

**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ**

---



**СБОРНИК  
ЛУЧШИХ ДОКЛАДОВ  
студенческой научно-технической конференции МГТУ ГА,  
посвященной 50-летию университета**

**14 апреля 2021 г.**

**Москва 2021**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

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

---

**СБОРНИК  
ЛУЧШИХ ДОКЛАДОВ  
студенческой научно-технической конференции МГТУ ГА,  
посвященной 50-летию университета**

**14 апреля 2021 г.**

**Москва 2021**

УДК 629.73(063)  
ББК 39.5я431(0)

Сборник лучших докладов студенческой научно-технической конференции МГТУ ГА, посвященной 50-летию университета. 14 апреля 2021 г. – М.: МГТУ ГА, 2021. – 164 с.

Сборник содержит лучшие студенческие доклады, представленные на секциях внутривузовской Студенческой научно-технической конференции МГТУ ГА в 2021 году.

*Сборник издается в авторской редакции*

### **Редакционная коллегия**

**Ответственный редактор** – д-р техн. наук, профессор Воробьев В.В.

**Зам. ответственного редактора** – к.т.н., доцент, Коковкин Ю.Г.

**Секретарь редколлегии** – Цветкова Ю.В.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Секция «Комплексная безопасность на воздушном транспорте»</b>	<b>6</b>
<b>Гнездилова А.А.</b> Роль человеческого фактора при техническом обслуживании и ремонте воздушных судов .....	6
<b>Даценко А.С.</b> Рекомендации по повышению производственной безопасности для комиссии по расследованию на месте авиационного происшествия.....	9
<b>Жиляева У.К.</b> Предупреждение распространения инфекции через средства индивидуальной защиты при авиAPERелетах в условиях пандемии.....	12
<b>Стёпина К.А.</b> Проблемы оценки воздействия на окружающую среду деятельности авиапредприятия .....	14
<b>Секция «Проблемы проектирования ЛА. Аэродинамические и лётно-технические характеристики ЛА»</b>	<b>18</b>
<b>Волынчук А.И.</b> Сравнение параметров пробега ВС Airbus A320 и Boeing 737-800 при посадке в нормальных и особых условиях и разработка рекомендаций по повышению безопасности полетов .....	18
<b>Иштимиров З.Р.</b> Способ получения аэродинамических характеристик беспилотных летательных аппаратов самолётного типа.....	21
<b>Мельников А.С.</b> Вопросы разработки, применения и технического обслуживания парашютных систем спасения БПЛА .....	24
<b>Секция «Техническая эксплуатация и ремонт летательных аппаратов и авиационных двигателей»</b>	<b>27</b>
<b>Мицук М.Р.</b> Определение ключевых функциональных систем ВС, влияющих на показатель эксплуатационной надежности .....	27
<b>Филатова Я.А.</b> Проблемы использования прикладного программного обеспечения в процессе технической эксплуатации воздушных судов .....	30
<b>Секция «Двигатели летательных аппаратов»</b>	<b>33</b>
<b>Алиева А.А., Калигина П.Д., Калий П.Е., Леонов Д.А., Сурма А.А., Фирстова А.И.</b> Исследование ВРД (ТРД И ТРДД) с целью выбора оптимальных степеней сжатия воздуха в компрессоре и степени двухконтурности для сверхзвукового пассажирского самолета (СПС).....	33
<b>Оштанов А.М.</b> Исследование влияния способов охлаждения рабочих лопаток турбин на прочность дисков турбин авиационных ГТД .....	36
<b>Секция «Авиатопливообеспечение и восстановление авиационной техники»</b>	<b>39</b>
<b>Алексеева Е.А.</b> Разработка мероприятий по защите резервуарной стали от биокоррозии.....	39
<b>Кондалов А.С.</b> Разработка предложений по применению альтернативных видов топлива на ВС ГА с учётом их свойств .....	40
<b>Шумилов Р.Р.</b> Оценка возможности определения наличия биотоплив в нефтяных керосинах методом взаимодействия топлива с водой .....	44
<b>Секция «Прикладная механика и компьютерная графика»</b>	<b>45</b>
<b>Сидоров Е.В.</b> Применение умных материалов в летательном аппарате с адаптивно-управляемой конструкцией крыла .....	45
<b>Секция «Инновационные информационные технологии в условиях пандемии»</b>	<b>48</b>

<b>Бархварт Е.И.</b> Оптимизация работы художников в среде houdini с помощью узловой системы, houdini digital ассетов .....	48
<b>Гилко В.С., Макуха К.И.</b> Система фотоидентификации авиапассажира по его цифровому следу.....	51
<b>Локтев Н.С.</b> Особенности организации экскурсионного обеспечения .....	53
<b>Секция «Математические модели в гражданской авиации»</b>	<b>56</b>
<b>Андреев М.В.</b> Статистический анализ оценок параметров логистической регрессии.....	56
<b>Мосолов Д.С.</b> Моделирование определения координат объекта в полуактивной радиолокации с подсветкой телевизионным сигналом .....	59
<b>Секция «Обеспечение информационной безопасности бортовых и наземных ТКС гражданской авиации»</b>	<b>63</b>
<b>Головин Ю.В., Саврадым Д.С.</b> Программа для выполнения лабораторной работы "Измерение характеристик случайных сигналов" .....	63
<b>Колесникова Д.С.</b> Сравнительный анализ sim-систем на российском рынке в рамках решения задачи внедрения на авиапредприятие .....	66
<b>Корякина М.А., Трофимов Д.В.</b> Квантовая криптография .....	69
<b>Секция «Радиоэлектронное оборудование воздушных судов, аэропортов, воздушных трасс и его эксплуатация»</b>	<b>73</b>
<b>Горковец Е.А., Соболев А.С.</b> Удалённая вышка КДП .....	73
<b>Секция «Техническая эксплуатация авиационных электросистем и авионики»</b>	<b>76</b>
<b>Дружинин А.А.</b> Имитационная модель системы автоматического управления.....	76
<b>Колобков Г.Ю.</b> Перспективы применения технологии LIDAR в системах автоматического управления полётом.....	79
<b>Секция «Навигация и управление воздушным движением»</b>	<b>82</b>
<b>Алимбаева Д.Б.</b> Определение критериев, влияющих на уровень безопасности полетов, на основе анализа примеров нарушений норм эшелонирования.....	82
<b>Титов Д.С.</b> Управление конфликтами при выполнении полетов по 4D-траекториям .....	84
<b>Секция «Авиационная электротехника и электроэнергетика»</b>	<b>87</b>
<b>Драченко Е.А., Невретдинов Р.Р.</b> Программная реализация метода предельных состояний .....	87
<b>Симанков Н.А.</b> Внедрение диагностических возможностей в локальные центры управления нагрузками .....	89
<b>Секция «Современные технологии эффективного управления в условиях турбулентности бизнес-среды»</b>	<b>93</b>
<b>Савина А.М.</b> Тренды развития бизнес-моделей.....	93
<b>Ефимова С.С., Сажинова Н.С.</b> Карьерные траектории для направления подготовки 25.03.03: организация бизнес-процессов на воздушном транспорте...	96
<b>Садыков А.И.</b> Банковские экосистемы.....	99
<b>Секция «Технология транспортных процессов»</b>	<b>101</b>
<b>Муравёв А.И., Голубев Н.О.</b> Оптимизация процессов в «Москва-Карго» .....	101
<b>Набиулина Ю.О.</b> Совершенствование наземного обслуживания в аэропорту ....	103
<b>Тедер Е.А.</b> Применение информационных технологий в аэропорту Алматы.....	105

<b>Филатова Я.А.</b> Оценка современного состояния наземной инфраструктуры гражданской авиации РФ .....	109
<b>Фомина М.А.</b> Переосмысление процесса дистрибуции авиаперевозок .....	112
<b>Секция «Актуальные проблемы мировой и отечественной истории»</b>	<b>115</b>
<b>Мисник Н.И., Дармограев М.С.</b> На пути к Великой победе: Будапештская операция 29 октября 1944 - 13 февраля 1945 гг.....	115
<b>Секция «Вызовы информационной цивилизации: человек в мире трансформаций»</b>	<b>117</b>
<b>Вялых И.А., Назин И.А.</b> Общечеловеческие ценности: иллюзия и реальность ..	117
<b>Панков А.И.</b> Роль интернета в развитии личности.....	119
<b>Секция «Социально-культурная среда как фактор формирования инноваций в науке и технике»</b>	<b>122</b>
<b>Дашков А.С.</b> Любовь как философский экзистенциал.....	122
<b>Кулешов Д.А., Стариков Р.В.</b> Взаимосвязь политики и экономики на примере развития гражданской авиации в России .....	125
<b>Остапенко В.А.</b> Влияние конфуцианства в современном обществе.....	127
<b>Секция «Психологические и социальные проблемы транспорта»</b>	<b>131</b>
<b>Преферансов Д.И., Фирстова А.И., Томилина А.В.</b> Педагогическая деятельность студентов как способ повышения их профессиональных знаний и компетенций	131
<b>Секция «Математика в жизни человека»</b>	<b>134</b>
<b>Трофимов Д.В., Корякина М.А.</b> Код хэмминга .....	134
<b>Шамолина Ю.Д., Шумилова А.С.</b> Нахождение кратчайших маршрутов с использованием алгоритмов дейкстры.....	136
<b>Секция «Приложения математических моделей и методов»</b>	<b>139</b>
<b>Агаджанян Б.П., Куликов С.М.</b> Нахождение закономерностей в случайных последовательностях чисел.....	139
<b>Ашноков А.С.</b> RSA шифрование .....	141
<b>Морозов Г.С.</b> Программа для выхода из лабиринта .....	143
<b>Секция «Современные направления в математике»</b>	<b>146</b>
<b>Култышкина Д.А.</b> Моделирование методом МОНТЕ-КАРЛО .....	146
<b>Бубнова М.О., Рыжкова Д.О.</b> Кластерные модели аэропортовых предприятий	149
<b>Секция «Физика»</b>	<b>152</b>
<b>Глухарев А.Р.</b> Виртуальный лабораторный стенд по физике «Определение удельного заряда электрона».....	152
<b>Заболотин А.Н., Кошкин А.П.</b> Реализация фундаментальных явлений в лабораторном практикуме по квантовой механике.....	154
<b>Секция «The progress in aviation: milestones and innovations»</b>	<b>156</b>
<b>Волынчук А.И.</b> The aircraft seats of tomorrow.....	156
<b>Сидоров Е.В.</b> Digital twins and their use in mro.....	158
<b>Секция «Здоровый образ жизни, комплекс ГТО, профессиональная подготовка»</b>	<b>161</b>
<b>Иштимиров З.Р.</b> Внедрение информационных технологий в здоровый образ жизни человека.....	161

## Секция «Комплексная безопасность на воздушном транспорте»

### РОЛЬ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ФАКТОРА ПРИ ТЕХНИЧЕСКОМ ОБСЛУЖИВАНИИ И РЕМОНТЕ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ

А.А. Гнездилова

Научный руководитель – к.т.н., доцент, доцент каф. БПиЖД Мерзликин И.Н.

Человеческий фактор – совокупность индивидуальных и профессиональных качеств и свойств человека, проявляющихся в обстановке, в которой он живет и трудится, взаимодействует с оборудованием, процедурами, окружающей средой и с другими людьми, [1].

В подавляющем большинстве случаев при изучении человеческого фактора в гражданской авиации в центре внимания находятся пилоты и авиадиспетчеры. Про влияние ошибок технического персонала на обеспечение безопасности полетов стали говорить не так давно. Это следует из того, что любые ошибки летного экипажа и диспетчеров становятся заметны сразу, в то время как ошибки техников могут проявиться спустя некоторый промежуток времени. Однако это не означает, что ролью человеческого фактора при техническом обслуживании и ремонте воздушных судов (ТОиР ВС) можно пренебречь – даже одна незакрученная гайка или трещина, не выявленная при осмотре самолета, может привести к серьезным происшествиям, которые могут повлечь за собой человеческие жертвы. Поэтому для безопасной работы всей авиационной отрасли важно тщательно анализировать функционирование всех ее элементов как вместе, так и по отдельности. Таким образом, критическим моментом при ТОиР ВС являются причины возникновения ошибок технического персонала.

Согласно изображенной на рисунках 1 и 2 статистике Межгосударственного авиационного комитета [2], с 2010 года ежегодно происходит более 40 авиационных происшествий, и только около 20% из них случаются вследствие неблагоприятных воздействий внешней среды или отказов техники. В остальных случаях виновниками инцидентов становятся люди.

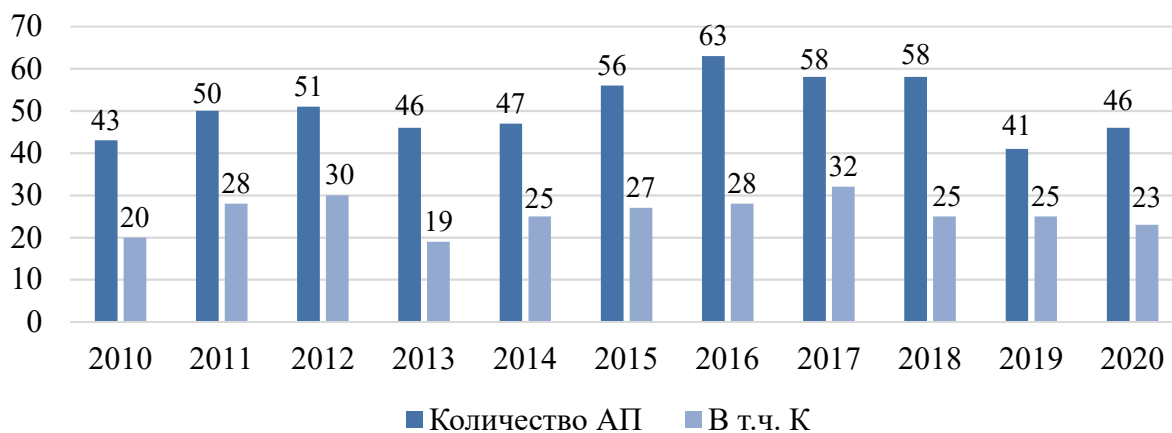


Рис. 1. Количество авиационных происшествий (АП) и в том числе катастроф (К) за 2010-2020 гг.

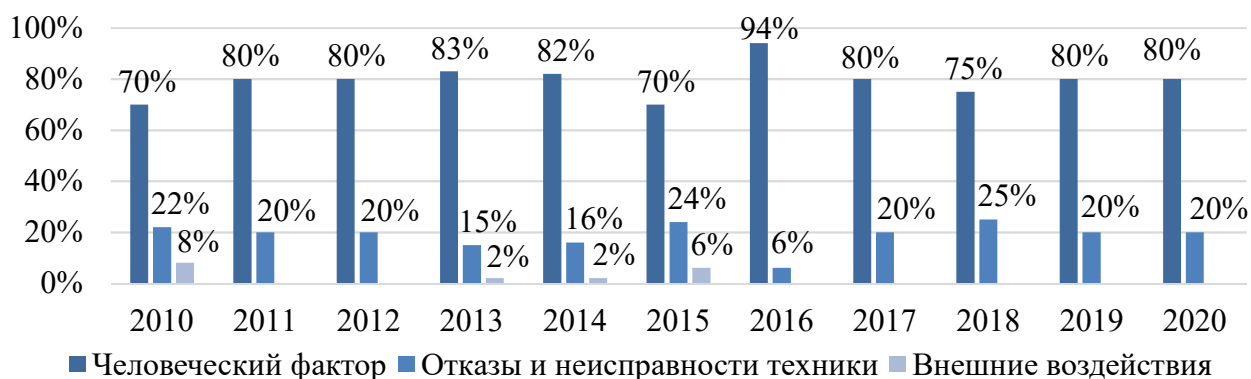


Рис. 2. Причинность авиационных происшествий за 2010-2020 гг.

Человек может допустить ошибку при ТОиР ВС на каждом этапе своей деятельности – начиная от проектирования и заканчивая ежедневным осмотром самолета. Проведем анализ основных факторов, влияющих на работоспособность и принятие правильных решений техников при выполнении работ:

1. *Экономический фактор.* Воздушные суда (ВС) приносят прибыль, только находясь в воздухе. Зачастую авиакомпании стремятся к увеличению числа коммерческих рейсов путем уменьшения времени простоя самолетов на земле, чтобы обеспечить высокую прибыль. Чтобы это выполнить, многие компании ужесточают требования к своевременности выполнения ТОиР ВС. Из-за банальной спешки техников, стремящихся уложиться в установленный работодателем срок и избежать наказания за задержку рейса, могут возникнуть всевозможные ошибки, способные поставить под угрозу безопасность полетов.

2. *Мотивация работников.* Правильная мотивация – один из стимулов к повышению качества работы сотрудников авиапредприятия. В погоне за прибылью авиакомпании, как было сказано мною в предыдущем пункте, сокращают время, выделенное на проведение технического обслуживания (ТО), или, наоборот, принуждают техников работать сверх нормы, тем самым обеспечивая минимальный простой ВС. Однако далеко не каждая компания предусматривает достаточную оплату труда или премии за повышенную нагрузку, что негативно сказывается на выполнении регламента ТО.

3. *Психологические особенности личности* – не менее значимая причина авиационных происшествий:

➤ Во-первых, во время ТО техники обращают внимание в первую очередь на те системы ВС, которые способны повлиять на безопасность полетов в конкретный момент времени. Меньше же внимания уделяется деталям, соответствующим летной годности в данный момент времени, но способных привести к серьезным инцидентам в будущем, если какие-либо неисправности так и не будут выявлены.

➤ Во-вторых, ТО – это работа, требующая от человека полной сосредоточенности, высокой стрессоустойчивости и способности принимать правильные решения в условиях ограниченности времени. Если человек в стрессовых ситуациях и из-за напряженного графика работы быстро устает, теряет концентрацию и становится рассеянным, то возрастает вероятность



ошибки при выполнении работ, что поставит под угрозу обеспечение безопасности полетов.

➤ В-третьих, при ТО важную роль играют и отношения внутри коллектива. Если между двумя сотрудниками одной бригады произойдет конфликт, то ремонт может быть выполнен некорректно с целью испортить работу одному из них или может быть не выполнен полностью, что также поставит под угрозу безопасность всех пассажиров и экипажа ВС.

Таким образом, проведенный анализ статистики авиационных происшествий и факторов, влияющих на работоспособность техников, позволяет сформулировать следующие выводы:

1. Человеческий фактор – все еще остается основной причиной большинства авиационных происшествий, поэтому необходимо изучать действия *всех* людей, задействованных в авиационной отрасли;

2. Одним из факторов, способных повлиять на повышение уровня безопасности полетов, является оптимальное сочетание прибыли авиакомпании и затрат, необходимых для обеспечения самой безопасности. В погоне за прибылью компаниям важно не забывать, что, экономя на безопасности своих пассажиров, вероятно, они получают меньше прибыли, так как люди будут стремиться выбирать только тех авиаперевозчиков, которые заинтересованы в безопасности и комфорте своих пассажиров.

3. Чтобы замотивировать технический персонал работать качественнее и усерднее, необходимо создать продуманную систему оплаты труда и премий. Более высокая заработная плата приведет к повышению качества работы техников, что, в свою очередь, будет приносить компании еще больше прибыли. К тому же увеличение размера заработной платы приведет к привлечению новых специалистов на авиапредприятие, что также может улучшить качество ТО, [3];

4. Чтобы появилась гарантия, что привлечение новых работников приведет к улучшению качества выполнения работ, компаниям необходимо проводить тестирования, способные выявить интеллектуальные и психологические особенности техников. Такие тестирования приведут к уменьшению влияния этих особенностей при ТОиР ВС. Более того, если благодаря тестированиям распределять работников по их предрасположенностям к определенным видам трудовой деятельности, возрастет эффективность ТО, и, следовательно, снизится вероятность человеческих ошибок, способных привести к серьезным происшествиям.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. ICAO 253-AN/151. Человеческий фактор. Сборник материалов №12. Роль человеческого фактора при техническом обслуживании и инспекции воздушных судов. Международная организация гражданской авиации, 1995.

2. Межгосударственный авиационный комитет. Безопасность полетов. [Электронный ресурс]. URL: <https://mak-iac.org/rassledovaniya/bezopasnost-poletov/> (дата обращения: 26.04.2021).

3. Озерникова Т.Г., Носырева И.Г. Оплата труда персонала. Учебное пособие. – Иркутск. Издательство БГУЭП, 2015 – 389 с.

# **РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОВЫШЕНИЮ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ДЛЯ КОМИССИИ ПО РАССЛЕДОВАНИЮ НА МЕСТЕ АВИАЦИОННОГО ПРОИСШЕСТВИЯ**

*А.С. Даценко*

*Научный руководитель – старший преподаватель каф. БПиЖД Старков Е.Ю.*

В Российской Федерации воздушный транспорт является базовым элементом хозяйства, который связывает все районы в единую территорию и с каждым годом более прочно укрепляет свои лидирующие позиции в транспортной системе страны. По данным Росавиации [1] основные показатели деятельности гражданской авиации (ГА) России за последние 10 лет значительно увеличились, например, пассажирооборот к 2019 г. вырос более чем в 2 раза. Одним из главных показателей деятельности ГА является обеспечение безопасности полетов, однако, несмотря на огромную работу по этому направлению, полностью исключить авиационные события (АС) не представляется возможным. Самыми негативными АС по последствиям являются авиационные происшествия (АП), количество которых с 1990-х годов к настоящему времени удалось снизить более чем в 2 раза.

АП подлежат обязательному расследованию в соответствии с [2], а само расследование на месте происшествия приравнивается к работам по ликвидации чрезвычайных ситуаций. Деятельность на месте АП обязательно связана с опасностями и требует решения важных вопросов по повышению производственной безопасности для комиссии по расследованию, отмеченные положения в документах ИКАО по данному направлению можно оценить, как общие сведения и заниматься данными проблемами более качественно актуально и целесообразно. Целью данного исследования является повышение производственной безопасности для комиссии по расследованию на месте АП. Проанализировав места АП на предмет воздействия различных опасностей на работника комиссии по расследованию (классификация опасностей представлена в таблице 1) можно сделать вывод о достаточно большом разнообразии различных воздействий на работника.

Предлагаемые нормативными документами общие рекомендации, опыт расследователей по условиям работы на месте АП свидетельствует о достаточно большом объеме вопросов по безопасности на месте авиационных событий. В условиях полной неизвестности условий места, на котором может произойти АП, затем срочных сборов, многие вопросы по обеспечению соответствующих условий деятельности по расследованию могут являться формальными, забываться и пр. Анализ подобных ситуаций выявил потребность в четком структурировании всех рекомендаций, требований в единой системе. В данной работе собраны рекомендации для планирования, подготовки к деятельности по расследованию на месте АП и, касающихся безопасных условий труда, представлены в виде информационной системы (ИС).

## Опасности на местах авиационных происшествий

Категории опасностей	Виды опасностей
Опасности окружающей среды	Географические и метеорологические условия
Физические опасности	Пожар, взрывчатые вещества, скрытая энергия
Биологические опасности	Дикие животные, ядовитые насекомые и растения, патогены, связанные с останками
Опасности, связанные с материалами	Химические и радиоактивные вещества
Опасность психологического воздействия	Стрессы и травмы, уровень безопасности и политическая ситуация

Разработанная автором ИС в которой содержатся рекомендации по обеспечению производственной безопасности для комиссии по расследованию на месте АП получила название «NECI<sub>DS</sub>» (рисунок 1). ИС позволяет улучшить управление по вопросам организации безопасных условий труда на месте АП для расследователей.



Рис. 1. Главное рабочее меню информационной системы «NECI<sub>DS</sub>»

На данный момент основными функциями (представлено на рисунке 2) разработанных рекомендаций в виде ИС являются: подбор необходимых средств и оборудования для обеспечения производственной безопасности на месте АП с учетом различных условий; подбор нормативно–правовой базы документов, касающихся расследования и мер по обеспечению безопасных условий труда; справочники вакцинаций и спецподготовки (дополнительные инструктажи) для различных условий и мест пребывания работников; подробное описание оборудования и мер безопасности, рекомендуемых для соблюдения в тех или иных районах местности.

Анализ материалов расследования реальных АП позволил проверить работоспособность функций ИС, в которой собраны рекомендации по вопросам безопасности условий труда. В ИС вносились различные данные условий места АП и опасности для работников, например, температурные условия, наличие острых кромок и возможную утечку электрического тока. После обработки внесенных данных ИС «NECI<sub>DS</sub>» на экран компьютера выводится перечень необходимого оборудования (рис. 3), который можно распечатать в виде памятки.



ИС «NESI<sub>DS</sub>» имеет достаточно гибкую структуру и позволяет расширить функционал дополнительными разделами, в частности, внесение перечня особенностей опасностей от различных типов воздушных судов.

Разработанная автором ИС «NESI<sub>DS</sub>» позволяет существенно облегчить работу по производственной безопасности для комиссии по расследованию на месте АП, т.к. в ней содержатся различные рекомендации, учет которых сложно произвести «вручную», особенно, в условиях срочности деятельности по расследованию на месте АП. Гибкая структура ИС позволяет ее регулярно совершенствовать и дополнять различными функциями и дополнительными рекомендациями по повышению производственной безопасности для комиссии по расследованию на месте авиационного происшествия.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Основные производственные показатели гражданской авиации / Федеральное агентство воздушного транспорта. [Электронный ресурс] – URL: <https://favt.gov.ru/dejatelnost-vozdushnye-perevozki-osnovnye-proizvodstvennye-pokazateli-ga/> (дата обращения: 30.04.2021).

