22. ВИЭСП (Волгоград). – Волгоград, 2012. eLIBRARY ID: 17762524

УДК 101:62

ФОРМИРОВАНИЕ СОЦИАЛЬНОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ ОБУЧАЮЩИХСЯ НА ЗАНЯТИЯХ ПО РУССКОМУ ЯЗЫКУ И ЛИТЕРАТУРЕ

*О.Д. Самарина преподаватель русского языка и литературы
ЕАТК ГА им. В.П. Чкалов – филиал МГТУ ГА (Егорьевск, Россия)*

Проект предлагает трактовку понятия функциональной и социальной грамотности, социальной компетентности обучающегося, как необходимых компонентов обучения.

Цель проекта: формирование социальной компетентности обучающихся.

Задачи: выявить функциональную и социальную грамотность обучающихся; способствовать формированию познавательных, регулятивных, коммуникативных действий обучающихся.

Тема представляется актуальной, так как освоение профессии, личностный рост, эффективная деятельность обучающегося, в первую очередь, связаны с его способностью взаимодействовать с социумом в соответствии со сформированной социальной компетентностью.

Для относительно успешного взаимодействия в обществе человеку необходим минимум социальной компетентности – базы социальных отношений. Основой её формирования является социальная грамотность.

Социальная компетентность заключается в способности индивидуума реализовывать различные социальные роли в зависимости от выбранных или предложенных обстоятельств.

Формирование социальной компетентности предполагает приобретение знаний о действительности, о способах взаимодействия с людьми, решения социальных проблем.

Процесс формирования и освоения социальной компетентности носит циклический характер и строго обусловлен личными качествами обучающегося, его реальным уровнем социального опыта; а потому имеет смысл решение задачи формирования (развития, продвижения) познавательных,

регулятивных, коммуникативных навыков, представлений о профессиональных векторах развития, вариативности становления личности.

Занятия по русскому языку и литературе дают возможность выявить уровень функциональной грамотности обучающихся, использовать инструменты педагогического воздействия для решения поставленных задач, формирования очередного уровня социальной компетентности.

Литература

1. Троянская С.Л. Т 769 Основы компетентностного подхода в высшем образовании: учебное пособие. – Ижевск: Издательский центр «Удмуртский университет», 2016. – 176 с.

2. Кунц, Л.И. Особенности профессионального становления студентов/ Л.И. Кунц, под.науч.ред. О.А. Белоборыкиной, О.А. Шамшиковой// проблемы психологии мотивации: По материалам науч.-практич.конф. – НГПУ: Новосибирск, 2011.- с.84-218

3. Бучарская О.А. Исследование профессионального самоопределения в юношеском возрасте / О.А. Бучарская, Н.А. Невольниченко. – Текст: непосредственный// Молодой учёный. -2019.- №12 (250). – с.254-257 <https://moluch.ru/archive/250/57452/>

4. Сайт mybiblioteka.su – режим доступа: <https://mybiblioteka.su/8-96670.html> «Формирование социальной компетентности молодежи.» Заглавие с экрана.

5. Сайт superinf.ru – режим доступа: Формирование социальной грамотности молодёжи как педагогическая проблема (superinf.ru) Заглавие с экрана.

СЕКЦИЯ 13. ПОДГОТОВКА КАДРОВ ДЛЯ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ. ПОДСЕКЦИЯ «ИНОСТРАННЫЙ ЯЗЫК»

УДК 378:656.71

РАЗРАБОТКА МЕТОДА РАНЖИРОВАНИЯ ЗАДАЧ В СИСТЕМЕ ОТБОРА КАДРОВ САБ АЭРОПОРТА

*Е.А. Дятлова аспирант, О.Г. Феоктистова профессор, д.т.н., зав. кафедрой
ВМКСС, И.Н. Мерзликин доцент, к.т.н., доцент каф. БПиЖД
Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

Служба авиационной безопасности (САБ) – это система органов безопасности аэропортов, аэродромов, воздушных судов и других объектов, которая выполняет функции по обеспечению защиты деятельности гражданской авиации от актов незаконного вмешательства, в соответствии международными стандартами и рекомендациями по защите гражданской авиации от актов незаконного вмешательства, которые прописаны в Приложениях к Чикагской конвенции ИКАО (ИКАО – International Civil Aviation Organisation – Международная организация гражданской авиации) и в Приложении 17 «Безопасность. Защита международной гражданской авиации от актов незаконного вмешательства», а также другими Конвенциями и международными документами ИКАО и иных международных организаций. [1]

В статье рассматривается подразделение досмотровой службы САБ аэропорта для разработки целенаправленных задач в системе отбора кадров по части имеющихся должностей данного подразделения.

В соответствии с квалификационным справочником ЕКС 2020 и должностным регламентом, сотрудники отдела досмотровой службы САБ выполняют трудовые функции по досмотру, дополнительному досмотру, повторному досмотру и надзору за соблюдением требований авиационной безопасности (АБ) в целях обеспечения безопасности на объектах гражданской авиации (ГА).

Досмотр пассажиров и их ручной клади в аэропорту имеет повторяющийся характер и является одним из основных элементов для обеспечения АБ, что подтверждается приложением ИКАО.

На первый взгляд работа сотрудников досмотра может показаться простой и неинтеллектуальной, но это не так. Досмотр производится с целью не допустить проникновения посторонних лиц, а также предотвращения проноса запрещенных предметов и веществ на борт ВС.

На рядовые должности в службу досмотра САБ производится отбор персонала, в большинстве случаев, без опыта работы с последующим обучением на предприятии. На этапе проверки анкетных данных и собеседования, проходит первый этап принятия решения или непринятия о дальнейшем трудоустройстве кандидата. Для уменьшения вероятности

затрачивания излишних денежных средств на обучение кандидата, который по тем или иным критериям не сможет в полной мере выполнять весь спектр функциональных обязанностей предлагается дополнить процедуру собеседования и анкетирования методом ранжирования задач на основе выявления факторов, влияющих на отбор кандидатов на должности. В зависимости от поставленной задачи перед кадровой службой факторы будут меняться или дополняться.

Под ранжированием, в данном случае, выступает метод ранговой оценки, при которой собранные данные определяются в четкой последовательности и для удобства подсчета применяется в порядке убывания или возрастания каких-либо показателей.

В таблице 1 приводится минимальное количество факторов, которые кардинально влияют на отбор кадров в службу досмотра САБ.

Табл. 1. Метод ранжирования факторов влияющих на отбор кадров в службу досмотра САБ

Факторы	Уровень образования	Опыт работы	Коммуникабельность	Профессиональные качества	Психологическая устойчивость	Физическая подготовка	Медицинское состояние	Стрессоустойчивость	Организованность/Исполнительность	Ответственность	Итоговое КОЛ-ВО	
											Кол-во «+»	Кол-во «-»
Должность												
Старший Инспектор по досмотру												
Инспектор по АБ												
Специалист по досмотру №1												
Специалист по досмотру №2												
Специалист по досмотру №3												
Специалист по досмотру №4												
другие												

Основываясь на имеющихся параметрах Федеральной системы подготовки персонала в области АБ (Национальная программа подготовки

персонала в области АБ) оценивать результаты рекомендуется в форме «да/нет» в графах таблицы, где напротив каждого из факторов будет указано «+» или «-». Таблица может дополняться пунктами ориентируясь на функционал конкретной должности.

Вместе с тем, в Федеральной системе строго и четко прописаны только некоторые факторы из предложенных в таб. №1, такие как: уровень образования, медицинское состояние/физическая подготовка, опыт работы. Все остальные приведенные факторы может оценить только специалист кадровой службы и руководитель, который непосредственно принимает решение о приеме на работу в процессе анализа анкетных данных и на этапе собеседования.

Система подбора/отбора кадров в аэропорту – это самый сложный механизм, который под влиянием внешних и внутренних факторов претерпевает модернизацию, кроме того постепенно идет переход от бумажных носителей на тотальный электронный ресурс, где будет значительно удобнее заполнять всю необходимую документацию для кадровой службы.

В доказательство универсальности самой идеи управления на основе уравнения состояния процессов, которая ранее применялась только к процессам эксплуатации и ремонта авиационной техники, что описано в научных трудах Макина Ю.Н., Феоктистовой О.Г. и Фролова П.В. [3] можно выразить уравнение для системы подготовки кадров для предприятий ГА по аналогии, в следующем виде:

$$\Theta = v_1 + v_2 + \dots + v_i + \dots + v_N = \sum v_i \text{ (от } i = 1 \text{ до } N),$$

где:

Θ - обобщенный квалиметрический показатель состояния;

v_i - составляющая показателя состояния;

N - мощность множества индивидуальных переменных i .

Все составляющие функциональных зависимостей уравнения должны соответствовать системе международных стандартов и рекомендаций ИКАО, воздушному законодательству, трудовому законодательству, законодательству об образовании [2].

Предложенный метод качественно меняет процесс подбора кадров в САБ аэропорта, так как позволяет формализовать алгоритм самой элемент системы подбора кадров, тем самым повысив эффективность работы кадровой службы.

Литература

1. Зубков Б.В., Ильин В.М., С.И. Краснов, Прозорова С.Е. Авиационная безопасность. Ульяновск: РИО УВАУ ГА, 2013. 408 с.
2. Плотников Н.И. Ресурсы безопасности транспортных комплексов. Новосибирск: ЗАО ИПЦ «АвиаМенеджмент», 2013. 286 с.
3. Феоктистова О.Г., Фролов В.П. Управление экологического безопасностью на предприятиях гражданской авиации. Известия вузов. Авиационная техника. № 3- Казань, КГТУ, 2006.

СОВРЕМЕННЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ИНОЯЗЫЧНОЙ ПОДГОТОВКЕ ИНЖЕНЕРОВ ПО ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ И ДВИГАТЕЛЕЙ В ВУЗЕ

Е.Ю. Лантева¹ к.п.н., доцент кафедры ИЯРРКИ,

Е.С. Самойлова² к.п.н., директор учебного центра

¹ КНИТУ – КАИ им. А.Н. Туполева (Казань, Россия)

² АО «Казанское авиапредприятие» (Казань, Россия)

Актуальность вопросов, связанных с иноязычной подготовкой в вузе инженеров-авиатехников обусловлена современными экономическими реалиями, образовательными и профессиональными стандартами, требованиями организаций, предоставляющих услуги по технической эксплуатации воздушных судов, которые являются потенциальными работодателями для выпускников профильного вуза.

Среди наиболее актуальных тенденций развития авиационной сферы следует отметить ее глобальный характер. На сегодняшний день в России наблюдается не только активное введение в эксплуатацию авиатехники иностранного производства, но и проектирование отечественных летательных аппаратов с установкой двигателей и иных комплектующих иностранного производства. Примером может служить современный российский вертолет Ансат, оснащенный двигателем компании Pratt & Whitney.

Нормальное функционирование воздушного транспорта невозможно без эффективной системы технического обслуживания авиационной техники. При этом, особенность эффективной работы квалифицированных авиационных специалистов (инженеров, техников, механиков) заключается в успешном сочетании накопленного профессионального опыта с умением отвечать современным требованиям развития авиации в стране и мире. И на сегодняшний день – это владение английским языком.

Не только международные требования по эксплуатации авиатехники предполагают владение авиаинженерами английским языком (European Aviation Safety Agency, Part 145/Part 147/Part 66).[1] Приказом Минтранса России от 25.09.2015 г. № 285 в Российских Федеральных Авиационных Правилах (ФАП) также закреплено требование знания языка персоналом по организации и проведению технического обслуживания. В пункте 47 данного документа указано, что «лицо из числа персонала, оформляющего свидетельство о выполнении ТО на гражданское воздушное судно, должно ... понимать эксплуатационную документацию обслуживаемых гражданских воздушных судов, их компонентов на языке, на котором ее утвердил разработчик воздушного судна, компонента, и использует ее в работе». [2]

АО «Казанское авиапредприятие» занимается летной и технической эксплуатацией вертолетов российского и американского производства. Первый вертолет американского производства был принят в эксплуатацию в

2005 году. Тогда же компания столкнулась с новыми проблемами, одна из которых заключалась в том, что все эксплуатационные документы, включая летное и техническое руководство были представлены только на английском языке. Кроме того, весь курс обучения эксплуатации данных судов осуществлялся в США. Таким образом, квалифицированные и опытные специалисты компании встали перед необходимостью освоения английского языка, что, в условиях без отрыва от производства, представлялось довольно сложной задачей, в том числе и потому, что в то время, да и, к сожалению, сейчас, крайне сложно найти специалистов, владеющих наряду с навыками преподавания английского языка еще и представлениями в сфере авиационной эксплуатации.

Первое время, при освоении техники, прибегали к услугам переводчиков, однако в современных условиях такая практика не представляется возможной. Международные учебные центры с каждым годом ужесточают требования к тестам, которые необходимо сдать с результатом не менее 75%. Причем, при сдаче имеющих временной норматив тестов запрещается пользоваться не только справочной литературой, но и словарями. Таким образом, эффективность обучения, наряду с высоким уровнем владения профессиональными навыками, зависит и от способности слушателя понять и применить информацию, полученную им на английском языке.

При организации процесса эксплуатации наряду с необходимостью четко следовать регламенту, прописанному в руководстве, сервисных бюллетенях, а также инструкциях по эксплуатации, требуется вести техническую документацию, представленную на английском языке (бортовой журнал, формуляры выполняемых видов работ, т.п). Кроме того, специалистами компании ведется активная переписка со службой технической поддержки производителя, естественно на языке последнего.

В связи с этим, при приеме новых специалистов на работу в АО «Казанское авиапредприятие», одним из основных требований на сегодняшний день является наличие у авиаинженеров уровня владения английским языком, необходимого не только для грамотного решения профессиональных задач, но и для эффективного повышения квалификации в сертифицированных центрах. Таким образом, навык владения английским языком перешел из разряда полезных умений в разряд ключевых компетенций, без которых успешная профессиональная карьера в современных реалиях практически невозможна.

Таким образом, перед образовательными учреждениями стоит задача подготовки специалистов, способных решать профессиональные задачи с учетом глобального характера авиационной сферы, где эксплуатация воздушных судов невозможна без должного уровня владения английским языком.

Уже в 2010 году необходимость разработки новой концепции подготовки авиаинженера была закреплена Федеральным государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования

(ФГОС ВПО) по направлению подготовки 162300.62 «Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей» (степень «бакалавр») от 23.12.2010 №2006, в котором владение английским языком в отличие от других технических специальностей входило не только в общекультурные, но и профессиональные компетенции. Так, профессиональная компетенция «готовность работать в команде, пользоваться авиационной технической документацией на английском языке (ПК-3)» дала основание для включения дисциплины «Английский язык» как в базовую, так и профильную часть образовательной программы, реализация которой позволила бы студенту получить углубленные знания, умения и навыки, необходимые для успешной профессиональной деятельности [3].

С 2011 г. в КНИТУ-КАИ направление подготовки 25.03.01 «Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей» рассматривается как одно из приоритетных. С этой целью руководством кафедры «Прочность конструкций», являющейся выпускающей для данного направления, был инициирован пересмотр учебных планов для данного направления в сторону увеличения часов, отводимых на изучение английского языка, а также содержательной составляющей данной дисциплины.

Таким образом, уже к существующей в учебных планах дисциплине «Иностранный язык» (на 1-2 курсе обучения) была введена дисциплина «Профессиональный иностранный язык» (на 3-4 курсах). На первое место вышла необходимость формирования «невербальной» коммуникативной компетенции, что выражается в необходимости понять предложенный материал, осмыслить его и выполнить требуемые действия: «прочитал/услышал – понял – проанализировал – сделал».

При разработке курса преподавания английского языка на данном направлении основной акцент был сделан на формирование навыка пользования языком для решения профессиональных задач. Предполагалось, что в ходе изучения предлагаемого материала студенты, во-первых, повысят уровень общего английского, во-вторых, получат базовые знания о специфике будущей профессии, в-третьих, освоят определенный объем профессионально значимой лексики и научатся использовать ее адекватно ситуации речевого общения. Изменение качественной составляющей предполагало постепенное смещение акцента с восприятия дисциплины «Иностранный язык» как «предмета» в сторону восприятия его как «средства». Таким образом, новизной данной концепции стало *обучение профессиональным аспектам посредством иностранного языка*.

Курс изучения английского языка студентами данного направления был разделен на 3 этапа:

1 этап – общий подготовительный. (1-2 семестры, General English).

2 этап – общий профессионально-ориентированный. (3-6 семестры, General Technical English).

3 этап – вариативный специализированный. (7-8 семестры, Aviation Technical English).

Подобное деление на этапы обусловлено спецификой учебного плана данного направления, когда специальные предметы начинаются с третьего курса. Таким образом, студенты к 4 курсу имеют знания в области специальных дисциплин и оказываются психологически готовы к восприятию профессионально-ориентированного материала на иностранном языке.

В рамках реализации данного проекта были разработаны учебные пособия – учебник Aviation Technical English [4], Aviation Technical Picture Dictionary [5], в поддержку обучения также созданы 8 электронных курсов в системе BlackBoard, функционируемой в КНИТУ-КАИ.

На сегодняшний день можно сделать вывод о правильности выбранной образовательной траектории. К концу обучения студенты ориентируются в больших объемах оригинального текста по технической эксплуатации; владеют широким диапазоном общетехнической лексики и активным минимумом профессионально-значимой лексики (более 450 единиц), умеют отвечать на вопросы профессионального содержания с ее использованием; умеют пользоваться толковым словарем (или объяснять/запрашивать значение лексической единицы на английском языке); выполняют задания на функциональный анализ оригинального текста с точностью 80% и более.

Подобный уровень владения английским языком дает выпускникам-потенциальным сотрудникам компаний, осуществляющих организацию технической эксплуатации воздушных судов возможность, во-первых, самостоятельно повышать свою квалификацию, во-вторых, облегчает учебным центрам компаний работу по международному сертифицированию своих сотрудников.

Однако остаются и неразрешенные на сегодняшний день проблемы, к которым можно отнести прежде всего низкую общую и профессиональную мотивацию студентов.

Литература

1. Лаптева Е.Ю. Система формирования иноязычной компетенции у бакалавров в техническом вузе//Иностранные языки в современном мире: Инфокоммуникационные технологии в контексте непрерывного языкового образования: сб.материалов VII Международной научно-практической конференции. – Казань: Центр инновационных технологий, 2014.

2. Федеральные авиационные правила/Министерство транспорта РФ - URL: Федеральные авиационные правила (favt.gov.ru)

3. Портал Федеральных государственных образовательных стандартов - URL: ФГОС – Федеральные государственные образовательные стандарты (fgos.ru)

4. Лаптева Е.Ю. Авиационный технический английский язык=Aviation Technical English: учебник – Москва: КНОРУС, 2020, - 214с.

5. Лаптева Е.Ю. Aviation Technical Picture Dictionary [Электронный ресурс] – URL: <http://atepd.tilda.ws/>

О СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ В СИСТЕМЕ БАЗОВОЙ ГЕОМЕТРО-ГРАФИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРИ НЕОПРЕДЕЛЁННОСТИ ВНЕШНИХ ФАКТОРОВ

*В.И. Иващенко к.т.н., доц., заведующий кафедрой
Самарский университет (Самара, Россия)*

При переходе на профессиональные образовательные стандарты 3++ детализация и нормирование оценочных средств в виде компетенций и индикаторов должна обеспечить возможность регулирования процесса обучения. Более точный контроль знаний, умений и навыков способствует повышению качества профессиональной подготовки только при наличии обратной связи, позволяющей оперативно изменять компоненты учебной среды. В этом смысле фонд оценочных средств дисциплины рассматривается как компаратор, в котором заданные показатели, определяемые компетенциями и индикаторами, сравниваются с критериями оценивания результатов обучения. При этом значения регулируемых параметров содержатся в основной профессиональной образовательной программе, а исполнительным органом служит учебный план, осуществляющий управление общим функционалом объекта регулирования – рабочей программы дисциплины. Подобная очевидная и известная аналогия с механической системой регулирования в реальной практике существенно осложняется действием ряда факторов, каждый из которых предсказуем, но в сочетании с другими факторами может оказывать на учебный процесс случайное влияние. В работе на основе анализа опыта обучения иностранных студентов графическим дисциплинам предлагается метод усиления обратной связи посредством смещения границ компонентов педагогической системы [1].

Предлагается выделить две группы факторов, которые вносят неопределённость в процесс регулирования учебной системы. Факторы первого рода детерминированы учебным планом и рабочими программами дисциплин, в частности графических. Они относятся к использованию имеющегося нормативного, технического, программного и методического обеспечения, но для совместной работы указанных компонентов может потребоваться специальное регулирование в условиях вариативных внешних условий. Подобные условия создаются в связи с эпидемическими ограничениями, структурной реорганизацией учебных подразделений вуза в течение учебного года, переводом студентов из другого вуза со сменой направления подготовки (специальности), со сменой направления подготовки (специальности) в одном вузе и т.п.

Факторы второго рода целиком отражают внешнее воздействие на учебную систему. Они обусловлены, в основном, личностными характеристиками обучающихся, которые варьируются в широком диапазоне. К ним относятся:

- довузовская подготовка в предметной области «Геометрия»;
- довузовская подготовка в предметной области «Технология»;
- навыки использования элементарных чертёжных приборов для геометрических построений, обязательных для инженерной практики;
- элементарные навыки работы в растровом графическом редакторе, желательное знакомство с САД программой среднего уровня;
- довузовская языковая подготовка, соответствующая языку преподавания;
- навыки получения информации из литературных источников, в том числе на неродном языке преподавания.

Как показала практика, значительная сложность в применении успешных, используемых длительное время технологий обучения возникает при сочетании факторов неопределённости. В качестве примера рассмотрим обучение дисциплине «Графические редакторы», в которой студенты изучают средства и методы построения электронных моделей и компьютерных чертежей в среде САД модуля отечественной программы АDEM. Были выявлены следующие факторы неопределённости:

- ~ язык, на котором могли общаться все студенты, - английский, но уровень владения варьировался в очень широких пределах;
- ~ возникали трудности с письменной речью, некоторые студенты пытаются использовать запись справа налево на родном языке;
- ~ возникали временные сложности с установкой отечественного программного обеспечения на компьютеры Apple;
- ~ были выявлены недостаточные компетенции использования чертёжных инструментов для ручных построений;
- ~ у отечественных и иностранных студентов наблюдаются затруднения при самостоятельном изучении материала по литературным источникам, включая адаптированный пересказ официального текста стандарта и учебника.

Наличие большого количества факторов, не предусмотренных рабочей программой дисциплины, привело к необходимости модификации отработанного учебного процесса. Для этого, как указывалось выше, производилось смещение границ методических контентов. Например, при выполнении лабораторных работ допускалось выполнение аналогичного по содержанию домашнего задания (геометро-модельной работы); в инструкции по выполнению графических заданий были введены дополнительные иллюстрации, часть терминов и определений была представлена моделями и рисунками, а алгоритмы трансформированы в серии пиктограмм. Для усиления обратной связи вместо штатных контрольных работ, связанных с трудоёмкими построениями, использовались экспресс-опросы и индивидуальные беседы, охватывающие более широкий спектр проблем, чем просто опрос по теме или консультация по текущему вопросу студента.

Результаты промежуточного контроля, проведённого максимально приближенно к процедуре, регламентированной рабочей программой, показали эффективность предложенного метода решения проблемы.

Литература

1. Джонс Дж. К. Методы проектирования: Пер. с англ. – 2-е изд., доп. – М.: Мир, 1986. – 326 с.: илл.

УДК 378:656.71

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ «ПЕРЕВЕРНУТЫЙ КЛАСС» ПРИ ИЗУЧЕНИИ СОЦИАЛЬНО-ГУМАНИТАРНЫХ ДИСЦИПЛИН

*А.А. Гурецкий к.и.н. доцент, доцент кафедры СГД
УО Белорусская государственная академия авиации (Минск, Беларусь)*

В настоящее время, в связи распространением пандемии коронавируса COVID-19, во многих странах мира ведутся дискуссии о переводе учащихся и курсантов на дистанционный формат обучения, с активным использованием электронных образовательных ресурсов, совместных платформ, цифровых технологий и Интернета. С этой целью разрабатываются и осваиваются новые IT-технологии преподавания учебных дисциплин. Но нельзя забывать и о тех образовательных технологиях, которые уже существуют и дали свои положительные результаты в работе с обучаемыми.

Например, технология Flipped Classroom («перевернутый класс») была предложена в 2008 году американскими педагогами-химиками Джонатаном Бергманом и Аароном Самсом. В отличие от традиционной "старой" дидактики, которая в большей степени фокусировалась на передаче знаний, методы «новой» дидактики сосредоточены, в основном, на умении решать проблемы, на навыках совместной работы и самообразования. Такие методы и подходы к организации обучения, в большинстве своем, основываются на IT-технологиях. Вместо привычного домашнего задания, рассчитанного на закрепление знаний, умений и навыков по уже изученной теме, курсанты изучают дома теоретический материал для того, чтобы подготовиться к новой теме, а на аудиторном занятии учатся применять полученные теоретические знания на практике при решении конкретных учебных задач [1].

В настоящее время мы в основном используем элементы данной технологии при проведении семинарских и практических занятий. По всем дисциплинам социально-гуманитарного цикла в нашем учебном заведении разработаны и внедрены в учебный процесс учебно-методические комплексы, часть из которых изданы и находятся в библиотеке.

Помимо печатных изданий у нас имеются и электронные учебно-методические комплексы, которые мы даем курсантам для подготовки к учебным занятиям, проведения семинарских и практических занятий и самостоятельной работы. Эти материалы у нас размещены в библиотеке,

локальной сети академии, в социальных сетях курсантов группы, которые обучаются по этим дисциплинам.

Например, на первом лекционном занятии по учебной дисциплине «Права человека» мы выдаём курсантам подробный тематический план семинарских занятий, в котором содержатся вопросы для рассмотрения и обсуждения, темы докладов и рефератов, основная и дополнительная литература, основные понятия и термины изучаемых тем. Даём ссылки на учебно-методические комплексы по дисциплине, интернет - источники. Если лекция проводится в аудитории, то по окончании каждого лекционного занятия курсанты в свое распоряжение получают слайд-лекцию, по которой они могут готовиться к проведению тестирования по теме проведенного занятия [2]. Курсанты в группе, зная вопросы, которые должны будут обсуждаться на каждом отдельном занятии, расписывают их между собой и готовят соответствующие материалы в виде презентаций, докладов или рефератов.

Каждое семинарское и практическое занятие я начинаю с тестового опроса курсантов по заданной теме. Это дает мне возможность посмотреть на те вопросы, которые вызвали сложности в понимании у курсантов, а также вопросы, которые могли появиться у курсантов в процессе самостоятельного изучения темы, т.е. разбираются только проблемные моменты.

Затем мы с ними используем заранее приготовленные тексты учебно-методического пособия, которые есть в данный момент у всех присутствующих в аудитории, что позволяет существенно оптимизировать время, отведенное на объяснение, не пропустив при этом ключевые моменты и не отойдя от темы занятия.

Это очень удобно, например, когда мы обсуждаем тему «Классификация основных прав человека. Диалектика прав человека и социальных общностей, прав и обязанностей, свобод и ответственности человека». В рамках этого занятия курсанты очень активно работают с Конституцией Республики Беларусь, изучая первый и второй раздел, где прописаны основные права и свободы человека и гражданина. Таким образом, аудиторное время тратится не на запоминание нового материала, а на более глубокое его понимание и анализ. При этом преподаватель может вовремя увидеть и исправить ошибки, возникающие у курсантов в понимании и интерпретации нового материала [2]. Какие преимущества при использовании данной технологии мы можем получить?

1. акцент смещается от обзорного знакомства с новой темой в сторону её совместного изучения и исследования;

2. монолог преподавателя сменяется диалогом курсантов и преподавателя, курсантов между собой;

3. провести опрос всех курсантов, присутствующих на семинарском и практическом занятии и выставить несколько оценок (теория, тест, обсуждение);

4. преподаватель в этой ситуации выступает в роли организатора, консультанта и помощника, а курсанты овладевают учебным материалом, в

значительной степени при самообучении и взаимообучении, что содействует развитию познавательной активности, самостоятельности, сотрудничества и коммуникации.