2. Правила расследования авиационных происшествий и инцидентов с гражданскими воздушными судами в Российской Федерации. Утв. Постановлением Правительства РФ от 18. 06. 1998 № 609 в ред. Постановлений Правительства РФ от 19.11.2008 N 854, от 07.12.2011 N 1013). [Электронный ресурс]. [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_43232/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_43232/) (дата обращения: 30.04.2021).

### **ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ИНФЕКЦИИ ЧЕРЕЗ СРЕДСТВА ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ ПРИ АВИАПЕРЕЛЕТАХ В УСЛОВИЯХ ПАНДЕМИИ**

*У.К. Жилыева*

*Научные руководители – д.т.н., доцент, профессор каф. БПиЖД  
Николайкин Н.И., к.т.н., доцент, доцент каф. БПиЖД Мерзликин И.Н.*

В связи с появлением в 2019 году нового вируса COVID-19 эпидемиологическая обстановка в мире ухудшилась, вследствие чего возросла смертность населения. Распространению инфекции способствует повышенная скученность людей, находящихся на одной территории. Такое, имеет место в общественном транспорте, например, в аэропортах при подготовке пассажиров к посадке в воздушное судно (ВС) и, особенно, в салонах воздушных судов во время перелета.

Для борьбы с коронавирусной инфекцией в 2020 году государствами предприняты разнообразные профилактические меры, в частности применение средств индивидуальной защиты (СИЗ). Основными стали медицинские маски, антисептики и перчатки. При том, что во всех видах общественного транспорта проводятся многообразные работы по дезинфекции. Деятельность

развлекательных заведений ограничена и даже приостановлена. Многие учебные заведения переведены на дистанционное обучение.

Особенно большой удар пришелся на авиационную отрасль. Государства закрыли границы, практически прекращено международное авиасообщение, сокращено количество внутренних авиарейсов, авиапредприятия несут огромные убытки.

В июле прошлого года Президент нашей страны Владимир Владимирович Путин, провёл рабочую встречу с генеральным директором ПАО «Аэрофлот – Российские авиалинии». Достигнута договоренность, что на борту необходимы средства гигиены, а именно: защитные маски, перчатки. Смену масок и обработку рук в перчатках антисептическими средствами необходимо проводить не реже, чем 1 раз в 3 часа, а также после каждого физического контакта с пассажиром и в случае нарушения целостности перчаток и масок. [1]

Для предотвращения распространения инфекции СИЗ, образующиеся на авиапредприятиях в большом количестве, необходимо утилизировать, а перед утилизацией (на время транспортировки) следует провести их обеззараживание.

Таким образом, использованные одноразовые маски следует обрабатывать перед сбором на утилизацию. Однако целесообразнее восстанавливать защитные качества у широко распространенных сегодня многоразовых масок, что позволит использовать их дольше. Такое решение снизит затраты перевозчика, уменьшатся расходы на утилизацию СИЗ.

Суть предлагаемого заключается в организации мобильной обработки использованных многоразовых масок при помощи озона. Генерирование озона в настоящее время не сложно, это возможно путём использования компактных озонаторов, специальных устройств, производящих газообразный озон.

Озон очень сильный окислитель, его присутствие в атмосфере легко убивает бактерии и прочие микроорганизмы. Перчатки и маски и им подобные СИЗ достаточно поместить в специальный контейнер, в который по трубке от устройства-озонатора поступает воздух с большой концентрацией озона. Обработанные СИЗ после повторной обработки пригодны для применения вновь.

Анализ марок и моделей мобильных и компактных озонаторов промышленного производства, представленных на российском рынке, позволил рекомендовать для названных целей озонатор типа M900 Premium, фирмы Milldom.

Выбранный для использования в рассматриваемых ситуациях прибор относится к новейшему поколению озонаторов-ионизаторов с сенсорным управлением. Срок службы прибора - 17 лет работы или 10 000 часов, что в 3 раза дольше, чем у аналогов. Рыночная розничная стоимость озонатора M900 Premium – 15 000 руб. На борту ВС, необходимо 2 действующих озонатора и 1 запасной. Итого затраты на предлагаемые к применению на одном самолете устройства составят 45 тыс. рублей.

При умеренной дозировке озона в пределах допустимой концентрации в среде обитания человека проблем со здоровьем у пассажиров и авиаперсонала от воздействия на них этого газа не будет. При применении повышенных

концентраций озона в замкнутых объемах специальных камер обработки СИЗ положительный эффект для нашего общества будет заметен сразу.

Важна также и финансовая часть данного предложения. Пандемия коронавируса показала, что отрасль пассажирских авиаперевозок уязвима как никогда ранее. В современных условиях большое значение имеют затраты авиапредприятий на соблюдение установленных требований ВОЗ, Роспотребнадзора и других надзорных инстанций.

Расчёты показывают, что использование многоразовых масок, проходящих систематическую санитарную обработку, является более выгодным для предприятий ГА.

Так в среднем за 3-х часовой рейс, например, по маршруту Москва-София, авиакомпания должна предоставить пассажирам и членам экипажа около 500 единиц комплектов одноразовых масок и перчаток, и столько же на обратном пути (из расчета на 200 пассажиров при замене масок раз в 1,5 часа и с некоторым запасом). В среднем стоимость многоразовой маски в России 100 рублей, перчаток – 20 рублей. Таким образом, за рейс Москва-Болгария-Москва, авиакомпании придется потратить на средства защиты 120 000 рублей.

Таким образом, приобретение авиакомпаниями озонатора типа M900 Premium, окупится уже за 1-й рейс.

В современной напряженной эпидемиологической обстановке в мире, использование озонаторов для стерилизации СИЗ снизит риск распространения заболеваний за время авиаперелета, а также при подготовке ВС к следующему полёту. Разработанный метод использования озонатора, как средство предотвращения распространения вируса, можно рекомендовать к использованию и на других видах транспорта: водном, железнодорожном, автомобильном.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Стенограмма встречи Путина В.В. с Савельевым В.Г.: Президент России: Стенограммы: 2020 год: Июль. [Электронный ресурс].- URL: Режим доступа: <http://prezident.org/tekst/stenogramma-vstrechi-vladimira-putina-s-vitaliem-savelevym-06-07-2020.html> (дата обращения 06.07.2020)

## ПРОБЛЕМЫ ОЦЕНКИ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ АВИАПРЕДПРИЯТИЯ

*К.А. Стёпина*

*Научный руководитель – д.филос.н., доцент, профессор каф. БПиЖД*

*Наумова Т.В.*

Быстротечное развитие авиационной отрасли и повышение её роли в человеческой жизни всё больше оказывает влияние на окружающую среду. Независимо от того, что авиатранспорт в сопоставлении с другими видами транспорта является относительно «чистым» видом, из-за регулярно растущего воздушного трафика, который приводит к увеличению загрязнения в верхних

слоях тропосферы, а также близлежащих территорий авиапредприятий, его влияние на среду обитания и на климат со временем станет более заметным и необратимым [1].

В нашей стране впервые проблемами воздействия авиатранспорта на окружающую среду заинтересовались в конце 60-х годов. Деятельность авиационных предприятий сопровождается использованием различных ресурсов (атмосферных, водных, земельных, биологических, энергетических) и загрязнением окружающей среды.

Международный аэропорт Шереметьево – один из крупнейших российских аэропортов. Стратегия развития Шереметьево включает в себя охрану окружающей среды, в связи с чем, информация об экологических аспектах его деятельности является открытой и общедоступной [2].

Для оценки эффективности проводимых природоохранных мероприятий в Шереметьево используются ключевые показатели, приведённые на рисунке 1.

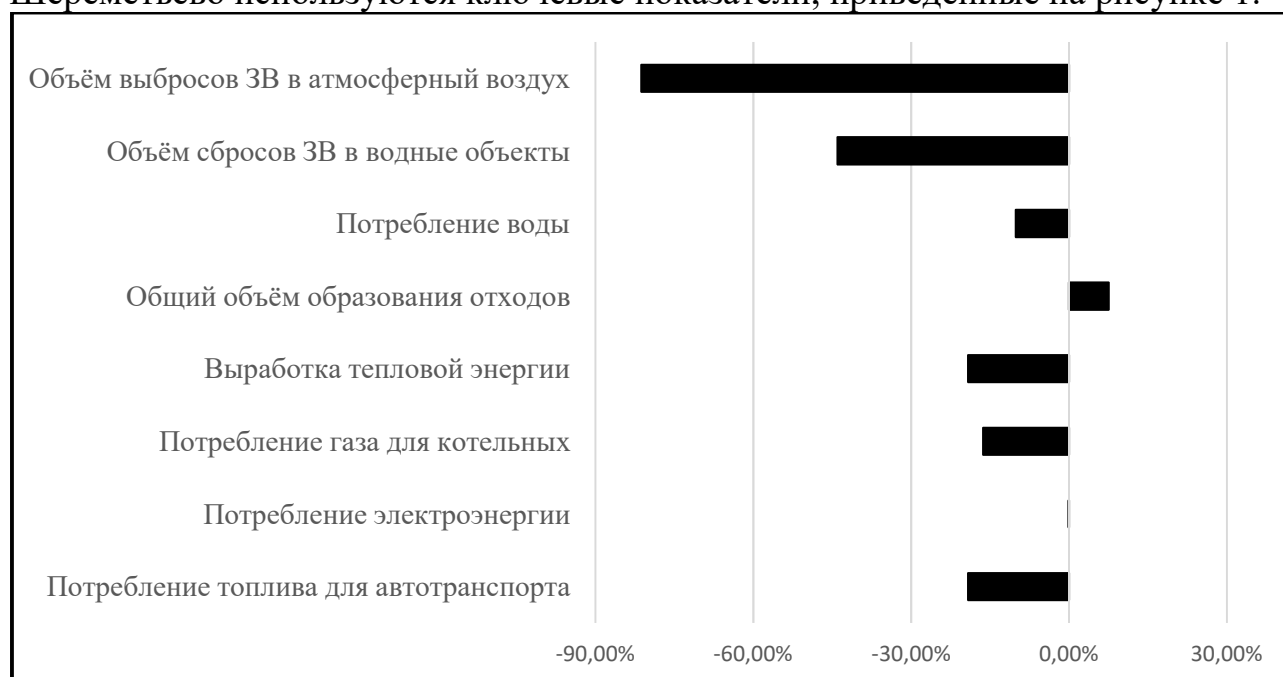


Рис. 1. Динамика ключевых показателей в 2019 году по сравнению с 2018 годом

Среди приведённых показателей выделяют следующие значимые показатели: выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух, сбросы в водные объекты и образование отходов производства и потребления. Анализируя приведённую динамику, можно сделать вывод о том, что все показатели снижаются, кроме объёма образования отходов, который вырос в 2019 году, в связи с тем, что ввели в эксплуатацию терминал В.

Для устранения или послабления воздействия деятельности предприятия на окружающую среду выполняется оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС). В процессе проведения данной оценки прогнозируются потенциальные неблагоприятные последствия деятельности предприятия и разрабатываются мероприятия по уменьшению этих последствий. Оценка воздействия на окружающую среду включает в себя следующие этапы:



1. уведомление о намерениях, предварительная оценка и формирование технического задания на проведение ОВОС;
2. проведение исследований и разработка предварительного варианта материалов по ОВОС;
3. разработка окончательного варианта материалов по ОВОС.

В процессе всех этапов оценки воздействия на окружающую среду проводится оповещение и участие общественности [3].

Итогами ОВОС является информация о характере и масштабах воздействия на окружающую среду исследуемой деятельности, альтернативах ее реализации и возможности минимизации воздействий.

Вернёмся к выделенным ранее значимым показателям эффективности природоохранных мероприятий. Для каждого показателя существуют основные способы минимизации негативного воздействия.

Для снижения воздействия на атмосферный воздух, предложены следующие способы минимизации этого воздействия:

1. замена транспортных средств на экологически чистые;
2. контроль токсичности и дымности автомобильного парка;
3. контроль технического состояния и эффективности работы газоочистного и пылеулавливающего оборудования;
4. контроль соблюдения установленных нормативов выбросов вредных веществ.

К способам минимизации воздействия на водные объекты относятся:

1. осуществление своевременного ремонта технологического оборудования очистных сооружений сточных вод;
2. установка проточных фильтров;
3. проведение плановой замены фильтрующей загрузки на очистных сооружениях;
4. проведение специализированной организацией очистки очистных сооружений (сбор и обезвреживание илового осадка, плёнки нефтепродуктов).

Способы минимизации неблагоприятного воздействия при обращении с отходами производства и потребления включают в себя:

1. раздельное накапливание отходов на специально отведённой для этой цели территории, которая защищена от агрессивных веществ, атмосферных осадков, а также в местах, где исключается повреждение тары для накопления отходов;
2. установка урн для раздельного сбора отходов;
3. проведение процедур по покраске, замене и ремонту контейнеров, которые предназначены для сбора отходов производства и потребления.

Хотелось бы подробнее остановиться на способах минимизации неблагоприятного воздействия при обращении с отходами производства и потребления. Помимо приведённых способов, существует более популярный в европейских странах и менее используемый в России – вторичная переработка. Этот способ заключается в проведении ряда операций с отходами для их последующего повторного использования.

Вторичная переработка является прогрессивным и перспективным способом сокращения объёма образовавшихся отходов. К примеру, метан, который выделяется при разложении некоторых веществ, можно использовать как альтернативную энергию; пластик, бумагу, металлолом и резину можно отправить на производство новых качественных товаров; пищевые отходы есть возможность использовать как сельскохозяйственные удобрения.

На сегодняшний день чрезмерное образование отходов является глобальной проблемой, поэтому переработка мусора – это критическая необходимость для всего человеческого общества. Важно отметить, что окружающая нас среда находится в неблагоприятном состоянии, поэтому необходимо планировать хозяйственную деятельность авиапредприятия с учётом действующих правил и норм в области охраны окружающей среды и природопользования и вводить особенно перспективные для аэропорта экологические проекты и стратегии развития.

### ЛИТЕРАТУРА

1. А.Р. Иванова. Влияние авиации на окружающую среду и меры по ослаблению негативного воздействия [Электронный ресурс] // Труды Гидрометцентра России. – 2017. – Вып. 365. – С. 5-14. – URL: [http://method.meteorf.ru/publ/tr/tr365/ivan\\_a.pdf](http://method.meteorf.ru/publ/tr/tr365/ivan_a.pdf) (дата обращения: 30.03.2021);

2. Экологический отчёт акционерного общества «Международный аэропорт Шереметьево» за 2019 год [Электронный ресурс]// Акционерное общество «Международный аэропорт Шереметьево». – 2020. – URL: <https://www.svo.aero/ru/about/social-responsibility/ecology> (дата обращения: 30.03.2021);

3. Приказ Госкомэкологии РФ от 16 мая 2000 г. N 372 “Об утверждении Положения об оценке воздействия намечаемой хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду в Российской Федерации” // Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти. - N 31. - 2000.

**Секция «Проблемы проектирования ЛА. Аэродинамические и лётно-технические характеристики ЛА»**

**СРАВНЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПРОБЕГА ВС AIRBUS A320 И BOEING 737-800 ПРИ ПОСАДКЕ В НОРМАЛЬНЫХ И ОСОБЫХ УСЛОВИЯХ И РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ПОВЫШЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛЕТОВ**

*А.И. Волынчук*

*Научный руководитель – д.т.н., профессор, профессор каф. АКПЛА  
Ципенко В.Г.*

Вопрос формирования эффективного парка воздушных судов всегда актуален для эксплуатантов и операторов. Особенно остро проблема выбора того или иного типа ВС может стоять перед «lowcost» перевозчиками, чья бизнес-модель основана на эксплуатации парка, состоящего целиком из одного типа ВС. Часто такие авиакомпании, выбирают небольшие региональные аэропорты, расположенные на удалении от метрополий, модернизируют их, вкладываясь в реконструкцию терминала и ВПП, и представляют, как новый городской аэропорт. А в свете глобального кризиса авиационной отрасли, вызванного пандемией, вопрос интенсификации использования флота и выбора наиболее экономичного и безопасного ВС встал наиболее остро [1].

Чаще всего выбор делается между наиболее доступными и массовыми среднемагистральными ВС: Airbus A320 и Boeing 737-800NG. Оба лайнера близки друг другу по своим лётно-техническим и экономическим характеристикам, в результате чего для руководства многих авиакомпаний процесс выбора типа ВС становится непростой задачей [2].

Одним из наиболее важных факторов, определяющих выбор типа ВС, является маршрутная сеть перевозчика, в частности, учитываются возможности аэропортов принять и обслужить конкретный тип ВС. Существенным при этом является размер, тип покрытия и класс ВПП.

Стандарты СНИП 32-03-96, установленные для ВПП с искусственным покрытием эксплуатируемых в РФ приведены в таблице 1.

Таблица 1

Показатель	Класс ВПП					
	А	Б	В	Г	Д	Е
Минимальная длина ВПП в стандартных условиях, м	3200	2600	1800	1300	1000	500
Минимальная длина ВПП в стандартных условиях, м	60	45	42	35	28	21

В качестве признака для проведения сравнения двух типов ВС было решено использовать дистанцию пробега при посадке, так как именно посадка является наиболее сложным этапом полета, и нарушение требований в части обеспечения достаточной длины ВПП для пробега может иметь катастрофические последствия.

Условно посадку можно разделить на две категории: в нормальных и в особых условиях. В данной работе рассматриваются два довольно часто встречающихся в нашем климатическом поясе варианта состояния ВПП:

1) Нормальные условия: ВПП чистая и сухая (коэффициент сцепления  $f=0,15$  и выше)

2) Особые условия: в данном случае рассматривается посадка на обледенелую ВПП с коэффициентом сцепления  $f=0,06$  и ниже.

В связи с отсутствием в открытом доступе точных летно-технических и геометрических характеристик воздушных судов иностранного производства все расчеты в данной работе опираются на серию расчетов и зависимостей, проведенных для ВС Ил-96-300 [3].

Для проведения анализа понадобилось ввести коэффициенты пересчета зависимостей. Коэффициенты пересчета для каждого типа ВС были получены через формулу посадочной скорости.

Таким образом:

$$K1 = \frac{V1}{V2} = \sqrt{\frac{G1C_{Y1ПОС}\rho S1}{G2C_{Y2ПОС}\rho S2}} = 1,056 \text{ к-т пересчёта для Airbus A320}$$

$$K2 = \frac{V1}{V3} = \sqrt{\frac{G1C_{Y1ПОС}\rho S1}{G3C_{Y3ПОС}\rho S3}} = 1,072 \text{ к-т пересчёта для Boeing 737NG}$$

Результатом серии расчетов стало приведенное на рисунке 1 графическое изображение дистанций пробега ВС в нормальных и особых условиях посадки при различных режимах использования реверса двигателей.

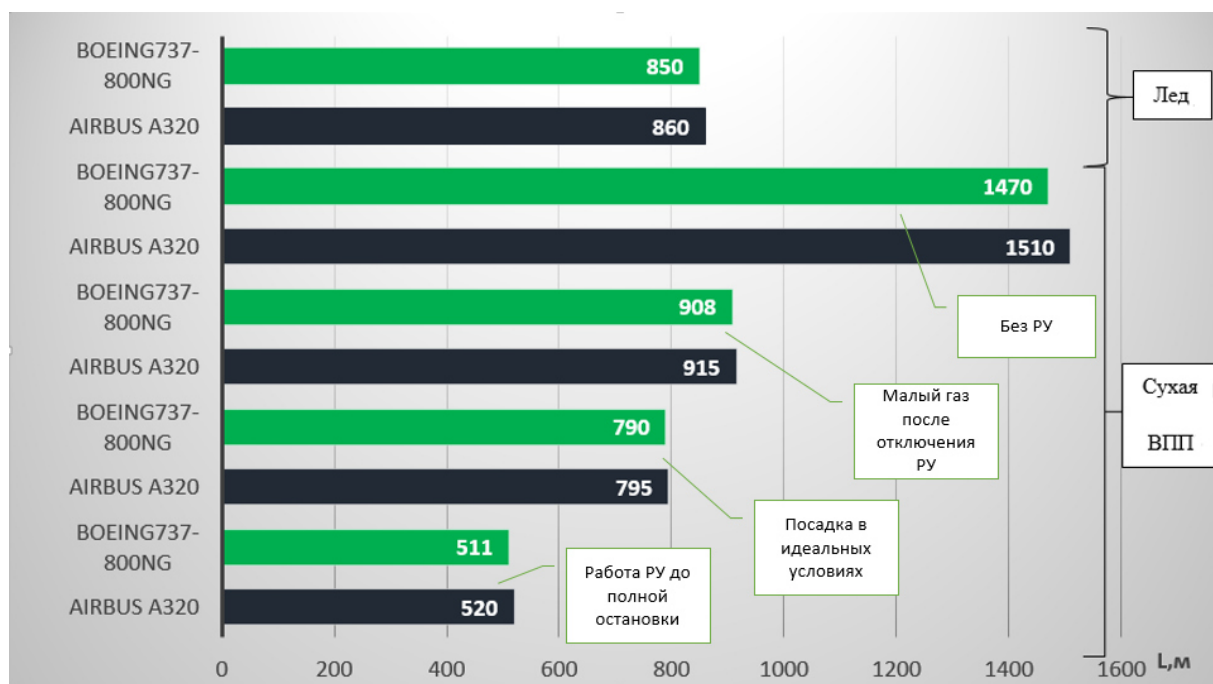


Рис 1. Дистанции пробега ВС А320 и В737 при посадке в нормальных и особых условиях при различных режимах использования реверса двигателей

Проведенная серия прикидочных расчетов в целом соответствует показателям реальной эксплуатации данных ВС. В результате можно с уверенностью заявить, что несмотря на различия в конструкции, геометрии и оборудовании при посадке оба типа ВС ведут себя примерно одинаково. При

этом за счет чуть большей массы, менее совершенной аэродинамики и относительно невысоких шасси (меньше сказывается эффект экраноплана) пробег ВС типа Boeing 737-800NG в среднем на 1-2% меньше пробега ВС типа Airbus A320.

Важным теоретическим выводом проведенных расчетов является математическое доказательство возможности использования данных ВС с укороченных полос класса В и даже Г. Однако для обеспечения безопасности полетов необходима модернизация как аэродромов, так и бортовых систем.

В первом случае оправдано применение концевых полос безопасности. Принцип их работы основан на безопасном поглощении энергии движения самолета. При выкатывании шасси ломают материал полосы, за счет чего происходит плавное и контролируемое торможение. В результате этого гасится кинетическая энергия ВС без существенного ущерба конструкции [4].

Повысить уровень безопасности можно и путем применения бортовых средств предотвращения выкатывания. В общем виде алгоритм работы может быть представлен следующим образом: 1) определение местоположения ВС и параметров движения; 2) вычисление дистанции пробега для текущих параметров движения; 3) определения угрозы выкатывания воздушного судна; 4) информирование экипажа.

Таким образом, с точки зрения эффективного использования аэродромной инфраструктуры и безопасности полетов применение Boeing 737 для «lowcost» перевозчиков предпочтительнее, по причине более короткого пробега. С учетом высокой стоимости ВПП даже незначительное сокращение ее длины способно сэкономить значительные средства, которые оператор ВС или аэродрома может направить на усовершенствование наземных и бортовых систем обеспечения безопасной посадки.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Какой из самолетов лучше Boeing-737 или Airbus-320? [Электронный ресурс] URL: <https://samoletos.ru/samolety/boeing737-vs-airbus320> (дата обращения: 03.04.2021).
2. Global Internet Encyclopedia Wikipedia. Available at: <https://en.wikipedia.org> . (Accessed 03.04.2021)
3. Летно-технические характеристики ВС Ил 96-300. [Электронный ресурс] URL: <http://www.svavia.ru/ttd/ttd29.html> (дата обращения: 02.04.2021).
4. Руководство по проектированию аэродромов. Часть 1. Взлетно-посадочные полосы. Руководство Doc 9157-AN/901 Третье издание 2006 год. ICAO

# СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ САМОЛЁТНОГО ТИПА

*З.Р. Иштимиров*

*Научный руководитель – преподаватель каф. АКПЛА Боков С.Р.*

Обеспечение безопасности при осуществлении полетов воздушных судов является неотъемлемой частью процесса эксплуатации авиационной техники занимает особое положение в авиационной системе [2].

12 ноября 2001 год произошла катастрофа, занявшая шестнадцатое место из ста по числу жертв, составивших 265 человеческих жертв из-за падения авиалайнера Airbus A300 В4-605R, который был повреждён в следствии отрыва хвостового стабилизатора. Из отчета следует, что наиболее вероятной причиной катастрофы является попадание самолета в спутный след.

Для предотвращения воздействия спутного следа на аэродинамические и летно-технические характеристики летательного аппарата, а также разработке рекомендательных действий пилота при попадании в спутный след, необходимо провести серию экспериментов.

В лаборатории на кафедре аэродинамики, конструкции и прочности летательных аппаратов МГТУ ГА для исследования распределения давления [1] по профилю крыла используется батарейный манометр. Но ввиду того, что батарейный манометр невозможно будет применить в реальном полете, появилась еще одна задача: разработка специального оборудования. Оборудование должно удовлетворять следующим требованиям: конструкция должна иметь небольшой вес, измерение давления должно проходить одновременно во всех точках и сохранять значения на носитель информации.

В качестве решения данной задачи был предложен проект модуля измерения воздушного давления, основанный на платформе для программирования «Arduino IDE». Модуль состоит из принимающего сигнал с датчиков давления BMP-180 (рис.1 а), мультиплексора TCA9548A (рис. 1 б), микроконтроллера Arduino Nano (рис. 1 в).

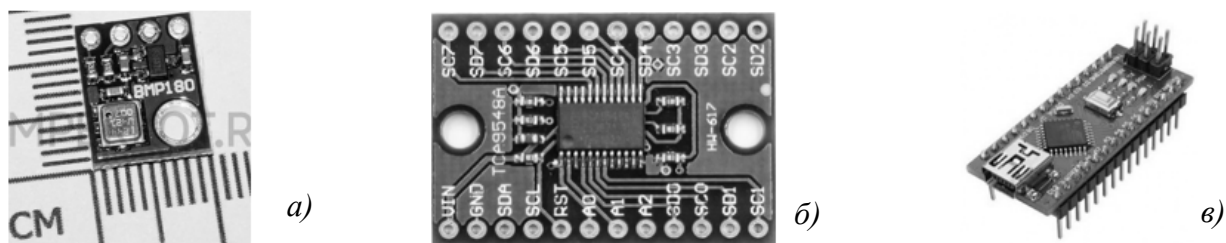


Рис. 1 Составляющие части разработанного модуля

*а – датчик давления BMP-180; б – мультиплексор TCA9548A; в – Arduino Nano*

После сборки модуля измерения давления (рис. 2) был проведён эксперимент в аэродинамической трубе с приемником воздушного давления и получены результаты давления с каждого датчика по отдельности. Целью эксперимента являлась калибровка датчиков по поверенному микроманометру.

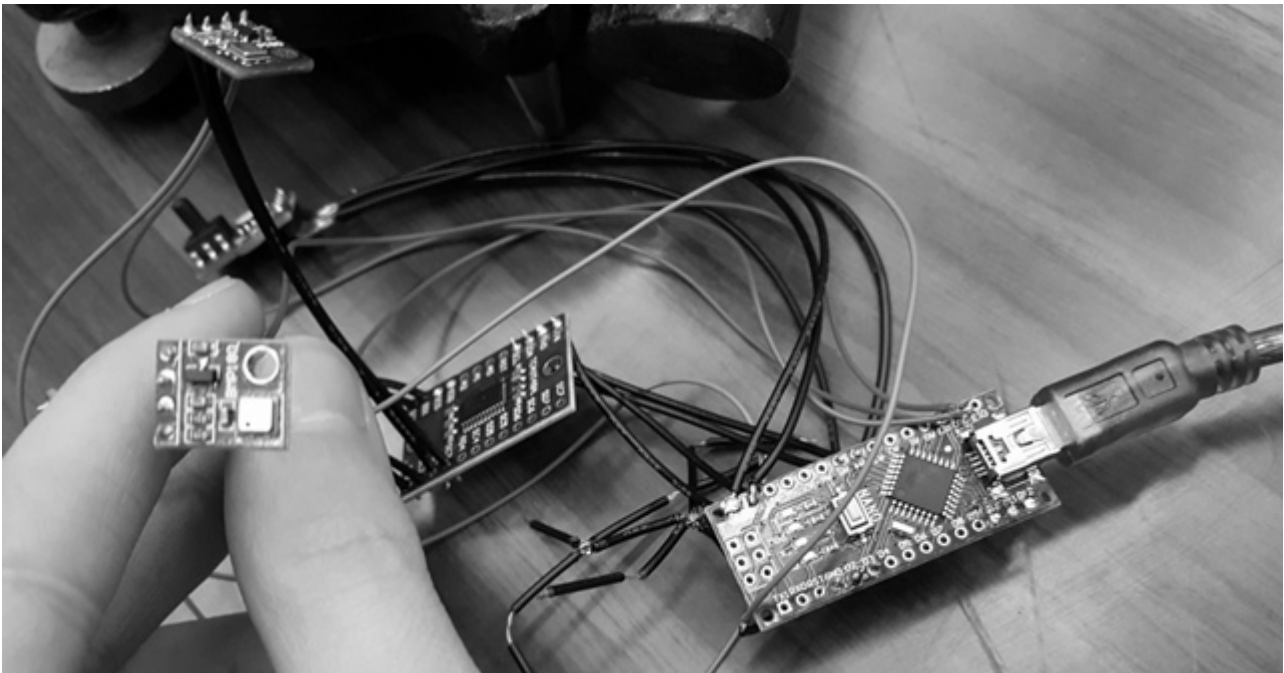


Рис. 2 Модуль в сборке

Значение скоростного напора (динамического давления), замеренного микроманометром: 113 мм.

Удельный вес спирта в микроманометре при температуре 288 К: 7793 Н/м<sup>3</sup>, тогда при температуре 294,4 К (21,4 °С) удельный вес спирта будет

$$\gamma = \frac{\gamma_0}{1 + \beta(T - T_0)} = \frac{7793}{1 + 0,0011 \cdot (294,4 - 288,2)} = 7739 \text{ Н/м}^3, \quad (1)$$

где:  $\gamma_0$  удельный вес жидкости в микроманометре при температуре  $T_0 = 288 \text{ К}$  ( $\gamma_0 = 7793 \text{ Н/м}^3$ );  $\gamma$  - то же, при температуре эксперимента  $T$ ;  
 $\beta$  - коэффициент объемного расширения жидкости ( $\beta = 0,0011 \text{ 1/град}$ ).

Для определения скоростного напора в месте расположения приемника воздушного давления:

$$q = a\gamma\xi K\mu = 0,113 \cdot 7739 \cdot 1,01 \cdot 0,2 \cdot 1,01 = 178,4 \text{ Па}, \quad (2)$$

где:  $a$  – значение скоростного напора, снятое с приемника воздушного давления;  
 $\gamma$  – удельный вес спирта;  
 $\xi$  – коэффициент тарировки приемника воздушного давления;  
 $K$  – коэффициент микроманометра;  
 $\mu$  – коэффициент поля скоростных напоров в рабочей части аэродинамической трубы.

Плотность газа при температуре воздуха в эксперименте 294,4 К:

$$\rho = \frac{p_{\infty}}{BT} = \frac{101300}{287.05 \cdot 294.4} = 1.199 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}. \quad (3)$$

Скорость воздушного потока определяется по следующей формуле:

$$V = \sqrt{\frac{2q}{\rho}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 178,4}{1,199}} = 17,3 \frac{\text{м}}{\text{с}}. \quad (4)$$

Результаты эксперимента представлены в таблице 1.

Таблица 1

Результаты физического эксперимента в аэродинамической трубе  
с использованием приемника воздушного давления

№ датчика	Давление полное $p_0$ , Па	Давление статическое $p$ , Па	Скорость воздуха в трубе $V_{\infty}$ , м/с
1	101 225,00	100892	23,7
2	100 738,00	100519	19,2
3	100 737,00	100607	14,8
Средняя скорость потока воздуха в трубе $V_{\infty \text{ ср}}$ , м/с			19,2

По полученным результатам можно сделать вывод о том, что погрешность измерения данных датчиков составляет более 5%. В связи с этим необходимо добавить калибровочный коэффициент, учитывающий данное отклонение.

На следующем этапе исследования планируется установить данный модуль на дренированное крыло, поместить его в спутный след и получить картину обтекания исследуемого крыла в спутном следе на разных углах атаки.

После успешного проведения исследования в аэродинамической трубе открывается новая перспектива исследования аэродинамических и летно-технических характеристик летательных аппаратов с использованием беспилотной авиации. Предполагается также для исследований установить разработанный модуль на беспилотный летательный аппарат, летящий в спутном следе.

Таким образом, по результатам работы можно будет внести изменения в действующие Руководство по летной эксплуатации и Нормы летной годности, с целью повышения безопасности полетов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Основы аэродинамики и летно-технические характеристики воздушных судов: учебно-методическое пособие по проведению практических занятий и лабораторных работ./ В.В. Трофимов, В.Г. Ципенко, И.А. Чехов. – Воронеж: «ООО МИР», 2019. – 60 с.

2. Чикагская Конвенция ИКАО. Приложение 19. «Управление безопасностью полетов».



## ВОПРОСЫ РАЗРАБОТКИ, ПРИМЕНЕНИЯ И ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ПАРАШЮТНЫХ СИСТЕМ СПАСЕНИЯ БПЛА

*А.С. Мельников*

*Научный руководитель – д.т.н., доцент, профессор каф. АКПЛА Ефимов В.В.*

Беспилотные летательные аппараты различных типов и назначений всё больше входят в нашу жизнь. Проблема безопасности их полётов для окружающих становится всё острее. Как и в любых сложных технических устройствах, в них может случиться отказ, может произойти столкновение в воздухе, приводящие к падению аппарата, серьёзным увечьям людей на земле, повреждению наземных объектов и самих БПЛА. Последствия неуправляемого падения автоматических летательных аппаратов могут быть гораздо более благоприятными, если оснащать ЛА парашютными системами спасения, наподобие тех, что в наше время устанавливаются на многие самолёты и аппараты авиации общего назначения.

В первом приближении предлагается задать скорость снижения БПЛА на парашюте спассистемы, равную 8 м/с, которая вполне может обеспечить безопасное приземление, но при этом, согласно статистическому графику, относительная масса парашюта составит около 0,08 от массы груза [1]. Используя современные материалы, эту цифру можно уменьшить.

Площадь купола рассчитывается по следующей формуле [1]:

$$F_{\text{п}} = \frac{2(G_{\text{г}} + G_{\text{п}})}{\rho c_{\text{п}} V_{\text{сн}}^2} - \frac{c_{\text{г}}}{c_{\text{п}}} f_{\text{г}}$$

где  $c_{\text{г}}$  и  $f_{\text{г}}$  - коэф. сопротивления и площадь груза соответственно.

При небольших размерах парашюта увеличение длины строп не приведёт к значительному росту массы, но коэффициент сопротивления повысится [1]. Рекомендуются определить длину строп как 0,9 диаметра купола.

Для укладки и хранения парашюта на борту предлагается использовать пластиковый отсек в форме параллелепипеда, так как он создаст наименьшее аэродинамическое сопротивление при внешней установке на корпусе аппаратов. Её пропорции схожи с ранцем спасательного парашюта для членов экипажа. Для спасательных парашютов применяют зигзагообразную схему укладки [7].

Среди спасательных парашютов наиболее распространена круглая форма купола, как наиболее надёжная при раскрытии, с центральным отверстием для стабилизации и центральной стропой. Центральная стропа используется для расширения входного отверстия купола, что увеличивает его мидель, а значит и сопротивление. Улучшается наполняемость купола на малых и больших скоростях выше критической скорости наполнения [1].

При отказе двигателя или повреждении конструкции наиболее уязвимы четырёх- и менее роторные БПЛА, так как им нечем скомпенсировать возникший вращающий момент при отказе двигателя. Они приходят во вращение по всем трём осям. Возникает большая опасность запутывания строп в винтах при открытии парашюта. Предлагается разместить отсек в верхней части дрона между винтами над центром тяжести, причём в момент выброса парашюта, помимо остановки двигателей, для защиты от запутывания вокруг основной

нижней стропы можно раскрывать телескопический стакан на высоту, превышающую плоскости вращения винтов на достаточно большое расстояние, которое можно определить экспериментально. Контроллер спассистемы должен быть оснащён гироскопами, чтобы открыть парашют в момент, когда отсек с парашютом находится вверху.

Для самолётов наиболее оптимальной будет следующая схема размещения спассистемы. В случае с летающим крылом отсек размещается в верхней задней части крыла в центре. На самолёте классической схемы выброс следует производить назад и вниз, а сам купол размещать как можно ближе к задней части самолёта, насколько это позволяет центровка, а стропа должна крепиться вблизи центра тяжести.

В настоящее время на уже находящихся в производстве системах спасения выброс купола происходит сжатой пружиной или сжатым воздухом. Для малоразмерных парашютов до 0,5 м в диаметре достаточно энергии сжатой пружины. Для больших куполов более целесообразно использовать в системе вытяжной парашют, который выбрасывается в поток пружиной, а затем вытягивает основной купол в мягком контейнере, что будет препятствовать его запутыванию в конструкции ЛА.

Активация спассистемы в случае нештатных ситуаций должна происходить как в ручном режиме по команде оператора, так и в автоматическом режиме. Для его реализации требуется электронный блок управления, который должен анализировать различные параметры полёта и систем ЛА и при определённых их сочетаниях давать команду на выпуск парашюта. При любом способе активации происходит принудительная остановка всех двигателей и перекрытие подачи топлива на самолёте с ДВС. Электронный блок управления спассистемой будет по сути являться системой сбора полётных и некоторых диагностических параметров, и потому предлагается использовать его и для целей ТО различных систем аппарата.

Для технического обслуживания спассистем предлагается выбрать стратегию ТО "On condition" (ТОСКП в русском варианте). В ходе эксплуатации инженерно-технический персонал будет контролировать различные параметры агрегатов СС и делать вывод о пригодности к дальнейшей её эксплуатации на борту или о требуемой замене или обслуживании отдельных её агрегатов [4].

Оперативное техническое обслуживание парашютных спассистем должно включать в себя пред- и послеполётный осмотр контейнера с парашютом на предмет повреждений. Контроллер должен иметь систему автоматического самотестирования, световой и прочей индикации об ошибках, такой как сообщения оператору через данные телеметрии и GSM.

Периодическое ТО должно включать в себя пробный выпуск парашюта на земле и его переукладку раз в три месяца (при отсутствии неисправностей, негерметичностей контейнера с намоканием парашюта и т.д.) [6]. В ходе выпуска парашюта проверяется направление и расстояние выброса купола, которое должно укладываться в заданные рамки. В ходе переукладки проверяется состояние строп, ткани купола, электропривода открытия замка капсулы и состояние выбрасывающей пружины. Пружина проверяется визуально и с

помощью динамометра для определения соответствия коэффициента жёсткости пружины заданному. Перед укладкой парашют просушивается в открытом состоянии в условиях низкой влажности не менее 12 часов.

Примерно раз в 3-5 лет должна происходить самая тяжёлая форма обслуживания СС с её функциональной проверкой (Functional check), которая будет заключаться в сбросе специального балласта с установленной на нём проверяемой спассистемой [7]. Такую проверку можно реализовать как с оборудованного для сброса грузов БПЛА, так и с пилотируемых ВС.

Парашютные спассистемы – во многих аварийных случаях единственный способ безопасно приземлить БПЛА. Производство ПСС для БПЛА сосредоточено в основном за рубежом и даже там их применение не имеет должного распространения. Ввиду тенденции роста коммерческого использования БПЛА следует больше внимания уделять разработке процессов технической эксплуатации самих аппаратов и их компонентов, разрабатывать электронные системы для упрощения ТЭ и активации ПСС в аварийных ситуациях, активно внедрять использование систем спасения для БПЛА. Возможно перенять опыт производителей лёгких самолётов АОН, во многих из которых ПСС входят в стандартную комплектацию и процедуры их эксплуатации строго регламентированы.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Лобанов Н.А. Основы расчета и конструирования парашютов. М.: Машиностроение, 1965. - 362 с.
2. Агроник А.Г., Эгенбург Л.И. Развитие авиационных средств спасения. М.: Машиностроение, 1990. - 256 с.
3. Житомирский Г. И. Конструкция самолётов. М.: Машиностроение, 1995. - 416 с.
4. Смирнов, Н. Н. Основы теории технической эксплуатации летательных аппаратов : Учебник / Н. Н. Смирнов, Ю. М. Чинючин. – Москва : Московский государственный технический университет гражданской авиации, 2015. – 505 с.
5. Приказ Минтранса России от 31.07.2009 N 128 (ред. от 22.04.2020) "Об утверждении Федеральных авиационных правил "Подготовка и выполнение полетов в гражданской авиации Российской Федерации" (Зарегистрировано в Минюсте России 31.08.2009 N 14645). Доступ из справ.-правовой системы "Консультант-плюс"; Текст: электронный.
6. FAA Regulations Доступ: [https://www.faa.gov/regulations\\_policies/faa\\_regulations/](https://www.faa.gov/regulations_policies/faa_regulations/); Текст: электронный.
7. SUPAIR Company. User manual for reserve parachute Shine.

**Секция «Техническая эксплуатация и ремонт летательных аппаратов и авиационных двигателей»**

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ КЛЮЧЕВЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СИСТЕМ ВС, ВЛИЯЮЩИХ НА ПОКАЗАТЕЛЬ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ**

*М.Р. Мицук*

*Научный руководитель – к.т.н., доцент каф. ТЭЛАиАД Файнбург Г.Д.*

*Проблема.* Для повышения уровня надежности вылетов следует понимать, какие функциональные системы (ФС) воздушного судна (ВС) в наибольшей степени влияют на этот показатель.

*Метод.* Предлагается использовать метод регрессионного анализа и описать уравнение зависимости показателя надежности вылетов от количества отказов в каждой из функциональных систем.

*Цель.* Определение ФС, в наибольшей степени влияющих на ухудшение показателя надежности вылетов, и поиск функции, описывающей изменение показателя надежности вылетов от количества отказов в каждой ФС.

*Основная идея.* Нахождение корреляции между общим числом отказов ФС и отказов, приводящих к задержкам вылета ВС, а также корреляции между показателем надежности вылетов и числом отказов, приводящих к задержкам.

*Показателем адекватности* модели будет являться коэффициент детерминации  $R^2$ .

Сокращения и обозначения:

$K_{100}$  – количество отказов на 100 циклов (вылетов).

$K_{100}^{зд}$  – количество отказов, приведших к задержкам, на 100 циклов (вылетов).

АТА – Air Transport Association – система нумерации технической документации.

В качестве исходных данных будут использованы коэффициенты  $K_{100}$  и  $K_{100}^{зд}$  каждой из ФС семейства самолетов SSJ-100 парка а/к Аэрофлот в период с января 2016 по октябрь 2020 года. Всего рассмотрено 58 ФС.

На первом этапе найдем ФС, отказы которых приводят к заметному (корреляция  $r(x;y)$  от 0,5 до 0,7) числу задержек вылета. Для этого рассчитаем корреляцию Пирсона, где  $K_{100}$  – зависимая величина от  $K_{100}^{зд}$ . Значимость корреляции определим по t-статистике Стьюдента с уровнем значимости  $p$ . Для 58 параметров и  $p=0.05$ ,  $t^{табл}$ -статистика = 2,002. Расчетные данные для ФС с заметной корреляцией и их t-статистики представлены в таблице 1.

Таблица 1

Значения корреляции  $K_{100}$  от  $K_{100}^{зд}$  по главам АТА

Критерий/ № АТА	24	27	28	31	36	55	80
$r(x;y)$	0,556	0,546	0,666	0,534	0,666	0,603	0,572
t-статистика	8,41	8,13	11,8	7,83	11,83	9,71	8,82

На втором этапе выясним, какие из данных ФС, отказы которых приводят к задержкам, вносят заметный вклад в ухудшение показателя надежности вылетов. Для этого, в математической среде STATISTICA 10 рассчитаем  $p$ -уровень значимости  $K_{100}^{зд}$  каждой из ФС, выделенных на первом этапе. Результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2

 $p$ -уровень значимости  $K_{100}^{зд}$  выделенных ФС

	$\beta$	$\sigma(\beta)$	B	$\sigma(B)$	t(50)	p-знач.
Св.член			97,26584	0,229025	424,6946	<b>0,000000</b>
$K_{100}^{зд}$ АТА24	-0,483234	0,114198	-0,70921	0,167600	-4,2315	<b>0,000099</b>
$K_{100}^{зд}$ АТА27	-0,190609	0,100930	-0,22424	0,118739	-1,8885	<b>0,064762</b>
$K_{100}^{зд}$ АТА28	-0,043568	0,123669	-0,04196	0,119110	-0,3523	<b>0,726097</b>
$K_{100}^{зд}$ АТА31	0,050618	0,111891	0,06651	0,147023	0,4524	<b>0,652945</b>
$K_{100}^{зд}$ АТА36	-0,399857	0,101911	-0,40116	0,102241	-3,9236	<b>0,000267</b>
$K_{100}^{зд}$ АТА55	-0,004010	0,113562	-0,02921	0,827009	-0,0353	<b>0,971970</b>
$K_{100}^{зд}$ АТА80	-0,088376	0,113884	-0,19531	0,251683	-0,7760	<b>0,441394</b>

Из результатов таблицы 2 можно сделать вывод, что не все из выделенных ФС оказывают влияние на показатель надежности вылетов на уровне  $p=0,05$ .

Последующими шагами является последовательное удаление из расчетов ФС, для которых  $p$ -уровень  $> 0,05$ , и перерасчет  $p$ -уровня оставшихся ФС до тех пор, пока не останутся только системы, у которых  $p$ -уровень окажется  $< 0,05$ . Результаты данной работы представлены в таблице 3. При этом, полученный коэффициент детерминации  $R^2 = 0,53$ . Это значит, что данные ФС определяют 53% изменений показателя надежности вылетов.

Заключительным этапом является описание зависимости между  $K_{100}$  по выделенным ФС, и показателем коэффициента надежности через уравнение регрессии. Общий вид уравнения будет выглядеть так:

$$y = x + a * v1 + b * v2 + c * v3,$$

где:  $V_1 = K_{100}^{зд}$  АТА24,  $V_2 = K_{100}^{зд}$  АТА27,  $V_3 = K_{100}^{зд}$  АТА36, а коэффициенты  $a$ ,  $b$  и  $c$  – есть произведение коэффициентов корреляции  $r(x;y)$  из таблицы 1 и  $B$  из таблицы 3, по соответствующим ФС.

$K_{100}^{зд}$  по ФС, которые оказывают влияние на р-уровне значимости  $<0,05$

	$\beta$	$\sigma(\beta)$	B	$\sigma(B)$	t(50)	р-знач.
Св.член, х			97,23504	0,208878	465,5107	0,000000
$K_{100}^{зд} \text{ АТА24}$	-0,506633	0,094680	-0,74355	0,138955	-5,3510	0,000002
$K_{100}^{зд} \text{ АТА27}$	-0,191916	0,094440	-0,22578	0,111104	-2,0321	0,047071
$K_{100}^{зд} \text{ АТА36}$	-0,408566	0,093286	-0,40989	0,093589	-4,3797	0,000055

Итоговое уравнение будет иметь вид:

$$y = 97,235 + (0,556 * (-0,744)) * v1 + (0,546 * (-0,226)) * v2 + (0,666 * (-0,410)) * v3 = -0,412v1 - 0,123v2 - 0,273v3$$

Таким образом, в результате получено уравнение, связывающее показатель надежности вылетов с общим числом отказов в системах Электроснабжения, Управления самолетом и Пневматики. В последующем, прогнозируя количество отказов в этих ФС, можно обеспечить управление показателем надежности вылетов на уровне значимости 53%.

#### **Выводы:**

- 1) Предложенным методом можно описать для любого типа ВС влияние отказов по всем ФС на интегральный показатель надежности вылетов.
- 2) Прогнозируя число отказов значимых ФС с учетом их динамики и влияния различных факторов (в том числе сезонных), можно оценивать ожидаемый показатель надежности вылетов.

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Ицкович, А. А. Методологические аспекты управления процессами обеспечения надежности авиационной техники / А. А. Ицкович, И. А. Файнбург, Г. Д. Файнбург // Проблемы машиностроения и надежности машин. – 2019. – № 5. – С. 77-88. – DOI 10.1134/S0235711919050031.
2. ATA Spec 2000-Reliability Data Collection/Exchange (Ch. 11). Air Transport Association of America, Inc., Washington, USA, 2014. С. 446-455.

# ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИКЛАДНОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ В ПРОЦЕССЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ

Я.А. Филатова

Научный руководитель – к.т.н., доцент каф. ТЭЛАиАД Самуленков Ю.И.

Прикладное программное обеспечение – тип программного обеспечения (ПО), предназначенный для эффективного и быстрого выполнения сложных пользовательских задач, в том числе, задач, связанных с техническим обслуживанием (ТО) воздушных судов (ВС).

Основной целью исследования является анализ влияния ПО на эффективность процесса технической эксплуатации (ПТЭ) ВС.

В ходе работы решены следующие задачи:

- проанализировано влияние различного ПО на ПТЭ ВС;
- для повышения эффективности эксплуатации самолета Ил-76ТД разработана программа по расчету центровки с использованием среды разработки Qt Creator на языке C ++;
- выявлены основные проблемы использования ПО в процессе мониторинга летной годности ВС.

В гражданской авиации, в основном, используется ПО для мониторинга, оценки и имитационного моделирования различных систем (рис. 1).