5. больше внимания уделять отдельным курсантам у которых возникли проблемы с пониманием того или иного вопроса, что позволяет реализовать индивидуальный подход к каждому курсанту.

6. использование такой формы учебной работы способствует развитию речи, умению аргументировано доказывать свою точку зрения, умению выслушивать других участников коммуникативного процесса, что позволяет формировать и развивать коммуникативную компетентность курсантов, являющуюся одной из важнейших компетенций будущего специалиста. Воспитывать у них самостоятельность, инициативность, самодисциплину, социальную ответственность.

Применение данной технологии несет в себе как положительные, так и отрицательные моменты.

Во-первых, малое количество лекционных часов (История Беларуси – 18, Права человека – 18, Социология – 12 и т.д.) и большая нагрузка в плане объяснения нового теоретического материала (например, тема по «Истории Беларуси» - «Государственные образования на белорусских землях в IX – XVIII вв.») переносится на семинарские занятия. Таким образом, для закрепления материала остаётся мало аудиторного времени, что влечёт за собой увеличение объёма самостоятельной домашней работы, выполняемой курсантами, проверить которую преподавателю не всегда удаётся [3].

Во-вторых, лекционный курс читает один преподаватель, а семинарские и практические занятия с курсантами проводит другой преподаватель.

В-третьих, из-за слабой профессиональной и учебной мотивации курсанты как правило, считают, что социально-гуманитарные знания не будут использоваться ими в их будущей деятельности, ни при изучении специальных дисциплин профессионального цикла.

В-четвертых, слабая техническая оснащённость аудиторий учебного заведения современными техническими средствами обучения и т.д.

Таким образом перевернутое обучение позволяет постепенно наращивать объём и сложность заданий с учетом уровня курсантов и благодаря информационным технологиям организовать контроль на каждом этапе внеаудиторной работы. Курсант может пересматривать или перечитывать учебные материалы несколько раз, может работать в удобном для него ритме, может сформулировать и отправить вопрос преподавателю.

Литература

1. Капранов Г.А., Особенности использования в учебном процессе модели обучения «перевернутый класс» / Г.А. Капранов // Теория и практика в современной науке: Международный научно-практический журнал. – 2015. – № 3 (3). – с. 194-198.

2. Права человека: учеб. - метод. комплекс / сост. А.А.Гурецкий – Минск: БГАА, 2019 – с.

3. История Беларуси (в контексте европейских цивилизаций): учеб. - метод. комплекс / сост. А.А.Гурецкий – Минск: БГАА, 2019 – с.310

УДК 378:656.71

**ПОДГОТОВКА СПЕЦИАЛИСТОВ ПО НАПРАВЛЕНИЮ
ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ ТРАНСПОРТНОГО
РАДИОЭЛЕКТРОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ В КНИТУ-КАИ**

Р.Р. Файзуллин д.т.н., проф., заведующий кафедрой,

З.Р. Идиатуллов к.т.н., доц.

КНИТУ – КАИ им. А.Н. Туполева (Казань, Россия)

Институт радиоэлектроники и телекоммуникаций был создан на базе одного из ведущих факультетов Казанского авиационного института имени А.Н. Туполева – радиотехнического факультета [1], которому в 2022 году исполнится 70 лет.

В 1997 году на одной из кафедр ИРЭТ была открыта новая специальность 201300 «Техническая эксплуатация транспортного оборудования». В следующем году этому событию исполнится 25 лет. В 2003 году состоялся первый выпуск. За все время было выпущено более 300 специалистов, которые с успехом трудятся в авиационной и других отраслях, связанных с электроникой. Работодатели высоко оценивают уровень подготовки. Спрос на выпускников значительно превышает предложение. В данный момент на разных курсах учится 104 студента. География обучающихся студентов обширна. Некоторые из них приехали из стран бывшего Советского союза – Казахстан, Узбекистан, Таджикистан, Туркмения. А также дальнего зарубежья, в частности сейчас обучается студент из Кабо-Верде. Теоретическое обучение сочетается с прохождением практик на ведущих предприятиях Татарстана.

Сотрудники кафедры постоянно повышает свою квалификацию, как в России, так и за рубежом. В ноябре 2008 года доценты Идиатуллов З.Р. и Толоч В.И. прошли стажировку в Мюнхене (Германия) и получили сертификат PART 147. В июле 2012 года уже четыре сотрудника прошли стажировку в авиационном учебном центре Aero-Bildung, г. Гилхинг Германии по направлениям PART 145: «Европейское авиационное законодательство», «Человеческий фактор», «Инструктор по обучению технике» и получили соответствующие сертификаты соответствия требованиям EASA для преподавателей. В 2017 году все преподаватели прошли профессиональную переподготовку по дополнительной профессиональной программе «Современные технологии перспективных радиоэлектронных оптоэлектронных и инфокоммуникационных устройств и систем». Все полученные знания были внедрены в учебный процесс.

Подготовка инженеров по этой специальности потребовала существенно расширить материальную и учебно-лабораторную базу в тесной связи с предприятиями: КАПО им. С.П. Горбунова, АО «Радиоприбор», АО «КВЗ», АО «КПКБ», Международный аэропорт Казань имени Г.М. Тукая и другими. С помощью предприятий были оснащены учебные лаборатории. В них размещается бортовое авиационное радиоэлектронное оборудование: радиосистема ближней навигации, самолетные ответчики, радиовысотомеры, доплеровские измерители скорости и сноса, авиационные радиоконпасы, радиолокатор типа «Гроза», система слепой посадки и т.д. Особая ценность данных лабораторий является то, что наряду с бортовыми системами имеется контрольно-поверочная аппаратура и эксплуатационно-ремонтные пульты. Ко всем устройствам подведено необходимое для функционирования электропитание. Для этого в здании разместили электромашинные преобразователи, выдающее постоянное напряжение 27 вольт, переменное 115 вольт 400 герц.

С некоторого времени в Татарстане стала активно развиваться беспилотная тематика. Открылись новые предприятия. Большое количество выпускников последних лет включилось в этот процесс, и достигли значительного профессионального уровня.

Наличие в КНИТУ-КАИ Института компьютерных технологий и защиты информации и Института авиации, наземного транспорта и энергетики позволяет расширить кругозор и повысить качество освоения необходимых компетенций студентов. Университет в полной мере готов выпускать специалистов для любого вида транспорта. С учетом того, что в составе Университета имеются образовательные подразделения СПО (Технический колледж, Колледж информационных технологий), аспирантура и докторантура, в КНИТУ-КАИ можно получить все уровни профессионального образования.

Имеющийся в составе КНИТУ-КАИ Корпоративный институт [2] предназначен для организации и обеспечения реализации дополнительных профессиональных образовательных программ профессиональной переподготовки и повышения квалификации. Он осуществляет реализацию различных форм сотрудничества с предприятиями, организациями, в том числе образовательными организациями, в целях удовлетворения потребностей специалистов и научно-педагогических работников в дополнительном профессиональном образовании. Представленные курсы позволяют обновить теоретические и практические знания специалистов и научно-педагогических работников в связи с возрастающими требованиями, предъявляемыми к уровню квалификации и необходимостью освоения современных методов решения профессиональных задач с учетом передового отечественного и зарубежного опыта. Собранный преподавателями контент позволяет вести качественную подготовку по Авионике пятого поколения.

Литература

1. Радиотехнический факультет: История и современное состояние. Учебно-методическое пособие по дисциплине «Введение в специальность»/ Под ред. Г.А. Морозова, М.Ю. Застела. Казань: Новое знание, 1997. 40 с.
2. <https://kai.ru/web/enterprise-institute>

УДК 378:656.71

СОЗДАНИЕ ВИЗУАЛЬНОЙ ТРЕНИРОВОЧНОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ ОТРАБОТКИ ПРИНЦИПА РАБОТЫ СИСТЕМ ВИЗУАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ СТЫКОВКОЙ ВОЗДУШНОГО СУДНА С ТЕЛЕСКОПИЧЕСКИМ ТРАПОМ

*О.Э. Чоракаев к.т.н., доцент кафедры организации аэропортовой деятельности и ИТ
ФГБОУ ВО УИ ГА имени Б.П. Бугаева (Ульяновск, Россия)*

В начале своего существования системы помощи пилотам в позиционировании воздушных судов на стоянке были достаточно сложны для восприятия пилотами, так как пилотам нужно было распределять внимание на несколько приборов расположенных рядом. Еще одним фактором, которым обуславливалось развитие этих систем, была недостаточная точность первых разработок. В настоящее время подобные системы представляют собой яркие LED мониторы, на которых удобный интерфейс помогает пилотам осуществить очень точную парковку. Но так как системы позиционирования с одной стороны довольно сложные и дорогостоящие, а с другой стороны имеют большое количество модификаций, для знакомства курсантов с принципом работы подобных систем имеет смысл применить в учебном процессе программную тренажерную модель. Анализ, составление технического задания, разработка комплекса и его внедрение является основной целью данного проекта.

Для информирования пилотов при заруливании на стоянку и обеспечения наведения там, где требуется точное позиционирование воздушных судов, служит *система визуального управления стыковкой с телескопическим трапом* (VDGS, англ. Visual Docking Guidance Systems). Подобные системы, например, позволяют парковаться самолетам так, чтобы в зоне пассажирских дверей не было препятствий, и телескопический трап мог гарантированно состыковаться с воздушным судном. Основными подсистемами VDGS, обеспечивающими данный процесс и требующими описания являются зеркала, AGNIS, PAPA [1].

Наиболее простым техническим средством позиционирования является система основой, которой является одно или два зеркала, которые позволяет пилотам видеть наземные указатели нужной зоны остановки, относительно

носовой стойки самолёта. Данное решение в паре с AGNIS применяется на стоянках для небольших самолётов.

Система, которая состоит из двух световых полос зеленого и красного цвета, расположенных рядом, друг с другом носит название системы азимутального сопровождения носовой стойки (AGNIS, англ. Azimuth Guidance for Nose-in Stands). Эта система помогает пилоту позиционировать носовую стойку по определенной ранее линии. Принцип работы системы заключается в проверке отклонения носовой стойки от осевой линии, в этом случае одна из полос будет казаться пилоту красной, и чтобы исправить ситуацию необходимо поворачивать в сторону зеленой полосы. Когда носовая стойка вырулит точно на осевую линию, обе полосы будут казаться ему зелеными.

Система предназначена для использования только с левого кресла пилота и располагается примерно на высоте полетной палубы. AGNIS сама по себе позволяет осуществлять лишь азимутальный контроль, система не сообщает пилотам, когда необходимо произвести остановку, поэтому система AGNIS используется вместе с системой PAPA.

Подсистема для информирования экипажа о моменте остановки называется параллаксный помощник установки воздушных судов на стоянке (PAPA, англ. Parallax Aircraft Parking Aid,) который совмещён с системой AGNIS. Устройство помощника не имеет никакой электроники или движущихся частей, и состоит из серого корпуса (обычно с одной или несколькими отсутствующими сторонами) с большим прямоугольным пазом, вырезанным спереди. Внутри короба, ближе к задней части, находится белая метка или источник света, которые, визуальнo «перемещаются» от одной стороны выреза к другой, когда зритель приближается, хотя на самом деле она неподвижна и эффект просто обусловлен перспективой. Выше и/или ниже этого выреза наносится белая или желтая маркировка, указывающая, где должны останавливаться различные типы самолетов (калибровка, основанная на длине воздушного судна).

Поскольку эта система опирается на положение зрителя, она не даст точной информации о расстоянии до самолетов, которые значительно отклонились от осевой линии. Поэтому эта система работает в паре с системой AGNIS, которая контролирует наведение носовой стойки по осевой линии.

Все устройства, которые описывались выше можно отнести к первому поколению систем позиционирования ВС, они достаточно простые по составу и надежные, но обладают недостаточной точностью и высокой сложностью эксплуатации. Развитие систем позиционирования привело к разработке более современных, точных и простых для пилотов систем позиционирования ВС при заруливании на стоянку – A-VDGS [2]. Отличительной особенностью усовершенствованной системы визуального управления стыковкой с телескопическим трапом (A-VDGS, англ. Advanced Visual Docking Guidance Systems) является оснащение электронными дисплеями, выполняющими

функции AGNIS / PAPA с большей точностью, за счет применения высокоточных датчиков.

Система Safedock (один из лидеров в этой области [3]) проверяет правильность расположения ВС на стоянке и после этого отправляет информацию на телетрап, что ВС готово к стыковке, до и после стыковки монитор отображает полезную информацию для пилотов и наземного персонала. Следует отметить, что использование в составе системы современных лазерных сенсоров позволяют работать в обычном графике ночью и в сложных погодных условиях (туман, дождь, снег).

Собранного на этапе анализа предметной области материала достаточно для последующей разработки программы, демонстрирующей работу с подобными системами.

Литература

1. Visual Aids Handbook, 2007 Civil Aviation Authority
2. Adbsafegate.com, статья «A-VDGS Safedock T-Series» - [Электронный ресурс] - <https://adbsafegate.com/product-center/gate/?prod=safedock-avdgs>
3. Adbsafegate.com, статья «SafeControl Apron Management system» - [Электронный ресурс] - <https://adbsafegate.com/product-center/gate/?prod=safecontrol-apron-management-system>

УДК 378:656.71

ПРИМЕНЕНИЕ ТАКСОНОМИИ БЛУМА В ОБУЧЕНИИ ТЕХНИЧЕСКОМУ АНГЛИЙСКОМУ ЯЗЫКУ

*А.К. Шадыбаева ст. преп., каф. Специальной языковой подготовки
Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

Студенты технических ВУЗов, изучающие иностранный язык, делают это для того, чтобы использовать его в своей будущей профессии, на практике, в работе. Поэтому, преподавание технического английского языка становится насущной необходимостью и важным аспектом в приобретении высокой квалификации авиационного специалиста. В данной работе мы рассмотрим вопрос о том, какие учебные пособия и методические приёмы возможно использовать при преподавании технического английского языка.

Очень важно понимать в какой области авиационной индустрии собирается работать студент, какие производственные ситуации будут появляться у него на работе и для каких целей ему понадобится английский язык. Все это поможет преподавателю определить направление преподавания и начать с того, что понадобится в первую очередь. Выпускникам университета, как будущим инженерам необходимо знать не только терминологию по их специализации, но и общеинженерные понятия такие, как: -Сокращения и аббревиатуры; -Прилагательные, например: надежный,

производительный, ржавый, и т.п.; -Причинно-следственные связи; -Глаголы, например: включить/выключить, присоединить / разъединить и т.д.; -Размеры, а также другие единицы измерения; -Направления, например: горизонтально, против часовой стрелки, и т.п.; -Оборудование и инструменты; -Лексика для описания требований безопасности и гигиены труда, в т.ч. модальные глаголы; -Материалы; -Компоненты и типы соединений; -Процессы и этапы производства.

Кроме этого, молодому специалисту к специальным знаниям могут понадобиться навыки в:

- Чтении и написании инструкций по использованию различных приборов;

- Чтении и подготовке отчетов;

- Проведении бесед и консультаций в разных ситуациях, например, звонкам в службу поддержки и разные отделы предприятия.

Современные издательства предлагают на выбор большой ассортимент учебников и пособий для изучения профессионального и технического английского языка, например: *Tech Talk, Technical English, Career path* и т.д. Есть учебники, содержащие узкопрофессиональную терминологию, направленную на изучение конкретных производственных ситуаций. К ним можно отнести: *English for Electrical Engineering, English for Mechanical Engineering, Express Series English for the Pharmaceutical Industry, Express Series: English for the Energy Industry*.

Если учебники и пособия относятся к традиционным формам обучения, то онлайн курсы, пока еще сравнительно молодая методика совершенствования навыков профессионального владения языком. Здесь, преподаватель имеет большой выбор курсов, в зависимости от компетенций, которые нужно усовершенствовать: *Technical Writing u Writing Skills for Engineering Leaders* предназначены для отработки навыка писать отчеты; *Introduction to Engineering Mechanics, Modern Robotics: Mechanics, Planning, and Control, Ethics, Technology and Engineering* и другие курсы на сайте Coursera.org помогут усовершенствовать умение аудирования и чтения.

На основе аудиторного обучения и обучения при помощи информационных технологий появилось так называемое «смешанное обучение» - *blended learning*. Преимуществом данного приема является проектная работа, ориентированная на реальную жизнь и использование различных форм группового взаимодействия. Преподаватель имеет возможность подбирать материал для закрепления основных профессиональных навыков, а также давать свободу студентам для самостоятельной отработки и закрепления пройденного материала, что ведет к персонафикации обучения.

Еще один полезный метод обучения профессиональной лексике и ситуационным оборотам является таксономия Блума. В рамках образовательной технологии Б. Блумом в 1956 г. была создана первая таксономия педагогических целей. Если цель обучения определяет, что

должен знать, уметь обучаемый, то задачи обучения отвечают на вопрос, как двигаться к цели. Таксономия, охватывающая когнитивную область, включает в себя шесть категорий целей:

- знание (конкретного материала, терминологии, фактов, определений, критериев и т.д.);
- понимание (объяснение, интерпретация);
- применение;
- анализ (взаимосвязей, принципов построения);
- синтез (разработка плана и возможной системы действий);
- оценка (суждение на основе имеющихся данных, суждение на основе внешних критериев).

На каждом из этапов освоения материала преподаватель формулирует задание для достижения поставленной цели обучения. В качестве примера возьмем материал, связанный с изучением основ реактивного двигателя.

Так, на первом этапе знакомства с материалом преподаватель просит студентов: назвать части агрегата (воздухозаборное устройство и вентилятор, ступени низкого, среднего, высокого давления осевого компрессора, выхлопное сопло и т.д.) составить перечень компонентов агрегата, показать их на схеме. На данном этапе освоения материала студент должен показать, что он осознанно подходит к материалу и имеет представление об общих характеристиках изучаемого агрегата.

На этапе понимания профессионального материала студент должен уметь описать, объяснить, определить признаки частей силовой установки например: The inlet is the part of the aircraft that brings air into the propulsion system- Воздухозаборник – это та часть самолета, которая подает воздух в двигательную установку.

Следующий этап называется этап применения и требует, чтобы преподаватель попросил студентов описать применение агрегата или компонента, проиллюстрировать, решить какую-либо проблему, связанную с этим агрегатом. Например: To obtain more thrust from your jet engine, which component of the thrust formula would you increase? – Чтобы получить больше тяги от вашего реактивного двигателя, какую составляющую формулы тяги вы бы увеличили?

Этап анализа подразумевает, что студенты закрепляют полученные знания путем анализа работы изучаемого агрегата, выявляют различия между разными частями агрегата, объясняют конструктивную разницу между этими частями. Например: чем отличаются воздухозаборник и сопло? Сопло – это конечный модуль двигателя, который ускоряет поток выхлопных газов из двигателя и т.д.

Этап синтеза и оценки тесно взаимосвязаны и зачастую проходят без особого разделения. Преподаватель дает студентам задание придумать дизайн, разработать, создать либо усовершенствовать деталь или компонент агрегата, при этом студент должен объяснить, предоставить аргументы и отстаивать свою точку зрения.

Очень важно, что все этапы работы по данной схеме, могут включать и включают в себя процесс смешенного обучения. Преподаватель, объясняя материал в аудитории, дает направление для самостоятельного развития студентов, предоставляя им большой выбор онлайн сайтов и материалов.

В заключении, хочется отметить, что преподаватель иностранного языка свободен выбирать любую методику для совершенствования профессиональных навыков студентов, но преподавание технического английского языка, требует от преподавателя еще и определенных технических знаний и понятий. Только в совокупности этих навыков можно надеяться на успех в преподавании технического английского языка.

Литература

1. Хмельницкая Н.И. Таксономия Блума как основа оценивания результатов обучения студентов. Т: Современная высшая школа: инновационный аспект №2, 2008. Стр.77-81
2. Bloom, B.S., (Ed.). Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals: Handbook I, cognitive domain. New York: Longman, 1956.

УДК 378:656.71

К ВОПРОСУ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ

*А.О. Красников, курсант, М.Г. Коптев, курсант,
В.В. Лесков, старший преподаватель, Т.И. Голознева, доцент, к.т.н.
ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского
и Ю.А. Гагарина» (Воронеж, Россия)*

Развитие современного образования невозможно без применения современных технологий, одной из которых является мультимедиа, включающая в себя, в частности, интерактивную доску и мультимедийный проектор, и представляющая совокупность информационно-коммуникационных средств для работы с информацией. В соответствии пунктом 4.2.2. ФГОС по специальности 25.05.01 Техническая эксплуатация и восстановление боевых летательных аппаратов и двигателей (уровень специалитета), утвержденным приказом Министерством образования и науки Российской Федерации от 24 апреля 2018 г. № 310 (ФГОС поколения 3++): «Каждый обучающийся в течение всего периода обучения должен быть обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к ... электронным учебным изданиям указанным в рабочих программах дисциплин» [1].

Беспилотные летательные аппараты (БпЛА) – одно из наиболее динамично развивающихся направлений авиационной техники во всем мире.

В России в последние годы этому вопросу также уделяется самое пристальное внимание. Это связано, в том числе, и с разработкой и применением новых технологий, новых высокопрочных конструкционных материалов в авиастроении. Потребность в переработке электронного учебника с учетом специализации «Применение и техническая эксплуатация беспилотных летательных аппаратов и двигателей» обусловлена необходимостью визуализировать процессы, протекающие в различных конструкционных материалах, применяемых при изготовлении БпЛА, при различных видах воздействия на них: упругая и пластическая деформация, различные виды термической обработки. Современные мультимедийные технологии сочетают в себе вербальную и наглядно-чувственную информацию, что значительно повышает мотивацию обучающихся [3]. Данный фактор обуславливает создание учебных материалов, включающих аудио-, видео, анимационные эффекты.

Основными задачами применения рассматриваемого электронного учебника являются:

- повышение эффективности доведения учебного материала преподавателем в аудитории;
- проведение виртуальных экспериментов в рамках лабораторных работ;
- на практических занятиях – изучение структуры и свойств конкретных образцов материалов, применяющихся при создании как пилотируемой, так и беспилотной военной авиационной техники;
- контроль усвоения материала обучающимися;
- самостоятельная работа курсантов.

Переработанный электронный учебник состоит из материалов лекций, мультимедийных презентаций, контрольных тестов, виртуальных лабораторных работ и практических занятий.

Переработка существующего электронного учебника по дисциплине «Авиационное материаловедение» с учетом специфики БпЛА, абсолютно оправдана и в настоящее время выполняется материаловедами кафедры восстановления авиационной техники.

Литература

1. Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования - специалитет по специальности 25.05.01 «Техническая эксплуатация и восстановление боевых летательных аппаратов и двигателей» (Зарегистрировано в Минюсте России 15.05.2018 N 51115) [Электронный ресурс] : приказ Минобрнауки России от 24.04.2018 № 310.

2. Сафин А.М., Петров А.В., Трофимов Л.М., Болдырева О.Н., Переславцев А.В. Авиационное материаловедение. Электронный учебник. – Воронеж: ВУНЦ ВВС «ВВА», 2018. - 413 Мб. Электронный ресурс, № 2656 от 22.02.2018 г. НИЦ ОИТ «ВВА».

3. Вакулюк В., Семенова И. Мультимедийные технологии в учебном процессе//Высшее образование в России. 2004. №2. с. 101-105.

ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОБУЧЕНИЯ АВИАЦИОННОМУ АНГЛИЙСКОМУ ЯЗЫКУ В УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЯХ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ

*Е.В. Черняева¹, С.В. Дербина², В.В. Селиванова³,
И.Д. Кожевникова⁴, И.Г. Аникеева⁵*

¹к.п.н., доцент КСЯП МГТУ ГА, г. Москва, Россия, ²старший преподаватель КСЯП МГТУ ГА, г. Москва, Россия, ³ассистент КСЯП МГТУ ГА, г. Москва, Россия, ⁴старший преподаватель КСЯП МГТУ ГА, г. Москва, Россия, к.п.н., доцент, каф. И-12 «Лингвистика и переводоведение» Института иностранных языков МАИ (НИУ)

Особенность лингвистической подготовки будущих специалистов авиационной отрасли определена специфическими целями, критериями оценки языковой компетентности, содержанием обучения, а также особенностями авиационного английского языка. Следует отметить, что в любом авиационном вузе целью языковой подготовки является не только соблюдение ФГОС, но и соблюдение требований ИКАО для обеспечения соответствующего уровня профессиональной языковой подготовки будущих специалистов. Совершенно очевидным является то, что обучение авиационному английскому языку для ведения радиопереговоров и приобретение профессиональной языковой компетентности в вузе ориентированы на максимальное сокращение случаев неадекватной коммуникации в ходе выполнения будущей профессиональной деятельности. Принимая во внимание тот факт, что языковой фактор сопутствует авиационным происшествиям, а порой и катастрофам, необходимой задачей авиационных вузов и авиационных учебных центров в процессе подготовки своих выпускников является не только подготовка к овладению навыками использования авиационного английского языка, но и необходимость формирования готовности у будущих специалистов к контролю и управлению факторами риска на техническом, психологическом, а самое главное на языковом уровне. Иностранный язык в структуре основных образовательных программ подготовки специалиста авиационной отрасли по сути является единственной дисциплиной, непосредственно направленной на приобретение профессиональной языковой компетентности. Но его роль и значение не в полной мере учитываются как на этапе проектирования образовательных программ, так и на этапе их реализации. [1]

В ходе Конференции по совершенствованию обучения авиационному английскому языку в учебных заведениях гражданской авиации и тестирования авиационного персонала по шкале ИКАО, состоявшейся в Росавиации 4-5 марта 2020 г. был высказан ряд предложений в отношении подготовки и тестирования авиационного персонала ГА по английскому языку в соответствии со стандартами и рекомендуемыми практиками.

1. Введение дополнительного вступительного испытания по английскому языку при поступлении в учебное заведение ГА (для получения образования в области летно-диспетчерского и инженерно-технического направления/специальности) или обязательная сдача ЕГЭ по английскому языку.[2]

2. Увеличения количества аудиторных практических часов по дисциплинам «Английский язык», «Авиационный английский язык», «Фразеология радиообмена на английском языке», «Профессиональный английский язык». [3]

3. Улучшения материально-технической базы путем установки современных лингафонных кабинетов и дополнительных комплексов технических средств обучения, необходимых для анализа ошибок ведения радиообмена, а также совершенствования навыков восприятия иноязычной речи на слух с учетом специфики произношения представителей разных стран.

4. Приобретение учебной литературы, отвечающей требованиям методики, дидактики, лингвистики и профессиональной направленности для русскоязычных студентов или создание специальной «рабочей группы преподавателей» для создания современных учебников по авиационному английскому языку и по фразеологии радиообмена на английском языке.

Анализ существующей нормативно-правовой базы позволяет сделать вывод о том, что к настоящему моменту разработано достаточное количество актов, регламентирующих вопросы подготовки и тестирования авиационного персонала по английскому языку в соответствии со стандартами и рекомендуемыми практиками ИКАО. Кроме того, существующие нормативно-правовые акты позволяют реализовывать в том числе и высказанные в ходе Конференции предложения.

Литература

1. Рекомендации по программам обучения авиационному английскому языку. Циркуляр ИКАО 323-AN/185, 2010 -72 с.

2. Приказ Министерства науки и высшего образования РФ от 21 августа 2020 г. N 1076 “Об утверждении Порядка приема на обучение по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры” [Электронный ресурс] // Информационно-правовой портал URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/74441661/> (дата обращения: 23.03.2021).

3. Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 19.08.2016 № 1074 [Электронный ресурс] // Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования. URL: http://fgosvo.ru/uploadfiles/FUMO/Prikaz_1074_19082016.pdf (дата обращения: 23.03.2021).