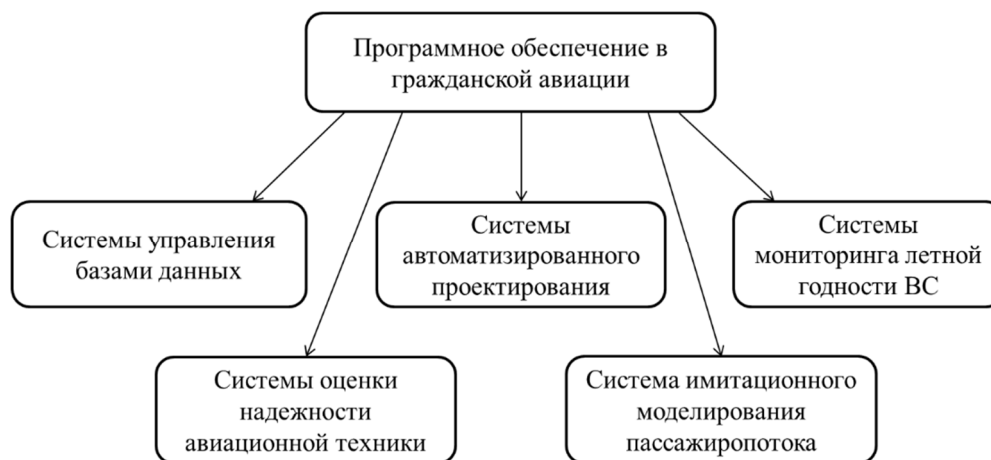


Рис. 1. Классификация прикладного программного обеспечения в гражданской авиации

Для нормативного обеспечения мониторинга летной годности воздушных судов ВС разработан государственный стандарт, который устанавливает требования к автоматизированным системам субъектов информационно-аналитической системы [1].

Одним из программных продуктов, широко используемых для управления ТО ВС, планирования, контроля ТО авиационной техники и учета запасных частей является ПО швейцарской компании Swiss-AS AMOS Maintenance and Procurement.

В AMOS входят модули: Maintenance & Purchase (модуль управления ТО и закупками), Quality & Safety (модуль управления безопасностью и качеством), Mail (почтовая программа), Replication (репликация баз данных) и др [2].

Российский авиаперевозчик «Аэрофлот» внедрил автоматизированную систему AMOS в 2018 году. Другими пользователями AMOS являются «А-Техникс», Turkmenistan Airlines, Belavia и др.

Основными недостатками ПО AMOS являются: высокая стоимость продукта; необходимость в дополнительном обучении персонала; поддержка интерфейса системы только на английском языке.

Примером отечественного ПО служит информационно-управляющая система «Эрлан-2». Она предназначена для планирования годового налета парка ВС, формирования годового плана проведения форм ТО, учета наработки изделий ВС и их отказов и повреждений, а также для проведения статистического анализа надежности авиационной техники [3].

Информационно-управляющая система «Эрлан-2» используется в более чем 60 авиапредприятий России и стран СНГ.

К недостаткам системы можно отнести отсутствие расчета стоимости заменяемых изделий ВС.

Для совершенствования процесса технической эксплуатации ВС применяются различные программные продукты:

- ПО общего назначения Microsoft Access, Visual FoxPro;
- языки программирования C++, Python, Java;
- программа имитационного моделирования Arena Simulation и др.

С целью повышения эффективности эксплуатации самолета Ил-76ТД автором разработана программа расчета центровки с использованием среды разработки Qt Creator на языке C ++.

Исходный код и интерфейс программы представлены на рис.2.

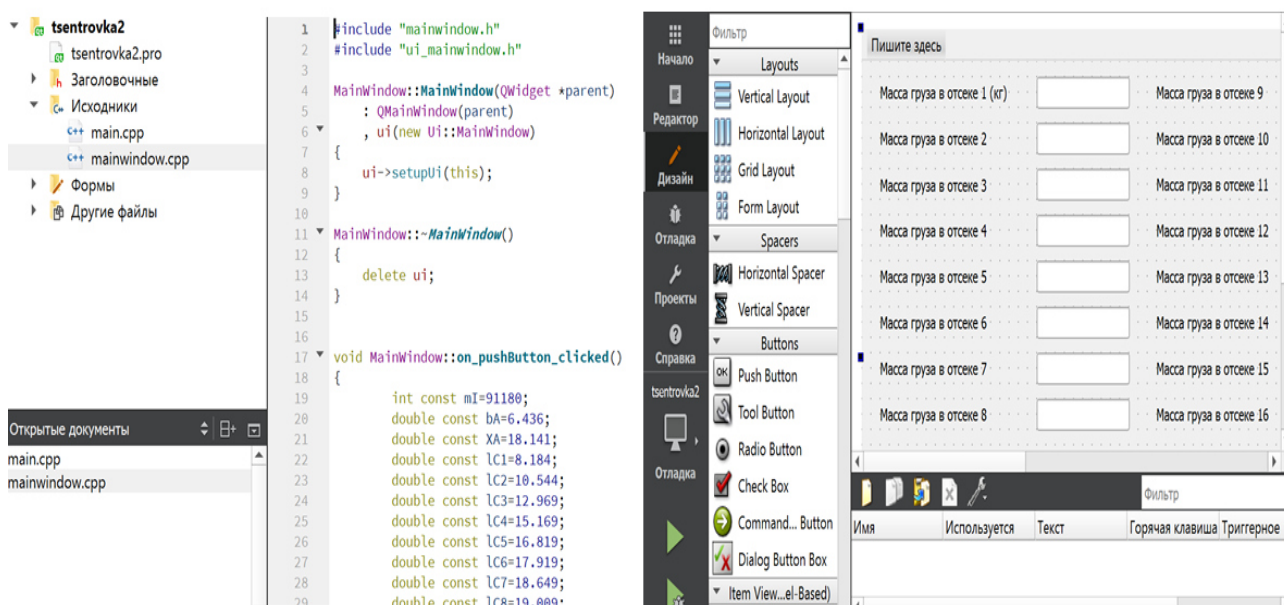


Рис. 2. Исходный код и интерфейс программы



При определении центровки вначале следует найти значение центровки без топлива. Для самолета Ил-76ТД предельно передняя центровка составляет 20% САХ и предельно задняя центровка 40% САХ. Эксплуатационная центровка самолета зависит в первую очередь от центровки пустого самолета (берется из формуляра самолета), массы и расположения служебной нагрузки.

На втором этапе рассчитывается центровка самолета с топливом. Результаты расчетов приведены на рис.3.

Масса груза в отсеке 1	Масса груза в отсеке 9	Масса топлива в главных баках 1,4	3000
Масса груза в отсеке 2	Масса груза в отсеке 10	Масса топлива в главных баках 2,3	2000
Масса груза в отсеке 3	Масса груза в отсеке 11	Масса топлива в дополнительных баках 1,4	500
Масса груза в отсеке 4	Масса груза в отсеке 12	Масса топлива в дополнительных баках 2,3	500
Масса груза в отсеке 5	Масса груза в отсеке 13	Масса топлива в резервных баках 1,4	3000
Масса груза в отсеке 6	Масса груза в отсеке 14	Масса топлива в резервных баках 2,3	2000
Масса груза в отсеке 7	Масса груза в отсеке 15		
Масса груза в отсеке 8	Масса груза в отсеке 16		

Расчет центровки без топлива: 29.6939

Расчет центровки с топливом: 28.6521

Рис. 3. Результаты расчета центровки самолета Ил-76ТД

Данное приложение позволяет оперативно рассчитывать центровку самолета для различных вариантов загрузки.

Прикладное ПО является важной и неотъемлемой частью на всех этапах жизненного цикла ВС, поэтому необходим системный подход к созданию, применению и совершенствованию ПО.

Таким образом, можно выделить основные проблемы использования ПО в процессе технической эксплуатации ВС гражданской авиации России:

- доминирует ПО иностранных разработчиков;
- как правило, ПО не позволяет осуществить прогнозное техническое обслуживание ВС;
- в программах по управлению ТО ВС не учитывается уровень квалификации персонала;
- несовершенство нормативно-правовой документации в области ПО;
- низкий уровень компетенций студентов в программировании и при работе с программными продуктами.

## ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ Р 54080-2010. Воздушный транспорт. Система технического обслуживания и ремонта авиационной техники. Информационно-аналитическая система мониторинга летной годности воздушных судов. М.: Стандартинформ, 2020. – 19 с.

2. Soware. Выбор систем и сервисов для бизнеса [Электронный ресурс]. URL: <https://soware.ru/products/amos-maintenance-and-procurement> (дата обращения: 05.04.2021).

3. Научно-производственное предприятие «ЭРЛАН» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.airlan.ru/> (дата обращения: 12.04.2021).

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВРД (ТРД И ТРДД) С ЦЕЛЬЮ ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНЫХ СТЕПЕНЕЙ СЖАТИЯ ВОЗДУХА В КОМПРЕССОРЕ И СТЕПЕНИ ДВУХКОНТУРНОСТИ ДЛЯ СВЕРХЗВУКОВОГО ПАССАЖИРСКОГО САМОЛЕТА (СПС)**

*А.А. Алиева, П.Д. Калигина, П.Е. Калый, Д.А. Леонов, А.А. Сурма, А.И. Фирстова*

*Научный руководитель – к.т.н., доцент, доцент каф. ДЛА Гаджиев Х.Р.*

Со второй половины 20 века началось стремительное развитие гражданской авиации и, как следствие, существенное расширение географии полетов. Но полеты на большие расстояния занимают время вплоть до 20 часов. Сократить это время можно лишь одним способом: с помощью использования сверхзвуковых скоростей полета. В настоящее время одной из основных проблем в разработках сверхзвукового пассажирского самолета (СПС) является отсутствие принципиально нового двигателя для силовой установки (СУ) данного самолета.

Проектирование перспективного двигателя поколения 5+ для СПС требует определенного технического задания (ТЗ). Одним из важных параметров, входящих в ТЗ проектируемого двигателя является степень повышения давления в осевом компрессоре. В дальнейшем будем учитывать полет на взлётном ( $H=0$  м и  $M=0$ ) и крейсерском ( $H=20\ 000$  м и  $M=2.35$ ) режимах, так как они определяют основные ТХ двигателя и типичны для гражданского самолёта.

Рассмотрим зависимости работы (формула 1.1) и внутреннего КПД теплового цикла двигателя (формула 1.2) [1],[2]. Для этого рассчитаем соответствующие значения в зависимости от различных степеней сжатия по известным формулам для разных режимов полета и построим графики (рис. 1 и рис. 2).

$$L_u = c_p T_H \frac{e-1}{\eta_c} \left[ \frac{\bar{m} \Delta \eta_c \eta_p}{e} - 1 \right] \quad (1.1)$$

$$\eta_{вн} = \frac{\frac{e-1}{\eta_c} \left[ \frac{\bar{m} \Delta \eta_c \eta_p}{e} - 1 \right] \eta_r}{\Delta - \frac{e-1}{\eta_c} - 1} \quad (1.2)$$

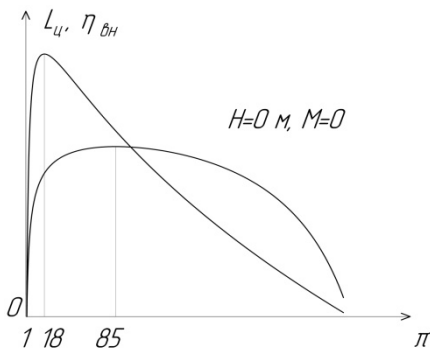


Рис. 1.

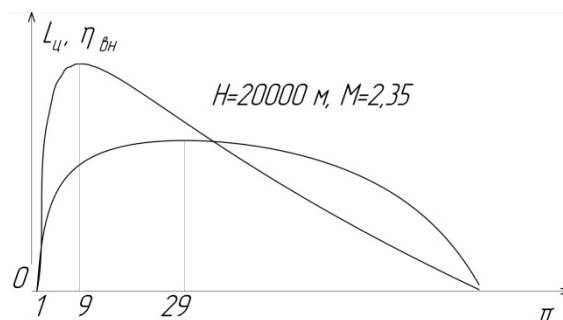


Рис. 2.

Наблюдаем, что искомое значение приблизительно лежит в пределах от 9 до 29, так достигаются приемлемые значения работы и внутреннего КПД. Для выбора приемлемого значения  $\pi_k$  в диапазоне 10...20 был выполнен расчет

характеристик двигателя по современной программе [3]. Расчеты выполнялись для ТРДД со степенью двухконтурности  $m=0.3$  с тягой на взлетном режиме 200кН. При этом температура газов перед турбиной принята 1800К, с последующим увеличением до 2000К по мере роста скорости полета, для максимально возможного поддержания постоянства приведенной частоты вращения компрессора с целью сохранения максимальной тяги.

Результаты расчетов представлены на рис.3 и рис.4. Как видно из представленных результатов увеличение  $\pi_k$  приводит при прочих равных условиях к снижению тяги на сверхзвуковых скоростях полета. При этом снижается удельный расход топлива.

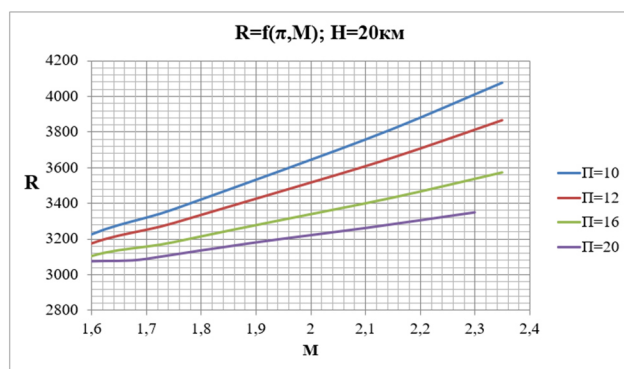


Рис. 3.

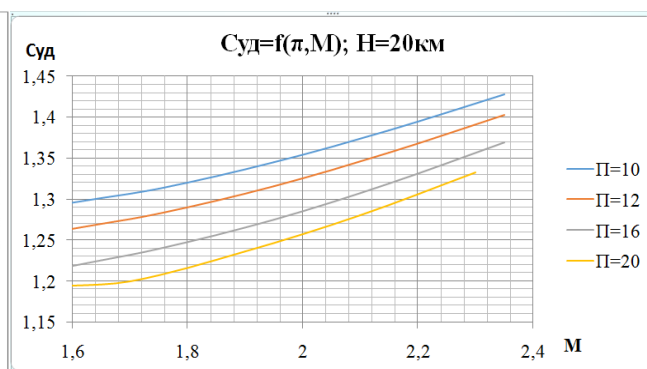


Рис. 4.

Анализ полученных данных показал, что целесообразно принять значение  $\pi_k=12$ , т.к. при этом сохраняется высокий уровень максимальной тяги на режимах полета  $M_p > 1,6$  при приемлемом удельном расходе топлива.

Вторым этапом работы является выбор оптимальной степени двухконтурности для двигателя сверхзвукового пассажирского самолета (СПС).

Расчет характеристик выполнялся для двигателей со степенями двухконтурности  $m=0; 0.3; 0.5; 1.0$  при определенной ранее  $\pi_k=12$ , взлетной тягой 200кН и температурой газов перед турбиной 1800К с увеличением до 2000К.

Результаты расчетов представлены на рис.5 и рис.6. Как видно из представленных результатов, с увеличением степени двухконтурности располагаемая тяга двигателя на сверхзвуковых скоростях полета уменьшается при прочих равных условиях. Удельный расход топлива также уменьшается.

Основным требованием двигателю для СПС является реализация максимальной тяги при минимальных размерах на сверхзвуковых скоростях полета. Следует отметить, что при температуре газов перед турбиной 2000К необходимо охлаждать корпуса камер сгорания и смешения, а также установить регулируемое реактивное сопло, что дает преимущество ТРДД по сравнению с ТРД.

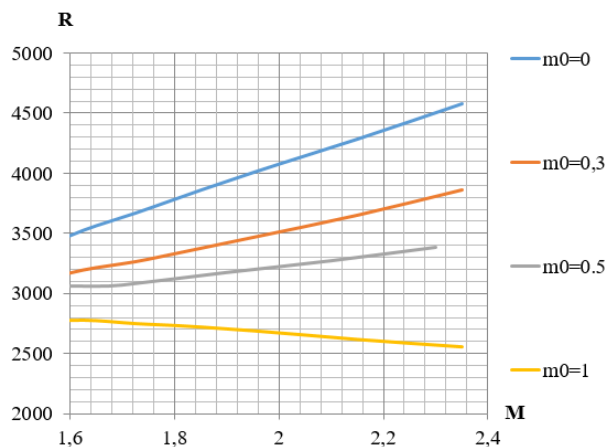


Рис. 5.  $R=f(m_0; M)$

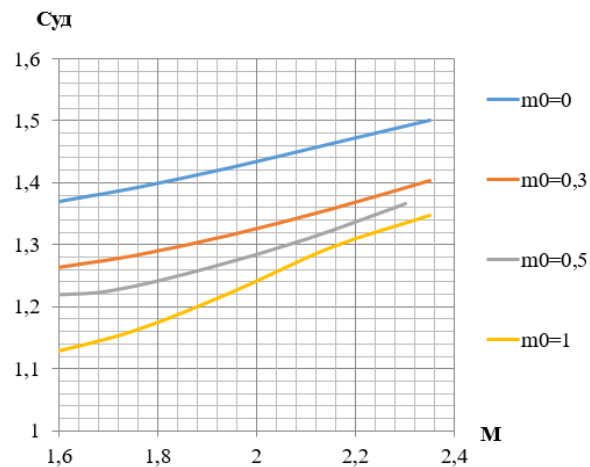


Рис.6.  $Суд=f(m_0; M)$

Анализ полученных результатов показывает, что при двухконтурности  $m=0,3$  обеспечивается внешнее охлаждение “горячих” частей двигателя, достигается необходимая располагаемая тяга на  $Mп>1,6$ , увеличение экономичности по сравнению с ТРД. При этом незначительно снижается лобовая тяга  $R_{\text{лоб}}=R/F$ .

В итоге проведенного исследования характеристик двигателя для СПС были получены значения  $\pi_k=12$  и  $m=0,3$ . Эти параметры обеспечивают необходимые значения тяги на  $Mп>1,6$  и удовлетворительное значение удельного расхода топлива на этих скоростях полета. В процессе обработки полученных нами данных, мы ознакомились с американской статьей, в которой исследовалась схожая тема [4]. В ней так же были определены степени сжатия и степени двухконтурности для двигателя для СПС, которые оказались близки к полученным нами результатам.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Нечаев Ю.Н., Федоров Р.М. Теория авиационных газотурбинных двигателей, часть 1 – М.: Машиностроение, 1977.
2. Котовский В.Н., Комов А.А. Теория авиационных двигателей. Тексты лекций. Часть 1. М.: Издательство МГТУ ГА, 2013.
3. Котовский В.Н., Вовк М.Ю. Математическое моделирование рабочего процесса и характеристик ГТД прямой реакции. Издательство «Перо», Москва 2018.
4. Critical Propulsion Components Volume 1 (NASA/CR—2005-213584/VOL1).

# ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СПОСОБОВ ОХЛАЖДЕНИЯ РАБОЧИХ ЛОПАТОК ТУРБИН НА ПРОЧНОСТЬ ДИСКОВ ТУРБИН АВИАЦИОННЫХ ГТД

А.М. Оштанов

Научный руководитель – д.т.н., профессор, профессор каф. ДЛА Чичков Б.А.

Диски турбин – наиболее ответственные элементы конструкции газотурбинных двигателей. Основными источниками напряжений в них являются неравномерный нагрев, центробежные силы от собственной массы диска и рабочих лопаток. Рабочие лопатки турбин, также работают в условиях повышенных температур, поэтому для обеспечения их надежной работы в течение заданного ресурса необходимо использовать специальные жаропрочные, жаростойкие, коррозионностойкие сплавы и организовать эффективное охлаждение лопаток с использованием различных схем воздушного охлаждения [1].

Целью исследования является оценка влияния различных способов (степеней) охлаждения рабочих лопаток на прочность диска турбины.

Для оценки указанного влияния выбраны три типа рабочих лопаток с разными степенями охлаждения [2,3].

Пример рабочей лопатки со степенью охлаждения 0,3 представлен на рис. 1а – охлаждение реализовано с использованием каналов, обеспечивающих радиальное течение охлаждающего воздуха.

Схема охлаждения рабочей лопатки со степенью 0,4 изображена на рис.1, б. В данной схеме реализовано как радиальное, так и осевое движение охлаждающего воздуха, имеются дефлекторы.

Рабочая лопатка на рис.1, имеет степень охлаждения 0,55. Конструкция данной лопатки включает в себя каналы охлаждения, систему внутриканальных отверстий, а также отверстий пленочного охлаждения.

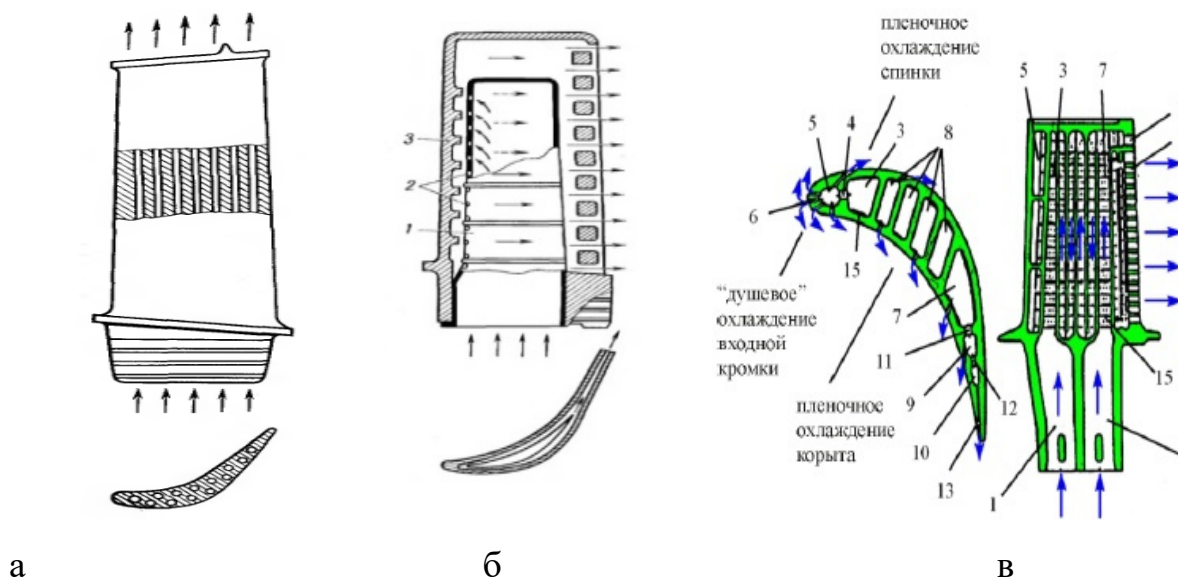


Рис 1. Схемы охлаждения рабочих лопаток

Для определения распределения температур по радиусу диска [4] для всех трех случаев, необходимо определить среднюю температуру лопатки по формуле:

$$T_{cp} = (1 - \theta) * \left( T_{\Gamma}^* - \frac{1}{c_p} * \left( L_{ст} - \frac{u_{cp}^2}{2} \right) \right) + \theta * \overline{T_{охл}} * T_k^* \quad (1)$$

С учетом температуры газа перед турбиной 1500К, рабочие лопатки со степенями охлаждения 0,3/0,4/0,55 будут иметь среднюю температуру 1140/1072/970К соответственно.

Разделив диск на 9 сечений, с учетом средней температуры лопатки по формуле (2) были рассчитаны температуры в сечениях диска.

$$T = T_{ц} + (T_{к} - T_{ц}) * \left( \frac{r - r_{ц}}{r_{к} - r_{ц}} \right)^s \quad (2)$$

Определив температуры в сечениях диска можно произвести расчет диска на прочности при упругом деформировании.

Воспользовавшись программой [4], разработанной на кафедре двигателей летательной аппаратов (ДЛА), получены следующие результаты для коэффициентов запаса прочности и пластичности – рис.2,3.

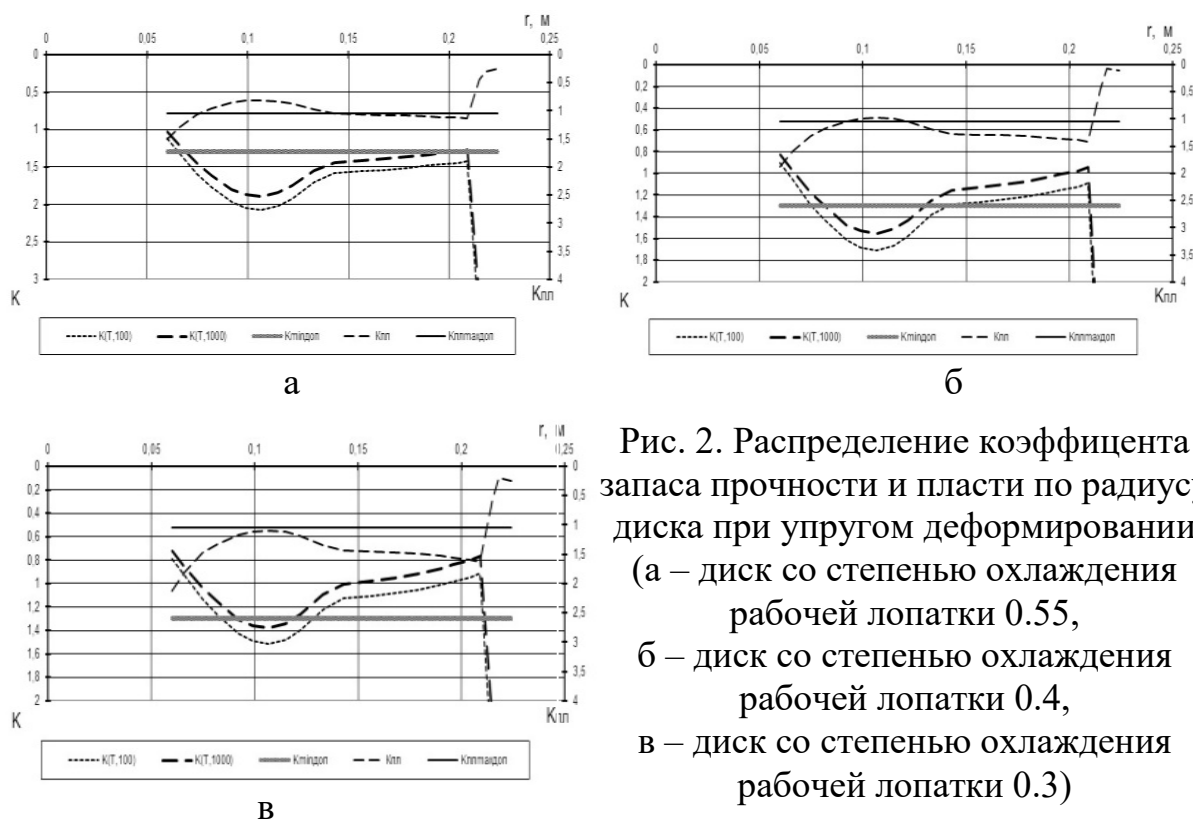


Рис. 2. Распределение коэффициента запаса прочности и пласти по радиусу диска при упругом деформировании (а – диск со степенью охлаждения рабочей лопатки 0.55, б – диск со степенью охлаждения рабочей лопатки 0.4, в – диск со степенью охлаждения рабочей лопатки 0.3)

Поскольку на рис. 2а наблюдается переход линии коэффициента пластичности из зоны упругопластического деформирования ( $K_{пл} \geq 1$ ) в зону не упругих деформаций ( $K_{пл} < 1$ ), необходимо произвести расчеты на прочность диска с учетом неупругого деформирования. Учет пластической деформации и деформации ползучести приводят к выравниванию напряжений в диске рис. 3.

Диск для случая рис. 3в является не работоспособным при испытаниях 1000 часов, так как не удовлетворяет условиям прочности.

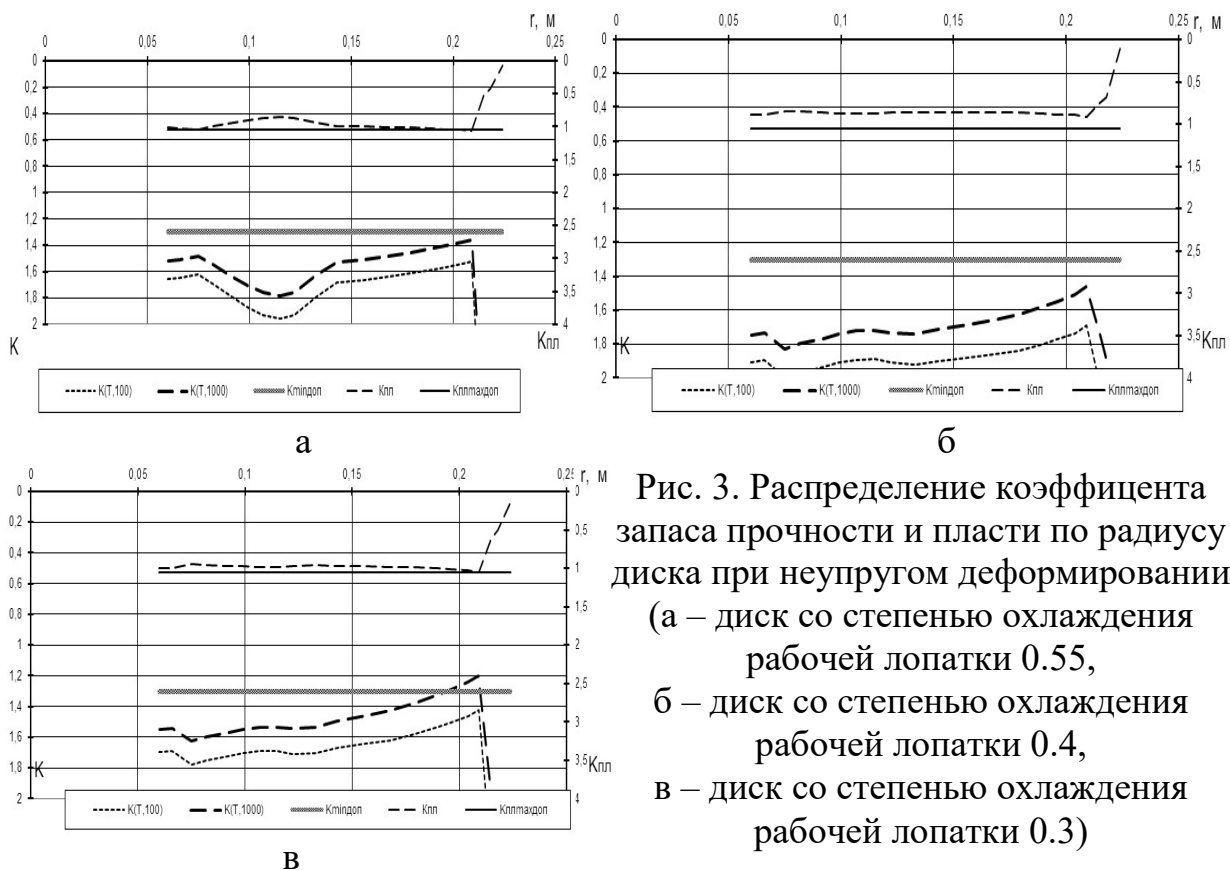


Рис. 3. Распределение коэффициента запаса прочности и пласти по радиусу диска при неупругом деформировании (а – диск со степенью охлаждения рабочей лопатки 0.55, б – диск со степенью охлаждения рабочей лопатки 0.4, в – диск со степенью охлаждения рабочей лопатки 0.3)

Сравнивая минимальные коэффициенты запаса прочности на рис. 3а и рис. 3б приходим к выводу: экстремальное охлаждение рабочей лопатки (0,55) и обода диска приводит к такому перераспределению напряжений в диске, что коэффициент запаса  $K$  становится даже меньше, чем в случае с менее охлаждаемой рабочей лопаткой со средним значением степени охлаждения 0,4.

Вывод: максимальное охлаждение рабочих лопаток первой ступени турбины высокого давления не означает получение лучшего результата по оценкам прочности диска. Следовательно, решение использовать лопатки с экстремальным охлаждением вместо лопатки с «промежуточным» значением степени охлаждения и более дешевой в производстве может быть не всегда лучшим для обеспечения работоспособности диска авиационного ГТД.

## ЛИТЕРАТУРА

1. М. Л. Кузменко, В. С. Чигрин, С. Е. Белова «Статическая прочность рабочих лопаток и дисков компрессоров и турбин ГТД», Рыбинск, РГАТА, 2005.
2. Л.П.Лозицкий, А.Н.Ветров, С.М.Дорошко «Конструкция и прочность авиационных газотурбинных двигателей», Москва, «Воздушный транспорт», 1992.
3. А.А. Иноземцев, В.Л. Сандрацкий «Газотурбинные двигатели», Пермь, ОАО «Авиадвигатель», 2006г.
4. Б.А. Чичков «Диски авиационных ГТД: конструкция, прочность, эксплуатация», Москва, МГТУ ГА, 2020г.

## РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЗАЩИТЕ РЕЗЕРВУАРНОЙ СТАЛИ ОТ БИОКОРРОЗИИ

*Е.А. Алексеева*

*Научный руководитель – к.т.н., доцент кафедры АТОиРЛА Дмитриевский А.Л.*

**Ключевые слова:** *микробиологическая коррозия, скорость коррозии, защита металлов, защита от грибной коррозии.*

**Реферат:** *в работе рассмотрены причины грибной коррозии, описан принцип их воздействия на металлы, предложен ингибитор комплексного действия для борьбы с биокоррозией.*

Актуальность проблемы защиты резервуарного парка от биокоррозии связана с тем, что в последнее время в России резко возросли авиаперевозки в зоны отдыха, а именно: в Крым, Краснодарский край и приморские районы Дальнего Востока, которые находятся в зонах повышенной температуры и влажности, что способствует быстрому развитию биокоррозии. В аэропортах топливо хранится в наземных резервуарах, которые контактируют с кислородом воздуха и водой, на их поверхности и внутри них поселяются различные виды микроорганизмов, которые являются причиной биологического разрушения металлов и полимерных покрытий резервуаров. Биокоррозия может являться самостоятельным видом коррозии или действовать совместно с другими видами коррозии, увеличивая скорость разрушения материалов [1,2]. Защита металлов от действия микроорганизмов позволяет продлить срок службы топливных резервуаров [3].

В соответствии с современными требованиями к резервуарам, они должны иметь внутреннее покрытие. Примерно 50% резервуарных парков в настоящее время имеют срок службы, превышающий рекомендованный (более 30 лет). Одним из направлений поддержания работоспособности резервуарного парка на период его полного обновления является проведение защиты от коррозии.

**Предмет исследования:** биологическая коррозия стали, снижение скорости биокоррозии за счёт обработки стали ингибитором.

В соответствии с поставленными задачами, был проведен ряд экспериментов. В качестве тест-культуры был использован музейный штамм *Aspergillus niger* (чёрная плесень), который обладает коррозионной активностью по отношению к железу. Ингибитором биологической коррозии был выбран раствор натриевых солей тритерпеновых кислот.

Для проверки защитной способности ингибиторов коррозии, согласно требований ГОСТ 9.506, использовали гравиметрический метод.

В проведённом эксперименте предварительно подготовленные металлические пластинки из стали марки СтЗсп и Ст5сп, размером 5×5 сантиметров помещали в газон мицелиальных грибов и выдерживались при температуре +25°С и влажности 90% в течение 20 суток. В аналогичных условиях выдерживались образцы стали, обработанные ингибитором.



Под воздействием *Aspergillus niger* следы коррозии на образцах стали, необработанных ингибитором появлялись на 2-3 сутки в виде мутного налета, при этом скорость коррозии возрастала более чем в 50 раз. В присутствии штамма *Aspergillus niger* скорость коррозии стали СтЗсп увеличилась в 64,64 раза по сравнению со скоростью обычной атмосферной коррозии в стерильных условиях, а скорость коррозии стали Ст5сп увеличилась в 56,48 раза.

Таким образом,

- Предлагаемый ингибитор обладает биологической активностью и может быть использован для борьбы с биокоррозией топливных резервуаров;

- Проведенные испытания показали, что обработка стали позволяет снижать, одновременно, скорость биологической и атмосферной коррозии;

- Результаты исследования позволяют разработать технологию защиты внутренних стенок резервуаров с покрытием на основе эпоксидных (и других органических полимеров) и не имеющих внутреннего покрытия от биокоррозии, тем самым решается комплексная задача, а именно – продление срока службы резервуарного парка, трубопроводов, используемых для внутренних перекачек топлива, что очень важно, учитывая малые размеры частиц коррозии биозагрязнений внутренней полосы заправочного оборудования и топливных баков ВС.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Демина, Л. Ю. Антикоррозионные свойства натриевых солей тритерпеновых кислот / Л. Ю. Демина, А. Л. Дмитриевский, Е. А. Улюкина // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина". – 2012. – № 1(52). – С. 47-48.

2. Челнокова М.В. Стимулированная микромицетами коррозия металлов. Автореф. дис. на соискание уч.ст.кан.хим.наук, –Нижний Новгород, 2011.

3. Кузнецов Ю.И., Михайлов А.А. // Коррозия: материалы, защита. 2003. № 1.С.3-10.

#### РАЗРАБОТКА ПРЕДЛОЖЕНИЙ ПО ПРИМЕНЕНИЮ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ВИДОВ ТОПЛИВА НА ВС ГА С УЧЁТОМ ИХ СВОЙСТВ

*А.С. Кондалов*

*Научный руководитель – д.т.н., профессор, зав. каф. АТОиРЛА*

*Самойленко В.М.*

Согласно отчетам экспертов, авиационная промышленность вносит значительный вклад в процесс выделения парниковых газов, который составляет примерно 3% от всех выбросов в различных секторах. Многие заинтересованные стороны и страны сосредотачивают свои усилия на сокращении выбросов газов в атмосферу и включения источников зеленой энергии как альтернативный метод борьбы. Помимо парниковых газов, которые являются одной из причин глобального потепления, есть опасения, что в какой-то момент времени, нефть,

которая в настоящее время является основным источником энергии, будет исчерпана, поскольку она является не возобновляемым источником энергии.

Такие комиссии как, Европейский Союз и США, а также различные авиакомпании и энергетические компании прилагают свои усилия для урегулирования данного вопроса и поиска альтернатив нефти. Так, ближе к концу прошлого десятилетия были предприняты попытки использовать в качестве альтернативы – биотопливо [1].

В 2009 году на ежегодном собрании Международной ассоциации воздушного транспорта были поставлены цели по сокращению выбросов на 50 процентов к 2050 году по сравнению с показателями 2005 года. Эта цель должна быть достигнута за счет постоянного повышения эффективности использования топлива, что, в свою очередь, будет достигнуто с помощью нескольких мер, включая применение биотоплива в реактивных двигателях [1].

Биотопливо можно определить, как горючие жидкости, которые производятся из возобновляемых источников, например, растительные культуры.

Биотопливо можно описать через три поколения. Первое поколение биотоплива относится к топливу, которое производится из пищевого сырья, например соевых бобов, которые, в свою очередь, являются продуктом, входящим в пищевую цепочку; в отличие от первого поколения, биотопливо второго поколения можно получать из непродовольственного сырья, такого как ятрофа или рыжик, которые являются сорняками; третье поколение биотоплива подразумевает использование в качестве источника сырья – водоросли и применение биотехнологий для производства топлива из биомассы, специально модифицированной для целей биотоплива.

Согласно исследованиям, биотопливо для реактивных двигателей имеет высокие шансы привести к сокращению выбросов, которое может составить от 50% до 95% в зависимости от сырья и источников для биотоплива. В любом случае, это поможет в достижении цели по сокращению выбросов парниковых газов к 2050 году.

Однако, помимо положительных факторов, как снижение выбросов вредных веществ в атмосферу, у биотоплива есть и негативные факторы. Из-за более низкой теплотворной способности биотоплива требуется больше топлива для производства того же количество энергии как, например, при горении JET A-1. Важной характеристикой топливовоздушных смесей для организации процесса горения в ГТД является ее вязкость. Она оказывает влияние на смазывающие способности топливовоздушной смеси и на прокачиваемость смеси по топливной системе. В совокупности это приводит тому, что необходимо большее количества воздуха для поддержания устойчивого процесса горения и выдерживания оборотов двигателя.

К настоящему времени, при участии компаний, производящих реактивное биотопливо, было выполнено несколько тысяч испытательных полетов по расписанию с пассажирами на борту с использованием биотопливной смеси (как правило, это смесь 30 % биотоплива с 70 % авиакеросина JET A-1) [2].

На основании термодинамической модели, использованной в работе, можно произвести расчет показателей тяги и удельного расхода топлива при использовании различных сортов топлива и смесей.

Из расчета смеси биотоплива СПК и JET A-1 в пропорции 50:50 видно, что происходит падения параметров тяги приблизительно на 5%.

Удельная тяга – параметр ВРД, определяющий количество абсолютной тяги, которая создается двигателем при заданном расходе воздуха. Т.е., чем больше Руд, тем большая тяга создается при данном расходе и габаритах. Следовательно, при большем значении Руд, размеры и масса двигателя уменьшаются, что зачастую сильно влияет на характеристики ВС [3].

В качестве исходных данных приняты:

Тип двигателя: ТРДД без смешения потоков;

Режим работы двигателя: максимальный для расчётных условий.

Таблица 1

Параметры топлива

#	Топливо	Н <sub>и</sub> , кДж/кг	η <sub>г</sub>	k <sub>г</sub>	g <sub>г</sub>	C <sub>п</sub> , кДж/(кг·К)
1	Jet A-1	43100	0,98	1,11	0,02	2,01
2	50% FT SPK, 50% Jet A-1	43600	0,995	1,14	0,0196	1,98

Формулы расчета удельных параметров тяги:

$$P_{удI} = \bar{G}_{г.н} c_{сI} - V, \text{ Н/(кг/с)} \quad (1);$$

$$P_{удII} = c_{сII} - V, \text{ Н/(кг/с)} \quad (2);$$

$$P_{уд} = \frac{P_{удI} + mP_{удII}}{1+m}, \text{ Н/(кг/с)} \quad (3);$$

Таблица 2

Результаты расчета

	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8
P <sub>уд</sub>	279,21	290,51	297,21	299,31	294,96
P <sub>уд</sub>	273,99	284,61	290,26	290,45	280,50

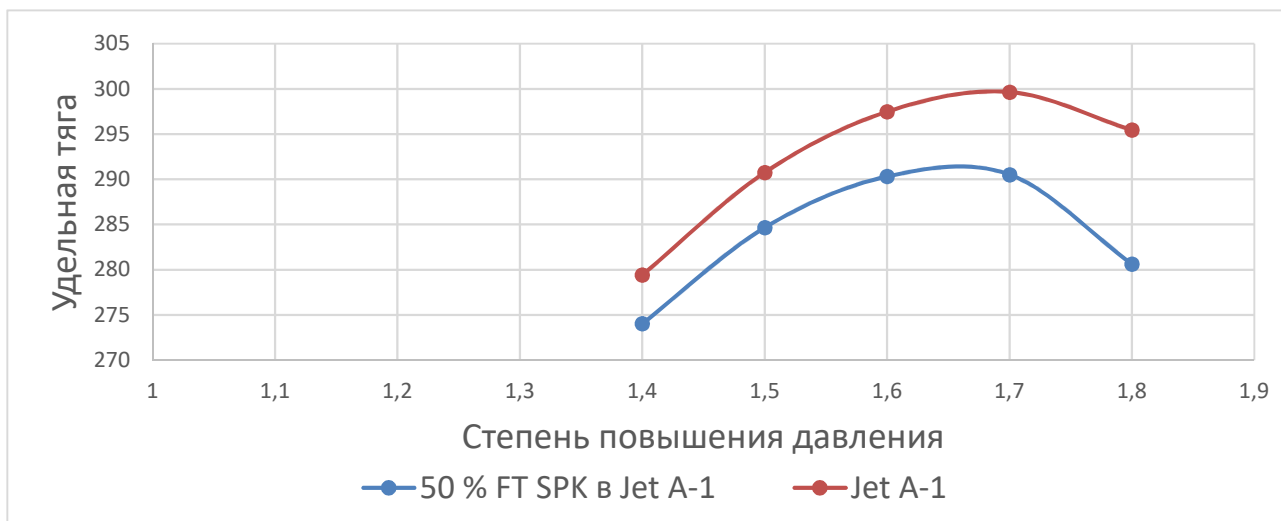


Рис. 1. График изменения удельной тяги

### Заключение

1. По сравнению с ископаемым топливом, биотопливо может быть намного дешевле, поскольку его доступность увеличивается, в то время как запасы ископаемой нефти сокращаются.

2. Биотопливо производит меньше выбросов загрязняющих веществ по сравнению с традиционными видами авиационного керосина.

3. Вероятно, самым большим преимуществом биотоплива является тот факт, что его можно производить из широкого спектра сельскохозяйственных культур.

4. При использовании смеси биотоплива SPK и JET A-1 в пропорции 50:50 падение тяги составляет около 5%, что объясняется изменением физико-химических свойств керосина.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Air Transport Action Group. (2009), Beginner's Guide to Aviation Biofuels. Air Transport Action Group.

2. G. Hemighaus, T. Boval, C. Bosley, R. Organ, J. Lind, R. Brouette, T. Thompson, J. Lynch and J. Jones, (2006), "Alternative Jet Fuels", Chevron Corporation, Texas, USA, - 16 pp

3. Котовский В.Н., Лещенко И.А., Федоров Р.М. (2013), Теория авиационных двигателей: пособие по выполнению курсовой работы. – М.: МГТУ ГА, - 92 с.

# **ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАЛИЧИЯ БИОТОПЛИВ В НЕФТЯНЫХ КЕРОСИНАХ МЕТОДОМ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ТОПЛИВА С ВОДОЙ**

*Р.Р. Шумилов*

*Научный руководитель – к.т.н., доцент каф. АТОиРЛА Грядунов К.И.*

В наши дни борьба за экологию является крайне актуальной и распространяется на все сферы деятельности человека, в т. ч. и на авиационную отрасль. Так, зарубежные авиакомпании всё активнее используют биотоплива на ВС. Однако применительно к авиационному транспорту борьба за экологию имеет во многом политическую, нежели экономическую и практическую выгоды. Регламенты компаний не регулируют точное количество добавления биотоплива в нефтяное топливо, а само использование биотоплива сопряжено с рядом проблем, возникающих в авиационном двигателе. Самая актуальная из них – это загрязнение топливных систем ВС и АД биологическими продуктами и остатками биодизеля [1]. Поэтому, когда самолет прилетает из-за границы, актуально знать, был ли он заправлен чистым нефтяным топливом или заправка осуществлялась с примесями биотоплива. На данный момент не существует экспресс-теста по обнаружению наличия биотоплива в нефтяных керосинах, что делает процесс обнаружения примесей длительным и требует использования дорогостоящего оборудования.

В лаборатории МГТУ ГА в соответствии с ГОСТ 27154-86 был проведен эксперимент определения наличия биотоплив в нефтяных керосинах методом взаимодействия АТ с водой [2]. Эксперимент был проведен различным объемным содержанием биотоплива в нефтяном керосине: 50, 10 и 1%. В каждом из экспериментов и поверхность раздела, и разделенные фазы при визуальной оценке показали наличие примесей (загрязненности) АТ. Это свидетельствует о том, что данный простейший лабораторный метод может быть пригоден для определения наличия биотоплива в нефтяном авиационном керосине.

Таким образом, необходимо дальнейшее изучение практического применения данного способа для экспресс-тестирования различных марок биотоплив, допущенных ИКАО к применению на ВС, и в случае необходимости его модернизация и адаптация к реальным условиям эксплуатации.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. Грядунов К.И. Химмотология авиационных горюче-смазочных материалов: тексты лекций. – М.: ИД Академии Жуковского, 2021. – 184 с.
2. Грядунов К.И., Маслова Т. М. Химмотология и контроль качества ГСМ. Авиационные топлива: учебно-методическое пособие по проведению лабораторных работ. – Воронеж: ООО «МИР», 2019. – 56 с.

## ПРИМЕНЕНИЕ УМНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ЛЕТАТЕЛЬНОМ АППАРАТЕ С АДАПТИВНО-УПРАВЛЯЕМОЙ КОНСТРУКЦИЕЙ КРЫЛА

*Е.В. Сидоров*

*Научный руководитель – д.т.н., профессор, зав. каф. ТМиИГ Петров Ю.В.*

### **Введение**

С недавнего времени для увеличения экономичности и экологичности летательных аппаратов производителями гражданской авиационной техники был взят курс на развитие концепции адаптивно-управляемого крыла – крыла, профиль которого принимает форму, близкую к оптимальной на каждом заданном режиме полёта. У такого крыла классическая механизация заменена адаптивной, которая позволяет отказаться от применения сложных по конфигурации и увеличивающих массу крыла направляющих рельсов и механизмов. В основе данной технологии лежат особые материалы, называемые «умными» или «интеллектуальными» [1-3].

Выделяют три степени адаптивности конструкции крыла:

- высокая адаптивность (складывающееся крыло, крыло с изменяемой стреловидностью, телескопическое крыло);
- средняя адаптивность (крыло с изменяющейся хордой, пластичные винглеты);
- малая адаптивность (крыло с изменяющейся аэродинамической поверхностью).

Различные уровни адаптивности, безусловно, требуют соответствующих материалов.

### **Умные материалы и конструкции**

Умные материалы – класс различных по химическому составу и агрегатному состоянию конструкционных материалов, которые объединяет проявление одной или нескольких физических, или физико-химических характеристик, значительно изменяющихся под влиянием внешних воздействий: давления, температуры, электрического или магнитного поля и др.

Сегодня умными материалами считаются сплавы с памятью формы (СПФ), электроактивные полимеры, пьезоэлектрические материалы, полимеры с памятью формы, магнитоэлектрические материалы.

Помимо умных материалов существуют умные конструкции, позволяющие реализовать возможности умных материалов в полном объеме: гексагональная и аускетическая сетки (ячеистая структура); трубки с переменной жесткостью; гофрированные конструкции; интегральные (мульти-стабильные) конструкции.

Умные материалы в совокупности с умными конструкциями образуют интеллектуальную систему. В ней умные материалы играют приводную роль: они воспринимают внешнюю информацию (внешнее воздействие), генерируют реакцию и приводят в действие умную конструкцию. В данной статье будут

рассмотрены две основные группы интеллектуальных материалов, которые на данный момент имеют наибольший потенциал применения в авиастроении: сплавы с памятью формы и электроактивные полимеры.