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КАЧЕСТВА ПОДГОТОВКИ ИНЖЕНЕРНЫХ КАДРОВ ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ ОБСЛУЖИВАНИЮ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ ИНОСТРАННОГО ПРОИЗВОДСТВА

*М.Ю. Михайлова старший преподаватель
Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

Совершенствование системы подготовки инженерных кадров для авиационной отрасли с каждым днём становится всё более актуальным.

С увеличением парка иностранных воздушных судов (ВС) возрастает необходимость повышения требований, предъявляемых к уровню профессиональной подготовки инженерно-технического персонала (при разном начальном уровне подготовки достижение высокой оперативности в условиях ограниченных временных и финансовых затрат). [1]

При этом для отечественной авиационной промышленности характерен ряд проблем, затрудняющих развитие отрасли: [2]

В области исследований – частичная утрата научных школ, ограниченное использование современных технологий цифрового проектирования и моделирования, цифровых испытательных стендов и полигонов. Ситуация осложняется нехваткой квалифицированных кадров, в том числе, из-за ориентации системы образования на требования промышленности, отвечающие устаревшей, ныне неконкурентоспособной производственной модели. Отсюда вытекает низкая производительность труда в производственной сфере, нехватка технологически конкурентоспособных продуктов гражданского назначения. Результат – снижение конкурентоспособности! В числе системных проблем, сдерживающих развитие отрасли, острый дефицит квалифицированных инженерно-технических кадров, от уровня компетентности, которых непосредственно зависят характеристики авиационной техники.

Основная задача кадровой политики авиапредприятий – обеспечение специалистами, обладающими высокими профессиональными качествами, а также способными поддерживать необходимый уровень безопасности полетов и авиационной безопасности.

Чтобы повысить конкурентоспособность выпускников на рынке, необходимо подготовить их по определенной программе, отвечающей запросам мирового авиационного сообщества. Очевидно, что образовательная деятельность в вузе должна строиться не только с учетом требований ФГОС ВО, но и с постоянно меняющимися запросами рынка.

На сегодняшний момент, по данным мониторинга, авиакомпании предъявляют следующие требования к потенциальному кандидату на замещение должности авиационного техника по ЛА и Д (на примере пилота ВС Airbus A320): наличие среднего/высшего образования авиапрофиля; опыт

работы по ТО ВС A320 family; наличие свидетельства специалиста по ТО АТ и квалификационной отметки В1.1/В2 по указанному типу ВС; наличие категории В1/В2 Certifying Staff на указанный тип ВС; владение английским языком на уровне Pre-Intermediate.

Все эти требования основаны на Приказе Минтранса РФ "Об утверждении ФАП "Требования к членам экипажа воздушных судов, специалистам по техническому обслуживанию воздушных судов и сотрудникам по обеспечению полетов (полетным диспетчерам) гражданской авиации", согласно которым:

- П.17.8. С квалификационной отметкой "В1" может выполнять функции по техническому обслуживанию ВС, включая обслуживание и замену агрегатов его планера, силовой установки и элементов его систем, требующих простого тестирования для проверки их исправности.

- п.17.6. должен демонстрировать умение читать с приемлемым уровнем понимания на языке, на котором изложена эксплуатационная и иная документация, определяющая порядок технического обслуживания и др.[3]

Вышесказанное еще раз подчеркивает необходимость создания такого методического аппарата, который бы учитывал все эти изменения, и позволил бы построить наиболее рациональный курс подготовки конкурентоспособного выпускника.

Одним из элементов его разработки, а также результатом предлагаемой программы подготовки, станет практическое обучение с применением процедурных тренажеров зарубежных ВС, оснащенных модулем и сопроводительной документацией производителя на английском языке.

Данная методика обучения позволит за более короткий срок (время является одним из факторов ограничения в любой подготовке) решить ряд проблем (охват большого количества учащихся одновременно, получение и совершенствование языковых знаний, получение, углубление и совершенствование профессиональных знаний).

Так, в рамках практико-теоретической подготовки, учащимися выполняется процедура «troubleshooting», направленная на поиск и устранение отказов, с точным подтверждением до конкретного элемента, проведение тестовых процедур, проверку на работоспособность (согласно документации производителя «troubleshooting manual (TSM)». Данная процедура выполняется на тренажере АСТ (Airbus Competence Training).

Выполняя процедуры Troubleshooting, для начала необходимо обратиться в меню состояния самолёта, в котором находится окно выбора интересующей процедуры, затем в модель виртуального самолёта вводится отказ выбранного блока. Операция выполняется с рабочей станции инструктора. Введя заданные параметры, система производит запуск симуляции данного отказа на виртуальной модели самолёта, далее все действия выполняются, как и на реальном самолёте.

Учащиеся должны выявить проявления введённого отказа на самолёте. Данная операция выдается системой самотестирования ВІТЕ на дисплее

системы EFIS (Electronic Flight Instrument System), ECAM (Electronic Centralized Aircraft Monitoring) или на MCDU (Multipurpose Control and Display Unit), предварительно выполнив операцию POST FLIGHT/GROUND REPORT. Через некоторое время, после работы системы тестирования, на нижнем дисплее ECAM SD (System Display) появляется выявленный отказ.

С полученными данными, учащиеся обращаются к электронной документации Airbus «AirN@v». В первом окне раздела Troubleshooting указывается дисплей, на котором было обнаружено сообщение об отказе. В появившемся окне, вводится соответствующее сообщение. На основе введенных данных, выполняется поиск и подбор руководства для проведения процедуры для конкретного случая. По данным запроса, выдается некая ссылка, пройдя по которой, учащиеся изучают полученную документацию и переходят к выполнению подготовительных работ, соблюдая все меры предосторожности, как и при обслуживании реальной техники. Изучив всю необходимую информацию, учащиеся переходят к выполнению действий по замене конкретного блока. Для этого необходимо зайти в технический отсек на виртуальном самолёте, где располагается данный блок (вся информация также прописана в документации). Согласно руководству, учащиеся демонтируют необходимый блок, производя операцию по его замене на новый. После выполнения всех действий, проводятся процедуры, выполнявшиеся при подготовительных работах, включая проведение тестирования системы, в обратной последовательности. Если в процессе тестирования системы «GROUND TEST» отказов не обнаружено, появляется сообщение «NO FAULTS», свидетельствующее, что отказ устранен и процедуры успешно завершены.

Выполняемые действия показывают, что авиационные тренажеры по ТО ВС обеспечивают полное представление о системах и узлах самолёта, их местонахождении, обеспечивая возможность дистанционного выполнения заданий, что подчеркивает экономическую составляющую их применения – сокращает время поиска и устранения отказов, нацелено на одновременную подготовку большого количества учащихся, повышает уровень иностранного языка. [4]

Литература

1. Михайлова М.Ю. НИР «Совершенствование качества подготовки инженерных кадров по обслуживанию воздушных судов иностранного производства». Рег. № НИОКТР, АААА-А19-119070290020-9, М.: МГТУ ГА, 2020 – 33с.

2. Стратегия развития авиационной промышленности Российской Федерации на период до 2030 года. Утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 29 июня 2016 г. №ИШ-П13-3807

3. Приказ Минтранса РФ от 12 сентября 2008 г. N 147 "Об утверждении Федеральных авиационных правил "Требования к членам экипажа воздушных судов, специалистам по техническому обслуживанию воздушных судов и сотрудникам по обеспечению полетов (полетным диспетчерам) гражданской

авиации" (с изменениями и дополнениями от 15.06, 26.12.2011 г., 27.12.2012 г., 10.02.2014 г., 16.09.2015 г.)

4. Научный вестник МГТУ ГА. Засухин А.С. Процедуры поиска и устранения неисправностей с использованием тренажеров «Faros» технического обслуживания самолётов семейства Airbus. М.: МГТУ ГА, 2014. С.95-98.

УДК 378:656.71

ОСОБЕННОСТИ ОБУЧЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНО ОРИЕНТИРОВАННОМУ АНГЛИЙСКОМУ ЯЗЫКУ БАКАЛАВРОВ

*Е.В. Кузнецова старший преподаватель кафедры СЯП, О.С. Кутенева ассистент кафедры СЯП, Е.Н. Николаева старший преподаватель кафедры СЯП
Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

Профессиональная подготовка студентов требует новых подходов к обучению, соответствующих все более возрастающим требованиям в сфере образования, основным принципом на сегодняшний день в этом процессе выступает принцип профессиональной направленности. В настоящее время знание иностранного языка является неотъемлемым условием профессионального общения в любой сфере человеческой деятельности, поэтому в процессе профессиональной подготовки молодых специалистов обучение навыкам иноязычного общения является обязательным и необходимым.

Понятие «профессионально ориентированное обучение» следует толковать следующим образом: это такое обучение, которое опирается на потребности обучающихся в процессе освоения ими иностранного языка, учитывает в ходе преподавания этой учебной дисциплины лингвистические и профессиональные аспекты деятельности специалистов в той или иной сфере [2]. Целью обучения студентов бакалавриата профессионально ориентированному английскому языку является формирование у будущих специалистов по выбранному ими профилю подготовки необходимых им в их дальнейшей профессиональной деятельности коммуникативных компетенций.

Традиционное обучение профессионально ориентированному иностранному языку, как правило, предполагает освоение обучающимися навыков чтения, понимания специальных текстов из той или иной сферы деятельности, а также их перевод с учетом грамматических особенностей официально-делового и научного стилей. Однако в современных условиях этого уже недостаточно. Проведенный нами анализ последних исследований, приведённых учеными в этом направлении, показывает, что сейчас просто необходимо внедрять в педагогический процесс инновационные методы и подходы [2]. И в первую очередь акцент должен сместиться на формирование у студентов бакалавриата умений и навыков устной профессионально ориентированной коммуникации.

Цель профессионально ориентированного [1] иноязычного образования студентов бакалавриата самых разных направлений подготовки очень многокомпонентна, поскольку непосредственно связана с образовательным, практическим, развивающим и воспитательным компонентами процесса обучения. Так, в коммуникативном аспекте обучения студентов иностранному языку на всех этапах изложения и освоения будущими бакалаврами учебного лингвистического материала используются профессионально ориентированные ситуации. Например, используются обучающие разговорные ситуации, призванные реализовать две основные функции в иноязычном общении: стимулировать обучающихся к изучению иностранного языка и одновременно обучать студентов языку.

Очень важно при этом обеспечить понимание студентами содержания высказываний на профессиональном языке, исключить использование утверждений, не имеющих отношения к непосредственному предмету / объекту обсуждения [3]. Речевые ситуации способствуют повторению и закреплению в сознании обучающихся необходимых лексических единиц и соответствующих грамматических конструкций.

Основываясь на дидактических, лингвистических и методических принципах профессионально-ориентированного обучения, важную роль следует отводить специальной лексике, которая должна быть в активном словарном запасе будущих специалистов. Цели обучения иностранному языку будущих бакалавров тесно связаны с его содержанием, что предписывается Федеральными государственными образовательными стандартами и соответствующими программами, которые во многом являются вариативными.

Исходя из основной цели профессионально ориентированного обучения студентов бакалавриата иноязычному общению, мы полагаем, что содержание данного процесса должно опираться на важнейшие аспекты будущей профессиональной деятельности обучающихся, поэтому выделяем следующие его основные компоненты: лексический минимум (он включает в себя как общеупотребительную лексику, так и профессиональную (специальную)); навыки и умения в использовании иноязычной лексики в процессе профессиональной коммуникации; темы, подлежащие изучению, в частности связанные с освоением как родной культуры, так и традиций и культурных особенностей стран изучаемого языка; учебные умения, в том числе умение извлекать необходимую информацию из справочной и учебной литературы, составлять аннотации, писать рецензии, планы, отзывы, использовать современные информационно-технические средства обучения и др. [2].

К инновационным коммуникативным методикам можно отнести такие, в основе которых лежат разные формы общения с применением интерактивных средств обучения, в частности, следующие: методы самообучения (включая такие, в ходе которых используются как печатные материалы, так и аудиофайлы и видеотрекеры); педагогические методы (индивидуальные формы работы, такие, например, как электронная почта, диалоги в социальных сетях); методы групповой (коллективной) работы (вебинары, компьютерные конференции (Zoom, Microsoft Teams, Google Meet, форумы, группы в социальных сетях, видеолекции и др.);

Когда педагог приступает к обучению студентов профессионально ориентированному английскому языку, он обязательно должен решить для себя, что будет в приоритете: развитие у обучающихся навыков иноязычного общения или же овладение будущими бакалаврами профессиональной лексикой. К сожалению, даже если студент владеет специальными терминами и знает основные законы грамматики, он все равно не сможет свободно общаться в профессионально ориентированных ситуациях. Для этого у него еще обязательно должна быть сформирована иноязычная коммуникативная компетенция.

Структурно занятия по обучению студентов бакалавриата разных направлений подготовки профессионально ориентированному иностранному языку могут выглядеть по-разному, в зависимости от тех учебных целей, которые ставит в каждом конкретном случае преподаватель, от характера деятельности и формы взаимодействия, которая планируется на том или ином занятии, но основные элементы структуры все равно остаются едиными и универсальными. Выделим среди них следующие: 1) организация занятия, содержательная установка на освоение той или иной темы; 2) проверка ранее усвоенных студентами знаний; 3) взаимодействие с обучающимися с целью сообщения новых знаний, формирования и развития у студентов бакалавриата необходимых навыков и умений; 4) закрепление изученного на занятии материала посредством упражнений; 5) диагностика качества усвоения студентами знаний, уровня сформированности у них тех или иных умений и навыков; 6) объяснение порядка выполнения заданий для самостоятельной работы и упражнений для закрепления полученных знаний, которые необходимо выполнить к следующему занятию.

Профессионально ориентированное обучение иноязычному общению в современных условиях считается самым перспективным направлением в подготовке кадров для самых разных сфер деятельности. Наиболее востребованными типами занятий по иностранному языку в вузе, как известно, являются следующие: занятие по изучению нового материала, направленные на применение ранее усвоенных знаний и умений и на их совершенствование; предполагающие обобщение и систематизацию знаний, а также контрольные занятия. Однако наиболее эффективными, на наш взгляд, с позиций профессионально ориентированного обучения, являются занятия комбинированного типа, поскольку позволяют преподавателю за время студенческой пары ознакомить обучающихся с новым материалом, а также закрепить ранее изученный на основе использования интегрированного междисциплинарного подхода в обучении иностранному языку.

Таким образом, можно заключить, что сущность профессионально ориентированного обучения иноязычному общению в техническом вузе – в его интеграции со специальными дисциплинами ради достижения основной цели – приобретения студентами бакалавриата дополнительных профессиональных знаний и формирования у обучающихся по разным профилям подготовки студентов профессионально значимых качеств личности, а также необходимых коммуникативных умений, обеспечивающих эффективность коммуникации на иностранном языке в различных сферах деятельности.

Литература

1. Еремеева Г. Р., Баранова А. Р., Мефодьева М. А. Профессионально-ориентированное обучение английскому языку студентов неязыковых специальностей // Казанский педагогический журнал. 2016. № 2, том 2. С.339–340.

2. Кутепова О.С. Исследовательские умения учителя иностранного языка в образовательной среде // Модернизация культуры: судьба ценностей в современном мире: материалы VI Междунар. науч.-практ. конф.: в 2-х ч. / Под ред. С.В. Соловьевой, В.И. Ионесова, Л.М. Артамоновой. – Самара: Изд-во: Самарск. гос. ин-та культуры, 2018. – С. 112–116.

3. Митянина, Н. В. Методика обучения английскому языку в технических вузах / Н. В. Митянина. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2019. — № 26 (264). — С. 313-315.

УДК 378:656.71

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ДИСТАНЦИОННЫХ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ ВУЗА В УСЛОВИЯХ ПАНДЕМИИ

А.О. Качалова старший преподаватель

*Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

XXI столетие можно смело назвать веком наиболее интенсивного поиска новых идей и решений для совершенствования образовательной структуры и качественного улучшения образования. В особенности это касается высшего образования в связи с активным развитием экономики и внедрением информационных технологий. Задача каждого отдельного вуза – выпуск конкурентоспособных специалистов, обладающих не только высоким уровнем знаний, но и высоким творческим потенциалом для будущих работодателей. И пандемия COVID-19 стала не только проблемой в получении образования, но и значительным толчком для высших учебных заведений с точки зрения активного развития предоставления образования дистанционным путем и пересмотра всей внутренней системы каждого отдельного университета. При этом важно понимать, что система оценки качества предоставляемых услуг в сфере образования и качества оценки специалистов, как профессорско-преподавательского, так и административного состава требует существенных трансформаций.

Для правильной оценки работы вуза прежде всего требуется понимание всех бизнес-процессов, происходящих внутри вуза, которые можно поделить на 4 основные категории [1]:

1. Учебный процесс;
2. Научно-исследовательская деятельность;
3. Финансовая деятельность;
4. Административно-хозяйственная деятельность.

При этом каждая из категорий так или иначе связана с другими.

Наибольший интерес в данный момент для нас представляет учебный процесс, который мы и рассмотрим.

Учебный процесс включает в себя следующие бизнес-процессы:

1. Работа приемной комиссии;
2. Планирование учебного процесса;
3. Управление контингентом;
4. Управление профессорско-преподавательским составом;
5. Проведение контроля результатов учебного процесса;
6. Мониторинг учебного процесса;
7. Документооборот учебного процесса;
8. Контроль качества ведения учебного процесса.

С точки зрения переноса части бизнес-процессов в дистанционных формат нами будут рассмотрено проведение контроля результатов учебного процесса.

В связи с отсутствием возможности проведения экзаменов «под присмотром», как это происходит в аудиториях при привычном нам офлайн обучении, необходимо ввести альтернативные способы оценки успеваемости учащихся и стимулирование учебной деятельности по результатам обучения.

1. Тестирование. Тестирование предлагает студентам возможность продемонстрировать свое знание предоставленных материалов. С точки зрения преподавателя тест дает полное понимание усвоения пройденного материала студентами, возможность изменять порядок вопросов и предложенных вариантов ответов с помощью различных прикладных программ. Такие программы также позволяют задавать открытые вопросы, когда студенту необходимо ввести ответ самостоятельно, предварительно решив задачу или смоделировав предложенную ситуацию. Однако, важно учитывать продолжительность проведения теста и ограниченность количества попыток его прохождения.

2. Презентация или демонстрации проекта. Данный вид деятельности может быть осуществлен в аудиовизуальном формате и является хорошей демонстрацией понимания материала студентами, особенно когда презентация проводится онлайн. Также данный вид деятельности предполагает использование не только изучение и анализ полученной информации, но также поиск дополнительной информации и проведение расчетов. Презентацию можно провести с помощью любой веб-системы онлайн-конференций, такой как ZOOM, MS Teams и BigBlueButton.

3. Информационный бюллетень. Информационный бюллетень предоставляет читателям информацию в ясном и кратком формате. Информационный бюллетень может быть представлен на листе бумаги или в цифровом виде (что больше подходит для дистанционного формата), и он информирует людей о бизнесе, организации, продукте, услуге, кампании, событии или другой теме. Как правило, информационный бюллетень должен быть сосредоточен вокруг одного вопроса и не должен содержать более одной

страницы с четким, легко читаемым макетом. Таким образом, студенты могут создать информационный бюллетень на одной странице по различным темам, работам или компаниям. Студенты могут выбрать свою тему, или она может быть назначена преподавателем.

4. Аннотированная библиография. Аннотированная библиография – это обобщение основных идей, содержащихся в документе, диссертации, исследовательской статье и т. д., и обсуждение того, как они соотносятся с идеями студентов или проектной работой. Проект аннотированной библиографии дает студентам возможность оценивать источники, сравнивать различные точки зрения и обосновывать свой выбор, а также принесет дополнительный интерес со стороны студентов к дополнительной литературе.

5. Электронное портфолио. Электронное портфолио считается инструментом обучения и оценки. Студенты составляют свою лучшую или репрезентативную работу за семестр, пишут введение в портфолио и краткое введение к каждой части. Достижения студентов могут быть оценены коллективно для улучшения результата. Это также может быть полезно для организации, выборки и оценки того, что студенты получили от этого. Электронные портфолио позволяют преподавателям не только наблюдать за тем, что студенты знают и могут делать, но и контролировать процесс в случае необходимости [2].

Для достижения наилучших результатов студентами при изучении дисциплин в дистанционном формате со стороны преподавателя необходимо обратить особое внимание на следующее:

1. Обоснованность. Поскольку основной целью оценки является оценка усвоения материала студентами по конкретной дисциплине, метод оценки должен быть подходящим для данной дисциплины.

2. Надежность. Самым сложным вопросом при дистанционном оценивании является обеспечение академической честности. При разработке оценки следует учитывать превентивные меры, направленные на то, чтобы сделать оценку свободной от обмана и мошенничества.

3. Ясность. При оценивании из-за отсутствия личного общения, у студентов может не быть возможности задать уточняющие вопросы, поэтому оценка должна быть понятна студентам. Особенно, когда студенты не знакомы с новым методом оценивания, важно четко объяснить процедуры и ожидания и привести соответствующие примеры. Это также применимо, если вопросы соответствуют более высокому уровню, чем тот, который ожидается. Необходимо составить примерные вопросы и, если возможно, обсудить эти вопросы онлайн со студентами перед выставлением оценки.

4. Технические проблемы. Необходимо предварительно изучить наличие технических трудностей для выполнения всех вышеизложенных способов контроля и исключить их. Обычно при дистанционном оценивании преподаватель не в состоянии решить проблему ученика. Проблема может возникнуть в результате аппаратных или программных сбоев или из-за

отсутствия у студента доступа к вспомогательным материалам в силу ряда причин. Важно заранее продумать, как бороться с такого рода проблемами.

Литература

1. И. Асадуллин, Р. Замалетдинов, Н. Самигуллина Оптимизация управления высшим учебным заведением на основе процессного подхода // Журнал «Ректор ВУЗа», №8/2015, 2015 URL: https://www.businessstudio.ru/articles/article/optimizatsiya_upravleniya_vysshim_uchebnym_zaveden/ (дата обращения 18.03.2021)

2. Guangul F., Suhail, A., Khalit M. Challenges of remote assessment in higher education in the context of COVID-19: a case study of Middle east College and Educational Assessment, Evaluation and Accountability, 2020, pp. 519-535 URL: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11092-020-09340-w>

СЕКЦИЯ 13. ПОДГОТОВКА КАДРОВ ДЛЯ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ. ПОДСЕКЦИЯ «ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБУЧЕНИЯ В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ

УДК 378:656.71

ЭЛЕМЕНТЫ НАНОЭЛЕКТРОНИКИ В ЛАБОРАТОРНОМ ПРАКТИКУМЕ ПО ФИЗИЧЕСКИМ ОСНОВАМ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

*С.К. Камзолов д.т.н., профессор, С.М. Новиков к.т.н., доцент
Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

Появление новых направлений в физике в последние десятилетия свидетельствует о происходящей своеобразной нанотехнологической революции. Ее фундаментом, особенно для наноэлектроники, являются достижения квантовой механики и физики твердого тела. К сожалению, в силу ряда причин, обеспеченность лабораторного практикума вузов по этим разделам недостаточна. Полное отсутствие промышленных реальных стендов по элементам наноэлектроники продиктовало необходимость создания виртуальных стендов. С этой целью на кафедре физики МГТУ ГА были разработаны две оригинальные компьютерные лабораторные работы: «Резонансно-туннельный диод» и «Квантовые точки». Дидактической задачей этих работ является закрепление знаний о фундаментальных явлениях квантовой механики, используемых в современных технологиях: квантовом ограничении и туннелировании.

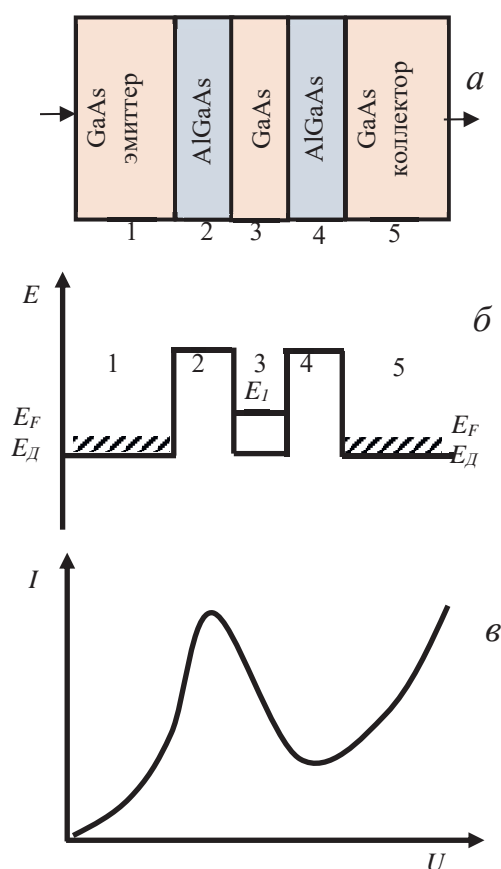


Рис. 1.

Изучаемые в этих работах элементы наноэлектроники являются базовыми в электронных приборах, работающих в терагерцовом диапазоне частот, генераторов, детекторов, смесителей, умножителей на гармониках сигнала и других приборах. Квантовые точки находят применение в оптоэлектрических системах, таких как светоизлучающие диоды и плоские светоизлучающие панели, лазеры, ячейки солнечных батарей и фотоэлектрических преобразователей [1]. Перспективно их использование как базовых элементов квантовых компьютеров, одноэлектронных транзисторов, как биологических маркеров в медицине и т.д.

В работе «Резонансно-туннельный диод» осуществлено программируемое моделирование работы гетероструктуры, выращенной в виде слоистого пирога из различных по химическому составу полупроводников нанометровой толщины (рис. 1а).

Энергетическая диаграмма такой структуры приведена на рис. 1б. Центральный слой 3 из слаболегированного слоя GaAs толщиной 3–10 нм является квантовой ямой, слои 2 и 4 – потенциальные барьеры толщиной 2-5 нм, 1 и 5 – сильнолегированные слои эмиттера и коллектора с электронной проводимостью (их толщина лежит за пределами нанометрового диапазона). Такой характер энергетической диаграммы определяет N – образный вид вольтамперной характеристики диода (ВАХ), которую студенты снимают в процессе выполнения работы (рис. 1в). По характерным точкам на ВАХ рассчитываются дифференциальное сопротивление диода и положения уровня E_1 и уровня Ферми E_F относительно дна энергетических ям E_D (рис. 1б).

На стенде «Квантовые точки» исследуется зависимость спектра люминесценции квантовых точек из CdSe от их радиуса R . На рис. 2 приведен вид рабочего стола в процессе измерений. На столе размещены источник ультрафиолетового света (УФ), спектрометр (СП) и монитор (М), на экран которого выводится изображение спектра.

Длина волны излучения определяется минимальной энергией E_{min} необходимой для создания экситона (или выделяющейся при его рекомбинации):

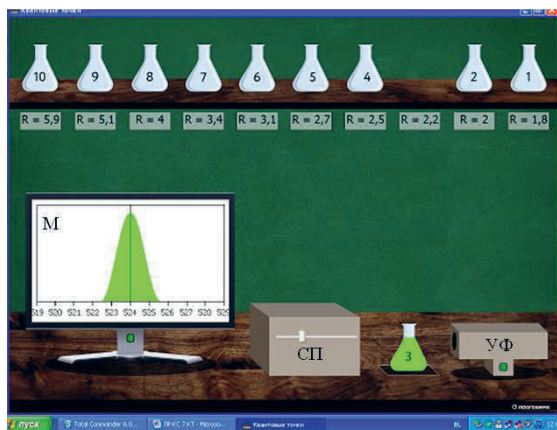


Рис. 2.

$$E_{\min} = E_g + \frac{\pi^2 \hbar^2}{2m^* R^2} - \frac{1,8e^2}{4\pi\epsilon_0\epsilon R} + \frac{\alpha}{R}, \quad (1)$$

где E_g – ширина запрещенной зоны полупроводника макроскопических размеров, m^* – эффективная масса экситона, ϵ – диэлектрическая проницаемость материала, α – константа, учитывающая взаимодействие экситона с поверхностью нанокристалла [2].

Полученный массив экспериментальных данных обрабатывается на компьютере в среде

программы Microsoft Excel. При этом программа строит график зависимости E_{\min} ($1/R$) и генерирует соответствующее уравнение полинома второй степени, коэффициенты которого определяются формулой (1). Эти коэффициенты позволяют оценить эффективную массу экситонов m^* и ширину запрещенной зоны E_g полупроводника макроскопических размеров.

Разработанные виртуальные стенды апробированы в учебном процессе на кафедре физики МГТУ ГА по очной и дистанционной формам обучения. Преподаватели и студенты отмечают их реалистичность, простоту и понятность процедуры измерений.

Литература

1. Шишкин Г.Г., Агеев И.М. Нанoeлектроника: элементы, приборы, устройства: учебное пособие – 2-е изд. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. -408 с.: ил.
2. Борисенко В.Е., Воробьева А.И., Данилюк А.Л., Уткина Е.А. Нанoeлектроника: теория и практика: учебник – 2-е изд., перераб. и доп. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. -366 с. : ил.

УДК 378:656.71

ВИРТУАЛЬНЫЙ ЛАБОРАТОРНЫЙ СТЕНД «ОПРЕДЕЛЕНИЕ УДЕЛЬНОГО ЗАРЯДА ЭЛЕКТРОНА»

С.М. Новиков к.т.н., доцент

*Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

Лабораторная работа "Определение удельного заряда электрона" включена в состав лабораторного практикума большинства вузов страны. В ней закрепляются знания силы Лоренца, движение заряженных частиц в электромагнитном поле, магнитное поле соленоида и другие дидактические единицы. Но, в силу ряда причин материальное оснащение физических лабораторий в вузах недостаточное. Так на кафедре физики МГТУ ГА из

необходимых шести в наличии всего два таких стенда. В связи с этим, была поставлена задача разработки виртуального лабораторного стенда позволяющего достаточно реалистично выполнять учебные задачи по этой теме. Своевременность и эффективность реализации этого проекта доказало использование стенда в условиях дистанционного обучения при пандемии.

При разработке виртуального стенда осуществлялось компьютерное моделирование работы реального стенда на базе простейшего магнетрона, представляющего собой двухэлектродную вакуумную лампу (диод) с коаксиальными цилиндрическими катодом и анодом, помещенную в магнитное поле коаксиального с электродами соленоида. После термоэмиссии с раскаленного катода электроны движутся к аноду в скрещенных электрическом и магнитном полях.

На подготовленном стенде можно выполнять две различные по дидактическим задачам лабораторные работы по определению удельного заряда: методом магнетрона и методом Чайлда-Ленгмюра.

В методе магнетрона, электроны, летящие от катода к аноду в поперечном магнитном, поле искривляют свою траекторию под действием силы Лоренца. При некотором критическом значении индукции магнитного поля $B_{кр}$ электроны поворачивают назад к катоду не долетая анода. Поэтому анодный ток становится нулевым. По результатам измерения анодного напряжения U_a и $B_{кр}$ рассчитывается значение удельного заряда.

Во второй лабораторной работе изучается термоэмиссия электронов с поверхности катода. В этом случае магнитное поле выключается и измеряется зависимость анодного тока I_a от напряжения U_a на начальном участке вольтамперной характеристики. Эту зависимость называют законом «трёх вторых» или законом Чайлда-Ленгмюра. По результатам измерений в лабораторной работе строится график зависимости

$$I_a = f \left(U_a^{\frac{3}{2}} \right)$$

в виде прямой линии. Ее угловой коэффициент позволяет рассчитать значение удельного заряда электрона.

Разработанный стенд успешно используется в учебном процессе и оказался особенно полезным при дистанционной форме обучения в период пандемии.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОПЫТА ТОМСОНА И ТАРКОВСКОГО В ЛАБОРАТОРНОМ ПРАКТИКУМЕ ПО ФИЗИКЕ

С.М. Новиков к.т.н., доцент

*Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

Целью опыта Дж.П. Томсона и П.С. Тарковского по дифракции электронов являлась проверка фундаментальной для квантовой механики гипотезы де Бройля о дуализме свойств частиц. В современном курсе физики его реализация в лабораторном практикуме имеет большое дидактическое значение. К сожалению существующие стенды иностранного производства чрезвычайно дороги и их можно использовать только как демонстрационные (высокое напряжение и незащищенный стеклянный вакуумированный баллон электроннолучевой трубки). Поэтому на кафедре физики МГТУ ГА был разработан виртуальный лабораторный стенд «Дифракция электронов», моделирующий модернизированный опыт Дж.П. Томсона и П.С. Тарковского (рис.1). Работа является продолжением серии аналогичных проектов по реализации великих экспериментов в лабораторном практикуме по физике [1].

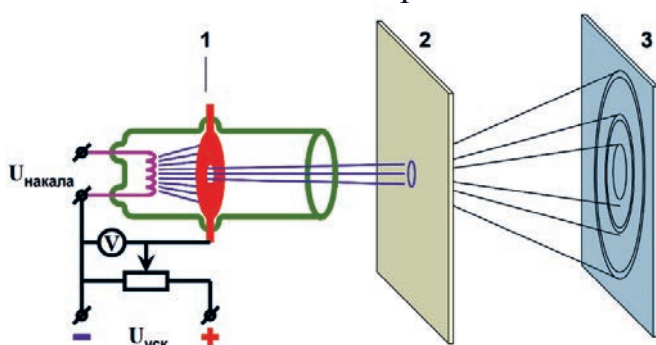


Рис. 1 Схема эксперимента:

- 1 – источник электронов,
- 2 – графитовая фольга,
- 3 – экран ЭЛТ.

При изменении ускоряющего напряжения U на источнике электронов меняются диаметры дифракционных колец D на экране электроннолучевой трубки (ЭЛТ). Измеренные значения диаметров колец позволяют рассчитать длину волны падающих на экран электронов. При этом используется традиционная волновая теория (условие Вульфа-Брэгга). Корреляция полученных значений с длиной волны, полученной по формуле де Бройля служит подтверждением гипотезы о корпускулярно волновом дуализме частиц.

Разработанный стенд прошел апробацию в учебном процессе на кафедре физики МГТУ ГА и рекомендован для использования в лабораторном практикуме по физике.

Литература

1. Камзолов С.К., Новиков С.М. Компьютерные симуляторы великих экспериментов в курсе физики. //Гражданская авиация на современном этапе развития науки, техники и общества [Текст]: сборник тезисов докладов. – М.:ИД Академии Жуковского. 2018. С. 340.

ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВОГО УЧЕБНИКА ПО КУРСУ ФИЗИКИ В ДИСТАНЦИОННОМ ОБУЧЕНИИ ОНЛАЙН

*В.В. Белов к.ф.-м.н., доц. каф. Физики,
Ю.В. Тихомиров к.ф.-м.н., проф. каф. Физики
Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

В современных условиях всё большую актуальность и востребованность приобретают дистанционные онлайн методы и формы обучения. Однако предъявление учебной информации, контроль её усвоения и оценки в режиме онлайн имеет свои характерные особенности. Они были выявлены в процессе проведения онлайн лекций, практических и лабораторных занятий с использованием платформы ZOOM на основе Цифрового Учебника (ЦУ) [1,2].

В ЦУ предъявляемый учебный материал имеет 2 уровня содержания:

1) Так называемый «Расширенный конспект», в котором в редакторе MsWord оформлен учебный материал, близкий по содержанию (и по объему) к материалу стандартного учебника по курсу физики для ВТУЗ'ов.

2) «Основные определения, законы и формулы» или коротко «Ядро знаний». Этот материал разработан на платформе MsWord, дополненной приложением TestumW [3,4]. При дистанционном обучении онлайн все материалы ЦУ передаются каждому студенту и могут использоваться индивидуально на его персональном компьютере

Для лекционного предъявления учебной информации в режиме онлайн в ЦУ разработаны «Лекционные презентации и тесты», которые содержат вспомогательный материал, сопровождающий чтение онлайн или оффлайн лекций преподавателем. Особенностью данного материала, выполненного на платформе PowerPoint (MsOffice), является последовательное предъявление деталей (абзацев текста, элементов рисунков и формул и т. д.) учебного материала на экран монитора.

На онлайн лекции студенты и преподаватель используют ZOOM на своих ПК, но преподаватель дополнительно запускает цифровой учебник (ЦУ) и выбирает в его главном меню раздел «Лекционные презентации и тесты». Далее выбирает режим ZOOM «Демонстрация экрана».

Практические занятия онлайн. 1) Повторение лекционного материала, 2) Подготовка к рубежному контролю, 3) Подготовка к Лабораторным работам (ЛР). Особое внимание обращается на контроль достижения заданного уровня освоения на онлайн контрольном мероприятии.

Контроль освоения блока учебного материала. Включает: 1) систему для самостоятельной подготовки к онлайн контролю; 2) систему и методику для реализации онлайн контроля (рубежный контроль – РК). Программа подготовки к контролю включает Электронную Базу Знаний (ЭБЗ) (электронный сборник основных определений, законов и формул, а также

характерных простейших задач), записанную на платформе Word и дополненную приложением TestumW, позволяющим контролировать освоение каждого из элементов ЭБЗ с помощью Тестовых Заданий (ТЗ) на конструирование ответа (или любых других известных форм ТЗ). Основой всей системы контроля в ЦУ является технология тестирования, использующая задания на конструирование ответа, описанная в многочисленных публикациях [5,6].

Практическое занятие онлайн. Проводится с группой около 20 студентов в режимах ZOOM на ПК преподавателя и на смартфоне каждого студента, фронтальная камера которого демонстрирует экран монитора на ПК студента. Занятие делится на 4 примерно равные части по 20 мин.

1) Студенты запускают «Расширенный конспект» и дополняют свой рукописный конспект лекций недописанным материалом.

2) Студенты запускают «Подготовка к контролю» и выполняют тестовые задания, записывая в тетрадь практических занятий верные ответы.

3) Студенты запускают «Интернет экзамен» и выполняют задания, записывая в тетрадь практических занятий.

4) Студенты запускают «Подготовка к допуску к ЛР». Прорабатывают «Контрольные задания», записывая в тетрадь практических занятий верные ответы.

Преподаватель руководит работой, наблюдая всех студентов на экране своего монитора в трансляции ZOOM или персонально, консультируя и помогая студенту на всех этапах работы (тьютор).

Онлайн ЛР по физике используют компьютерные модели, максимально приближенным к реальности, но имеющие возможности управления и движения (изменений параметров) или имеющие уровень принципиальной схемы установки, в которой элементы также управляемы.

В начале онлайн ЛР проводится входное тестирование (онлайн допуск), включающее тест из 5-ти заданий на 30 мин., которые ПК формирует случайным образом из Базы Контрольных Заданий (БКЗ) ЦУ, включающей 20-30 заданий для каждой ЛР. После разрешения преподавателя студент переходит к выполнению измерений. На одной половине экрана он загружает Методические указания к ЛР, а на второй – виртуальный эксперимент, используя основное меню ЦУ. Преподаватель контролирует работу студента наблюдая его экран монитора, обязательно фиксируются таблицы с результатами измерений и расчетов, построенные графики, ответы и выводы по графикам и результатам.

Проведение экзамена онлайн. Для подготовки и проведения экзамена студентам дополнительно передаётся комплект экзаменационных билетов в электронном виде, Комплексное Домашнее Задание (КДЗ) 15-20 заданий и задания для Самостоятельной Работы Студента (СРС) с теоретическим материалом (также 15-20 заданий). Дополнительные задания выполнялись в соответствии с указаниями преподавателя и их фото направлялись в WhatsApp

преподавателя до начала экзамена. Преподаватель включал эти материалы в Цифровое Портфолио Студента (ЦПС).

Проведение экзамена включало несколько этапов. Одновременно входили в конференцию ZOOM 7-9 студентов, которые устанавливали ZOOM на смартфоне, а на ПК запускали ЦУ и из главного меню выбирали «Рубежный контроль» и материал соответствующего семестра.

Преподаватель наблюдает и контролирует процесс тестирования (как на блоке). По завершению теста преподаватель фиксирует результат в Цифровом Портфолио Студента (ЦПС) и называет номер билета студента, который начинает отвечать на его вопросы на том же бланке студента, оформленном по указанию преподавателя.

Завершённый ответ документируется преподавателем в ЦПС, после чего происходит собеседование по тесту, билету, КДЗ, СРС и т. д. Письменные ответы студента документируются в ЦПС.

Формирование оценки осуществляется преподавателем на следующий день с учетом всех документов, помещённых в ЦПС студента, а также с учетом результатов работы студента в течение семестра (посещаемость, выступление на научных конференциях и т. д.).

Литература

1. Тихомиров Ю.В. ОТ ОБУЧАЮЩИХ ПРОГРАММ К ЦИФРОВОМУ УЧЕБНИКУ. IV Международной научно-практической конференции/ Педагогика современности: актуальные вопросы психологической и педагогической теории и практики (г. Москва, Россия, 8 июня 2018 г.) // ОБЩЕСТВО. – 2018. – № 1(9). С. 73-77.

2. Тихомиров Ю.В. Особенности структуры и содержания цифрового учебника по курсу общей физики. Материалы XV международной конференции "Физика в системе современного образования". СПТБ, FSSO – 2019. С. 201-204.

3. Тихомиров Ю.В. Методика проведения практических занятий и контроля знаний с использованием компьютерной системы Тестум. Физическое образование в ВУЗах. – 1998. Т. 4. - № 3. – С. 142-144.

4. Тихомиров Ю.В. Компьютерная система на базе редактора MS Word для разработки и использования компьютерных тестов и обучающих программ. Компьютерные инструменты в образовании. №4. – 2003. С. 19-25.

5. Tikhomirov Yu.V. A Method of computerized assessment in introductory physics. – European Journal of Physics. 2000, V.21, №3. – P. 211-216.

6. Тихомиров Ю.В. АПРИОРНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕСТОВ С ЗАДАНИЯМИ НА КОНСТРУИРОВАНИЕ ОТВЕТА. Международная школа-семинар «Физика в системе высшего и среднего образования». – МАИ. – июнь 2011. С.241-243.

MENTIMETER - КАК ИНСТРУМЕНТ ПРОВЕДЕНИЯ ИНТЕРАКТИВНЫХ ЗАНЯТИЙ

Т.В. Скоробогатова к.ф.-м.н., доцент

*Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

Использование презентаций при чтении лекций вошло в практику преподавания общей физики. Появилась возможность включать в изложение не только структуру изложения материала, но использовать демонстрации физических экспериментов. Однако при чтении лекции возникает проблема вовлечения слушателей в обсуждение излагаемого материала с аудиторией и выяснения степени понимания материала аудиторией.

Вынужденный переход на онлайн обучение в марте 2020 года, еще более остро обозначил проблему интерактивного взаимодействия с аудиторией. Недостатком дистанционного взаимодействия преподаватель-студент является невозможность прямого контакта, отсутствие непосредственной реакции на слова преподавателя. Требование нивелировать недостатки дистанционного общения ведет преподавателей к поиску и использованию современных средств общения с помощью интернета и компьютерных программ, существующих в открытом доступе. На рис.1 представлены особенности взаимодействия педагога и студента в традиционных современных интерактивных технологиях [1].

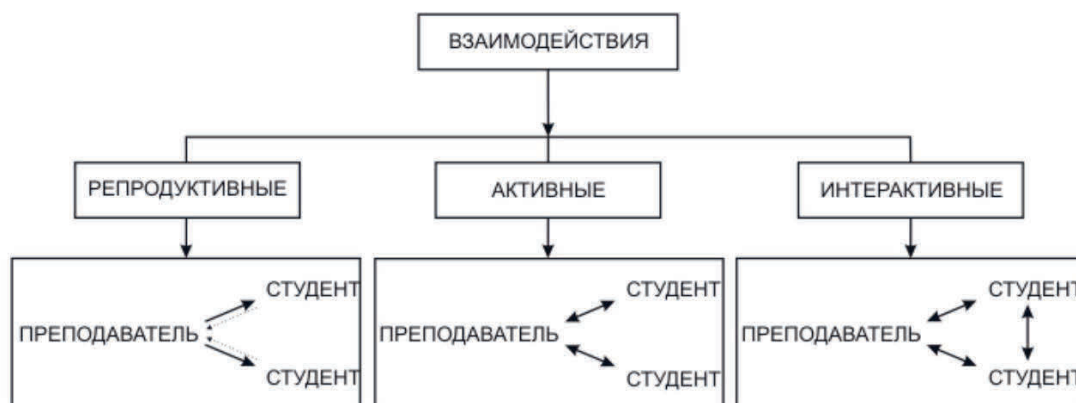


Рис. 1. Виды взаимодействия преподавателя и студентов в различных технологиях

На рис. 1. показаны три вида взаимодействия преподаватель-студент:

- репродуктивный, когда студенты лишь получают информацию от лектора в произвольной форме;
- активный, который предполагает взаимодействие преподавателя и студента в различных формах;
- интерактивный вид предполагает активное взаимодействия с учетом общения студентов между собой. У этого вида взаимодействия множество подвидов.

В настоящее время не существует цифровых онлайн инструментов презентаций лекций, практических и лабораторных работ по общей физике, позволяющих проводить все возможные активные и интерактивные взаимодействия между преподавателями и студентами. Задача создания подобных средств стоит перед современными создателями обучающих программ и технологий онлайн и офлайн средств обучения. Поэтому преподавателям высшей школы приходится использовать средства, которые предназначены для других целей, но могут использоваться для активного и интерактивного взаимодействия преподаватель-студент.

Существует множество простых и доступных в освоении инструментов активного взаимодействия фирмы или организации с субъектами, то есть программы, ориентированные на различные формы опроса клиентов некоторых коммерческих и некоммерческих организаций и его анализа. Это программы типа [2,3] Google Forms, Survey Monkey, Survio, Typeform, Simpoll, Online Test Pad бесплатно, SurveyGizmo работа в команде, Mentimeter, таких программ несметное количество

Для выбора нужной нам программы мы опирались на три основными критерия:

- достаточно понятный интерфейс на уровне интуиции и знания компьютера;
- нет необходимости регистрации студентов;
- использовать ресурс можно в любой части занятия под различные задачи.

Мы предлагаем использовать **Mentimeter – программу (Ментиметр)** – универсальный и эффективный конструктор презентаций. Он экономит время, заряжает энергией, визуализирует все, что пожелаете. Главная особенность программы - связь с аудиторией при помощи интерактивных действий на слайдах. Можно чередовать слайды для показа и слайды для взаимодействия, проводя опросы, собирая мнения, организуя голосования. Возвращение от заочного к очному обучению показало, что с помощью Ментиметра можно сделать и очные лекции более коммуникативными и цифровыми одновременно. Используя Ментиметр можно превратить выступление в диалог с аудиторией.

В работе представлена последовательность действий при использовании Ментиметра для реализации ряда задач, возникающих при чтении лекции по одному из разделов общей физики для технических университетов. Отмечены достоинства и недостатки, ограничения бесплатной версии. Несмотря, что интерфейс программы английский, программа легко осваивается. Публикация ответов и реакций слушателей в режиме реального времени дает возможность анализа ответов своей аудитории, листая слайды.

Использование Ментиметра значительно улучшает связь с аудиторией, особенно в режиме онлайн конференций. Дальнейший интерес представляет использование Pro аккаунта, что значительно расширяет функционал.

Литература

1. Савельева М., Новикова Т. А., Костина Н. М. Использование активных и интерактивных образовательных технологий -Методические рекомендации //ФГБОУ ВПО «Удмуртский государственный университет» Ижевск, 2013, 42С.
2. <https://coba.tools/compilation/top-8-servisov-dlya-sozdaniya-onlain-oprosov>
3. <https://novator.team/post/869>

УДК 378:656.71

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМЫ АРДУИНО В ФИЗИЧЕСКОМ ПРАКТИКУМЕ И НИРС

Т.Ю. Истомина ст. преподаватель

*Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

Анализировалась возможность и целесообразность перевода части традиционного физического практикума на платформу Ардуино [1]. Ардуино – это система, которая имеет две основных составляющих - аппаратную и программную. Основными элементами аппаратной составляющей являются микроконтроллер на плате имеющей как цифровые, так и аналоговые входы/выходы, возможность работать как автономно, так и взаимодействовать с ПК, и широкий спектр различного рода датчиков (температуры, давления, влажности, вибрации, скорости потока, фотоэлементами и пр.) Аппаратная часть имеет дополнительные встраиваемые цифровые модули, позволяющие расширять возможности платформы (внешние АЦП и ЦАП, лазеры, камеры, Wi-Fi и др.). Программная составляющая (Arduino IDE) представлена средой для разработки (основана на среде Processing) и языком программирования (основан на C/C++), а также реестром библиотек для работы с тем или иным датчиком или сенсором. Все программное обеспечение и исходные схемы плат являются общедоступными. Пользователи обмениваются информацией и скетчами (программы на языке Ардуино) на соответствующих сайтах. Стоимость базового набора для входа в систему (от 500 руб.) не сопоставима с затратами на типовые лабораторные установки или даже на отдельные приборы. По большей части, и те, и другие могут быть полностью или с необходимыми дополнениями реализованы на Ардуино. В качестве примера, автором поставлена лабораторная работа «Изучение зависимости сопротивления полупроводников от температуры» (стоимость затрат около 1500 руб., цена готовых аналогов в диапазоне 3 – 50 тыс. руб.). Причем все компоненты могут быть быстро заменены, а также использованы в разных работах [2].

Изначально платформа разрабатывалась как конструктор для обучения и прототипирования различного рода электронных устройств, в том числе в области робототехники. Опрос студентов первого курса отделения ЭВМ факультета ПМ и ВТ МГТУ ГА показал, что не более 5% из них осведомлены или когда-либо имели дело с системой Ардуино. Таким образом, система Ардуино может послужить не только дополнением к физическому практикуму, но и как основа для проектной работы со студентами, в рамках НИРС, а также со школьниками инженерных классов, проходящими довузовскую подготовку. Есть несколько видов задач, которые могут быть поставлены в системе Ардуино, – от создания того или иного устройства, написания и оптимизации программного обеспечения для него, разработки удобного интерфейса в ПК, до выполнения экспериментального исследования с помощью созданного устройства, что может послужить основой для дальнейшей научно-практической деятельности обучающегося. Платформа отвечает требованиям инновационного развития образовательно-научной деятельности на основе современных информационных технологий, и, в тоже время, позволяет сохранить неотъемлемую от физики практическую составляющую: информация в ПК поступает с реальных физических объектов, а не генерируется в его недрах, как это происходит при математическом моделировании, используемом в цифровых лабораторных работах. Цифровизация преподавания физики стала в последнее время скорее болезнью, чем инновацией [3]. Цифровое образование решает узкие задачи, но не позволяет сформировать все необходимые компетенции. Использование таких систем, как Ардуино, являющихся, по сути, связующим звеном между реальным физическим объектом и цифровой информацией, позволит сформировать естественно-научное мышление и расширить перечень приобретаемых навыков, то есть сделать выпускников более востребованными на рынке труда.

Литература

1. Материалы по программированию Arduino переведены с официального сайта проекта Ардуино — <http://arduino.cc> и представлены по лицензии Creative Commons Attribution-ShareAlike 3.0 License: <http://arduino.ru/>. (дата обращения: 22.03.2021).

2. Сайт AlexGyverTechnologies 2015-2020: https://alexgyver.ru/arduino_shop/#output (дата обращения: 22.03.2021).

3. Переслегин С.Б., Королёв А.А., Курашова С.А. Двухсеместровый курс общей физики для бакалавров в техническом университете // Высшее образование в России. 2019. Т. 28. № 8-9. С. 91–99. DOI: <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2019-28-8-9-91-99>

СЕКЦИЯ 13. ПОДГОТОВКА КАДРОВ ДЛЯ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ. ПОДСЕКЦИЯ «ИННОВАЦИИ В ФИЗИЧЕСКОМ ВОСПИТАНИИ»

УДК 378:656.71

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЛИЧНОСТНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ СПОРТСМЕНОВ МГТУ ГА С ПОМОЩЬЮ ТЕСТА ЛЮШЕРА

*В.И. Шалутин, к.п.н., профессор, И.А. Родионова к.п.н., профессор
Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

Для определения личностных особенностей спортсменов, входящих в состав сборных команд университета (по настольному теннису), и имеющих хорошие показатели в соревновательной и тренировочной деятельности, нами была предпринята попытка определить их личностные характеристики, используя цветовой тест Люшера. «Выбор цвета отражает направленность испытуемого на определенную деятельность, его настроение, функциональное состояние и наиболее устойчивые черты личности» [1, 192 с.] (рис. 1.).



Рис. 1. Интерпретация теста Люшера

Уникальность проводимых исследований в том, что этот тест позволяет оценить социометрический статус каждого спортсмена. В эксперименте принимали участие студенты сборной команды МГТУ ГА по настольному теннису, имеющие спортивные разряды и звания (КМС, МС).

Тестирование проводилось по четырем параметрам:

1. Цель, которую поставил перед собой спортсмен в достижении максимально высокого результата и его функции в достижении этих целей.
2. Реальное состояние спортсмена и его поведение на данном этапе.
3. Препятствия, возникающие в достижении поставленных целей.
4. Негативные черты личности спортсмена и преодоление этих явлений в достижении поставленных целей.

Эти исследования с помощью теста Люшера позволили нам найти связь между характером спортсмена и высокими спортивными достижениями, между спортивными достижениями и целеустремленностью, между межличностными отношениями и достижением поставленной цели.

За основу мы взяли исследования Л.Е. Варфоломеевой [2, 48 с.]. В эксперименте приняли участие спортсмены, имеющие разный уровень спортивной подготовленности и статуса в команде: высокий уровень спортивных достижений (ВУСД), средний уровень спортивных достижений (СУСД) и низкий уровень спортивных достижений (НУСД) и разный социометрический статус (СС): высокий социометрический статус (ВСС), средний социометрический статус (ССС), низкий социометрический статус (НСС). Мы распределили спортсменов на три группы по различным сочетаниям «УСД и СС: 1-я группа — ВУСД и ВСС; 2-я — СУСД и НСС; 3-я — НУСД и ВСС» [2].

Результаты исследования говорят о том, что уровень спортивных достижений (УСД) спортсмена влияет на его социометрический статус (СС). Тем не менее, личностные характеристики, определяемые с помощью теста Люшера, так же имеют определенную модальность в достижении поставленных целей спортсменом.

«Методика изучения цветовой перцепции по Люшеру позволяет выявить ряд устойчивых личностных характеристик, связанных как с конституциональным типом индивида, так и с актуальным состоянием, обусловленным конкретной ситуацией» [3, С.118].

Для тренера команды и педагогического работника тест Люшера представляет собой определенную помощь в отношениях со спортсменом, позволяет учитывать особенности его характера, налаживать с ним контакты, учитывая его склонности, и это является важным инструментом в достижении поставленных целей.

Для того чтобы спортсмен понимал сущность проводимого исследования, в конце эксперимента мы ознакомили каждого с его результатами для последующего самоанализа.

Конкретные данные теста использовались как основание для самовоспитания путем выделения характеристик негативных черт личности спортсмена, с рекомендациями по их преодолению в достижении поставленных целей.

Литература

1. Люшер М. Цветовой тест Люшера. – СПб.: Сова, М.: ЭКСМО-Пресс, 2002. – 192 с.
2. Варфоломеева Л. Е. Акмеологические основы развития специалистов образования физической культуры: Автореф дисс. ... д-ра психол. наук: СПб., 1999. - 48 с.
3. Родионова И.А., Шалупин В.И., Карпушин В.В. Психическая устойчивость к стрессовым ситуациям специалистов аэродромных служб как фактор безопасности полетов // Научный вестник Московского

государственного технического университета гражданской авиации. - № 218 (8), 2015. - С. 117-121.

4. Батаршев А.В. Базовые психологические свойства и самоопределение личности: Практическое руководство по психологической диагностике. СПб.: Речь, 2005. С.44–49.