### **Сплавы с памятью формы (СПФ)**

Сплавы с памятью формы – это металлические сплавы NiTi, NiTiCu и CuAlNi. Их ключевой особенностью является способность возвращать свою форму после деформации в результате нагрева. В проявлении данного эффекта участвуют мартенситное и обратное ему превращения, каждое из которых проявляется в своем температурном диапазоне.

СПФ суперэластичны и они могут работать даже при больших нагрузках без пластической деформации. Данные материалы можно эффективно применять в качестве приводов ввиду таких качеств, как сверхупругость (высокие восстанавливающие внутренние усилия) и двусторонность эффекта памяти формы (т.е. при одной температуре ( $T_1$ ) конструктивный элемент приходит в одну форму, а при другой ( $T_2$ ) – в другую).

Наиболее известным фактом применения СПФ на гражданских самолетах является их использование в качестве приводов управляемых шевронов на самолете B777 с двигателями GE115B. СПФ также испытывались и в качестве приводов для частей адаптивно – управляемого крыла с непрерывной пластичной обшивкой. В результате продувок в аэродинамической трубе было зарегистрировано снижение воздушного сопротивления от 14 до 27 процентов. На рисунке 1 показана возможная принципиальная схема применения привода СПФ для управления закрылками с пластичной обшивкой.

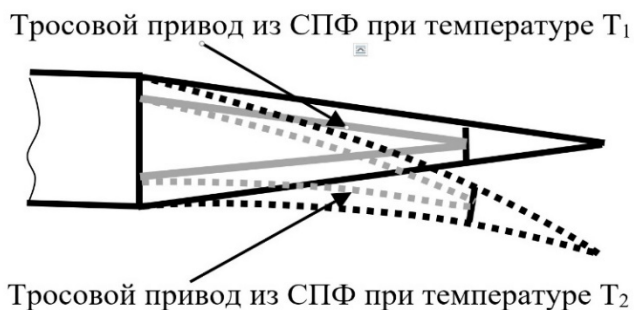


Рис. 1. Применение СПФ в качестве приводов для закрылка крыла

### **Электроактивные полимеры**

Электроактивные полимеры – это диэлектрики, которые в результате воздействия электричества, могут значительно изменять свою форму и размеры, одновременно развивая большие усилия. Электроактивные полимеры состоят из гибких опорных полимерных цепей с ответвляющимися от них боковыми цепями. Боковые цепи двух соседствующих опорных цепей переплетаются между собой, образуя кристаллический узел. Опорная цепь и кристаллический узел, в свою очередь, образуют поляризационные мономеры, содержащие частичные заряды, способные создавать дипольные моменты. Электрическое поле воздействует на диполи мономеров, тем самым разворачивая весь полимер. Вследствие этого в материале возникают внутренние усилия и происходит деформация.

Из-за новизны материала исследований на тему использования электроактивных полимеров в авиастроении не так много, однако, на данный момент в Мичиганском университете ведутся активные испытания данной группы материалов в качестве обшивки-привода для адаптивно – управляемого крыла. Одним из вариантов использования электроактивных полимеров на летательном аппарате является их применение для управления спойлерами крыла, как показано на рисунке 2.

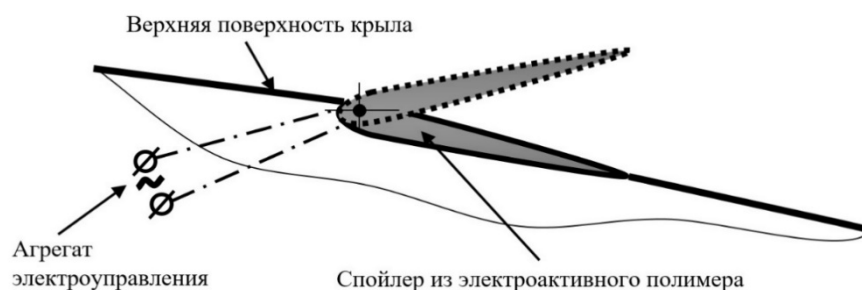


Рис.2. Схема применения электроактивных полимеров для управления спойлером

### Заключение

На сегодняшний день умные материалы обладают большими перспективами применения в качестве приводов для адаптивно – управляемой конструкции. Однако они имеют и значительные недостатки: в первую очередь, необходим пристальный контроль за их функционированием для обеспечения высокую точности позиционирования. Кроме того, некоторым материалам (например, СПФ) необходим мощный источник энергии для обеспечения их работоспособности, что затрудняет их использование на практике.

Тем не менее, на данный момент ведутся активные работы над модификацией как самих материалов, так и конструкций в составе которых они используются, и, возможно, в недалеком будущем мы сможем увидеть их широкое внедрение в практику авиастроения.

### ЛИТЕРАТУРА

1. **Baier H., Datashvili L.** Active and morphing aerospace structures—a synthesis between advanced materials, structures and mechanisms. *International Journal of Aeronautical and Space Sciences*. 2011, no. 12, pp. 225–240.
2. **Chen S.B., Chen Y.J., Zhang Z.C., et al.** Experiment and analysis of morphing skin embedded with shape memory polymer composite tube. *Journal of Intelligent Material Systems and Structures*, 2013, pp.85-96.
3. **Mabe J.** Variable area jet nozzle for noise reduction using shape memory alloy actuators. In: *Proceedings of Acoustic'08 Paris, Paris, 29 June–4 July, Journal of Intelligent Material Systems and Structures*, 2008, pp. 5487–5492.



**Секция «Инновационные информационные технологии  
в условиях пандемии»**

**ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОТЫ ХУДОЖНИКОВ В СРЕДЕ HOUDINI  
С ПОМОЩЬЮ УЗЛОВОЙ СИСТЕМЫ, HOUDINI DIGITAL ASSETS**

*Е.И. Бархварт*

*Научный руководитель – к.ф.- м.н., доцент, доцент каф. ВМКСС  
Черкасова Н.И.*

В 3D арт-индустрии, так как все большую роль играет IT технологии, без базовых знаний работы программ и оборудования невозможно выстроить рабочий процесс. Все больше студий переходят со стандартной модели разработки рабочего процесса и эффектов с нуля на модель работы с Houdini. Отметим, что в этом случае достаточно иметь небольшой штат Houdini специалистов, которые посредством разработки специализированных ассетов, позволяют не разрабатывать всю модель с чистого листа. Специализированный ассет будет являться или эффектом, или моделью, но с регулируемым набором параметров, при этом, они могут быть изменены для специальных задач и нужд проектов.

В работе рассмотрены особенности среды Houdini и показано, что Houdini – программное обеспечение для создания спецэффектов [1], то есть по сути Houdini является средой визуального программирования. Основным направлением работы в этой среде является создание физически-корректных симуляций: пожары, взрывы, разрушения и жидкости. Также этот пакет позволяет решать и другие задачи, на которых специализируются различные пакеты, например, 3D Max. В пакете 3D Max предоставлены инструменты для моделирования и анимации, и, хотя подобные инструменты представлены в среде Houdini, они являются не совсем удобными, в то время как инструменты для симуляций и процедурного моделирования, представленные в Houdini, являются достаточно удобными. Отметим, что в 3D max инструменты для процедурного моделирования и создания симуляций отсутствуют вовсе.

Отмечено, что можно использовать инструменты среды Houdini по умолчанию или с помощью скриптов, написанных на внутреннем интегрированном языке vex. У данного языка существует как форма в виде строчек кода, так и визуальная среда. Houdini содержит довольно широкий выбор инструментов, которые позволяют выполнять задачи без дополнительных скриптов. Однако, Houdini содержит достаточно широкий выбор инструментов, которые позволяют выполнить задачи без скриптов. Это избавляет пользователя от необходимости устанавливать дополнительные плагины, что облегчает пайплайн. Пайплайн – профессиональный жаргон, под которым подразумевается цикл разработки, в том числе технические нюансы.

Основной отличительной особенностью Houdini является нодовая (узловая) система, причем, нода (узел) является оператором. Оператор – это основная структурная единица Houdini, способная в соответствии с её типом обрабатывать определённые данные и возвращать результат. В большинстве случаев, пользователь имеет дело с графическим представлением оператора – нодой,

которая отображается в виде прямоугольника с входными и выходными соединениями. Выходное соединение одной ноды можно связать с входным другой, тем самым, обеспечивая передачу данных между ними. Можно сказать, что моделирование в Houdini – это процесс создания и связывания операторов (нод). Любое действие в проекте будет порождать новый оператор, поэтому всегда имеется возможность изменять параметры произведённых действий, а также отменять (удалять) действия или временно их отключать.

Так же в Houdini реализован свой язык программирования vex. Vex является видоизменённым языком Си, но с набором своих функций и со своими нюансами. Интерфейс программы и демонстрация языка Vex представлена на рисунке 1.

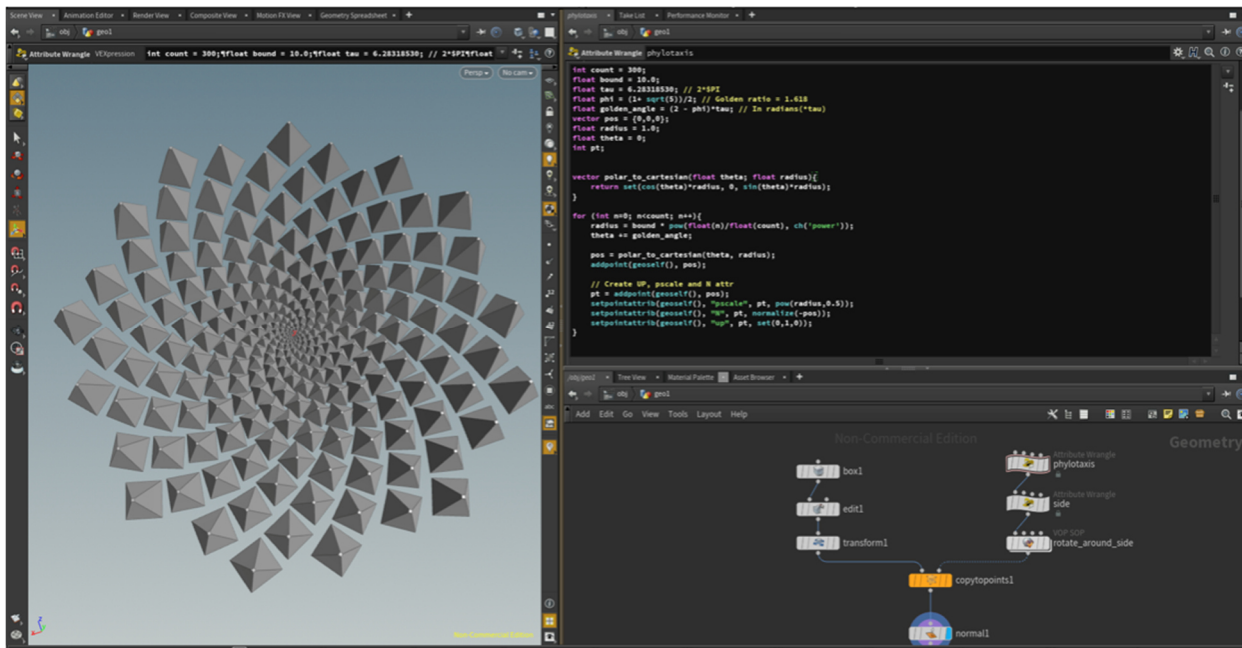


Рис. 1. Интерфейс Houdini и язык Vex

Все операторы в Houdini можно объединить в Hda (Houdini digital asset), который является отдельным инструментом. Hda так же, как и любой другой программе, свойственна стандартная этика разработки. Внутри Hda можно оставлять комментарии, вести учет версий и их отличий с помощью комментариев, а также экспортировать в другие программы с помощью плагина Houdini Engine. Houdini Engine отдельный плагин для других 3D программ, который позволяет использовать определенную часть функционала Houdini, а также экспортировать Houdini digital ассеты.

В работе разработан ассет в среде Houdini, отдельный гибко настраиваемый инструмент. Этот ассет создает на основе определенной буквы готовую модель с анимацией и симуляцией. Рассмотрим пример буквы «Т».

Для создания такого ассета в самой программе понадобится плоскость, например, сама буква, а также сам ассет. После подачи в ноду ассета информации о плоскости, на ее основе ассет создаст модель. На основе данного ассета можно создать другую определенную модель с помощью требуемой плоскости, например, другие буквы. Буквы «П» и «М», представлены на рисунке 2.

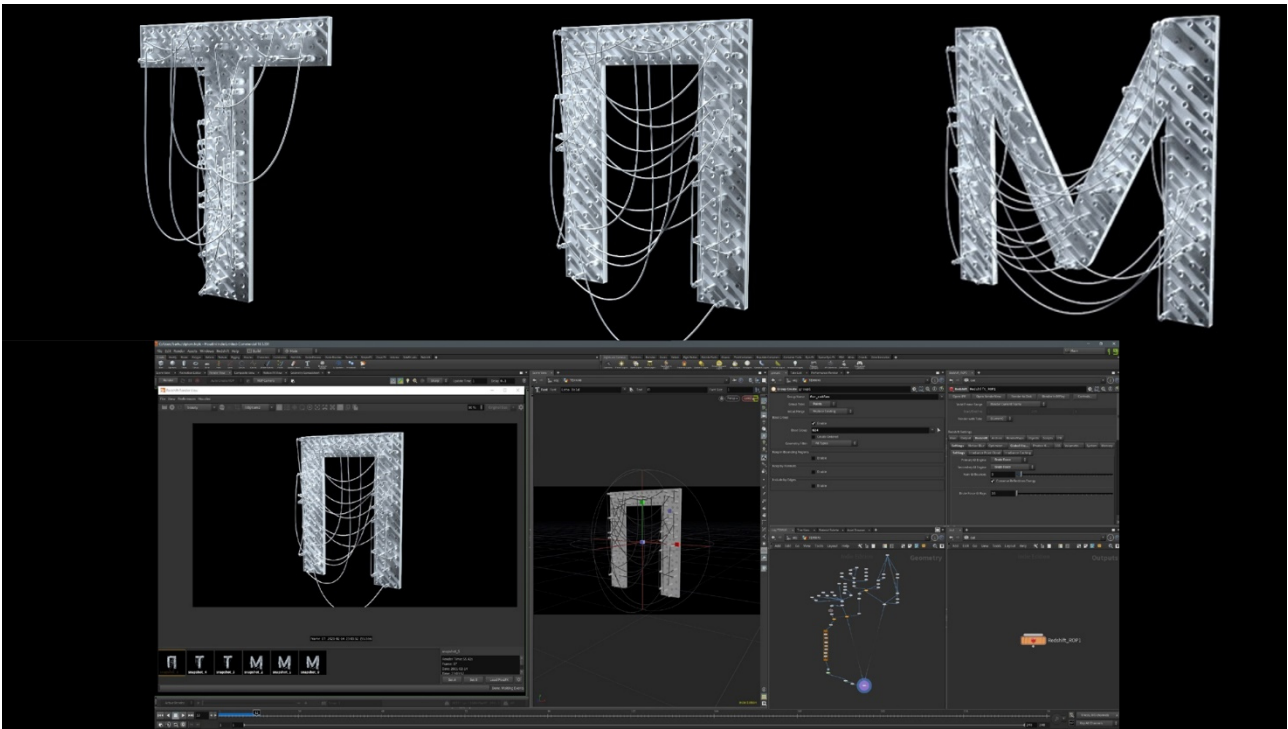


Рис. 2. Ассет, созданный для буквы «Т», примененный на буквы «П» и «М»

Выводы:

1) В работе рассмотрены особенности программного обеспечения для создания эффектов - программа Houdini, которая является средой визуального программирования.

2) Исследованы возможности создания настраиваемых инструментов – ассетов, которые позволяют оптимизировать эффекты и рабочий процесс арт 3D индустрии.

3) Разработан ассет, то есть инструмент для создания моделей и симуляций на основе букв. Представлен ассет для буквы «Т».

## ЛИТЕРАТУРА

1. Wikipedia. Houdini (графическая программа).  
URL:<https://ru.wikipedia.org/wiki/Houdini> (дата обращения 2.02.2021).

# СИСТЕМА ФОТОИДЕНТИФИКАЦИИ АВИАПАССАЖИРА ПО ЕГО ЦИФРОВОМУ СЛЕДУ

*В.С. Гилко, К.И. Макуха*

*Научный руководитель – к.ф.-м.н., доцент, доцент каф. ВМКСС*

*Надейкина Л.А.*

В условиях пандемии люди вынуждены соблюдать социальную дистанцию и другие ограничения. В таких условиях может существенно снизиться эффективность прохождения регистрационных мероприятий в аэропортах.

Единственным способом обеспечения бесперебойной работы аэропортов может быть внедрение инновационных технологий, которые будут увеличивать производительность работы воздушных гаваней, а также повышать качество обслуживания пассажиров.

Одной из наиболее востребованных технологий в аэропортах можно назвать биометрическую идентификацию, позволяющую распознавать потенциально опасных пассажиров уже на стадии регистрации.

Представленная система дает возможность реализовать эту задачу с использованием технологий веб-скрапинга и машинного обучения. Поиск информации о пассажире в Интернете осуществляется по его фотографии, а веб-скрапер собирает данные с найденных сайтов. Такие данные называются цифровым следом – уникальным набором данных, произвольно оставленным пользователем в Интернете, и позволяющим воссоздать виртуальный образ личности. Задача классификации найденных текстов и фотоматериалов по смыслу и содержанию автоматизируется с помощью технологии машинного обучения.

На рис.1 представлена структурная схема модулей описанной системы.

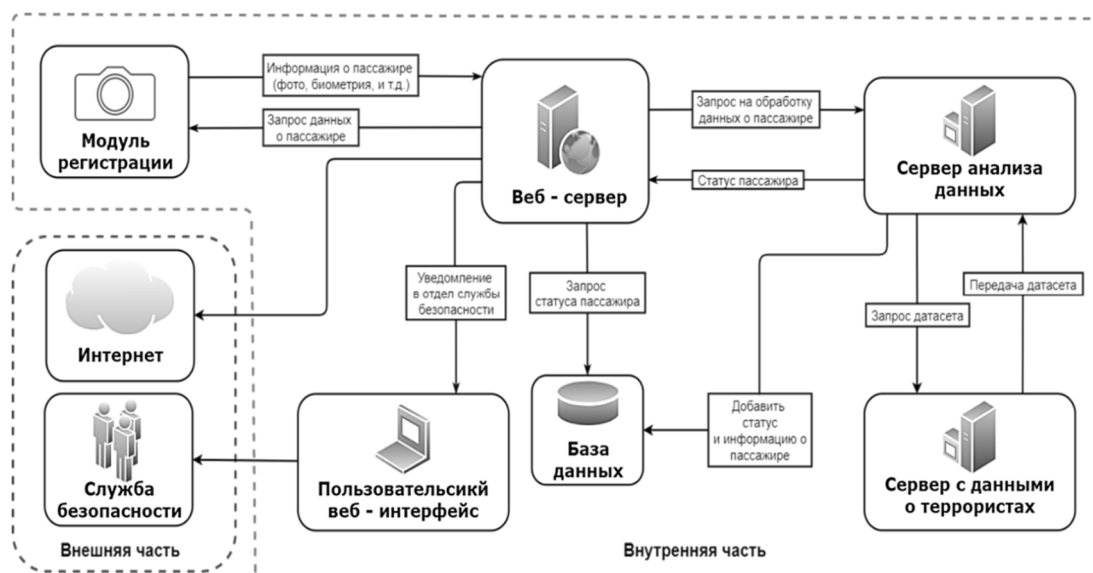


Рис. 1. Структурная схема системы

Удобным форматом программного продукта является веб-приложение, для развёртывания системы требуется установить и настроить серверную часть, а на компьютерах сотрудников службы безопасности современный веб-браузер.

Разрабатываемая система состоит из комплекса программ, где каждая программа отвечает за определенные функции.

Модуль регистрации. Является точкой ввода информации о пассажире в систему: получение фотографии пассажира, скана с паспорта, извлечение биометрических данных лица. Данные передаются через веб-сервер модулю анализа данных.

Веб-сервер – центральный элемент. Его функцией является обеспечение взаимодействия остальных компонентов системы: он осуществляет приём новых данных о пассажире для обработки, обеспечивает передачу информации на сервер анализа данных и передачу результата – статуса пассажира с точки зрения его благонадежности в пользовательский интерфейс.

Сервер анализа данных. Состоит из нескольких модулей. В их числе модуль извлечения данных об авиапассажире с веб-сайтов основанный на технологии веб-скрапинга, модуль классификации текстов сайтов на принадлежность террористической или экстремистской тематике, а при отсутствии текста на сайте, используется модуль анализа изображений. Оба модуля построены с использованием технологии машинного обучения.

Пользовательский веб-интерфейс. Результирующие данные передаются через веб-сервер в веб-браузер операторам службы безопасности.

Для разработки веб-интерфейса используется язык JavaScript. Для других модулей использовался язык Python в связке с библиотеками: для веб-сервера использовался вместе с фреймворком Flask; для сервера анализа данных использовался с библиотеками Gensim и nmslib; для модуля извлечения данных использовался с фреймворком Selenium и Firefox WebDriver. В качестве СУБД выбрана PostgreSQL 13.2

Модуль извлечения данных с сайтов. По запросу веб-скрапера сетевой поисковик по фотографии находит все домены сайтов, на которых имеются фотографии пассажира (в фас, в профиль, с сильным разворотом). Скрапер извлекает программный код с этих сайтов, преобразует его в нужный текстовый формат и формат изображения для дальнейшей обработки.

Модуль классификации текстов. Проведение классификации текстов с сайтов можно автоматизировать с использованием технологии машинного обучения. В качестве обучающей выборки было использовано два датасета с террористической и экстремистской лексикой. Так как данные выборки имеют небольшой размер, их нельзя считать репрезентативными, и валидация системы упирается в увеличение объёмов датасетов. Для установления классовой принадлежности модулю требуется определить текст в одну из трёх категорий: террористическая, экстремистская и не относящаяся к ним. Для семантической классификации текстов была использована Vector Space Model – математическая модель представления текстов в виде векторов, в которой каждому тексту сопоставлен вектор, выражающий его смысл. Используется два алгоритма.

Векторный алгоритм поиска, называемый TF-IDF – алгоритмом [1]. В данном алгоритме для определения меры близости найденных текстов и текстов из обучающей выборки используется значение косинуса угла между их векторами в многомерном пространстве. Данный алгоритм эффективен при небольших

размерностях сравниваемых векторов. Если размерность векторов значительна, то используется приближенный метод «Иерархический маленький мир (HNSW)» [2]. Поисковая структура в HNSW является многоуровневой иерархической структурой, в которой каждый уровень является графом, а каждый их узел соответствует одному из векторов обучающей выборки. При помощи данного алгоритма на графах находится ближайший сосед. Исследуемому тексту присваивается тот же класс, что и у найденного соседа. Тем самым устанавливается класс текстов с веб-сайтов и определяется соответствующий статус пассажира. Модуль анализа изображений используется, если на сайте отсутствует текст. Благодаря сверточной нейронной сети стало возможным извлечение необходимых признаков и образов из входного изображения. Модуль распознавания угроз на изображениях находится в разработке и будет добавлен в систему позже.

Результат анализа данных, а именно статус пассажира, помещается в базу данных и передается в веб-сервер. При определении пассажира как потенциально опасного, сведения о нём передаются в веб-браузер службе безопасности аэропорта.

Представленная система предоставляет услуги оповещения об обнаруженных возможных угрозах и предназначена для поддержки службы безопасности. Внедрение автоматизированной системы в авиакомпанию позволит повысить эффективность функционирования службы безопасности аэропорта, снизить затраты на решение посадочных проблем, тем самым повысить лояльность авиапассажиров.

## ЛИТЕРАТУРА

1. TF-IDF – Википедия [Электронный ресурс] Режим доступа: URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/TF-IDF/> (дата обращения: 19.12.2020).
2. Frederickson B. Approximate Nearest Neighbours for Recommender Systems [Электронный ресурс] Режим доступа: URL: <https://www.benfrederickson.com/approximate-nearest-neighbours-for-recommender-systems/> (дата обращения: 21.02.2021).

## ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ЭКСКУРСИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

*Н.С. Локтев*

*Научный руководитель – д.т.н., доцент, зав. каф. ВМКСС Феоктистова О.Г.*

В условия пандемии COVID-19, многие привычные нам процессы были пересмотрены и изменены в пользу минимизации контактов между людьми и улучшения эпидемиологической обстановки в стране. Данные меры были значительно ударили по экскурсионным агентствам, сократив объём предоставляемых услуг на 95 процентов [1], что наглядно показано на рисунке 1.



Рис. 1. Динамика денежных доходов населения и объема туристических и экскурсионных услуг в долларах

Учитывая вышеприведённые факты, требуются меры, которые позволили бы экскурсионным агентствам представлять свои услуги с минимизацией очного контакта между экскурсантами и экскурсоводами. На текущий момент такой альтернативой является проведение «онлайн-экскурсий», предоставляющая пользователям возможность рассмотреть интересующие места из дома посредством веб-сайтов предприятий. Данный метод имеет свои достоинства и недостатки: получение информации, не выходя из дома, требует дорогостоящего оборудования для создания качественных фотоматериалов, а также не позволяет потребителям увидеть культурные объекты своими глазами.