УДК 378:656.71

ВОПРОСЫ ЗДОРОВЬЯ И ФИЗИЧЕСКОГО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ В РЕЛИГИИ ИСЛАМ И МУСУЛЬМАНСКОМ ПРОСВЕТИТЕЛЬСТВЕ

*Е.С. Люлина¹ преподаватель, К.Т. Шакиржанова¹ к.п.н., профессор,
А.Д. Журбина² к.п.н., доцент*

*¹ Узбекский государственный университет физической культуры
и спорта (Ташкент, Узбекистан)*

*² Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

Известно, что согласованная работа всех социальных институтов государства и общества нацелена на создание благоприятных условий для развития и достижения стабильности самого же государства. Важнейшими социальными институтами в современном мире являются: религия, семья, право, политика, экономика, наука и образование в различных своих проявлениях в т.ч. и физической культуры.

В контексте нашего обзора хотелось бы раскрыть отношение к физической культуре (воспитанию) в свете исламской религии и мусульманского просветительства. Что же говорит нам Ислам о духовно-физическом воспитании человека?

Религия Ислам, как и другие мировые религии, проповедует общие моральные ценности, основанные на комплексном подходе к бытию верующего, и затрагивает все аспекты разума, души и тела, что указывает на единство формирования духовного и физического начал. Так рядом мусульманских просветителей были изучены хадисы главного Пророка Мухаммада о пользе физического воспитания. Приведём примеры: в сборнике хадисов Сахих Муслим обозначено, что Пророк Мухаммад говорит: «Сильный верующий лучше и более любим Аллахом, чем слабый, хотя в каждом из них – благо», подразумевая не только силу веры, но и крепкое здоровье. Комплексный подход Ислама к жизни, даёт возможность оставаться сильными и здоровыми, в чем, конечно же, призвана помочь физическая культура во всём своём многообразии возможностей. Также мусульманский проповедник и богослов Имам Ахмад, изучая приданья Пророка Мухаммада, отметил, что он рекомендовал своим последователям: трудиться, быть энергичными и вставать рано, т.к. это является залогом здоровья. Пророк сказал: «О, Аллах благослови раннее утро для моей общины». Здесь мы тоже можем увидеть

посыл к физической культуре, т.е. к соблюдению правил здорового образа жизни (ЗОЖ) для «зарядки энергией», для свершения благочестивых дел. Ат-Табарани – толкователь Корана и хадисов, исламский правовед, раскрыл ещё один навет пророка Мухаммада о важности физического совершенствования.

«Любое действие, совершаемое без мыслей о Боге, – это развлечение или безрассудство, за исключением четырёх вещей: верховая езда, обучение плаванию, игра с семьей и стрельба из лука» – это слова Пророка. В последствие данная мысль была подтверждена в изысканиях признанного исламского учёного Ибн-Кайима, который также выделил как полезное занятие – пешие прогулки (ходьба). Стоит отметить, что в жизни мусульманина, физическая культура должна присутствовать, но не в ущерб выполнению религиозных обязательств и проведению времени с семьёй, т.к. в соответствии жизни с Исламом всё должно быть в меру. Имам Бухари в своих трудах отметил, что Ислам также закрепляет возможность занятий физическими упражнениями и за женщинами, приводя в пример Аишу, любимую жену Пророка, которая любила состязания и игры. В Исламе порицаются: ожирение, лень и слабость, что ещё раз доказывает о значимости физического развития и физической культуры в целом. Не требует доказательств и тот факт, что соблюдение обязательств Корана, способствуют соблюдению гигиенических норм, необходимых для сохранения и укрепления здоровья. Утренняя молитва, пятикратный намаз, соблюдение поста в месяц рамазан помогают соблюдению режима дня, при чтении намаза мусульманин прodelывает специальные упражнения, которые положительно влияют на позвоночник, шейные позвонки. Соблюдение уразы, в которой имеет место ограничение приема пищи, ученые-медики рассматривают с положительной стороны для здоровья человека. Заслуживает внимания и сам ритуал приема пищи, а омовение – это не только соблюдение санитарно-гигиенических норм, но и средство закаливания.

Идеи взаимосвязи духовно-нравственного и физического развития личности пропагандировали многие мусульманские учёные. Проблемы умственного, нравственного, эстетического и физического воспитания детально разрабатывал блистательный мыслитель Востока Аль-Фараби. Последовательность воспитательных воздействий, в том числе и через физические упражнения, способствует, по мнению ученого, формированию подлинно нравственной и счастливой личности. Аналогичные концепции можно найти в трудах Ибн-Мискевея, который главным направлением в обучении и воспитании видит проявление интереса у подростков. Так, духовное и физическое воспитание может происходить в игровой форме, в процессе игр и гимнастических упражнений. Проблемам воспитания, в том числе физического, уделял внимание еще один из наиболее выдающихся философов Востока Аль-Газали. Он утверждал необходимость приучаться к неприхотливости в быту, умению быть стойким и выносливым, закаляться путем физических упражнений. По мнению Аль-Газали, оставив на один день без дела телесные органы, человек и в другие дни будет бездельничать. [1]

Высказывания Ибн-Сины о массаже, закаливании холодной и горячей водой, сочетании рациональных физических нагрузок и отдыха, качестве и количестве физических упражнений составили основу оздоровительной физкультуры, не потерявшей своей значимости и в наше время. По мнению ученого, в результате правильного воспитания достигается двоякая польза: «Одна для души, ибо с самого раннего детства человек растет добронравным, что превращается в обязательную привычку, другая – для тела». [2]

В заключении отметим – исламское вероучение направлено на воспитание высоконравственных качеств личности, признающей приоритет духовных ценностей. При этом бережное отношение к своему здоровью, необходимость его поддержания и укрепления путем физических упражнений также входят в круг предписанных исламом обязанностей человека. Мусульманские просветители внесли неоценимый вклад в понимание того, что гармоничное развитие личности невозможно в нездоровом организме, ибо «здоровье – это естественная, непреходящая и абсолютная жизненная ценность в системе таких категорий человеческого бытия, как интересы и идеалы, гармония, красота, смысл и счастье жизни, творческий труд, программа и ритм жизнедеятельности».

В сегодняшних поликультурных условиях мировой глобализации базовые ценности религий и традиций мусульманской педагогической мысли являются бесценным наследием и могут быть полезны в становлении гармоничной личности.

Литература

1. Гильмутдинов Б.Р. Тенденции развития и педагогические условия использования прогрессивной мысли Ислама в современной школе: дис. ... канд. пед. наук. – Казань, 2002.

2. Ибн Сина Абу Али. Канон врачебной науки: В 5-ти томах. – Т.2. – Ташкент: Фан, 1982.

УДК 378:656.71

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ ПСИХОЛОГИЧЕСКИХ УСТАНОВОК У СТУДЕНТОВ НА ЗАНЯТИЯХ ПО ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЕ

О.Н. Логинов^{1,2} к.п.н., доцент, Т.С. Симинова² к.п.н., доцент

*¹ Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

² РЭУ им. Г.В. Плеханова (Москва, Россия)

Формирование соответствующих психологических установок способно значимо изменить жизненную позицию студентов по многим вопросам. В процессе прохождения дисциплины «Физическая культура» профессорско – преподавательский состав с помощью специально подобранных методических

приемов может формировать необходимые психологические установки. «Современное общество заинтересовано сохранить и улучшить физическое и психическое здоровье человека, повысить его интеллектуальный потенциал» [2]. Физические упражнения, грамотное закаливание, сбалансированное по количеству и качеству питание, режим труда и отдыха, чередование умственного и физического труда способны поддерживать иммунитет человека на должном уровне. «Физическая культура имеет огромный потенциал для совершенствования физического развития студентов, повышения их работоспособности и улучшения состояния здоровья» [3].

Психическая установка, по мнению психологов – это неосознанное психологическое состояние, внутреннее качество субъекта, базирующееся на предшествующем опыте, предрасположенности в определенной ситуации. Психологическая установка способствует разворачиванию любой психической деятельности, она обусловлена соответствующей ситуацией наличия у субъекта потребности и необходимости ее. Наша задача - сформировать соответствующие психологические установки на занятиях по физической культуре путем специальных методик при выполнении физических упражнений. «Значительная роль в формировании психической устойчивости специалистов гражданской авиации должна отводиться физической культуре, целенаправленное использование средств и методов которой позволяет в процессе обучения развивать психическую устойчивость» [5]. Семья и школа – вот отправная точка формирования психологических установок. Именно от них, прежде всего, зависит грамотное первоначальное формирование установок на здоровый и активный образ жизни. «Укрепление здоровья – мероприятия, направленные на сохранение и повышение уровня физического состояния населения, необходимые для обеспечения полного благополучия: физического, духовного, социального» [4]. В военном вузе психологические установки у курсантов значимо формируют воинские уставы и воинская дисциплина. Мы на наших занятиях мат у курсантов искоренили, применяя специальные силовые упражнения. Сформировалась психологическая установка – следить за своей речью. В спортзале на построении учебных групп перед началом практических занятий давалось задание сосредоточиться на нижнем дыхании и спокойно стоять в строю. Нарушителям дисциплины давалось задание на выполнение определенных физических упражнений. Правило соблюдалось неукоснительно – сформировалась искомая психологическая установка на дисциплину. В вузе в спортзале на учебных занятиях мы практиковали при проведении разминки включение русских народных песен в современной обработке. Посредством этого методического приема формировалась психологическая установка, направленная на любовь к родной культуре, а у иностранных студентов доброжелательное отношение к России и нашему народу. Кроме того, музыка применялась в исполнении и иностранных исполнителей. «При проведении методических занятий с офицерами и курсантами давалось задание – подготовиться и провести подготовительную часть, общеразвивающие упражнения под музыкальное

сопровождение той страны, гражданином которой является обучаемый, которому поручено проведение этой части занятия» [1]. Таким образом, формируется психологическая установка у обучаемых на воспитание интернационализма.

Структура и содержание учебных занятий, имеющих направленность на формирование искомых психологических установок, доказали свою эффективность в повышении таких значимых качеств, как дисциплинированность, патриотизм, интернационализм. Моделируя различные варианты практических и теоретических занятий, мы можем с большей эффективностью использовать потенциал дисциплины «Физическая культура»

Литература

1. Логинов О.Н. Воспитательная работа с иностранными студентами в процессе занятий по физической культуре/ О.Н. Логинов, Т.Е. Симица, Т.В. Помощникова, Н.А. Кушнер// Ученые записки университета им. Лесгафта. - 2017.- № 12(154) С. 156- 161

2. Исаков Е.Ю. Психологические проблемы адаптации студентов к условиям учебной работы в вузе / Е.Ю. Исаков Актуальные проблемы физической культуры и спорта в современных социально-экономических условиях. Сборник статей по материалам международной научной конференции профессорско-преподавательского состава, посвященной 125-летию со дня рождения В.С. Немчинова. 2020- С.20

3. Родионова И. А. Фитнес-подготовка студентов гуманитарных институтов. Инновационные технологии в спорте и физическом воспитании подрастающего поколения: материалы науч.-практ. конф. с междунар. участием. – М., 2013. – С. 259-261.

4. Татарова С.Ю. Морфогенез физического здоровья и социализации студенческой молодежи / С.Ю. Татарова, А.Н. Сафонов, В.Б. Татаров, // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. - 2019. - № 11 (177). - С. 417-421

5. Д.В. Морщанина, В.И. Шалупин Роль физических упражнений в психологической подготовке студентов учебных заведений гражданской авиации. М.: Научный вестник МГТУ ГА №162, 2010- С-172

КОМПЛЕКСНЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ УПРАЖНЕНИЯ КАК СРЕДСТВО ПОВЫШЕНИЯ УРОВНЯ ФИЗИЧЕСКОЙ И ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ СТУДЕНТОВ ВУЗОВ ГА

*М.П. Перминов, старший преподаватель
Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

В работе говорится о разработке комплексных физических упражнений (КФУ), основанных на принципах динамического соответствия профессиональным требованиям, позволяющих обеспечить необходимый рост мобилизационных резервов и адаптационных способностей студентов к воздействию учебно-педагогического процесса и факторов неблагоприятных условий труда.

По мнению многих авторов, изучения литературных источников, документов, а также практического опыта педагогических работников вузов гражданской авиации показывает положительную динамику при использовании комплексов физических упражнений для повышения физической и профессионально-прикладной физической подготовки.

«Очень важной особенностью при занятиях физическими упражнениями является умение правильно и с нужной дозированностью применять эти упражнения, уметь распределять временные параметры отдыха и работы» [1, с.55].

Тем не менее, мы считаем, что на сегодняшний день ранее проводимые исследования не в полной мере научно обоснованы и носят, зачастую противоположные суждения. Недостаточно изучен принцип подбора и назначения батарей тестов, методика реализации их в системе физической культуры, а также влияние этих тестов на профессиональную подготовленность будущих специалистов авиационной отрасли.

«Цель физического воспитания заключается в физическом совершенствовании и содействии гармоническому развитию личности людей, способных успешно осваивать и выполнять социально значимые виды деятельности» [2]

Исходя из вышесказанного, нами, на протяжении двух лет были проведены исследования, в ходе которого, в условиях учебно-педагогического процесса по физической культуре проводился педагогический эксперимент.

К исследованиям были привлечены две группы направления подготовки «Прикладная математика» В каждой учебной группе испытаниям подверглись по 27 студентов второго курса обучения. В этих учебных группах учебные занятия проводились в соответствии с рабочей программой по 2 раза в неделю по 90 мин.

Контрольная группа занималась физической культурой в соответствии с тематическим планом рабочей программы дисциплины. Экспериментальная

группа занималась по специально разработанной методике и специальным физическим упражнениям, состоящих из батарей физических упражнений направленных на профессиональную составляющую студентов, с увеличенным количеством КФУ.

Эффективность применения методик обучения и комплексов физических упражнений определяли по степени готовности студентов к успешности в образовательном процессе, а также по уровню физической подготовленности, состоянию здоровья, нервной деятельности, показателям психофизического состояния и работоспособности.

Специально разработанная методика организации учебно-педагогического процесса по дисциплине «Физическая культура и спорт» и подбор комплексов физических упражнений (КФУ) специальной направленности показал эффективность применения на учебных занятиях по физической культуре влияния на уровень физического состояния и степень готовности студентов к учебному процессу в семестре обучения.

Результаты проведенного эксперимента показывают, что применение специальных методик организации учебного процесса и комплексирование физических упражнений по профессиональной направленности, использование этих комплексов в различных разделах физической культуры и спортивной деятельности студентов вузов гражданской авиации, стимулируют повышение уровня физической подготовленности и профессиональной работоспособности.

Разработанные комплексы физических упражнений (КФУ), основанные на принципах динамического соответствия профессиональных требований, позволяют обеспечить необходимый рост мобилизационных резервов и адаптационных способностей студентов к воздействию учебно-педагогического процесса и факторов неблагоприятных условий труда.

В целом, полученные результаты исследования позволили обосновать организацию и методику применения комплексов физических упражнений при организации занятий по физической культуре в Московском государственном техническом университете гражданской авиации. для решения задач общей и специальной физической подготовленности.

Литература

1. Шалупин В.И., Морщанина Д.В., Чепис С.Н., Родионова И.А. Актуальность самостоятельной физической тренировки пилотов гражданской авиации // Известия Тульского государственного университета. Физическая культура. Спорт. 2019. № 9. С. 53 – 61.

2. Ханафина Н.В., Куманцова Е.С. Обучение в сотрудничестве на занятиях прикладной физической культурой // Международный психолого-педагогический симпозиум памяти профессора Вадима Альбертовича Родионова (сборник статей) М.: Новая книга, 2017. С. 184-187.

РОЛЬ ЗАНЯТИЙ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРОЙ В ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА

Е.С. Куманцова¹ ст. преподаватель, Т.П. Махотина², ст. преподаватель

*¹ Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

*² Российский государственный университет правосудия (РГУП),
(Москва, Россия)*

Физкультура и спорт аккумулируют различные виды деятельности человека. Они выступают, прежде всего, инструментом, позволяющим человеку развиваться физически и работать над собственным здоровьем, постепенно укрепляя его. Также спорт и физкультура уже давно интегрированы в социальную сферу, а потому с их помощью люди коммуницируют, заводят друзей, показывают свой авторитет, а также демонстрируют свое положение в обществе. Для кого-то эти виды деятельности и вовсе стали частью трудового процесса, позволили сформировать некоторые личностные характеристики и значительно повлияли на ценностную ориентацию. Положительное влияние сказывается не только на спортсменах, но также и на тренерах, спортивных болельщиках, судьях, которые принимают участие в соревнованиях и турнирах.

Спорт и физкультуру стоит также рассматривать как инструмент, позволяющий человеку выразить себя, проявить в рамках спортивного процесса, получить новые эмоции, почувствовать предел собственных возможностей и не только. Я могут смело утверждать, что для меня спорт является многогранным видом деятельности, с помощью которого я получаю удовольствие, веселюсь, становлюсь сильнее, совершенствую свои навыки, развиваюсь физически и постепенно становлюсь лучшей версией себя.

В отечественных рамках спорт выступает как один из главенствующих и неотъемлемых аспектов процесса воспитания индивида. Спорт оказывает влияние не только на физическую составляющую, но также и на морально-этическую составляющую, а также на духовный мир человека. Стоит заметить, что спорт в некоторых случаях может оказывать и негативное влияние, он иногда противоречив в плане влияния на становление личности, что указывает на сложность объективной оценки его влияния в целом. По этой же причине каждый человек ценит в спорте какую-то свою, наиболее близкую его особенность и черту. Спортсмены зачастую смотрят по-разному на трудности и издержки, которые им приходится преодолевать, на соревнования, турниры и не только.

При этом исключать спорт из жизни человека нельзя, он является важным и средством развития многих навыков и умений, например, координации человека и общей моторики. Стоит выделить и влияние спорта на волю, характер человека, его способность к преодолению трудностей. Как

показывают исследования, мышление спортсменов зачастую является более критичным, что дает им возможность надлежащим образом оценивать обстановку и принимать оптимальные решения даже в кратчайшие сроки. «В зависимости от интенсивности, направленности и продолжительности, физические упражнения могут давать оздоровительный и тренирующий эффекты.» [1]

Многие виды спорта подразумевают проведение совместных тренировок, а потому в рамках такого процесса прививаются и развиваются коммуникативные навыки, люди учатся понимать друг друга.

Как и многие другие виды деятельности человека, которые предполагают долгую и тяжелую работу над собой и своими навыками, спорт свидетельствует о том, что человеческое совершенство стоит рассматривать как одну из главных ценностей в человеческой жизни, добиться которой не так уж и просто, но вполне реальное, если постепенно идти к своей цели, работая над собой даже за пределами спортивного или тренировочного зала.

Все больше спортсмены, кроме борьбы, столь характерной для спорта, видят в нём искренность отношений, дружбу и доброжелательность между людьми. Это не случайно. Спортивная, в частности соревновательная деятельность – лично значима, трудна. Она требует не малых и физических сил. В жестоком соперничестве, безусловно, полнее и ярче, чем в обыденности, проявляется и всякая человеческая личность, и каждая черта характера. Тут напряженнее выступают чувства, полнее проявляется воля. Именно, когда тебе трудно, ты весь раскрываешься в порыве. Следовательно, спорт для человека – могучее средство самопознания, самовыражения, самоутверждения.

Литература

1. Коробова Е.В. Куманцова Е.С. Пути совершенствования физической культуры студентов в образовательной системе.// IV научно-практической конференции молодых ученых. Шаг в науку.2020 С.166-169.

2. Барчуков И.С. Физическая культура. - М., 2003. - 255 с.

3. Родионов А.В., Родионов В.А., Сивицкий В.Г., Горбунов Г.Д., Родионова И.А., Воронова В.И., Мельник Е.В., Воскресенская Е.В. Спортивная психология Учебник / Москва, 2020. Сер. 76 Высшее образование (1-е изд.)

АНАЛИЗ НЕКОТОРЫХ ПОДХОДОВ ОРГАНИЗАЦИИ ЗАНЯТИЙ ПО ПРЕДМЕТУ «ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА» В РАЗНЫХ ВУЗАХ В УСЛОВИЯХ САМОИЗОЛЯЦИИ

Е.Ю. Исаков¹ старший преподаватель, О.Н. Логинов^{1,2} к.п.н., доцент

¹ Московский государственный технический университет

гражданской авиации (Москва, Россия)

² РЭУ им. Плеханова (Москва, Россия)

В статье представлены результаты экспериментальных исследований определения негативного воздействия условий самоизоляции на студенческую молодежь и рассмотрены разные подходы к решению дидактических задач в режиме дистанционного обучения по предмету «Физическая культура» в вузах различной направленности. Исследованиями установлено, что у студентов и курсантов, в условиях самоизоляции и режима дистанционного обучения происходили негативные изменения в состоянии здоровья и психики. Занятия по физической культуре с использованием разных методик преподавания предмета способствовали нивелированию негативных последствий режима самоизоляции для здоровья обучающихся и способствовали значимому росту желания самостоятельно заниматься физической культурой. «Задачи, решаемые с помощью физических упражнений на занятиях по физической культуре, должны быть тесно связаны с задачами психологической подготовки средствами и методами других дисциплин учебного плана» [2].

В разных вузах были осуществлены свои варианты реализации эффективных методик обучения предмету физическая культура в режиме дистанционного обучения. М.В. Алаев отмечал, что «Результаты исследования свидетельствуют о недостаточной разработанности технологии формирования общекультурных компетенций в условиях высшей военной школы, в том числе в вопросах выбора средств, методов и способов диагностики культуuroобразующей части педагогической деятельности» [1]. Дистанционное обучение – учебный процесс, построенный на общении преподавателя и студентов, находящихся на расстоянии друг от друга в режиме онлайн, с использованием информационных технологий. «Современное общество заинтересовано сохранить и улучшить физическое и психическое здоровье человека, повысить его интеллектуальный потенциал» [3]. Динамика развития показателей здоровья молодежи неблагоприятна. Все это явилось наряду с ухудшением экологической обстановки, также и следствием разрушения отдельных элементов системы физического воспитания. «Физическая культура имеет огромный потенциал для совершенствования физического развития студентов, повышения их работоспособности и улучшения состояния здоровья» [6]. В условиях самоизоляции при ограниченном пространстве студенческая молодежь оказалась не готова как физически, так и психологически.

Исследования Д.В. Морщениной и В.И. Шалупина показывают «Значительная роль в формировании психической устойчивости специалистов гражданской авиации должна отводиться физической культуре, целенаправленное использование средств и методов которой позволяет в процессе обучения развивать психическую устойчивость» [4] Кроме того, «Как известно, малоподвижный образ жизни влечет за собой множество заболеваний. Медики называют синдром гиподинамии (ослабление мышечной деятельности, обусловленное сидячим образом жизни и ограничением двигательной активности) болезнью века и оборотной стороной прогресса» [5].

В техническом вузе гражданской авиации акцент был сделан преимущественно на теоретический раздел и самостоятельную практическую работу студентов, в экономическом вузе – на сочетание практики и теории в режиме онлайн, в вузе МЧС – только практика, причем самостоятельно и с ведением дневника, с последующим отчетом о выполненной работе. В военном вузе занятия проводились в обычном режиме. Занятия по физической подготовке проводились на увеличенных дистанции и интервалах, преимущественно, на свежем воздухе в любую погоду офицерами - специалистами физической подготовки, которые были переведены на казарменное положение и меняли друг друга через две недели. В Академии гражданской защиты отмечена положительная динамика по субъективным показателям, которые фиксировались в дневнике испытуемых. «Данные были подтверждены проверкой посредством теппинг-теста и пробой на восстановление работоспособности после нагрузки, в результате прирост составил в среднем 4,2%. Со студентами были проведены функциональные пробы получения объективных показателей. Оценку реакции частоты сердечных сокращений (далее – ЧСС) на физическую нагрузку проводили методом сопоставления данных ЧСС после физической нагрузки и в покое» [2]. В конце опытно-экспериментальной работы в Академии МЧС наблюдали повышение уровня функциональной подготовленности офицеров, курсантов и студентов.

1. За период самоизоляции 25% опрошенных нами респондентов кардинально в лучшую сторону поменяли свое отношение к практическим занятиям по физической культуре, а у 25,1% отношение к физической культуре улучшилось, у 36,2% - отношение к предмету не изменилось и лишь 0,9% отметили ухудшение своего отношения к физической культуре.

2. В курс лекций по «Физической культуре» наряду со знаниями по самостоятельной организации личной физической тренировки, необходимо включить ознакомление методики самомассажа, дыхательной гимнастики и гимнастики для глаз.

3. Нужно разрабатывать методики эффективного и мобильного контроля со стороны преподавателя за процессом самостоятельных занятий физическими упражнениями студентами в том числе и в режиме дистанционного обучения

Литература

1. Алаев М.В. Проблемы диагностики сформированности общекультурных компетенций в процессе физического воспитания курсантов высшего военного учебного заведения / Актуальные проблемы физической и специальной подготовки силовых структур. Спб.: ВИФК, Научный журнал № 2. 2018. С. 63

2. Борцова А.Н., Лапшин И.А. Адаптивное физическое воспитание студентов в вузе //Сборник трудов секции XXIX Международной научно-практической конференции (в рамках «Года предупреждения чрезвычайных ситуаций в МЧС России»). 2019.С.12–18.

3. Исаков Е.Ю. Психологические проблемы адаптации студентов к условиям учебной работы в вузе / Е.Ю. Исаков Актуальные проблемы физической культуры и спорта в современных социально-экономических условиях. Сборник статей по материалам международной научной конференции профессорско-преподавательского состава, посвященной 125-летию со дня рождения В.С. Немчинова. 2020. С.20

4. Д.В. Морщанина, В.И. Шалупин Роль физических упражнений в психологической подготовке студентов учебных заведений гражданской авиации. М.: Научный вестник МГТУ ГА №162, 2010- С-172.

5. Родионова И. А. Фитнес-подготовка студентов гуманитарных институтов. Инновационные технологии в спорте и физическом воспитании подрастающего поколения: материалы науч.-практ. конф. с междунар. участием. – М., 2013. – С. 259-261.

6. Татарова С.Ю. Принципы использования психологического тренинга в работе со студентами / С.Ю. Татарова, А.Н. Сафонов, В.Б. Татаров, П.К. Козина // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. - 2020. - № 1 (179). - С. 312

УДК 378:656.71

ФОРМИРОВАНИЕ У СТУДЕНТОВ УМЕНИЙ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ ТРЕНИРОВКИ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИХ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ АДАПТАЦИИ

*А.Ю. Аблеев доцент, доцент кафедры физического воспитания,
Е.Ю. Исаков старший преподаватель кафедры физического воспитания,
Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

Методической особенностью исследований в этом докладе является привлечение к эксперименту студентов, относящихся к группе худших по показателям их адаптации к обучению в ВУЗе. Данный концептуальный подход предполагал изучение приоритетных (с точки зрения студентов и преподавателей ФВ) видов самостоятельной физической тренировки,

диагностику умений организовывать самостоятельную физическую тренировку, разработку путей обеспечения профессиональной адаптации студентов с использованием средств и методов самостоятельной физической тренировки.

Процесс формирования умений организовывать самостоятельную физическую тренировку во многом зависит от понимания сущности и понятия «самостоятельная физическая тренировка». Само это понятие ещё не устоялось, не обрело научной завершённости, ему пока ещё не дано исчерпывающего определения. Гипотетически, самостоятельно или индивидуально занимающиеся могут выполнять физические упражнения, как под руководством преподавателя, так и при его отсутствии.

Успешность профессиональной адаптации определяется уровнем физического состояния студентов. «Цель состоит в том, что формирование основных учебных групп в вузе не должно зависеть от уровня спортивной подготовки, квалификации или хороших физических данных студентов. Смысл подготовки будущих специалистов заключается в том, что все они будут готовиться по специально разработанной методике ППФП. Методика даст возможность каждому учащемуся существенно повысить и укрепить имен те физические качества, которые будут необходимы в дальнейшей профессиональной деятельности», [1]. В частности, студенты, трудно адаптирующиеся к условиям обучения, мотивированы к отысканию путей преодоления сложности их адаптации. Это, прежде всего, проявляется в индивидуализации используемых средств и методов физического воспитания, отсутствующих при групповой форме проведения занятий. В индивидуальном плане благоприятными (в организационном смысле) видами двигательной активности являются аэробно-силовые тренировки. Действительно, для этого вида тренировки возможно создание необходимых условий для регулярных тренировок, обеспечивающих самореализацию, совершенствование собственной двигательной активности. Переходом от умений организовывать самостоятельную физическую тренировку к умениям проектировать собственную жизнедеятельность проявляется личностно-ориентированный подход в обеспечении профессиональной адаптации студентов.

Личностно ориентированному подходу присуще встраивание внешне предметных действий во внутреннюю составляющую личности, становящихся личностно значимыми параметрами организации жизнедеятельности человека. Необходимо отметить, что имеющиеся трудности в адаптации к процессу обучения могут быть как общие, так и специфические, но преодолеваются они, как правило, индивидуально. Поэтому чрезвычайно важны сформированные умения организации собственной жизнедеятельности, частным проявлением которых являются умения самостоятельно проектировать физическую тренировку (СФТ). Умения организовывать СФТ условно включают в себя следующие блоки: функциональный, операционный, и содержательный.

Функциональный компонент включает навыки разделения предстоящих действий на составляющие части и установление оптимальной последовательности их осуществления. Операционный компонент характеризуется уровнем усвоения знаний, навыков и умений в самостоятельной физической тренировке. Содержательный компонент включает внешне продуктивные виды действий: планирование, реализацию запланированного (исполнение), контроль.

Умение организовывать самостоятельную физическую тренировку обеспечивает адаптационную направленность физического совершенствования.

Чрезвычайно важно отметить, что повышение адаптоспособности студентов возможно в результате предварительного установления факторов, оказывающих существенное влияние на процесс адаптации. Такие факторы, условно говоря, могут быть управляемыми и неуправляемыми. Влияние неуправляемых факторов необходимо учитывать, а управляемые – целенаправленно изменять. В этом случае представляется возможность проектировать самостоятельную физическую тренировку с учётом влияния установленных факторов.

Следует подчеркнуть, что учёт факторов, влияющих на самоорганизацию физической тренировки, позволяет акцентировано формировать у студентов профессионально значимые личностные проявления, востребованные ситуацией профессионального обучения.

Здесь необходимо проанализировать такое явление как личностно ориентированная физическая тренировка, призванная успешно адаптироваться к условиям профессионального обучения, и способствующая появлению личностных новообразований, ведущая к личностному росту и развитию.

Условиями проявления личностно ориентированной физической тренировки являются персонализация, индивидуализация и субъективированность процесса двигательной активности.

В основу описания модели личностно ориентированной физической тренировки могут быть положены особенности его деятельностной основы, которая проявляется в поведенческих и гностических действиях, особенности мотивационно-ценностной сферы студента; особенности когнитивно-оценочной составляющей как проявление двигательной рефлексии; особенности его социально перцептивной составляющей, [2].

На концептуальном уровне проектирование личностно ориентированной физической тренировки есть процесс становления личностно значимой концепции физкультурной деятельности. На этом уровне происходит формулирование цели создаваемой системы тренировки, концентрируются пути их достижения.

На технологическом уровне преподавателем создаётся программа деятельности в соответствии с идеями и принципами, выдвинутыми в концепции. Документированное выражение результата фиксированной

деятельности на этом уровне может быть различным в зависимости от той системы, которая дала основу технологическим разработкам. Именно здесь преподаватель планирует личностно ориентированные ситуации саморазвития и самоизменения студентов, способы передачи своей способности к рефлексии деятельности, учитывает влияние внешних и внутренних факторов, физическое состояние студентов. На этом уровне происходит осуществление проекта в практике физической подготовки и завершает путь от идеи до её практической реализации. Критерием результативности работы на этом уровне является личностное освоение воспринятых идей, установок.

Система личностно ориентированной физической тренировки в «горизонтальном» срезе по существу является концентрированным выражением знания о методах физкультурной деятельности. Знание теоретической модели дает ориентировочную основу действий при разработке системы тренировки в документированных формах. Осуществление конкретной системы тренировки может происходить по известной общей методике путём самостоятельного приспособления её к условиям решения возникающих задач в процессе профессионального обучения.

Литература

1. Аблеев А.Ю. Сравнительный анализ различных подходов к профессионально-прикладной физической подготовке студентов МГТУ ГА с использованием волейбола, “СОВРЕМЕННАЯ СИСТЕМА ОБРАЗОВАНИЯ: ОПЫТ ПРОШЛОГО – ВЗГЛЯД В БУДУЩЕЕ”, сборник материалов V Ежегодной международной научно-практической конференции, посвященной Дню Учителя г. Новосибирск, 5 октября, 31 октября 2016 г. Под общей редакцией С.С. Чернова, Новосибирск, 2016, с. 142-146.

2. Фомин Н. А. Адаптация: общебиологические и психологические основы. - М.: Изд-во “Теория и практика физической культуры”, 2003, 381 с.

УДК 378:656.71

ИСТОКИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ТУРИЗМА

*К.Д. Романюк магистр географии, (Санкт-Петербург, Россия),
Д.В. Романюк старший преподаватель кафедры физвоспитания
Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

Экологическое направление в туризме на сегодняшний день является одним из самых популярных и быстроразвивающихся направлений туризма. Началом его развития можно считать 70-е годы 20 века [2, 3], а уже в 1996 году была принята «Концепция устойчивого развития туризма в 21 веке», адресованная всем участникам туристской деятельности и призванная

сохранить среду, в которой мы живем, но так же способствовать восстановлению ранее нарушенных экосистем и содействовать социально-экономическому и культурному развитию регионов.

Наиболее хрупкими экосистемами являются уникальные природные объекты, получившие статус ООПТ. В связи с охранным статусом, население, проживающее на прилегающих территориях, зачастую лишено иных доходов, кроме как связанных с туристской деятельностью. Поэтому от эффективности организации этой деятельности напрямую зависит благосостояние местных жителей.

Разработан ряд простых правил, придерживаясь которых, мы уменьшаем нагрузку на окружающую среду:

- выбирать продукцию в минимальной упаковке, подверженной биохимическому разложению и вторичной переработке;
- отдавать предпочтение немоторизованным средствам передвижения;
- непременно получать разрешение на охоту/рыбалку/сбор растений и не добывать животных и растений больше, чем это необходимо для личного употребления, использовать при этом исключительно разрешенные орудия добычи;
- пытаться быть максимально незаметным для животных во время наблюдения за ними;
- по возможности использовать уже существующие базы и тропы, не создавая новых;
- забирать мусор с собой;
- уважать местную культуру и быт;
- уважать исторические и важные с научной точки зрения места;
- при выборе организатора тура, отдавать предпочтение местному персоналу;
- не приобретать сувениры, произведенные из редких и исчезающих видов животных и растений.

Классификация объектов экологического туризма может выглядеть следующим образом [1]: природный заповедник; национальный парк; памятник природы; заказник; охраняемый ландшафт; ресурсный заповедник; антропологический заповедник; управляемый ресурсный район.

В настоящее время выделяют следующие виды экологического туризма: 1. Научный туризм; 2. Туры истории природы; 3. Приключенческий туризм; 4. Сельский туризм; 5. Бальнеологический туризм; 6. Нетрадиционные виды туризма.

Среди стран-лидеров по развитию экологического туризма выделяются Коста-Рика, Лаос, Перу, Индия, Кения, Эквадор, Австралия, Индонезия, Новая Зеландия, Филиппины, Непал, США. Из ближайших соседей – Беларусь, Украина, Армения, Казахстан, Финляндия, Эстония, Китай.

Среди стран, не являющихся явными лидерами рынка экотуристической индустрии, но достойными того, чтобы на них обратили внимание любители единения с природой, выделяются Турция, Израиль, Испания, Португалия, Швеция, Норвегия, Германия, Румыния, Болгария, Греция. Собственно, все Европейские страны в той или иной мере стараются развивать экологическое маршруты и привлекать такого рода туристов.

Что касается современного рынка туристической России, понятие экотуризма пока довольно необычное. И это – несмотря на то, что впервые экологическим направлением туризма занялись еще в СССР, когда в 1986 году разрабатывали маршрут «Кругобайкальская железная дорога». Россия с ее необъятными просторами нетронутой природы является одной из наиболее привлекательных стран мира для экологического туризма. На территории Российской Федерации расположено более 100 заповедников и несколько десятков национальных парков. Они разбросаны по всей территории страны и предоставляют возможность ознакомиться с дикой природой всех природно-климатических зон и экосистем.

В настоящее время доказано, что «Жизнедеятельность человека всегда сопряжена с двигательной активностью, которая не только влияет на нее, но и отражает ее сущность. Оптимальный уровень их соотношения обуславливается функционированием саморегулирующейся системы, каковой является человек» [4 с. 19]. Начать свое приобщение к экологическому туризму может каждый из нас. Для этого вовсе не обязательно преодолевать огромные расстояния ради посещения наиболее экзотических или максимально диких уголков. Достаточно выбраться на выходные в ближайший заповедник/заказник/на природную тропу и – главное – не забывать следовать принципам экологического туриста.

Литература

1. Е.И. Арсеньева, А.С. Кусков, Н.В. Феоктистова Туризм и культурное наследие // Межвузовский сборник научных трудов. – 2005. – Выпуск 2. – С. 186 – 205.

2. Бабкин А.В. Специальные виды туризма. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2008. – 252 с.

3. Храбовченко В.В. Экологический туризм. Учебно-методическое пособие. – М.: Финансы и статистика, 2004. – 208 с.

4. Шалупин В.И., Родионова И.А., Романюк Д.В., Карпушин В.В., Перминов М.П., Письменский И.А., Голубев А.А., Волкова Л.М. Физическая культура в образовательных учреждениях гражданской авиации / М.: учебник. - Москва, 2017. С. – 484.

ФИТБОЛ-ГИМНАСТИКА КАК ЭФФЕКТИВНОЕ СРЕДСТВО ФИЗИЧЕСКОГО ВОСПИТАНИЯ СТУДЕНТОВ С ОВЗ

Г.Г. Уляева¹ к.п.н., доцент кафедры физвоспитания, член Ассоциации спортивных психологов, Л.Г. Уляева² к.псх.н., доцент, доцент кафедры социально-экономических и гуманитарных дисциплин, президент Ассоциации спортивных психологов, Б.Б. Раднагуруев³ к.п.н., доцент, доцент кафедры Государственного управления и молодежной политики

*¹Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

²МГУСиТ (Москва, Россия), ³РГУФКСМиТ (Москва, Россия)

Аннотация. В данной статье представлена фитбол-гимнастика как эффективное средство сохранения и поддержания здоровья студентов с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ). Фитбол – гимнастика – комплекс упражнений на большом мяче (фитбол), направленный на укрепление опорно-двигательной, дыхательной, сердечно-сосудистой систем, создание мышечного корсета, развитие подвижности в суставах и координации движения, улучшение кровообращения, коррегирование вестибулярного аппарата и функции равновесия, создание оптимальных условий для улучшения адаптационных возможностей организма.

Ключевые слова: физическое воспитание, студенты с ОВЗ, адаптивная физическая культура, фитбол-гимнастика, фитбол, цветотерапия.

Введение. В настоящее время остро стоит вопрос о сохранении и поддержании здоровья молодого поколения, в том числе студенческой молодежи с ОВЗ. Объясняется это низкой двигательной активностью студентов с ОВЗ, что не только влияет на их психофизиологическое состояние, а может способствовать и к дальнейшему прогрессированию имеющихся у них хронических заболеваний.

Проблемы с опорно-двигательной, сердечно-сосудистой, дыхательной системами студентов с ОВЗ в первую очередь должны решать восстановительные технологии, в том числе адаптивная физическая культура.

Основная часть. Адаптивная физическая культура (АФК) – это совокупность мероприятий, направленная на коррекцию психофизиологических нарушений лиц с ОВЗ. Она обеспечивает лечебный, общеукрепляющий, реабилитационный, профилактический эффекты и позволяет решать задачи физического воспитания, социальной интеграции и повышения качества жизни лиц с ОВЗ [2, 3].

Адаптивная физическая культура способствует формированию здорового образа жизни студентов с ОВЗ, путем генерирования уверенности в своих силах и возможности преодоления физических нагрузок.

Фитбол-гимнастика, как средство АФК, включает комплекс упражнений, направленный на укрепление костно-мышечной, дыхательной,

сердечно-сосудистой систем, развитие подвижности в суставах и координации движения, улучшение кровообращения, коррегирование вестибулярного аппарата и функции равновесия.

Упражнения на фитболе оказывают профилактическое, лечебное воздействие на организм при различных заболеваниях опорно-двигательного аппарата, улучшают функции вестибулярного аппарата, развивают двигательные способности суставов, а также положительно влияют на эмоциональный фон занятий со студентами с ОВЗ..

Дефиниция фитбол (fit – оздоровление, ball-мяч) – большой гимнастический мяч, применяемый в профилактических, лечебных, оздоровительных и реабилитационных целях. Фитбол имеет определенные свойства: это и размер, и цвет, и запах. Важное значение имеет цвет мяча. Цветотерапия – это воздействие цвета на самочувствие человека. Применение цветотерапии встречается в медицине психологии и педагогике. По выбору студентом какого-либо цвета можно выявить его актуальное эмоциональное состояние.

Выделяют теплый, холодный и гармонизирующий цветовые гаммы.

К тёплым относятся активные цвета: красный, оранжевый, розовый. Теплые цвета имеют стимулирующее воздействие на организм, повышают иммунитет, укрепляют память, зрение, придают бодрость, улучшают цвет кожи.

К холодным относятся успокаивающие цвета: синий, голубой. Холодные цвета оказывают положительное воздействие на сердечно-сосудистую деятельность, снижают тонус мышц.

К гармонизирующему цвету относится зелёная цветовая гамма. Зеленый цвет способствует нормализации центральной нервной системы, стабилизации артериального давления, расслаблению, улучшению обмена веществ.

Фитбол-гимнастика состоит из 3 частей: подготовительная (разминка), основная (комплекс упражнений) и заключительная (релаксация). Особое место занимает релаксация. Релаксация – хорошее средство снятия общей физической и умственной усталости, способствует повышению активности психических процессов: внимания, памяти, мышления [1]. Релаксационные упражнения способствуют восстановлению организма после физической нагрузки, снятию усталости, снижению эмоционального напряжения, улучшению настроения. Появляется ощущение спокойствия и уверенности в себе, нормализуется сон.

Заключение. Занятия с использованием фитбола оказывают благоприятное воздействие на психофизическое состояние, что способствует нарастанию потребности к занятиям физической культурой, а также сохранению и поддержанию здоровья студентов с ОВЗ.

Литература

1. Раднагуруев, Б.Б. Психологическая подготовка в ДЮСШ /Б.Б. Раднагуруев, Г.Г. Уляева, Л.Г. Уляева // Инновационные технологии в спорте

и физическом воспитании подрастающего поколения. Материалы научно-практической конференции с международным участием. Московский городской педагогический университет. 2013. С.294-297.

2. Уляева, Г.Г. Социально психологическая адаптация студентов с последствиями детского церебрального паралича средствами адаптивной физической культуры //Диссертация на соискание ученой степени кандидата педагогических наук: 13.00.04. Москва, 2004, 194с.

3. Уляева, Л.Г. Психофизиологическое сопровождение организации двигательной активности при подготовке к сложным средовым факторам/ Теория и практика прикладных и экстремальных видов спорта. – 2010. - №3 (18) С.64-67.

УДК 378:656.71

ВЛИЯНИЕ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ НА РАЗВИТИЕ ЛИЧНОСТИ

Е.С. Куманцова старший преподаватель

*Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

Физкультура и спорт в совокупности являют собою один из важнейших видов деятельности человека на протяжении всего времени его существования, с помощью которого представляется возможным совершенствовать свое тело, укреплять здоровье, развиваться умственно и духовно. Сейчас спорт стал неотъемлемой частью социальной сферы, а потому благодаря спорту люди общаются друг с другом, находят группы с похожими интересами, проявляют себя в рамках социума. Для кого-то спорт и физкультура и вовсе являются профессией, которая позволяет не только работать над собой, но передавать знания, навыки и умения другим людям. В целом спорт следует рассматривать на особый инструмент самовыражения, предоставляющий каждому человеку широкий спектр вариантов построения своего «Я», становящегося отражением процесса физической активности. Физкультура и спорт также воспитывают человека духовно, прививают ему важные морально-этические нормы, учат сдержанности и другим крайне важным личностным качествам

Физическая культура и спорт оказывают положительное влияние на человека, с их помощью производится развитие интеллектуальный способностей, что проявляется в совершенствовании умений анализировать, структурировать, осваивать и обобщать информацию, строить логические последовательности. Данные виды деятельности также формируют научное понимание, способствуют привитию нравственных качеств, развитию самоконтроля и не только.

Требуется заметить, что физкультура – это в некой мере структурный элемент культуры в целом, поскольку в ходе физической работы над собой и

постепенно совершенствования человек обретает новые свойства и характеристики своей личности, формирование которых осуществляется, прежде всего, на основе психофизических задатков и соответствующих процессов, которые можно наблюдать при развитии иных форм культуры человека. Получается, что в процессе физического развития человек не только строит свое тело, но и свою личность, постепенно создавая нравственные и этические качества, обретая новые черты характера, например, терпимость, инициативность, смелость. На самом деле положительное влияние физической культуры является существенным, что становится заметно с течением времени, поскольку в сравнительном порядке представляется возможным наблюдать весьма положительные изменения. «Безусловно, так или иначе, общество придет к тому, что систематические занятия физической культурой на протяжении всей жизни станут общепринятой нормой для людей.» [1]

Таким образом, под физической культурой конкретного индивида следует рассматривать совокупность личностных характеристик и качеств, которые формируются в рамках физического развития человека, сопровождающегося гармоничным развитием и ведением здорового образа жизни. Физкультура зачастую выступает тем инструментом, с помощью которого человек познает как себя, так и весь окружающий мир, а также живущих в нем людей.

Благодаря спорту у человека постепенно развиваются инициатива, самостоятельность и творчество, формируются собственное мировоззрение и способы мышления, индивидуальные черты характера, критическое отношение к действиям других людей и собственным поступкам. Все эти положительные свойства, приобретаемые в результате физкультурной деятельности, характеризуют человека не только как физически культурную личность, но и как целостную личность, всесторонне и гармонично развитую, отражающую высокий уровень общей культуры человека. Всесторонне развитая личность быстрее адаптируется в разнообразных условиях жизнедеятельности. Так, можно утверждать, что именно благодаря физкультуре и спорту человек способен развиваться не только в физическом плане, но и духовно, что также сопровождается формированием важных личностных качеств, обретением новых знаний, способностей и умений. Совокупность этих видов деятельности является важным фактором, обеспечивающим гармоничное развитие человека.

Литература

1. Коробова Е.В. Куманцова Е.С. Пути совершенствования физической культуры студентов в образовательной системе.// IV научно-практической конференции молодых ученых. Шаг в науку.2020 С.166-169/

2. Родионов А.В., Родионов В.А., Сивицкий В.Г., Горбунов Г.Д., Родионова И.А., Воронова В.И., Мельник Е.В., Воскресенская Е.В. Спортивная психология Учебник / Москва, 2020. Сер. 76 Высшее образование (1-е изд.)

ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА И СПОРТ В ЖИЗНИ СОВРЕМЕННОГО ОБЩЕСТВА

Е.С. Куманцова¹, старший преподаватель

Е.В. Коробова², ассистент

*¹ Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

*² Московский городской педагогический университет (МГПУ)
(Москва, Россия)*

Человек по своей сути является сочетанием духа, души и тела, и такой уклад всех созданий присущий только ему. В своем развитии человек в основном делает упор на каком-то одном аспекте. В определенной степени на этот выбор влияет среда, в которой он живет, но важно, чтобы это развитие было гармоничным. Современная культура далеко не на первое место ставит духовное измерение человека, а такой феномен, как спорт в ее ценностях занимает не последнее место. Поэтому сегодня важно дать оценку этому общественному институту в свете духовной жизни человека.

При необходимости выделить определённые качества, возникающие у человека во время процесса занятия спортом, перво-наперво можно выделить радость победы и печаль поражения. Позже мы вспоминаем и о ряде других качеств, таких как навык получения урока, опознавание границ своих возможностей, осознание своей чести и достоинства, чувство долга, единство и непреодолимое чувство борьбы. «Они обеспечивают регулярное соблюдение условий необходимых для нормальной жизнедеятельности человека, а правильно подобранные упражнения делают доступными: поддержание и улучшение физической подготовки. В зависимости от интенсивности, направленности и продолжительности, физические упражнения могут давать оздоровительный и тренирующий эффекты.» [1]

Дух соревнования зачастую является неотъемлемой частью всех возможных вариаций спортивных мероприятий, сказываясь положительно для личностного развития любого спортсмена. И несмотря на то, что в любом виде спорта правила взаимоотношений прописана уже заранее, большая часть спортсменов все равно продолжает придерживаться правил соперничества. Здоровая конкуренция среди спортсменов необходима, и является дополнительным стимулом для установления новых рекордов, так же создаёт дополнительную значимость получению победы и занимания призовых мест. Но не только дух соревнований является основным.

Основополагающим в спортивных мероприятиях все же выступает воспитание человека и развитие его морально-этических качеств. Для победы над визави будет мало только силы, спортсмену так же необходимо приложить и волевые усилия, принимать ряд грамотных решений во время соревнования. Грамотная подготовка и верный эмоциональный настрой так же играют не

последнюю роль во время соревнований. Сегодня спорт стал неотъемлемой частью в жизни современного человека. Он воспитывает новое поколение, развивая его как духовно, так и физически, взамен прося только наше время и старания.

Помимо прочего, занятия спортом развивают у людей чувство уверенности в себе. Мы всегда оглядываемся на себя и имеем свойство критиковать не только себя и свои действия, но и других людей и их действия, и результаты. Из ряда небольших побед, как над собой, так и над условными соперниками, у человека выстраивается определенный уровень самооценки, что напрямую влияет на нашу силу воли, отдачу и мировоззрение в целом.

Для спортсмена его результаты являются основополагающими для формирования его самооценки, а соревнования будут только укреплять её, развивая и другие навыки. Как в видео игре – герой пробирается по сюжетной линии, преодолевает препятствия, и получает как необходимые ему навыки для дальнейшего прохождения, так и ряд других, на первый взгляд не таких очевидных. Победы дают человеку силы и уверенность в себе, влияя положительно и на другие сферы жизни. И хотя дух соревнования довольно важен, но сама победа не является целью для спортсмена. Спорт сам по себе является наградой, а победа – всего лишь средством. Помимо роста физических данных, во время спортивной деятельности в человеке развиваются и умственные способности, ведь зачастую, для решения очередной задачи, спортсмен вынужден прибегать к поиску более новых и необычных решений, применять техники, которые ранее не использовал, тем самым выводя себя из зоны комфорта. Так, любые новые и нестандартные ситуации оставляют свой след в голове у человека, и в дальнейшем, подсознательно, человек будет использовать полученный опыт не только в схожих ситуациях, но и в бытовых вещах, и в социуме в целом. Всё это оказывает содействие развитию глубины, широты, критичности, гибкости мышления, а также познавательной активности, чему в значительной мере способствуют международный характер и многоконтактность в общении в сфере спорта.

Если рассматривать с точки зрения эстетики, то главным в занятиях спортом является познание красоты телосложения и движения, демонстрация этой красоты, неиссякаемых физических и духовных возможностей человека.

Литература

1. Коробова Е.В. Куманцова Е.С. Пути совершенствования физической культуры студентов в образовательной системе. IV научно-практической конференции молодых ученых. Шаг в науку. 2020 С.166-169.
2. Родионова В.А., Родионова А.В., Савицкого В.Г. Спортивная психология: учебник для академического бакалавриата. М., Юрайт, 2015.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕСТОВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ ФИЗИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ СТУДЕНТОВ МГТУ ГА

*В.И. Шалутин, к.п.н., профессор, И.А. Родионова к.п.н., профессор
Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

В статье обосновывается построение системы тестов для проверки физической подготовленности студентов. «Практика проверки физической подготовленности характеризуется противоречием между методикой подбора контрольных упражнений и процедурой определения индивидуальной и общей оценок» [1, С.24].

При определении тестов для проверки физической подготовленности, по-видимому, необходимо ответить на следующие вопросы:

1. Какое оптимальное количество тестов требуется для объективной и адекватной оценки физической подготовленности?

2. Как определить значимость тех или иных тестов по отношению к заданному критерию?

В предлагаемом нами подходе в качестве зависимой переменной (заданный критерий) выделен уровень общей физической подготовленности, определяемый в баллах «по формуле:

$$y = (a_{i1} x_{j1} + a_{i2} x_{j2} + \dots + a_{in} x_{jn}) / (K + \sum a_n)$$

где: y — уровень общей физической подготовленности;

a_{i1}, \dots, a_{in} — весовые коэффициенты;

K — количество тестов;

X_j — двигательные тесты» [2, С.29-34].

Для решения всех вышеперечисленных вопросов мы использовали те блоки тестов, которые выполняют студенты на занятиях физической культурой.

В состязаниях, задачей которых был показ максимально лучшего результата, принимали участие 84 студента МГТУ ГА.

Программа соревнований: «Прыжок в длину с места (x_1), бег на 100 м (x_2), бег на 1 км (x_3), подтягивание на перекладине (x_4), тест на подвижность плечевых суставов (x_5), челночный бег 10х10 (x_6), баскетбольный тест (x_7)» [3, 23].

На основе матрицы коэффициентов корреляции рассчитывался коэффициент множественной регрессии (КМР). Первым значимым тестом являлся бег на 1 км, при этом КМР соответствовал парному коэффициенту корреляции между ним и общей оценкой (721). Вторым по значимости выделился тест, характеризующий быстроту (бег на 100 м).

Уравнение множественной регрессии имеет следующий вид:

$$y = 71,6 - 0,055x_3 - 1,56x_2$$

В этом случае коэффициент множественной корреляции увеличился до 864. В результате дальнейшего решения задачи следующим значимым тестом

выделилось подвижность плечевых суставов. Уравнение приняло такой вид.

$$y = 65,2 - 0,054x_3 - 1,48x_2 + 0,108x_5$$

Коэффициент множественной корреляции составил 917.

В окончательном виде уравнение множественной регрессии следующее:

$$y=65,7 - 0,051x_3 - 1,35x_2 + 0,102x_5 - 0,322x_1$$

Коэффициент множественной корреляции составляет 955, и при добавлении последующих тестов оценка общей физической подготовленности не изменяется.

Исходя из результатов статистических расчетов, есть основание говорить о том, что для проверки физической подготовленности студентов университета гражданской авиации, всех специальностей и направлений подготовки, достаточно пяти упражнений, по одному на каждое физическое качество.

При этом, приоритетными проверочными упражнениями являются тесты на «быстроту» и «выносливость».

Литература

1. Шалупин В.И. Критерии проверки и оценки физической подготовленности военнослужащих различных категорий - автореф. дисс. ... канд. пед. наук. – СПб: ВИФК, 2002. – 24 с.

2. Кадыров Р.М., Политов А.В., Коричев С.К. Проверка и оценка физической подготовленности военнослужащих различных категорий. - СПб.: ВИФК, 2018. - С.29-34.

3. Родионова И.А., Шалупин В.И., Перминов М.П. Адаптация студентов технических вузов к учебным нагрузкам средствами спортивных игр // Физическая культура: учебно-методическое пособие по изучению раздела дисциплины. - М.: ИД Академии Жуковского, 2019 – С.32.