В качестве альтернативы в рамках доклада предлагается концепция онлайн-сопровождения пеших экскурсий, не требующая личного участия экскурсовода т.к. вся информация в рамках экскурсии будет предоставлена веб-сервисом с уже заготовленными маршрутами экскурсий, а также подробным описанием значимых объектов. Для предоставления подобных услуг может быть использована база уже существующей поисково-информационной картографической службы Яндекс, представленной на рисунке 2.

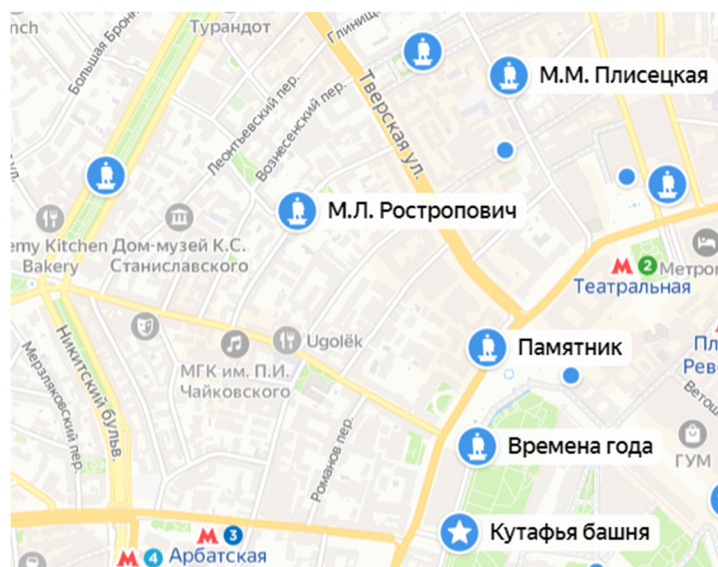


Рис. 2. Поисково-информационная картографическая служба Яндекс

Построение данной услуги в форме веб-приложения обладает рядом преимуществ:

- На пользовательской стороне может быть использованы привычные экскурсантам мобильные устройства, которые в наши дни имеются у большинства населения.

- Реализация в форме единого веб-портала, обслуживающего большое количество экскурсионных агентств, позволило бы улучшить информационное обеспечение как крупных агентств, так и небольших предприятий, которые не могли бы позволить себе подобный портал.

- Присутствие экскурсоводов с экскурсионными группами в данном случае становится опциональным фактором.

- Данное решение не требует сокращения кадров, так как вместо проведения групп от экскурсоводов потребуется внесение всей информации по маршрутам следования и объектам на нём.

- По окончании карантинных мер данный сервис всё ещё остаётся актуальным как дополнительная мера информационной поддержки экскурсий. Так, на маршрут могут быть нанесены точки сбора, указано время встречи на них и прочая сопроводительная информация, которая повысит комфорт экскурсантов.

Подводя итог можно сказать, что описанный в докладе сервис может быть весьма актуален для информационного обеспечения экскурсий. В условиях пандемии он позволяет не собирать крупные экскурсионные группы, снизить нагрузку на экскурсоводов, а также сформировать достаточно массивную информационную базу о самых различных объектах культурного наследия.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Теличко Л. А. Денег нет. Все меньше россиян могут позволить себе отдых за границей [Электронный ресурс] / Финам. 2000. N2. URL: <https://www.finam.ru/analysis/forecasts/deneg-net-vse-menshe-rossiyan-mogut-pozvolit-sebe-otdyx-za-graniceiy-20200831-114746/> (дата обращения: 31.03.2021).



**СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ОЦЕНОК ПАРАМЕТРОВ  
ЛОГИСТИЧЕСКОЙ РЕГРЕССИИ**

*М.В. Андреев*

*Научный руководитель – к.т.н., с.н.с., доцент каф. ПМ Скрынников А.А.*

При проведении статистических исследований часто приходится сталкиваться с ситуацией, когда в результате опыта фиксируется только один из двух альтернативных исходов: «успех» или «неудача». Зависимая переменная кодируется соответственно как 1 или 0, т.е. является бинарной переменной, а задача построения зависимости вероятности «успеха» от значений независимой переменной решается с использованием бинарной регрессии [1].

Области применения данного вида моделей крайне разнообразна. Бинарная регрессия используется при анализе биологических экспериментов, в инженерном и военном деле, а также в машинном обучении при решении задач классификации. Например, при решении задачи оценки стойкости обшивки ВС к удару камня при взлёте или посадке необходимо определить зависимость вероятности пробития обшивки от скорости соударения (при фиксированных прочих условиях), определить максимальную скорость ударника, при которой обеспечивается стойкость с заданной вероятностью.

Очевидно, искомая зависимость должна изменяться в пределах от 0 до 1 и быть неубывающей функцией, поэтому в качестве такой зависимости может быть использована функция распределения некоторой случайной величины. На практике чаще всего используют нормальное распределение (пробит-функция) и логистическое распределение (логит-функция) [1, 3]. Логистическое распределение имеет то преимущество, что функция распределения задаётся в явном виде:

$$F(x) = \frac{1}{1 + \exp\{-\beta_0 + \beta_1 x\}}, \quad (1)$$

и задача логистической регрессии сводится к оценке значений параметров  $\beta_0$  и  $\beta_1$  по выборочным данным.

Оценки параметров логистической регрессии получаются с использованием метода максимального правдоподобия. Максимум функции правдоподобия находится численно с использованием метода Ньютона [4].

Программная реализация метода максимального правдоподобия (с использованием пакета Matlab) позволяет провести исследование свойств получаемых оценок при различных объёмах выборок.

Статистическое моделирование проводится следующим образом. На первом этапе формируется вектор моделируемых результатов экспериментов: независимая переменная  $X$  и зависимая бинарная переменная  $Y$ . Для этого рассмотрим стандартную (с математическим ожиданием  $\xi = 0$  и среднеквадратическим отклонением  $\sigma = 1$ ) случайную величину  $Z$ , подчиняющуюся логистическому закону распределения. Определим область её

практически возможных значений. Внутри этой области моделируем выборку объема  $n$  равномерно распределённой случайной величины  $X$ . Для каждого значения  $x_i$  выборки моделируем случайное событие  $A$  с вероятностью  $P(A)$ , численное значение которой равно функции распределения стандартной логистической переменной в точке  $x_i$ . В случае «успеха» переменной  $y_i$  присваивается значение 1, в противном случае – 0. На втором этапе по выборочным данным находятся оценки параметров  $\beta_0^*$  и  $\beta_1^*$ .

При фиксированном объеме выборки  $n$  статистическое моделирование повторяется многократно (10000 симуляций). Результаты статистического моделирования позволяют построить закон распределения получаемых оценок при заданном значении  $n$ , исследовать свойства получаемых оценок (в частности, смещенность) и предложить рекомендации по устранению смещения оценок.

Для наглядности переходим к оценкам среднеквадратического отклонения  $\sigma^*$  (параметр масштаба) и математического ожидания  $\xi^*$  (параметр сдвига) по соответствующим формулам:

$$\sigma^* = \frac{\pi}{\sqrt{3\beta_1^*}}; \quad \xi^* = -\frac{\sqrt{3}\beta_0^*\sigma^*}{\pi}. \quad (2), (3)$$

Так, при малом объеме выборки ( $n = 10$ ) были получены следующие результаты:

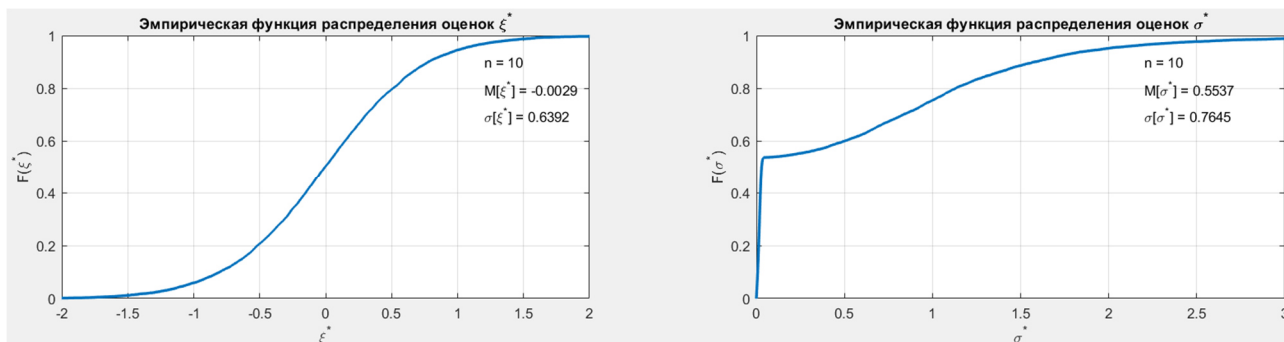


Рис. 1. Графики эмпирических функций распределения оценок  $\xi^*$  и  $\sigma^*$  ( $n = 10$ )

По графикам, представленным на рисунке, хорошо заметно, что оценка параметра сдвига  $\xi^*$  является несмещенной ( $M[\xi^*] \approx \xi$ ) и ее эмпирическая функция распределения представляет собой сигмоидальную функцию, а оценка параметра масштаба  $\sigma^*$  имеет значительное смещение ( $M[\sigma^*] = 0.5537 \neq \sigma = 1$ ) и ее эмпирическая функция распределения имеет резкий скачок.

Это объясняется тем, что при малом объеме выборки часто встречается ситуация, при которой занижается оценка  $\sigma^*$  (см. рис.):

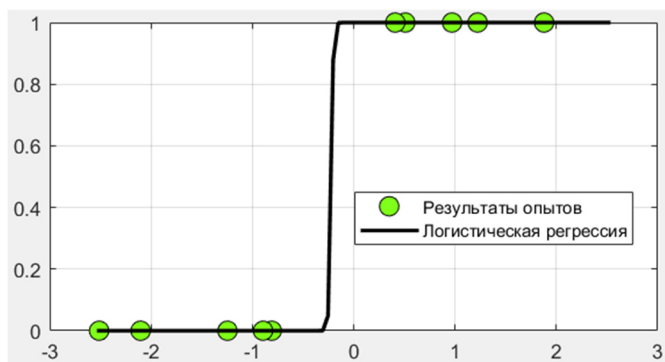


Рис. 2. Логит-функция с аномально малым разбросом

При большом объеме выборки ( $n = 1000$ ) были получены следующие результаты:

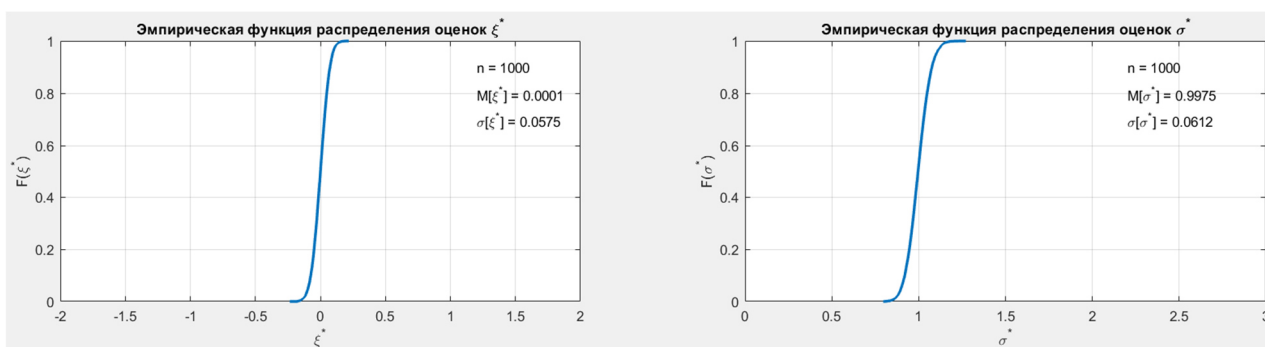


Рис. 3. Графики эмпирических функций распределения оценок  $\xi^*$  и  $\sigma^*$  ( $n = 1000$ )

По графикам на рисунке видно, что оценка  $\xi^*$  сохраняет несмещенность, а смещение оценки  $\sigma^*$  устраняется ( $M[\sigma^*] \approx \sigma$ ), что говорит о ее асимптотической несмещенности.

По результатам исследования асимптотики поведения оценки  $\sigma^*$  в зависимости от объема выборки  $n$  была получена аппроксимирующая функция  $A(n)$ , позволяющая устранить смещение  $\sigma^*$  даже для малого числа опытов:

$$\sigma = \frac{\sigma^*}{A(n)}; \tag{4}$$

$$A(n) = \frac{1}{a + \frac{b}{n}}, \tag{5}$$

где числовые коэффициенты принимают следующие значения:  $a = 1,0024848$ ,  $b = 24,531568$ .

Таким образом, в работе с использованием статистического моделирования проведено исследование свойств оценок параметров логистической регрессии. Показано, что оценка параметра сдвига  $\xi^*$  является несмещенной при любом объеме выборки, а оценка параметра масштаба  $\sigma^*$  является асимптотически

несмещённой. Показаны причины появления смещения оценки  $\sigma^*$  и предложена зависимость для устранения этого смещения.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Комраков, Н. Ю. Применение байесовского подхода построения логистической регрессии при обработке результатов испытаний на стойкость элементов авиационных конструкций / Н. Ю. Комраков, С. М. Мужичек, А. А. Скрынников // Научный вестник Московского государственного технического университета гражданской авиации. – 2018. – Т. 21. – № 2. – С. 132-142. – DOI 10.26467/2079-0619-2018-21-2-132-142
2. Вадзинский Р.Н. Справочник по вероятностным распределениям. СПб.: Наука, 2001. – С. 295.
3. Хастингс Н., Пикок Дж. Справочник по статистическим распределениям. М.: Статистика. – С. 95.
4. Буре В.М., Парилина Е.М. Теория вероятностей и математическая статистика. СПб.: Лань, 2013. – С. 416.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КООРДИНАТ ОБЪЕКТА В ПОЛУАКТИВНОЙ РАДИОЛОКАЦИИ С ПОДСВЕТКОЙ ТЕЛЕВИЗИОННЫМ СИГНАЛОМ

*Д.С. Мосолов*

*Научный руководитель – преподаватель цикловой комиссии  
вычислительной техники Жуковский А.С.  
Рыльский АТК – филиал МГТУ ГА, г. Рыльск*

Суть полуактивной радиолокации (ПАРЛ) состоит в том, что на приемнике регистрируются отраженные от цели сигналы, но излучаются они не передатчиком своей РЛС, а сторонним передатчиком. Эти сигналы стороннего передатчика называются сигналами подсвета. В качестве подсвета чаще всего используют сигналы вещательных (радио- и телевизионных) передатчиков, мобильных телефонных сетей, спутниковых навигационных систем и т.д. В ПАРЛ объединены идеи пассивной и активной радиолокации: от пассивной – отсутствие собственного передатчика, от активной – прием отраженных сигналов.

Интерес в полуактивной радиолокации появился в середине 80-х годов прошлого века, но обнадеживающие результаты были получены лишь в 10-х годах этого века. Объясняются они развитием вычислительной техники и появлением сплошного покрытия территории источниками радиоволн.

В 2012 году в СПбГЭТУ началась разработка «Пассивной радиотехнической системы контроля воздушной обстановки мегаполиса при использовании радиоизлучений цифрового телевидения и радиовещания». В ходе экспериментальных исследований получилось: обнаружить гражданские самолёты при их взлёте и посадке в аэропорту «Пулково», осуществить устойчивое обнаружение судов в акватории Финского залива на расстоянии до 20

км от макета ПАРЛС, отследить скорость и траекторию автомобилей, движущихся по КАД [1].

В 2014 году СПбГЭТУ «ЛЭТИ» приступил к выполнению ОКР «Разработка пассивного когерентного локационного комплекса для охраны важных объектов». Он предназначен для обнаружения движущихся воздушных, наземных и наводных целей в охранной зоне важных объектов, такие как атомные электростанции, крупные инженерные сооружения, гидроузлы, и т. д.

Определенные достижения получены и зарубежными разработчиками. Это системы “Silent Senterу”, которая использует сигналы ТВ и FM передатчиков; “Cellдар”, которая использует излучения сотовой связи стандарта 3G, GSM 900, 1800; разработка “Homeland Alerter 100”, которая предназначена для получения информации о малоскоростных воздушных целях (в т.ч. БПЛА, крылатых ракетах, целях с технологией Stealth), использующая сигналы УКВ диапазона и аналоговых ТВ передатчиков.

Согласно недавно опубликованному отчету ВСС Research «Производство радаров: глобальные рынки до 2022 года», в качестве одного из пяти перспективных направлений развития радиолокации указано растущее использование полуактивных радаров.

Рассмотрим вариант построения ПАРЛС с использованием двух передатчиков и одного приемника. Известны координаты передатчиков и приемника, расстояния между каждым передатчиком и приемником, а также угол между передатчиком 1 и передатчиком 2 в вершине которого находится приемник. В процессе определения координат измеряется разница во времени между приемом прямого сигнала каждого из передатчиков и его же отраженного сигнала. Кроме того, измеряется азимут, с которого приходит отраженный сигнал. Для этого используется сканирующая антенна приемника.

На рисунке 1 показана пространственная схема рассматриваемого варианта.

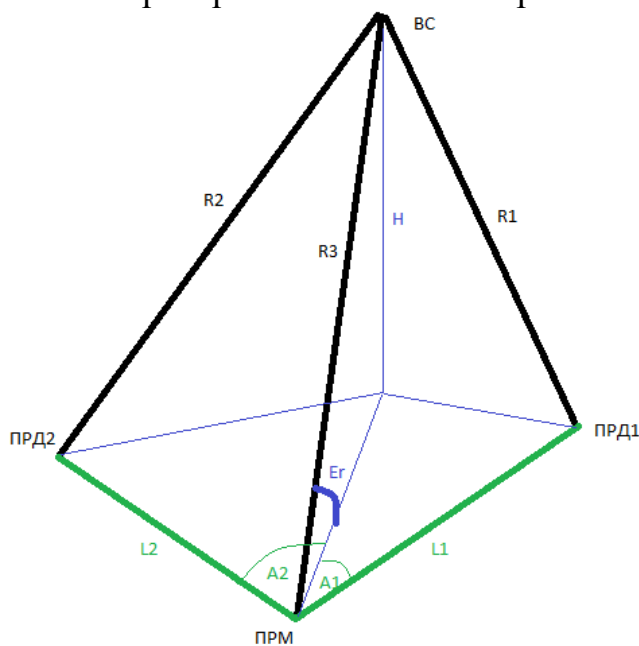


Рис. 1. Схема с двумя передатчиками и одним приемником

Так как углы между направлениями на передатчики известны, а направление на цель определяется с помощью вращения диаграммы приемной антенны (механическое или электронное) то углы  $a_1$  и  $a_2$  определены. По запаздыванию отраженного сигнала, относительно прямого, определяется полные пути отраженных сигналов от передатчиков до приемника  $R_{13}=R_1+R_3$  и  $R_{23}=R_2+R_3$ . На основе этих данных можно вычислить угол места и высоту полета, хотя угол места не измеряется. Для вычислений использован язык программирования PascalABC.net.

```

uses GraphABC;
var Er,R13,R23,L2,L1,a1,a2,H:real; i:integer;
begin
  { Угол между двумя передатчиками составляет  $a_1(30)+a_2(100)=130$ 
градусов}
  R13:=98.18;R23:=139.78;L1:=70;L2:=40;a1:=pi/6;a2:=pi/2+pi/18;
  {R13=R1+R3- расстояние, которое проходит отраженный сигнал от ПРД1
до ПРМ
  R23=R2+R3-- расстояние, которое проходит отраженный сигнал от ПРД2
до ПРМ}
  {Расчет угла места}
  Er:=arccos((R13*(SQR(R23)- Sqr(L2))-R23*(SQR(R13)-
SQR(L1)))/(L1*cos(a1)*(SQR(R23)- Sqr(L2))-L2*cos(a2)*(SQR(R13)-SQR(L1))));
  Writeln('Угол места ', Er,' радиан или ',Er*180/pi,' ', ' градусов');
  H:=60*sin(Er);
  Writeln('Высота ',H);
end.

```

Для более наглядного представления использована 3-D модель, реализованная с помощью модуля Graph3-D.

Выводы: В настоящее время имеется большой интерес к полуактивной радиолокации с подсветкой существующими излучениями: сигналами мобильной связи, спутниковыми сигналами и особенно сигналами цифрового телевидения. Уже созданы системы полуактивной радиолокации для военного применения, наблюдения за экологическими процессами, для морского флота.

Можно определить следующие преимущества таких систем для гражданской авиации.

1. Низкая стоимость изготовления и эксплуатации, ввиду использования сторонних излучений (нет своего передатчика).
2. Нет необходимости в выделении полосы рабочих частот.
3. Нет вредного электромагнитного излучения.
4. Возможность обнаружения низколетящих, низкоскоростных, малоотражающих целей. Например, БПЛА и объектов с технологией Stealth.
5. Возможность загоризонтной локации при применении в качестве подсвета сигналов цифрового вещания КВ диапазона (возможная дальность до 3 тысяч километров).

6. Почти в любой точке земного шара есть излучение, которое может быть использовано для подсвета.

Есть и недостатки, вполне, впрочем, преодолимые.

1. Невозможность влияния на передающие устройства и антенны в пользу полуактивного радиолокатора (для преодоления этого недостатка может быть заключен контракт с владельцем передатчика).

2. ПАРЛ – технологически сложный метод, требующий использования особого оборудования и высокоэффективных алгоритмов обработки.

В настоящее время ПАРЛ находится в состоянии развития.

На повестке дня создание эффективных и надежных систем для гражданской авиации.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Пассивная когерентная радиолокация / А. В. Бархатов, В. И. Веремьев, Е. Н. Воробьев [и др.]. – Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет "ЛЭТИ" им. В.И. Ульянова (Ленина), 2016. – 162 с. – ISBN 978-5-7629-1921-0.

**Секция «Обеспечение информационной безопасности бортовых  
и наземных ТКС гражданской авиации»**

**ПРОГРАММА ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ  
"ИЗМЕРЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК СЛУЧАЙНЫХ СИГНАЛОВ"**

*Ю.В. Головин, Д.С. Саврадым*

*Научный руководитель – к.т.н., доцент, доцент каф. ОРТЗИ Илюхин А.А.*

Согласно модели выпускника МГТУ ГА специальности 10.05.02 (Спец. 10) «Информационная безопасность мультисервисных телекоммуникационных сетей и систем на транспорте» студент должен освоить ряд компетенций, среди которых:

- ОПК-15.1.1 – знать методики измерения и оценки параметров в телекоммуникационных системах;
- ОПК-15.2.1 – уметь проводить измерения в спектральной и временной области.

Развитию вышеперечисленных профессиональных компетенций способствует лабораторная работа (ЛР) №7 "Измерение характеристик случайных сигналов" по дисциплине "Измерения в телекоммуникационных системах" [1], которая в свою очередь выполнялась на лабораторном оборудовании Х6-4.

Причиной модернизации стал выход из строя лабораторного оборудования. Для усовершенствования ЛР были поставлены следующие задачи:

- унифицировать аппаратную часть лабораторного комплекса;
- добиться высокой надежности лабораторного комплекса;
- используя программную среду на персональном компьютере, наблюдать в динамике физические процессы, протекающие в исследуемом сигнале;
- осуществлять вывод полученных результатов на экран и бумагу в виде графиков, осциллограмм и таблиц.

В основу лабораторной установки лёг программно-аппаратный комплекс АКИП (PicoScore 2205a) (рисунок 1), который используется в других ЛР. АКИП содержит необходимый функционал, позволяющий измерять те же характеристики сигналов, что и оборудование Х6-4, также имеется дополнительная возможность генерировать сигналы произвольной периодической формы.

При работе с PicoScore 2205a были выявлены следующие особенности [2]:

- Для обеспечения максимальной разрешающей способности АЦП (12 бит) необходимо работать в блочном режиме работы, что, с другой стороны, не позволяет получить сигнал большей длительности, по сравнению с поточным режимом работы.
- При работе в двухканальном режиме размер памяти блока для каждого канала уменьшается примерно в 2 раза.