УДК 378:656.71

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЛИЧНОСТНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ СПОРТСМЕНА С ПОМОЩЬЮ ШКАЛЫ СПИЛБЕРГЕРА-ХАНИНА

*В.И. Шалупин к.п.н., профессор, И.А. Родионова к.п.н., профессор
Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

Многочисленные исследования о личностных особенностях спортсменов и лиц, активно занимающихся физическими упражнениями, подтверждается факт существенных различий в уровне выраженности личностных качеств каждого индивидуума (рисунок).

«Понятие личности – одно из самых сложных в психологии, так как личность человека нельзя охватить какими бы то ни было терминами» [1, С.19].

Проведенные нами исследования спортсменов сборной команды университета по мини-футболу говорят о том, что каждый спортсмен имеет

свои характерные особенностям личности. Среди них: достаточно хорошая эмоциональная устойчивость, уверенность в себе, инвариантность, способность к риску, самодисциплина, коммуникабельность.



Рис. 1. Личностные характеристики спортсмена

В исследовании принимали участие 12 спортсменов.

Для определения личной характеристики спортсменов использовалась шкала самооценки личностной тревожности Спилбергера–Ханина ЛТ (личностная тревожность).

Тревожность как таковая не является негативной чертой спортсмена. Естественная тревожность, это обычное состояние спортсмена. Существует, так называемый индивидуальный уровень «полезной тревоги».

«Коэффициенты личной тревожности (ЛТ) определяются по формуле:

$$ЛТ = E_1 - E_2 + 35,$$

где E_1 – сумма цифр, определяющих ответы испытуемых по пунктам шкалы: 22,23,24,25,28,29,31,32,34,35,37,38,40.

E_2 – сумма остальных цифр по ответам: 21,26,27,30,33,36,39.

При интерпретации показателей можно использовать следующие ориентировочные оценки тревожности: до **30** – низкая тревожность; **31** – **44** – умеренная тревожность; **45** и более – высокая тревожность» [4].

Отклонения от этих показателей, более чем на 45 баллов требуют особого внимания на тенденцию спортсмена к проявлению симптомов

состояния тревоги в конъюнктуре оценки собственной подготовленности к решению той или иной задачи.

Исследования проводились в два этапа: в начале тренировки и в конце тренировки, на фоне умеренного физического и нервно-эмоционального утомления.

Учитывая то, что критерием готовности спортсмена к соревновательной деятельности является контрольный метод тренировки, мы провели его оценку. Материал был предоставлен тренером по мини-футболу, который методом ранжирования определил степень подготовленности тестируемых спортсменов к предстоящим соревнованиям.

Результаты тестирования: – имеющих высокий функциональный, психологический и физический уровень подготовленности – 4 спортсмена (условно – 5 баллов);

- достаточно высокую степень готовности – 4 человека (оценка 4 балла);
- имеющих средний уровень готовности – 2 человека (оценка – 3 балла);
- спортсменов с низким функциональным, физическим и психологическим уровнем подготовленности – 2 человека (2 балла).

Помимо этого, тренером команды, была дана оценка технической и тактической подготовленности каждого спортсмена, определен уровень общефизической подготовленности (ОФП).

Статистически значимые различия между спортсменами определялись по показателям социометрического статуса общей активности (по САН) [2], личностной тревожности [3] (по Спилбергеру-Ханину, см. таблицу) и целенаправленности в спортивной деятельности.

Табл. 1. Шкала самооценки (тест Ч.Д. Спилбергера - Ю.Л. Ханина)

Вопросы	Нет, это не так	Пожалуй так	Верно	Совершенно верно
Я спокоен	1	2	3	4
Мне ничто не угрожает	1	2	3	4
Я нахожусь в напряжении	1	2	3	4
Я испытываю сожаление	1	2	3	4
Я чувствую себя свободно	1	2	3	4
Я расстроен	1	2	3	4
Меня волнуют возможные неудачи	1	2	3	4
Я чувствую себя отдохнувшим	1	2	3	4
Я встревожен	1	2	3	4
Я испытываю чувство внутреннего удовлетворения	1	2	3	4
Я уверен в себе	1	2	3	4
Я нервничаю	1	2	3	4
Я не нахожу себе места	1	2	3	4
Я взвинчен	1	2	3	4
Я не чувствую скованности, напряжения	1	2	3	4

Я доволен	1	2	3	4
Я озабочен	1	2	3	4
Мне радостно	1	2	3	4

Результаты исследования. Наиболее весомыми оказались различия между результатами, характеризующими самооценку спортсменами своей тренированности и взаимопонимания с тренером во время тренировочного занятия. Интересно, что у спортсменов с низким функциональным, физическим и психологическим уровнем подготовленности, при общей тенденции к повышенной тревожности, отмечается так же и достаточно низкая тревожность.

Самоуверенность в самооценке своих показателей у спортсменов с низким уровнем подготовленности можно характеризовать как недостаточная самокритичность.

Выводы. Результаты исследований говорят о том, что определенные личностные качества спортсменов в значительной мере могут влиять на высокие спортивные результаты, усиливая свое воздействие на проявления технического мастерства, физической и функциональной подготовленности.

Литература

1. Серова Л.К. Психология личности спортсмена. Учебное пособие для СПО. - М.: Юрайт, 2019. - С.19.

2. Журнал о практической психологии Experimental Psychic [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://experimental-psychic.ru/test-san/>, свободный – (02.03.2021).

3. ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ ТЕСТЫ ОНЛАЙН [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://psyttests.org/psystate/spielberger-run.html>, свободный – (02.03.2021).

4. Батаршев А.В. Базовые психологические свойства и самоопределение личности: Практическое руководство по психологической диагностике. СПб.: Речь, 2005. С.44–49.

УДК 378:656.71

КОРРЕКЦИЯ ПСИХИЧЕСКИХ ПОЗНАВАТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ У СТУДЕНТОВ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ЗАНЯТИЙ ПО ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЕ

Е.Ю. Исаков¹ старший преподаватель

О.Н. Логинов^{1,2} к.п.н., доцент

*¹ Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

² РЭУ им. Плеханова (Москва, Россия)

В тезисах представлены результаты экспериментальных исследований определения позитивного воздействия на психические познавательные

процессы у студенческой молодежи при выполнении физических упражнений при решении дидактических задач по предмету «Физическая культура». Исследованиями установлено, что у студентов и курсантов при решении двигательных задач происходили позитивные изменения в состоянии здоровья и улучшение психических познавательных процессов. Личность человека включает в себя следующие компоненты: психические процессы, психические свойства и психические состояния. Психические процессы возможно достаточно объективно оценивать. Потенциал личности студента можно увеличить за счет совершенствования психических познавательных процессов и тем самым расширить его возможности в плане решения дидактических вопросов в вузе.

Экспериментальная работа проводилась в экономическом, техническом вузах и в Академии МЧС России. В экспериментальных группах перед занятиями проводились кратковременные беседы о механизмах протекания психических процессов при выполнении специальных упражнений, имеющих определенную направленность. «Сознательный подход к занятиям с использованием игрового метода дает кратный эффект с применением указанных упражнений» [1]. В качестве специальных упражнений мы использовали в самом широком спектре, эстафеты со специальным решением задач на развитие внимания, памяти и пространственной ориентации. «Общеизвестно, что в физическом воспитании среди множества упражнений и форм их проведения большой популярностью пользуются подвижные игры и эстафеты. Они создаются на основе самых разнообразных упражнений и двигательных заданий, требующих от обучаемых проявления основных физических и психических качеств, тем самым способствуют гармоничному развитию обучаемых» [3]. В бассейне обучаемые получали задание на отыскание и подъем со дна гантелей разных цветов в определенной последовательности - использовалась активно водная среда. «Регулярные занятия плаванием позволяют существенно повысить функциональные возможности организма, особенно сердечно – сосудистой и дыхательных систем. Кроме того, на организм человека плавание оказывает мощное закаливающее, гигиеническое, оздоровительное и лечебное воздействие» [5]. Нами были определены конкретные психические познавательные процессы. Это ощущение, внимание и память.

В начале эксперимента для *ощущения пространства* у обучаемых определяли с помощью метода «Компаса». Для этого им предлагалось мысленно определить на схематичном изображении компаса относительно одной стороны света, куда показывает стрелка. *Внимание* - исследовалось по методике отыскивания чисел и красно – черных таблиц [4]. *Кратковременная память* – на 10 сек. на экране монитора показывали 8 пар двузначных чисел, которые необходимо запомнить, а затем воспроизвести в любой последовательности. При проведении учебных занятий для повышения эмоционального фона использовалась музыка и танцы. «На отдельных занятиях среди учебных студенческих групп проводились демонстрации

иностранными студентами национальных танцев, имеющих спортивную направленность» [2]. После проведения 10 занятий с применением специальных упражнений был проведен контроль по указанным параметрам. Полученные результаты показали, что по сравнению с первым контрольным обследованием в экспериментальных группах произошли положительные изменения, но наибольший рост в экспериментальных группах, достоверно снизились показатели эмоциональной напряженности; несколько оптимизировались показатели ЧСС и внешние признаки проявления эмоций. Улучшились психические познавательные процессы, которые мы измеряли до проведения эксперимента, а именно: восприятие пространственных признаков на 12,5%, переключение и распределения внимания – на 26,1%, а показатели оперативной памяти на 35,2%.

В целом все обучаемые отметили положительный эффект от проведения учебных занятий с включением в них специальных упражнений, обучаемые экспериментальных групп отмечали, что выполнение такого рода физические упражнения привели к улучшению работы аналитического аппарата и, что немаловажно, к удалению монотонности на учебных занятиях и появлению дополнительного интереса к предмету «Физическая культура».

Литература

1. Борцова А.Н. Спортивные игры в вопросах и ответах: учебное пособие/ А.Н. Борцова- Волгоград: Перемена, 2010.-120с.

2. Логинов О.Н. Воспитательная работа с иностранными студентами в процессе занятий по физической культуре/ О.Н. Логинов, Т.Е. Сими́на, Т.В. Помощникова, Н.А. Кушнер// Ученые записки университета им. Лесгафта.- 2017.- № 12(154) С. 156- 161

3. Логинов О.Н. Методические подходы по коррекции эмоционально – волевой подготовленности во время учебных занятий по физической культуре/ О.Н. Логинов, К.Э. Столяр, Л.М. Столяр// Спорт и туризм: администрирование и развитие: материалы международной научно – практической конференции/ Институт развития спорта и образования. - Варшава. 2015.- С. 165-171

4. Маришук В.Л. Методика психодиагностики в спорте/ 2-е издание, дополненное и исправленное. - М.: Просвещение, 1990.-256с.

5. Сими́на Т.Е. Обучение плаванию студентов с использованием инновационных технологий/ Т.Е. Сими́на// Ученые записки университета им. Лесгафта.-2015.- № 12(130) С. 193-197

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНО-ПРИКЛАДНОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ

*А.Д. Журбина к.п.н., доцент, М.П. Перминов старший преподаватель
Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

Данная работа посвящена изучению и внедрению в систему обучения студентов гражданской авиации профессионально-прикладной физической подготовки, которая является составной частью физической культуры и выполняет прикладные функции в формировании будущих специалистов.

Эффективная система управления учебным процессом предполагает получение информации об уровне развития физических, функциональных возможностей, психофизиологических качеств студентов на этапах годичного цикла. *Цель работы* – совершенствование учебного процесса физического воспитания студентов. *Задачи ППФП* – профессиональная подготовка студенческой молодёжи на базе всесторонне гармоничной физической подготовки к будущей профессии с высокой производительностью, а также профилактика профессиональных заболеваний и травматизма. *Методы исследования*, используемые в данной работе: анкетирование студентов, собеседование с ведущими специалистами гражданской авиации; педагогические наблюдения и педагогическое тестирование физической подготовленности; тестирование психомоторных и координационных способностей; методы математической статистики [2].

Роль тестирования, как средства педагогического контроля, весьма значительна и полученные результаты позволили оценивать физическое состояние студентов, вносить коррективы в рабочую программу по двигательным нагрузкам, давать им рекомендации к самосовершенствованию. Новизна работы в том, что по результатам тестирования студентов I-IV-ых курсов был оценён уровень развития определённых физических качеств двигательных навыков.

1 – минимальный базовый уровень ППФП, который студентки развивают к концу первого курса (второй семестр);

2 – оптимальный уровень ППФП, который достигается к концу второго курса (3-4 семестр);

3 – максимальный уровень ППФП, который совершенствуется на 3-4 курсах [1,2,4].

Главными факторами успешного профессионального развития являются оптимальные соотношения средств общефизической и специально-прикладной направленности, профилирование отдельных видов спорта для сопряженного эффекта в совершенствовании профессиональных физических

качеств и формировании двигательных умений и навыков, дифференцированный подход к профессиональным компонентам нагрузки.

В качестве средств общей физической подготовки использовались упражнения из различных видов спорта.

Циклические виды спорта – для развития аэробной и анаэробной выносливости: бег – медленный (трусцой) при ЧСС от 120 до 160 ударов в минуту; бег в затруднённых условиях (по снегу, песку, в гору); бег на тредбане с различными пульсовыми режимами; бег на лыжах - закаливание; плавание - на силовую выносливость, устойчивость к гипоксии.

Ациклические виды для развития абсолютной, относительной мышечной силы и силовой выносливости; вестибулярной устойчивости; координации движений; тяжёлая атлетика; упражнения на силовых тренажёрах; бокс; борьба; пауэрлифтинг; атлетическая гимнастика.

Смешанные виды – для развития скоростно-силовых качеств, гибкости, ловкости, быстроты, «чувства времени», сложной двигательной реакции, устойчивости и распределения внимания используются спортивные и подвижные игры; эстафеты; прыжки горизонтальные и вертикальные; серийные прыжковые упражнения; спортивная и художественная гимнастика; акробатические упражнения; барьерный бег; общеразвивающие упражнения (ОРУ) [2,3]. При планировании и проведении учебных занятий со студентками необходимо учитывать биологические, морфологические и функциональные особенности их организма.

Практическое значение.

1. К основным принципам программированной физической подготовки студентов следует отнести использование таких форм и методов построения учебных занятий, при которых происходит наибольшее эффективное развитие всех компонентов силовых способностей, при этом одновременно развитие выносливости (нагрузки на уровне аэробно-анаэробного порога - ЧСС до 140-150 ударов в минуту) и параллельно развитие скоростной выносливости, координационных способностей.

2. Объём нагрузки скоростно-силовой и силовой направленности (статическая и динамическая сила) должен составлять не меньше 20%. Целесообразно планировать переход от силовой работы в первых мезоциклах к развитию взрывной силы и силовой выносливости в последующих мезоциклах. В процессе обучения упражнения высокой координационной сложности занимают 30-40% от нагрузки.

3. Повышение уровня физической подготовки студентов оказывает положительное влияние на показатели психомоторики. В частности увеличивается частота и скорость мануальной координации (теппинг-тест), улучшается способность к дифференцированию мышечных усилий, увеличиваются показатели устойчивости и распределения внимания, что обеспечивает наиболее высокую надёжность в будущей профессии студентов.

Мировой опыт свидетельствует о том, что по мере развития рыночной экономики конкуренция за рабочие места возрастает, а борьба за них требует

от работника не только профессиональных знаний и умений, но также здоровья и соответствующих личностных качеств: профессиональных, волевых, нравственных и т.д. Конкурентоспособность нынешнего студента на рынке труда будет связана с тем, сумеет ли он выдержать многоаспектность конкурентной борьбы.

Литература

1. Арестов Ю.М., Климин В.П. Контроль и оценка физического состояния студентов учебных заведений гражданской авиации. - М., 1999.

2. Журбина А.Д., Физическая культура. Пособие по лёгкой атлетике. МГТУ ГА, РИО - М., 2003.

3. Ильинич В.И. Профессионально-прикладная физическая подготовка в ВУЗах. - М., 1997.

4. Климин В.П., Арестов Ю.М. Профессионально-прикладная физическая подготовка студентов учебных заведений гражданской авиации. - М., 1997.

УДК 378:656.71

СОВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ В ВОСПИТАНИИ СТУДЕНЧЕСКОЙ МОЛОДЕЖИ СРЕДСТВАМИ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ И СПОРТА

*А.Д. Журбина¹ к.п.н., доцент, В.И. Шалутин¹ к.п.н., профессор,
К.Т. Шакиржанова² к.п.н., профессор*

*¹ Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

*Узбекский государственный университет физической культуры и спорта
(Ташкент, Узбекистан)*

Физическая культура в нашей стране стала общественной ценностью и в последние годы дисциплина введена в государственный стандарт образования высших и средних учебных заведений. Проблема укрепления физического, психического и нравственного здоровья подрастающего поколения является одной из наиболее актуальных проблем современного общества, где молодой человек, студент – это частица коллектива с потенциальными возможностями, перспективами на решение социальных функций жизнедеятельности в будущем.

Физическое воспитание – это педагогический процесс, который направлен на совершенствование функций и форм человека, формирование двигательных умений и навыков, воспитания физических качеств [1].

Физическая культура и спорт является одним из важнейших средств воспитания человека, гармонически сочетающие в себе духовное богатство, физическое совершенство, психические и моральные качества.

Цель работы – показать нравственно-эстетические и социальные аспекты физической культуры и спорта для современной молодёжи.

Основными формами физической подготовки студенческой молодёжи являются учебные, учебно-тренировочные и самостоятельные занятия под руководством педагога или индивидуально. Основными методами проведения занятий являются общепедагогические и специфические:

- метод наглядного (показ) и вербального воздействия (теория);
- метод избирательный (повторный и равномерный);
- игровой и соревновательный;
- метод комплексного воздействия (круговая тренировка).

Современный спорт – значимое, яркое явление мировой культуры, а спортивные соревнования – это наглядный способ выявления психофизических, нравственных и интеллектуальных качеств, решая при этом задачи физического, воспитательного и образовательного направления [2].

Современный арсенал средств и методов физической подготовки постоянно расширяется, но наиболее практически значимыми являются преимущественное развитие технологий комплексного применения различных средств и методов.

При комплексном воздействии физической культуры и спорта формируются функциональная система, морфологическая, биохимическая, гормональная и регуляторная, а вариабельность комплексов тренирующих факторов с помощью различных средств и методов, представленных в программе физического воспитания по видам : лёгкая атлетика, гимнастика, спортивные игры, лыжная подготовка, плавание, виды тяжелой атлетики (атлетическая гимнастика, пауэрлифтинг, спортивное ориентирование, бокс) следует рассматривать, как систему реализации концепции интегрального образования. В воспитании студенческой молодёжи физическая культура используется для решения следующих задач:

1. Оздоровительные задачи – укрепления здоровья, гармоничное развитие мышц человека, развитие физических качеств (быстроты, выносливости, силы, гибкости, ловкости); повышение общей работоспособности и улучшение сопротивляемости организма.

2. Образовательные задачи – адаптированная система знаний, умений, навыков, самоактуализация потребности личности саморазвития и совершенствование своих способностей с учётом личностных компонентов. Формирование умений и навыков для перемещения человека в пространстве. Теоретическая подготовка студентов в области физической культуры и спорта.

3. Воспитательные задачи – это умение самостоятельно заниматься физическими упражнениями для укрепления здоровья, повышения работоспособности, развития личностных качеств (эстетических, нравственных и патриотизма). **Патриотизм.** В физической культуре и спорте заложены большие возможности для патриотического сознания и воспитания, которые приобретают особую актуальность в современных условиях нашего общества. Для эффективности патриотического воспитания учащегося необходимо комплексно использовать его средства, методы и формы в сочетании со спортивными мероприятиями, праздниками. Международные

выступления студенческих команд на Чемпионатах мира и Олимпийских играх демонстрируют потенциал страны.

4. Трудовое воспитание - любовь к физическому труду, овладение профессиональными умениями и навыками. Средства трудового воспитания – беседа, труд на учебных, учебно-тренировочных и самостоятельных занятиях, соревнованиях, оценка результатов труда. От трудолюбия и умения трудиться, работоспособности будущих специалистов гражданской авиации зависит выполнение профессиональных задач.

5. Умственное воспитание - развитие умения интеллектуальной деятельности, формирование тактического мышления, способность принимать решения в экстремальных ситуациях.

В физическом воспитании представлены большие возможности для двусторонней связи умственного и физического развития. Задача – развитие умственных способностей (анализ, быстрота мышления), познавательная активность и творчество двигательной деятельности, самовоспитание. Методы - анализ и обобщение изучаемого материала, а также двигательных действий. К средствам умственного воспитания относятся физические упражнения, которые при их выполнении требуют умственных действий (приём и переработки информации, анализ, принятие решений) – это спортивные командные игры: баскетбол, волейбол, хоккей, футбол, водное поло, теннис, скалолазание, альпинизм, развивающие умственные мыслительные способности, пространственное, тактическое, стратегическое мышление и зрительную память.

6. Занятия физической культурой и спортом представляют широкие возможности для **эстетического воспитания**.

Задачи - воспитание эстетических чувств и вкусов в сфере физической культуры; воспитание эстетической оценки тела и движений человека. Средствами эстетического воспитания являются разнообразные виды двигательной деятельности на праздниках, выступлениях.

Методы эстетического воспитания: эмоционально-выразительное объяснение и технический показ физических упражнений. В процессе занятий формируется красивая осанка, осуществляется гармоническое развитие форм телосложения, воспитывается понимание красоты и изяществ движений. Эстетические чувственно-сенсорные качества развиваются в художественных видах спорта – художественная и спортивная гимнастика, фигурное катание, спортивные танцы, синхронное плавание. Физические упражнения содержат в себе значительный эстетический потенциал, позволяющий развивать художественный и музыкальный вкус, художественное и творческое воображение.

7. Нравственное и волевое воспитание - целенаправленное формирование моральных убеждений, развитие нравственных чувств и навыков поведения человека в обществе.

Задачи - укрепление нравственного сознания и нравственных качеств, воспитание волевых черт. Методы - убеждение в форме беседы, диспуты, наглядный пример, поощрение, обсуждение в коллективе.

К средствам нравственного воспитания относят: содержание учебно-тренировочного занятия, соревновательный процесс, спортивный режим. Нормы коллективного поведения формируются в спортивных соревнованиях, командных спортивных играх, где имеется ответственность за коллектив. Для развития и совершенствования волевых качеств таких как смелость, решительность, стойкость, индивидуальность применяются комплексно физические упражнения в тех видах спорта, которые требуют преодоления трудностей, адекватных трудностям будущей производственной деятельности: легкая и тяжелая атлетика, спортивная гимнастика, бокс, борьба, лыжный спорт [3]. Спортивные соревнования – это состязания, в которых решаются педагогические спортивно-методические и политические задачи [2].

Многофункциональный характер дисциплины физической культуры поставил ее в ряд общеобразовательных и профессионально ориентированных дисциплин.

Литература

1. Алексеев В. А. «Физкультура и спорт» М.: Просвещение 1986.
2. Гончаров С. Т. «Российская система физического воспитания» СПб.: Кристалл 1997.
3. Лубышева Л. И. «Социология физической культуры и спорта» 2-е издание - М.: «ACADEMIA» ,2004.

УДК 378:656.71

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ СОЗДАНИЯ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ ФИЗИЧЕСКОГО ВОСПИТАНИЯ СТУДЕНТОВ ВУЗОВ ГА

*М.П. Перминов старший преподаватель
Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Москва, Россия)*

В работе говорится о создании новых технологий педагогического процесса по физической культуре, которые будут способствовать усовершенствованию планирования педагогической деятельности. Технологические параметры обучения должны предлагать определенные контуры целостной системы обучения и воспитания студентов вузов ГА.

В связи с совершенствованием авиационной техники возрастает и степень подготовки будущих специалистов по обслуживанию авиационной техники. Преподаватели физической культуры вынуждены искать более рациональные подходы в организации учебного процесса по дисциплине.

«Поэтому при решении проблем управления тренировкой наряду с понятиями управляемого объекта, управляющих воздействий, выходных параметров целесообразно использовать данные по оценке исходного, промежуточного и конечного состояний для разработки общего алгоритма управления адаптационными процессами» [1.с.120].

Реконструкция уже устоявшихся средств и методов обучения требует кардинального изменения в их использовании. Создание же новых технологий в обучении и совершенствовании педагогического процесса способствует усовершенствованию планирования учебно-педагогической деятельности как в параметрах одной дисциплины, так и в осуществлении междисциплинарных связей в едином ключе совершенствования образовательного процесса.

Технология обучения составляет закономерную последовательность выполнения определенных последовательных операций и мероприятий, создающих в совокупности интегрированную систему. В структуру такой системы, на наш взгляд, входят:

- цели и задачи обучения;
- программа обучения;
- методы и методические приемы обучения;
- мотивационные факторы обучения;
- собственно, сам процесс обучения;
- субъекты образовательного процесса (обучаемые и педагогические работники);
- итоги образовательной функции.

Технологические процессы обучения предполагают создание процедуры преподавания. Проверка результата образовательного процесса и его качественной составляющей, способствует наладить обратные нити в этой системе.

В процессе учебно-педагогической деятельности проверена технология проектирования алгоритма педагогической деятельности.

В процессе педагогической работы проверен технологический алгоритм проектирования новых направлений:

- 1) исследование необходимости и запроса специалистов;
- 2) проверка возможности внесения корректировки в содержание учебно-педагогического процесса;
- 3) анализ эффективности корректировочных составляющих в технологию педагогических исследований;
- 4) разработка программных и методических систем на основании результатов исследований.

Любые технологические параметры обучения должны предлагать определенные контуры целостной системы и отвечать определенным условиям:

- помимо использования форм коллективного обучения, предлагать и элементы индивидуального обучения;

- реализовывать внедрение новых методических подходов в образовательном процессе вуза;
- способствовать реализации принципов обучения (активность, индивидуальность, мотивация, актуализация цели действий и т.д.);
- мотивировать обучаемого к самостоятельному освоению средств и методов учебно-педагогического процесса.

В процессе обучения, с использованием разнообразных педагогических приемов целесообразно реализовывать промежуточные цели, т.к. финальной целью в высшем учебном заведении ГА является подготовка высококвалифицированного специалиста, способного самостоятельно использовать все теоретические знания, методические навыки и практические умения для достижения оптимальной физической кондиции, необходимой в будущей профессиональной деятельности.

Достичь таких успехов возможно лишь тогда, когда будут системно использованы наиболее передовые технологии в области теории и практики физической культуры и спортивной деятельности.

Литература

1. Родионова И.А., Шалупин В.В., Карпушин В.В. Психическая устойчивость к стрессовым ситуациям аэродромных служб как фактор безопасности полетов. М.: Научный вестник МГТУ ГА.2015. №218(8). С.117-121.

УДК 378:656.71

ПОВЫШЕНИЕ СПОСОБНОСТИ К ВЫЖИВАНИЮ В ВОДНОЙ СРЕДЕ

*Ю.В. Силин к.п.н., доц., ст. преподаватель
ВУНЦ ВМФ «Военно-морская академия» (Санкт-Петербург, Россия)*

В настоящее время наблюдается возрастание количества утонувших среди отдыхающих на море туристов, рыбаков, яхтсменов и т.д. В связи с этим особую актуальность приобретает проблема выживаемости человека при длительном нахождении в водной среде.

Целью нашего эксперимента было не только повысить способность к выживаемости в воде, но и разнообразить занятия по плаванию, ввести элементы новизны. По данным Д.В. Романюка с соавт. «Необходимо систематически вносить какую-нибудь новизну, будь то отдельные физические упражнения или разделы физической культуры...» [1].

Для этого была поставлена задача научить курсантов отдыхать в воде длительное время («отдых»). Термин «отдых», в данном эксперименте означает положение тела лежа неподвижно в воде на спине, при этом голова, грудь, колени и носки ног находятся на поверхности. Для проведения эксперимента на занятиях по плаванию был привлечен класс в количестве 18 человек. Все обучаемые умели хорошо плавать. Так средний результат в плавании 100 м.

кроль на груди – 2.01 с., а брасс – 2.09 с. Три курсанта имели спортивный разряд по плаванию (1 курсант – 2 и 2 – 3 разряд). Проведенный входной тест показал что никто из испытуемых не мог принять положение «отдых». Обучение этому положению проводилось после тренировки 500-700 метров, т.к. по субъективным ощущениям обучающихся – «после нагрузки мышцы увеличиваются и вода лучше держит». Температура воды в бассейне - 27°, время обучения – 15 минут т.к. увеличение времени обучения, вызывало замерзание, тремор и посинение губ.

На первом этапе (1-5 занятие) у большинства обучающихся ноги и тело тонули. На 2 этапе (6-10 занятие) происходило «зависание» – т.е. курсант мог лежать неподвижно, тело прогнуто, а ноги опущены в воду под углом 45-60°. К концу 2 этапа 40% обучающихся овладели положением «отдых». К концу 3 этапа (11-18 занятие) все обучающиеся смогли лежать на воде в течение 10-15 минут. При этом наличие спортивного разряда по плаванию не влияло на быстроту овладения навыком.

Большинство курсантов в положении «отдых» могли закладывать руки за голову, поднимать их вверх, скрещивать ноги, что свидетельствовало об устойчивости полученного навыка. На наш взгляд способность находиться в положении «отдых» длительное время можно рассматривать как незримый спасательный круг, постоянно имеющийся у человека.

Выводы: 1. На занятиях по плаванию в школах, ВУЗах целесообразно ввести обучение положению «отдых» для повышения выживаемости человека при длительном нахождении в воде, а также для улучшения эмоционального фона и новизны занятий.

2. Наличие спортивного разряда по плаванию не оказывает заметного влияния на скорость овладения навыком «отдых».

Литература

1. Романюк Д.В., Силин Ю.В., Ощепко Е.С. Интегральные приемы повышения эмоционального фона занятий по физической культуре со студентами вузов гражданской авиации. Ж.: Инновации в гражданской авиации М., МГТУ ГА, Том 4, №3, 2019, С.51.

УДК 378:656.71

РОЛЬ КОМПЛЕКСНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ УПРАЖНЕНИЙ В ПОВЫШЕНИИ БОЕВОЙ ГОТОВНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ МИНОБОРОНЫ РОССИИ

*Н.А. Богданов преподаватель кафедры физической подготовки,
В.В. Тихонов к.в.н., доцент кафедры физической подготовки
ВУНЦ ВМФ «Военно-морская академия» (Санкт-Петербург, Россия)*

В настоящее время, в соответствии с руководящими документами по физической подготовке, военнослужащие выполняют в основном упражнения индивидуально [1]. Вся структура проверки физической подготовленности

военнослужащих построена на поочередной проверке физических упражнений на каждое физическое качество с интервалами отдыха и в безстрессовом состоянии [1]. Все эти нюансы не позволяют в полной мере оценить физические и психологические качества военнослужащих, необходимые для выполнения боевых задач в соответствии с их предназначением, так как в современном бою военнослужащий за короткое время может использовать сразу несколько физических качеств в комплексе, что влечет за собой более существенные энергозатраты.

При нынешней системе оценки физической подготовленности военнослужащих не готов к этому, как физически так психологически, что может привести к срыву боевой задачи и гибели военнослужащего.

Таким образом, возникает противоречие между необходимостью качественной физической подготовки военнослужащих к ведению современного боя как индивидуально, так и в составе подразделений и низкой эффективностью существующих упражнений для подготовки подразделений.

Одним из решений существующего противоречия является применение комплексных физических упражнений, позволяющей осуществить комплексное развитие основных физических качеств и формирование физических навыков в соответствии с реалиями современного боя, характеризующегося высокой динамикой, быстро меняющейся обстановкой, под воздействием экстремальных эмоциональных и физических перегрузок.

Комплексные физические упражнения разрабатываются с целью развития военно-прикладных и специальных навыков военнослужащих в соответствии с реалиями современного боя и физической подготовленности к нему; с целью адекватной оценки физической подготовленности подразделения для ведения боевых действий в условиях современного боя.

Задачами комплексных физических упражнений военнослужащих являются:

1. комплексное развитие и совершенствование физических качеств: выносливости, силы, быстроты и ловкости в условиях, моделирующих ведение современного боя;

2. формирование военно-прикладных и специальных навыков в соответствии с квалификационными требованиями, предъявляемыми к военнослужащим Минобороны России [2].

Нормативы и сложность комплексных физических упражнений можно регулировать в соответствии с категорией военнослужащих, также каждому упражнению можно будет придать профессиональную направленность в зависимости от рода или вида войск.

Данные упражнения необходимо включать в контрольные и итоговые проверки, это позволит регулярно проверять состояние физической подготовленности военнослужащих.

Новая система комплексных физических упражнений позволит повысить уровень физической подготовленности военнослужащих Министерства обороны Российской Федерации, а также оказать помощь в

повышении боевой готовности. Совокупность факторов, влияющих на военнослужащего при проверки комплексных физических упражнений, повысит их психологическую подготовленность, придаст уверенность в собственных силах, смелость и решительность при выполнении поставленных задач.

Литература

1. Наставление по физической подготовке в ВС РФ (НФП-2009), приказ МО РФ от 21.04.2009 г № 200. с изменениями внесенными приказом МО РФ от 31 июля 2013 г. № 560.

2. Физическая подготовка. Преодоление препятствий.: Учебное пособие / Под общ. ред. В.А. Кононова. –СПб.: МО РФ, 2017. – 132 с.

УДК 378:656.71

ПРИВИТИЕ КУРСАНТАМ ВВМУЗ ОРГАНИЗАТОРСКО-МЕТОДИЧЕСКИХ НАВЫКОВ И УМЕНИЙ ПО ФИЗИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКЕ

*В.В. Тихонов к.в.н., доцент кафедры физической подготовки
ВУНЦ ВМФ «Военно-морская академия» (Санкт-Петербург, Россия)*

В ходе учебных занятий предусмотрена программой методическая практика, которая формирует и совершенствует командные и методические навыки курсантов. Привитие организаторско-методических навыков и умений курсантов осуществляется в основном на практических учебных занятиях по физической подготовке.

В соответствии с Наставлением по физической подготовке (2009 года), организаторско-методическая подготовка оценивается:

«отлично» – если задание выполнено правильно и уверенно;

«хорошо» – если задание выполнено правильно, но недостаточно уверенно;

«удовлетворительно» – если задание выполнено правильно, но неуверенно, и с незначительными ошибками;

«неудовлетворительно» – если задание не выполнено или выполнено неуверенно и с грубыми ошибками [1].

Данная шкала оценки имеет субъективный характер, так как не имеет числового выражения, как при выполнении практических упражнений.

Для устранения данного противоречия, необходимо разработать ведомость оценки организаторско-методического задания и включить в нее основные элементы оценки методического задания (доведение темы, цели и задач занятия, доведение мер предупреждения травматизма, методическая последовательность проведения элементов задания, правильность терминологии, показ упражнений (образцовый) и другие элементы оценки) и

каждый из них оценивать отдельно, а затем суммировать оценки по каждому элементу и выводить сумму баллов [2].

Для определения оценки качества выполнения методического задания разработать таблицу перевода суммы, набранных баллов по организаторско-методической подготовленности в 100 бальную шкалу с диапазонами 4-х бальной системы.

Данная методика повысит объективность выставления оценки за методическое задания и позволит более качественно анализировать ошибки курсантов.

Литература

1. Наставление по физической подготовке в ВС РФ (НФП-2009), приказ МО РФ от 21.04.2009 г № 200. с изменениями внесенными приказом МО РФ от 31 июля 2013 г. № 560.

2. Физическая культура. - Москва.: Воениздат, 2005.

УДК 378:656.71

ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ФИЗИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ НА КОРАБЛЕ

*Д.И. Машьянов к.п.н., проф., ст. преподаватель
ВУНЦ ВМФ «Военно-морская академия» (Санкт-Петербург, Россия)*

В современных условиях каждый длительный поход является экзаменом морской выучки экипажа, поэтому сохранение работоспособности, а, следовательно, и боеспособности моряков в походе, содействие средствами физической подготовки развитию у них важных качеств и навыков составляют одну из актуальных и главных задач боевой подготовки личного состава Военно-Морского Флота.

На кораблях физическая подготовка планируется с учетом отработки личным составом задач боевой подготовки, характера и режима плавания, климатических условий. [1]

Для проведения занятий с офицерами и матросами приказом командира корабля назначаются руководители занятий из числа наиболее подготовленных офицеров.

Во внутренних помещениях и на палубе корабля для занятий размещаются табельные тренажерные устройства и малогабаритные спортивные снаряды.

В период нахождения корабля в длительном плавании физическая подготовка организуется по одному из следующих вариантов:

- со всем экипажем, за исключением, занятых на вахте и дежурстве;
- поочередно по боевым частям, подразделениям;
- по боевым сменам.

Основная часть в условиях корабля проводится методом круговой тренировки на пяти-шести местах с использованием корабельного оборудования и тренажеров. Выполняются ранее изученные упражнения, направленные на развитие различных физических качеств. [2]

Утренняя физическая зарядка в походе проводится после наиболее продолжительного сна в течении 15-20 минут по боевым частям и сменам.

На десантных кораблях организуется ежедневная физическая подготовка перевозимых подразделений в форме комплексного занятия продолжительностью не менее 50 минут. Основное внимание в тренировке уделяется специальным физическим упражнениям, а также совершенствованию приемов рукопашного боя.[3]

Таким образом, подобное решение проблемы является весьма актуальным и предлагаемые средства, формы и методы физической подготовки могут быть использованы в ходе подготовки кадров гражданской авиации.

Литература

1. Наставление по физической подготовке в Вооруженных силах РФ. 121с.
2. Ендальцев Б.В. Физическая культура, здоровье и работоспособность человека в экстремальных экологических условиях СПб.: МО РФ 2008, 198 с.
3. Актуальные проблемы физической подготовки военнослужащих на этапе реформирования вооруженных сил Российской Федерации. Материалы Всеармейской научно-практической конференции. СПб: ВИФК, 2009, 120с.

УДК 378:656.71

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УРОВНЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНО ВАЖНЫХ КАЧЕСТВ У КУРСАНТОВ, ПИЛОТОВ ВЕРТОЛЕТОВ

А.Г. Юдин ст. преподаватель, Ю.В. Силин к.п.н., доц., ст. преподаватель ВУНЦ ВМФ «Военно-морская академия» (Санкт-Петербург, Россия)

Наличие профессионально-важных качеств в любой сфере деятельности способствует успешности овладения профессией. Для летчиков, пилотов вертолетов такими качествами являются тонкая мышечная координация движений, скорость реакции и время принятия решений. [1] В настоящее время представляется чрезвычайно важным своевременное выявление уровня этих значений для качественной подготовки будущих специалистов.

Для определения этих качеств нами был разработан тест: на осевую линию длиной 25 метров были равномерно нанесены 20 кругов диаметром 20 см. Испытуемый, продвигаясь вперед по прямой, проводит ведение баскетбольного мяча, делая 20 ударов с задачей попасть в нарисованный круг. Засчитывается, если большая часть проекции мяча находится внутри круга. При ведении кисть касается мяча снизу-сбоку и затем, поворачивая ее, мяч направляется в круг. Сначала дается одна тренировочная попытка и затем

контрольный тест. Фиксируется скорость прохождения теста и количество ошибок. Интегральный показатель (Ип) мышечно-координационно-скоростных способностей определялся по формуле $Ип = t + k$, где t - время прохождения дистанции, k - количество промахов.

В ВУЗе, готовящем летчиков, пилотов вертолетов армейской авиации было проверено 73 абитуриента, второй срез проводился в середине обучения и третий - в конце обучения. Худший Ип был – 30 с. (23+7), а лучший – 14 с. (12+2). Затем все результаты были переведены в 9 бальную шкалу с градацией с 1 по 3 балл – низкий уровень, с 4 по 6 - средний и с 7 по 9 – высокий уровень.

Полученные статистически достоверные данные свидетельствуют, что обучающиеся, имеющие высокий и средний уровень Ип быстрее и качественнее овладевали специальностью по сравнению с курсантами с низким уровнем Ип, где навыки освоения профессией требовали большего объема времени. Из 6 курсантов отчисленных по профнепригодности все имели низкий уровень Ип.

Таким образом, успешность овладения профессией тесно связана с результатами теста, что позволяет рекомендовать применение представленного теста для отбора абитуриентов в профильные ВУЗы.

Литература

1. В.В. Соловьев, А.В.Садовой. Корабельные вертолетчики. Симферополь.: Таврия, 2009, 680 с.

УДК 378:656.71

ДИСКУССИЯ КАК МЕТОД ПОДГОТОВКИ КАДРОВ ДЛЯ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ

*В.Г. Сивицкий к.п.н., доцент, заведующий кафедрой психологии
Белорусский государственный университет физической культуры
(Минск, Беларусь)*

Опыт дискуссий накапливался у человечества от философов античности, но в образовательных целях системное использование начали применять сторонники «нового воспитания» в начале XX века. «Перед современным обществом стоит задача создания и развития новой образовательной системы» [1, – 20 с.]. В последние десятилетия учебная дискуссия становится все более устойчивой составной частью педагогических исследований во многих странах и занимает одно из ведущих мест среди современных педагогических технологий. Ее применение стимулирует активность учащихся, помогает развитию критического мышления, а также формированию коммуникативной и дискуссионной культуры.

Учебная дискуссия представляет собой целенаправленный и упорядоченный обмен идеями, суждениями, мнениями в группе ради поиска

истины, причем в организации этого обмена участвуют все – и выступающие, и слушающие. Задача учебной дискуссии – это не автоматическое принятие высказанных утверждений, а устремленность к их анализу, критике, поиску альтернативных позиций и перспектив, т.е. происходит не столько передача сведений от учителя ученикам, а скорее формирование нового знания на основе обобщения и систематизации доступной информации. И взаимодействие участников учебной дискуссии поэтому строится не просто на поочередных высказываниях, вопросах и ответах, а на содержательно направленной самоорганизации участников – то есть обращении учащихся друг к другу и к учителю для углубленного и разностороннего обсуждения самих идей, точек зрения, проблемы. Важнейшей чертой учебной дискуссии является готовность к диалогу, т.е. способность слышать и понимать аргументы оппонировавшей стороны, что формирует творческую атмосферу поиска компромисса в позициях участников, конструктивному обсуждению и соблюдению правил ведения дискуссии всеми участниками.

Анализ методики и результатов использования дискуссии в различных условиях обучения свидетельствуют о том, что она уступает лекции и семинару в объеме передаваемой информации, но высокоэффективна для закрепления и творческого осмысления изученного материала, а также для формирования ценностных ориентаций учащегося, и роль этих процессов в современном образовании только возрастает.

Для повышения качества усвоения материала в ходе учебной дискуссии специалисты предлагают следующие действия:

- ознакомление каждого учащегося в ходе обсуждения с теми сведениями, которые есть у других участников (обмен информацией);
- поощрение разных подходов к одному и тому же предмету или явлению;
- сосуществование различных, несовпадающих мнений и предположений об обсуждаемом предмете;
- возможность критиковать и отвергать любое из высказываемых мнений;
- побуждение участников к поиску группового соглашения в виде общего мнения или решения.

Исходя из опыта дискуссий, организованных нами в образовательном процессе вуза, можно предложить следующую последовательность развития инициативности участников:

- дискуссия с преподавателем в роли ведущего;
- дискуссия с учащимся в роли ведущего;
- дискуссия без ведущего (самоорганизующаяся).

Наиболее распространенными формами организации учебной дискуссии являются:

- «круглый стол» – беседа, в которой «на равных» участвует небольшая группа учащихся или вся аудитория, во время которой происходит обмен мнениями;

- «заседание экспертной группы» («панельная дискуссия») (небольшая группа с заранее назначенным председателем), на которой вначале обсуждается намеченная проблема всеми участниками группы («мозговой штурм»), а затем выводы сообщаются всем остальным – эффективная организация работы нескольких групп одновременно;

- «конференция» – участники выступают с краткими сообщениями, отражающими их личную позицию по теме учебной дискуссии, после чего отвечают на вопросы «аудитории»;

- «дебаты» – обсуждение, построенное на основе заранее подготовленных выступлений представителей двух и более соперничающих команд (групп), с отстаиванием своей позиции и опровержения утверждений оппонентов;

- «судебное заседание» – обсуждение, имитирующее судебное разбирательство по теме учебной дискуссии с обвинителем, защитником, свидетелями и т.п.

Начинается учебная дискуссия, как правило, с постановки проблемы в виде такой формулировки вопросов для обсуждения, которая носит принципиально диалогический характер. Предметом учебной дискуссии рекомендуется делать действительно спорные, неоднозначные темы, но при этом следует учитывать подготовленность и социальную зрелость учащихся, а также цели и задачи занятия как части образовательного процесса.

В содержательном плане важным является предварительное прояснение темы, вопроса. Вводная часть строится так, чтобы актуализировать имеющиеся у студентов сведения, ввести необходимую информацию, создать интерес к проблеме. Важно также обеспечить психологически комфортную обстановку, чтобы участник не стеснялся высказать свою позицию по обсуждаемой теме.

В процессе учебной дискуссии преподаватель активно стимулирует учащихся к высказыванию собственных суждений путем вопросов открытого типа, не предполагающих краткого или однозначного ответа.

Среди требований к подведению итогов учебной дискуссии (как в процессе, так и в конце занятия) можно выделить: краткость, содержательность, отражение всего спектра аргументированных мнений. Итог – это не столько завершение анализа проблемы, сколько ориентир для продолжения размышлений и переход (а также мотивация!) к изучению следующей темы.

Модель обучения на основе учебной дискуссии является одной из стратегий проблемного обучения, которое ориентировано на освоение студентами поисковых процедур и формирование культуры рефлексивного мышления. На конференции в г. Саламанке (Испания) в марте 2001 г., где была создана Европейская ассоциация университетов, одним из важных требований современного образования было признано обучение студентов учиться. На наш взгляд, это включает в себя умение осуществлять поиск информации, формировать на ее основе авторскую позицию по актуальным проблемам и

отстаивать свое мнение в обсуждении. Именно для развития у студентов таких умений можно эффективно использовать учебные дискуссии.

Но проблемное поле подготовки кадров по гражданской авиации гораздо шире, чем тематика учебных дисциплин, поэтому дальнейшим развитием использования дискуссии в образовательном процессе является создание дискуссионного клуба, где тематика обсуждений ориентирована на актуальные задачи и определяется самими участниками. Деятельность дискуссионного клуба может осуществляться дистанционно, когда участники встречаются на виртуальной площадке с помощью современных средств коммуникации.

Подготовка к заседанию дискуссионного клуба начинается заранее: потенциальные участники изучают проблему: проводят поиск литературы по теме, эмпирическое исследование (например, опрос людей на улице, дома, знакомых и т.д.). Разрабатывается сценарий, определяется ведущий, регламент и другие условия. Целесообразно организовать видеозапись дискуссии, чтобы иметь возможность позже провести анализ или сделать протокол. Лучшие дискуссии, сохраненные в видео, аудио или печатном варианте становятся методическим материалом и могут использоваться в образовательном процессе.

Таким образом, дискуссия является эффективным и современным методом подготовки специалиста, позволяя раскрыть творческий потенциал как учащихся, так и преподавателя, и может успешно использоваться в подготовке кадров для гражданской авиации.

Литература

1. Подготовка педагога дополнительного образования в области физической культуры: психологическое сопровождение в детско-юношеском спорте. Учебник под об. ред. А.В. Родионова–М.: Издательство «Юрайт», 1-е изд. – Сер. 68. – Профессиональное образование, 2020. –251 с.

УДК 378:656.71

МЕТОДИКА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ АВИАЦИОННЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ В НАПРАВЛЕНИИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА И РАЗВИТИЯ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ КУРСАНТОВ И СТУДЕНТОВ

В.Н. Сивицкий¹ к.ф.н., доц., заведующий кафедрой социально-гуманитарных дисциплин, В.Г. Тарасюк² м.т.н., инженер, С.Д. Юхневич¹ курсант 5 курса

¹ УО Белорусская государственная академия авиации (Минск, Беларусь)

² ОАО «Авиакомпания «Белавиа» (Минск, Беларусь)

Среди технологических инноваций, активно внедряемых в авиационной отрасли, высокую актуальность приобрело аддитивное производство. Предметом нашего рассмотрения является вопрос освоения курсантами

авиационно-технических учебных заведений основ аддитивных технологий – 3D-моделирования, 3D-печати, 3D-сканирования, – в целях совершенствования образовательного процесса и научно-исследовательской работы обучающихся.

Основой внедрения аддитивных технологий в практикоориентированный образовательный процесс может быть концепция сотрудничества учебных и иных авиационных организаций. Концепция рассматривается авторами на примере взаимодействия учреждения образования «Белорусская государственная академия авиации» (далее – БГАА) и учебно-спортивного учреждения «Минский аэроклуб имени дважды Героя Советского Союза С. И. Грицевца» Республиканского государственно-общественного объединения «Добровольное общество содействия авиации, армии и флоту Республики Беларусь» (далее – МАК ДОСААФ).

На сегодняшний день МАК ДОСААФ обеспечивает для курсантов БГАА проведение экскурсий и учебной практики. Предлагаемая модель партнерства этих авиационных организаций предусматривает взаимодействие структурных подразделений БГАА, в частности Курсантского научного общества (далее – КНО), и Музея авиационной техники (далее – МАТ) МАК ДОСААФ в том числе в рамках двух направлений:

- экспериментальные исследования деталей с помощью аддитивной технологии и установление зависимостей механических свойств изделий от режимов (далее – ЭИД);

- изучение социогуманитарных аспектов в авиации (далее – СГАА).

По направлению ЭИД КНО БГАА осваиваются следующие технологии: 3D-моделирование, 3D-печать, 3D-сканирование, осуществляется изучение механических характеристик материалов, проводятся металлографические исследования. Практическое применение курсантами БГАА приобретенных навыков возможно в МАТ МАК ДОСААФ в процессе реставрации экспонатов – изделий авиационной техники.

Рассмотрим несколько примеров.

Пример № 1: изготовление макетов оборудования, представляющего повышенную опасность для человека. Состав авиационного оборудования (далее – АО) многих экспонатов МАТ МАК ДОСААФ предусматривает наличие радиоизотопных индикаторов оледенения РИО-3. Ввиду повышенного радиоактивного излучения эти приборы не должны быть установлены на экспонатах музея. Для сохранения технической аутентичности экспонатов предлагается 3D-моделирование и изготовление (3D-печать) макетов РИО-3 из АБС-пластика. Для выполнения работы курсантам необходимо: изучить конструкцию и состав АО экспонатов МАТ МАК ДОСААФ; найти и изучить техническую литературу по конкретному оборудованию – РИО-3; произвести 3D-моделирование изделия; изготовить макеты изделия методом 3D-печати; провести исследование механических свойств изготовленных макетов (в данном случае для определения значения

момента затяжки крепежных элементов при монтаже макетов на летательном аппарате (далее – ЛА)); смонтировать макеты изделия на экспонаты ЛА.

При проведении этих операций прорабатываются важные направления образовательного процесса: детальное ознакомление курсантов БГАА с конструкцией и оборудованием различных летательных аппаратов, при этом курсантами приобретаются знания по различным специальностям – в данном случае: «Техническая эксплуатация авиационного оборудования (приборное и светотехническое оборудование)» и «Техническая эксплуатация воздушных судов и двигателей»; работа с технической литературой; освоение основ аддитивных технологий: 3D-моделирования и 3D-печати; проведение экспериментально-исследовательской работы в области материаловедения и механики материалов; монтажно-демонтажная практика на АТ, работа с инструментом.

Пример № 2: реставрация кабин экспонатов ЛА. Некоторые экспонаты МАТ МАК ДОСААФ имеют далеко не полную комплектность – как, например, экспонат учебно-тренировочного самолета Як-18. Реставрация экспоната требует наличия широкой номенклатуры элементов арматуры кабины: рукоятей для ручек управления самолетом, рычагов управления двигателем, кранов выпуска и уборки шасси и посадочного щитка и многого другого. Методика изготовления этих изделий описана в примере № 1.

Пример № 3: реставрация элементов планера ЛА. На экспонате самолета Як-18 МАТ МАК ДОСААФ отсутствуют элероны, изготовление которых по необходимой технологии не представляется возможным в условиях МАК ДОСААФ или БГАА. Специалистами МАТ МАК ДОСААФ предлагается следующая стратегия реставрации: определение геометрических размеров и типа профиля крыла и элеронов самолета Як-18 по технической документации на данный тип ЛА; определение типа и геометрических размеров лонжеронов элеронов; создание чертежей (или 3D-моделей) лонжеронов элеронов; изготовление из металла (или 3D-печатью АБС-пластиком) лонжеронов элеронов; определение геометрических размеров (хорд) нервюр элеронов с помощью силовой схемы самолета; определение геометрических размеров профиля (с помощью справочника аэродинамических профилей) для каждой нервюры элеронов; создание 3D-моделей нервюр элеронов (с учетом имеющихся чертежей или 3D-моделей лонжеронов, на которые будут крепиться нервюры, и предварительно разработанного метода крепления); изготовление нервюр элеронов из АБС-пластика методом 3D-печати; сборка силового набора элеронов; обшивка элеронов; монтаж элеронов на самолет.

В контексте вышеприведенного актуальным является также изготовление с помощью аддитивных технологий различных комплектующих изделий АТ небольших размеров, например электростатических разрядников, часто отсутствующих на экспонатах АТ. Также важным моментом является наличие в лаборатории БГАА оборудования, позволяющее производить 3D-сканирование различных изделий (в данном случае – для последующего изготовления точных макетов).

При выполнении такой работы курсанты получают системные навыки в области проектирования, конструирования, изготовления и ремонта АТ.

Посредством изучения специальной литературы и работы с различными образцами АТ курсанты параллельно оказываются вовлечены в изучение истории авиации – как в техническом плане, так и в социогуманитарном: метаморфозы авиационных конструкций, детали практического применения различных технических решений, а также, в более широком смысле, – в исторические аспекты развития авиации. Полученные знания и практические навыки благотворно скажутся на развитии курсантов как будущих авиационных специалистов различных направлений деятельности, повысят уровень общей эрудиции и технической грамотности.

Представленная концепция межорганизационного сотрудничества ставит перед собой главную цель – поднятие практической подготовки курсантов БГАА, а также НИРК на качественно новый уровень. Еще одна задача, достижение которой планируется в ходе реализации данной программы, – детальная реставрация экспонатов МАТ МАК ДОСААФ.

По направлению СГАА концепция поможет решить следующие проблемы учебного процесса.

1. Практика показывает, что большинство курсантов 1-го курса БГАА не имеют четкого представления об авиационной отрасли, авиатехнике, истории авиации. Иногда имеет место потеря энтузиазма в процессе учебы и освоения (в отдельных случаях – вплоть до полного нежелания) выбранной профессии. Предполагается, что вовлечение курсантов в процессы реставрации авиационной техники и практического изучения истории авиации поможет решить проблему практикоориентированности в изучении таких дисциплин как «Введение в специальность» и «История воздухоплавания, авиации и космонавтики, повысив заинтересованность курсантов в получении авиационно-технических специальностей и работе в авиационной отрасли.

2. В целях усиления практикоориентированности обучения возможно также рассматривать вопрос о создании филиала кафедры социально-гуманитарных дисциплин БГАА в линейной авиационной организации.

Для заметок

Для заметок

Для заметок

ГРАЖДАНСКАЯ АВИАЦИЯ
НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ
РАЗВИТИЯ НАУКИ, ТЕХНИКИ И ОБЩЕСТВА

*Сборник тезисов докладов
Международной научно-технической конференции,
посвященной 50-летию МГТУ ГА*

25–26 мая 2021 года

Подписано в печать 30.04.2021 г.
Формат 60x84/16 Печ. л. 37,5 Усл. печ. л. 34,875
Заказ № 72 Тираж 30 экз.

Московский государственный технический университет ГА
125993, Москва, Кронштадтский бульвар, д. 20

Издательский дом Академии имени Н. Е. Жуковского
125167, Москва, 8-го Марта 4-я ул., д. 6А
Тел.: (495) 973-45-68 E-mail: zakaz@itsbook.ru