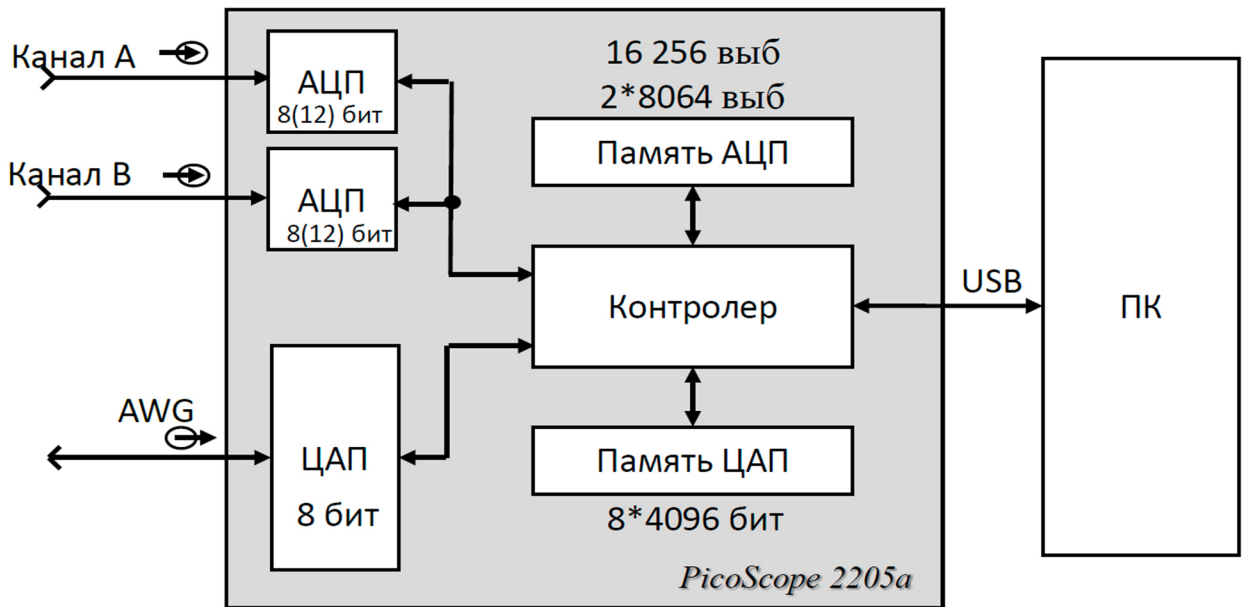


Рис. 1. Структурная схема программно-аппаратного комплекса

Для использования функционала АКПП для данной ЛР было написано программное обеспечение позволяющие наблюдать и измерять в динамике физические процессы, а также обрабатывать, систематизировать и сохранять результаты измерений и расчётов.

Внешний вид программы представлен двумя вкладками «Генерация» и «Измерения».

Интерфейс вкладки «Генерация» (рисунки 2 и 3) предназначена для генерации и настройки съёма данных и позволяет:

- производить наблюдение и съём осциллограммы сигналов;
- настраивать параметры генерации сигнала, такие как амплитуда, частота, смещение, скважность, частота пуска и остановки ЛЧМ сигнала и др.;
- настраивать параметры работы с осциллографом:
  - управление каналами съёма данных;
  - изменение пределов измерений;
  - изменение режима работы по постоянному/переменному току;
  - изменение режимов работы триггеров для каждого канала;

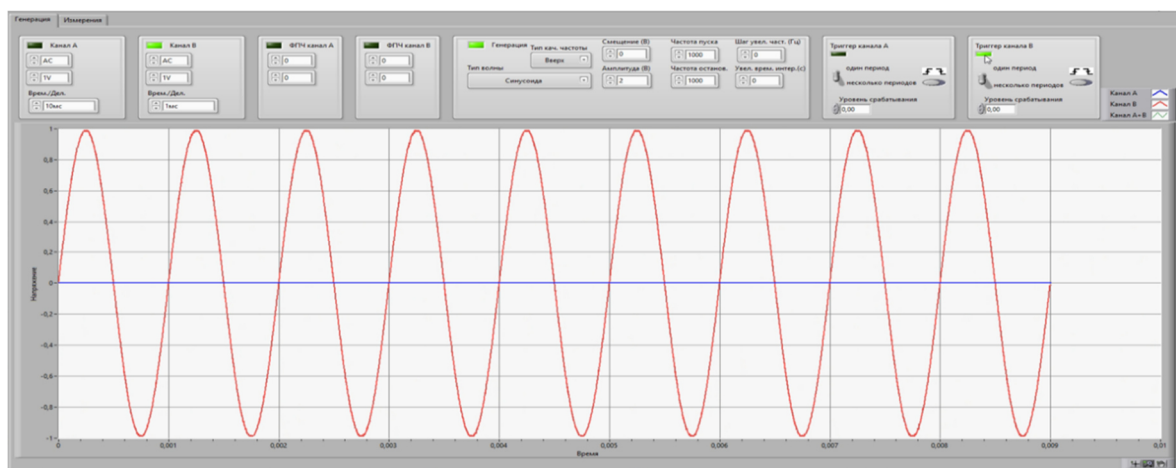


Рис. 2. Общий вид интерфейса вкладки «Генерация»

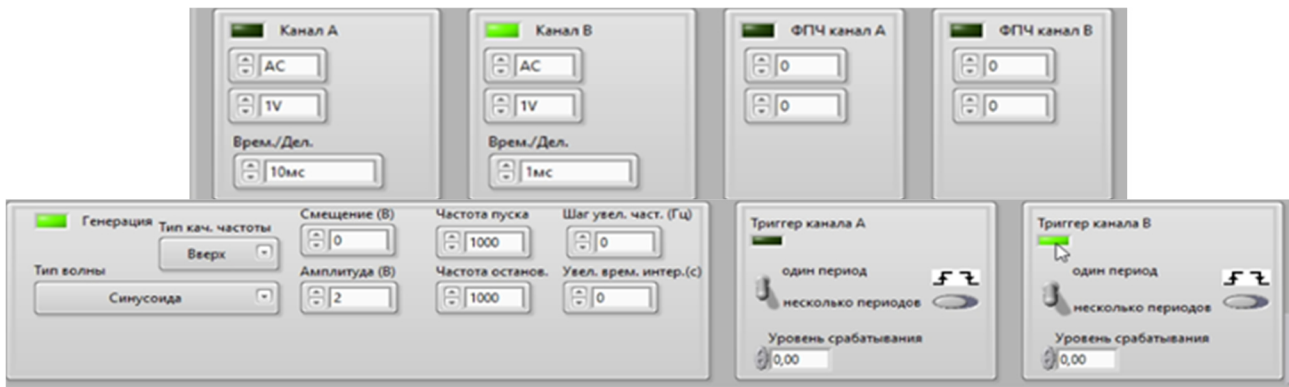


Рис. 3. Настаиваемые параметры осциллографа и генератора сигналов

- настраивать параметры применяемых программных обработок ко входящим данным, такие как:
  - верхняя и нижняя частоты полосового фильтра;
  - включение возможности выделения триггером одного или нескольких периодов сигнала.

Дополнительно ко встроенным стандартным функциям АКИПа [2], была добавлена функция генерации шумов, а именно белого шума и шума Рэлея.

Вторая вкладка «Измерения» (рисунок 4) позволяет по измеренным показаниям с осциллографа в реальном времени рассчитать статистические характеристики сигнала, такие как:

- автокорреляционная функция сигнала;
- ФРВ и ПРВ;
- спектр.

При измерении ПРВ и ФРВ была высокая погрешность, вносимая наличием шума дискретизации и квантования в обрабатываемом цифровом сигнале. Для устранения нежелательного эффекта была написана функция на языке Python, которая уменьшает шаг дискретизации и квантования, тем самым сглаживая сигнал.

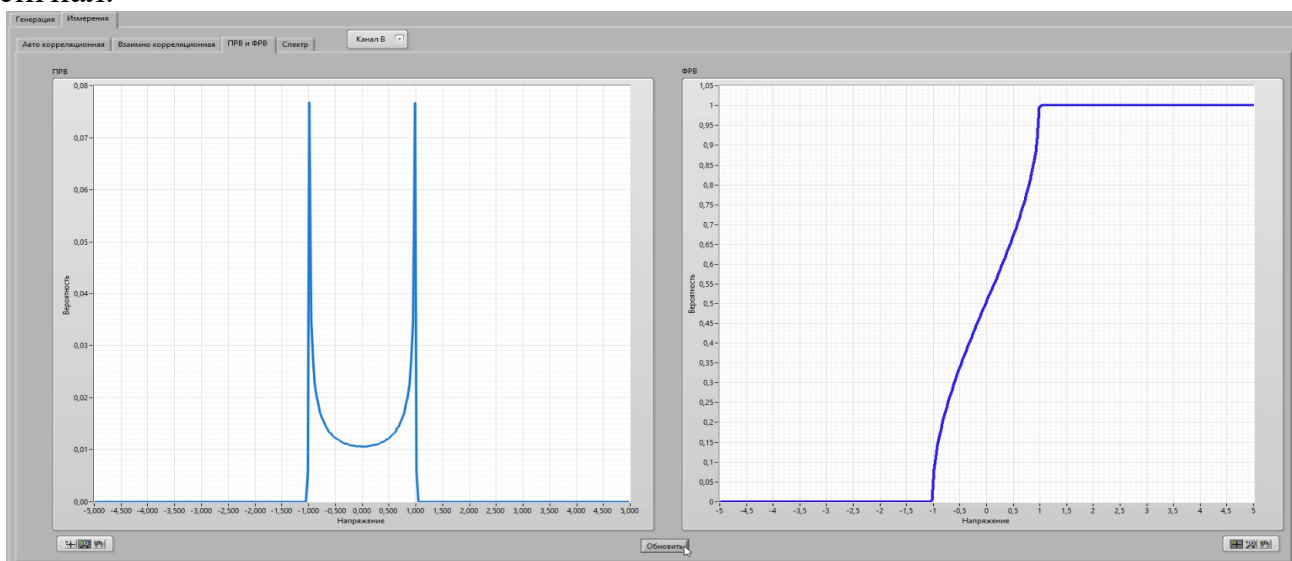


Рис. 4. Интерфейс вкладки «Измерения»

В ходе работы была разработана программа для проведения ЛР "Измерение характеристик случайных сигналов" на стенде состоящего из программно-аппаратного комплекса АКПП (PicoScope 2205a).

В ходе проектирования реализованы разные виды измерений и расчетов характеристик, а также генерации произвольных сигналов и шумов.

Данный лабораторный комплекс с разработанным ПО способствует развитию у студентов ряда профессиональных компетенций, а именно, позволяет освоить методики измерения и оценки параметров в телекоммуникационных системах и даёт навыки измерений в спектральной и временной области.

Полученные теоретические и практические знания в области измерения характеристик случайных сигналов позволят в дальнейшем проектировать и совершенствовать защищённые телекоммуникационные сети авиапредприятия.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Илюхин А.А. Измерения в телекоммуникационных системах: пособие по выполнению лабораторных работ № 1-7. - М.: МГТУ ГА, 2014. - 40 с.

2. PicoScope 2000 Series Programmer's Guide <https://www.picotech.com/download/manuals/picoscope-2000-series-programmers-guide.pdf> (дата обращения: 13.02.2021).

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ SIEM-СИСТЕМ НА РОССИЙСКОМ РЫНКЕ В РАМКАХ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ВНЕДРЕНИЯ НА АВИАПРЕДПРИЯТИИ

*Д.С. Колесникова*

*Научный руководитель – к.т.н., доцент, доцент кафедры каф. ВМКСС*

*Романчева Н.И.*

В настоящее время достаточно актуальной является проблема количества конфиденциальной информации, обрабатываемой в информационных системах авиапредприятий. Авиапредприятия относятся к объектам критической информационной инфраструктуры, потому обязаны исполнять Законодательство Российской Федерации в области обеспечения информационной безопасности (Федеральный закон от 26 июля 2017 г. N 187-ФЗ "О безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации", Федеральный закон РФ от 27 июля 2006 г. №152-ФЗ «О персональных данных», Федеральный закон от 27.07.2006 №149-ФЗ «Об информации, информационных технологиях и о защите информации», ГОСТ Р ИСО/МЭК 27005 – 2010, приказы ФСБ и ФСТЭК) [1]. Для обработки различных возможных инцидентов информационной безопасности (ИБ) самым эффективным способом рекомендуется использовать SIEM-систему, основная цель которой - осуществление процессов управления информационными потоками и событиями ИБ в локально-вычислительной сети на уровне информационной инфраструктуры, а также возможность осуществления управления информацией в целях повышения надёжности и отказоустойчивости функционирования систем и сервисов вычислительной сети.

На российском рынке представлены следующие типы SIEM-систем [2]:

1. Зарубежные (IBM QRadar Security, McAfee ESM, Splunk ES и пр.),
2. Отечественные (MaxPatrol SIEM, RuSIEM, Комрад «ЭШЕЛОН»),
3. С открытым исходным кодом (OSSIM, OSSEC, Snort).

Однако системы с открытым исходным кодом не будут рассмотрены по причине наличия исходного кода в открытом доступе и отсутствия сертификата ФСТЭК, а также сложной поддержки таких систем.

Краткое описание взятых для анализа систем:

1. IBM QRadar Security Intelligence Platform. Считается мировым лидером на рынке SIEM-решений. Помимо стандартных задач включает элементы прогнозирования для расследования инцидентов. Данная система установлена в «Сбербанк» и «Центробанк».

2. McAfee Enterprise Security Manager — это надежное комплексное решение, которое благодаря своему распространению по всему миру имеет самые актуальные базы знаний для обновлений своей системы. Имеет огромное количество партнеров в России - более 500. Отсутствует русификация.

3. Splunk Enterprise Security предназначен для всех отраслей бизнеса, от бесплатных версий до самых крупных инсталляций. Внедрен в инфраструктуру компании «Яндекс». Поддерживает более 2000 источников событий, когда у конкурентов их число примерно равно 300.

4. MaxPatrol SIEM - продукт компании Positive Technologies. Присутствует в реестре отечественного ПО. Продукт разрабатывался на основе событий ИБ, характерных для российской действительности.

5. RuSIEM - разработка отечественной компании РуСИЕМ, резидента Сколково. Обещает управление активами и обнаружение аномалий машинного обучения. Отличается очень высокой производительностью - до 90 000 EPS (Events Per Second – событий в секунду) в одном узле.

6. КОМРАД – первая отечественная SIEM-система российской компании Научно-производственное объединение «Эшелон». Позволяет осуществлять централизованный мониторинг событий в спецслужбах, поддерживать безопасность национальных информационных систем. Поддерживаемые источники событий - более 70.

Критерии проводимого сравнительного анализа SIEM-систем выбраны с позиции предприятия, впервые решающего внедрить такую систему (см. табл.1). Возможность приоритизации инцидента с учетом уровня критичности актива, поиск по событиям, готовые дашборды, веб-интерфейс, поддержка вендора, высокая производительность есть у всех рассмотренных систем.

На российском рынке существует достаточно конкурентоспособных SIEM-решений, которые могут удовлетворить потребности в обеспечении защиты информационных систем авиапредприятий разных масштабов как иностранного, так и отечественного производителя.

## Сравнительный анализ SIEM-систем

Критерий	SIEM-система	Описание критерия
правила универсальные аналитики	IBM QRadar	Более 140 правил корреляции, Content Extention Pack из IBM X-Force App Exchange.
	McAfee ESM	Более 180 предустановленных правил корреляции, McAfee Global Threat Intelligence.
	Splunk ES	181 правил штатно и 343 в Splunk Security Essentials.
	MaxPatrol SIEM	Более 150 предустановленных правил корреляции.
	RuSIEM	Более 270 предустановленных правил корреляции.
	КОМРАД	20 предустановленных правил корреляции.
сложность интеграции	IBM QRadar	Архитектура позволяет многократно определять роль и функциональность модулей платформы.
	McAfee ESM	Уровень обмена данными (DXL) обеспечивает интеграцию со сторонними технологиями без необходимости использования API.
	Splunk Enterprise Security	Security Intelligence – комплексная предустановленная интеграция с внешними источниками информации об угрозах.
	MaxPatrol SIEM	Автоматическое создание и постоянное обновление сетевых топологий.
	RuSIEM	Возможности по интеграции новых источников киберинспекции и потоков данных.
	КОМРАД	Подключение к нестандартным источникам событий.
возможность обучения SIEM	IBM QRadar	Интеграция с ИИ IBM Watson, сетевая экспертиза и переход к процессу IBM Elastic Incident Response.
	McAfee ESM	На базе отдельно лицензируемого продукта McAfee Investigator.
	Splunk ES	Встроенный в Splunk ES 5.0, Workbench Investigator.
	MaxPatrol SIEM	Имеет возможность обучения SIEM, однако отсутствует ИИ
	RuSIEM	Machine Learning на базе RuSIEM Analitics.
	КОМРАД	Отсутствует.
интересные дополнительные возможности	IBM QRadar	Много бесплатных приложений, контента и интеграционных модулей.
	McAfee ESM	Интеграция с решениями более чем 30 партнеров.
	Splunk ES	Балансировщик нагрузки. До 236 штатных полей в карточке инцидента. Качественное комьюнити.
	MaxPatrol SIEM	Механизм быстрой передачи опыта от центра положительных исследований к продукту.

	RuSIEM	Бесплатная версия продукта. Установки без прямого доступа к Интернету. 372 поля в карточке инцидента.
	КОМРАД	Широко поддерживаемые отечественные средства для обеспечения внутренней ИБ.
учёт специфики регулирующих органов	IBM QRadar	Сертификат ФСТЭК России №3354, сертификат был действителен до 2018 года.
	McAfee ESM	Сертификат ФСТЭК России №3353, сертификат был действителен до 2018 года.
	Splunk ES	Отсутствует.
	MaxPatrol SIEM	Сертификат Минобороны РФ № 3044, Сертификат ФСТЭК России № 3734.
	RuSIEM	Получение сертификата ФСТЭК ожидается в первой половине 2021 года, имеет интеграцию с НКЦКИ.
	КОМРАД	Сертификат Минобороны РФ № 2315, Сертификат ФСТЭК №3498.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Руслан Рахметов. Обзор российского законодательства по защите критической информационной инфраструктуры. [Электронный ресурс] / URL: <https://habr.com/en/post/477812/> (дата обращения 12.04.2021).

2. Лев Палей. Сравнение SIEM-систем. [Электронный ресурс] / URL: <https://www.anti-malware.ru/compare/SIEM-systems> (дата обращения 12.04.2021).

## КВАНТОВАЯ КРИПТОГРАФИЯ

*М.А. Корякина, Д.В. Трофимов*

*Научный руководитель – к.т.н., доцент каф. ОРТЗИ Антонов А.А.*

Шифрование данных является основой каждой системы информационной защиты. Но скоро такие классические криптографические методы как симметричное и асимметричное шифрование благодаря быстрому развитию квантовых компьютеров могут оказаться уязвимы.

Алгоритмы квантовых компьютеров осуществляют факторизацию, почти так же быстро, как умножение. На сегодняшний день квантовые устройства не могут справляться с большими числами, но благодаря финансированию, которое выделяется для разработки в области квантовых технологий, квантовые компьютеры совершенствуются с огромной скоростью. С появлением более продвинутых квантовых машин все классические криптосистемы, окажутся в риске недействительности.

Квантовая криптография решает основную проблему симметричной криптографии – проблему распределения криптографических ключей, представляющую собой случайную идентичную последовательность нулей и единиц на передающей и принимающей сторонах, которая неизвестна третьей стороне.

Отправка и получение информации выполняется физическими средствами. Например, с применением электронов в электрическом токе, или фотонов в линиях волоконно-оптической связи. Ученые Жиль Brassar и Чарльз Беннет разработали первый протокол для квантовой связи, который был назван по первым буквам своих фамилий и году создания технологии — BB84. Именно этот протокол широко используется в современных квантовых сетях связи.

Протокол BB84 (см. рисунок 1):

- 1) **A** выбирает случайное значение 0 или 1 для каждого фотона;
- 2) **A** выбирает случайным образом между двумя базисами: вертикально-горизонтальным (0 и 90 градусов) и диагональным (45 и 135 градусов);
- 3) **B** отправляет одиночный фотон, закодированный в выбранном базисе;
- 4) **B** измеряет полученный фотон в случайном базисе;
- 5) **B** получит верное значение, только если использует тот же базис, что и **A**;
- 6) После завершения передачи **A** и **B** сообщают друг-другу базисы;
- 7) **A** и **B** выкидывают те случаи, в которых они использовали разные базисы;
- 8) В итоге у **A** и **B** остается идентичный, итоговый секретный ключ.

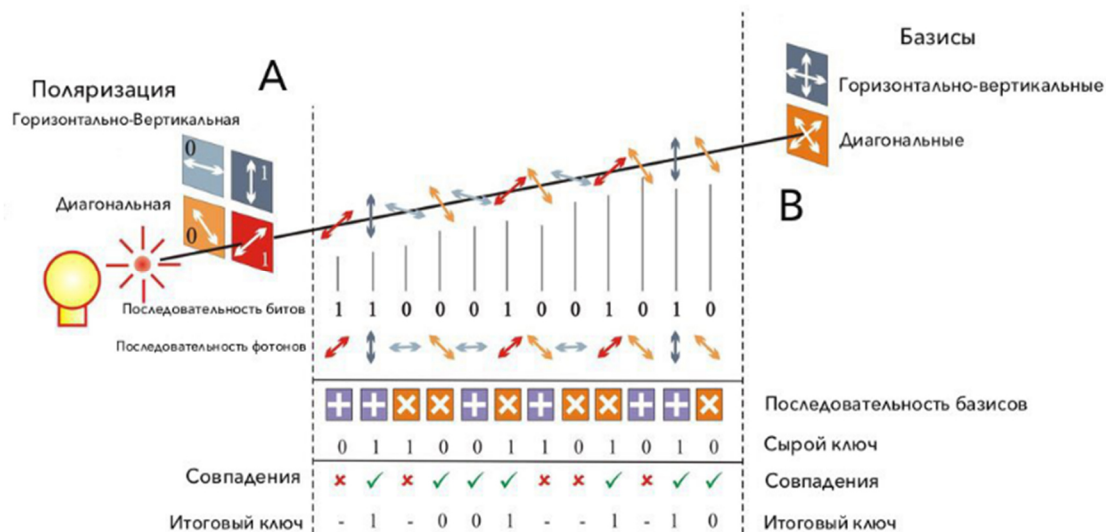


Рис. 1. Схема протокола BB84

С использованием квантовых явлений можно спроектировать и создать такую систему связи, которая обнаруживает подслушивание.

Если злоумышленник захочет украсть информацию, ему придётся принять участие в каждом этапе передачи: 1) выбрать базис; 2) провести измерение поляризации; 3) переслать копию фотона получателю.

Но, из-за фундаментального принципа квантовой механики, который заключается в невозможности измерения суперпозиции без её коллапса в одно из состояний, попытка вмешательства приведёт к росту числа ошибок и разрушению исходного сигнала. А это означает что по уровню шума в канале пользователи могут распознать степень активности перехватчика.

Дальнейшее улучшение надежности криптосистемы можно достичь, используя протокол EPR (Einstein-Podolsky-Rosen) или схему Экерта – это ещё одно направление развития квантовых технологий, основанное на эффекте квантового запутывания. Данный протокол основан на парадоксе Эйнштейна-

Подольского-Розена, который заключается в следующем: две квантово-механические системы, в том числе и разделенные в пространстве, могут находиться в состоянии корреляции, так что измерение выбранной величины, осуществляемое над одной из систем, определит результат измерения этой величины на другой, причем ни одна из запутанных систем не находится в определенном состоянии. Из этого следует, что запутанное состояние не может быть записано как прямое произведение состояний систем.

Области квантовой криптографии наблюдается быстро развивается, и это даёт гарантии, что в ближайшие десятилетия использование данной технологии станет массовым и фактически превратится в стандарт. Следовательно, развитие и применение именно квантовой криптографии является наиболее перспективным решением в области кибербезопасности гражданской авиации. Криптографические системы, которые основаны на квантовом шифровании, обеспечивают защиту данных как пассажиров, так и самой авиакомпании, на долгие годы вперед.

Проблемы передачи персональных данных авиапассажиров, электронных регистраций, и другой «наземной» конфиденциальной информации может решить объединение аэропортов квантово-оптоволоконными линиями связи, по которым будет осуществляться передача данных полностью недоступных для хакеров. Безопасную передачу информации между пилотами и авиадиспетчерами, можно осуществить с использованием систем спутниковой связи, которая основана на квантовой телепортации. Спутниковые каналы являются одним из способов решения проблемы распределения квантового ключа на дальние и межконтинентальные дистанции. Бескабельные линии связи обеспечат безопасное отслеживание воздушного судна, без возможности вмешательства третьих лиц.

Квантовая криптография имеет ряд преимуществ над классической. К преимуществам можно отнести: потенциальную неуязвимость, независимость от технических характеристик компьютера, простоту в использовании, потенциал для развития в будущем.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Румянцев, К. Е. Квантовая криптография: принципы, протоколы, системы / К. Е. Румянцев, Д. М. Голубчиков // Всероссийский конкурсный отбор обзорно-аналитических статей по приоритетному направлению "Информационно-телекоммуникационные системы": Электронное издание. – Москва: Федеральное государственное учреждение "Государственный научно-исследовательский институт информационных технологий и телекоммуникаций" (ФГУ ГНИИ ИТТ "Информика"), 2008.

2. Научная статья. Анализ возможности несанкционированного доступа в квантово-криптографическом канале. – К.Е. Румянцев, И.Е. Хайров, В.В. Новиков, 2004, Часть 3.

3. Научная статья. Квантовая криптография – Семенов Ю.А. [http://book.itep.ru/6/q\\_crypt.htm](http://book.itep.ru/6/q_crypt.htm)



4. Учебно-методическое пособие. Основы квантовой коммуникации. – А.В. Козубов, А.А. Гайдаш, С.М. Кынев, В.И. Егоров, А.Е. Иванова, А.В. Глейм, Г.П. Мирошниченко.

5. Пособие. Информационная безопасность телекоммуникационных систем гражданской авиации. – В.Е. Емельянов, Э.А. Болелов.

## Секция «Радиоэлектронное оборудование воздушных судов, аэропортов, воздушных трасс и его эксплуатация»

### УДАЛЁННАЯ ВЫШКА КДП

*Е.А. Горковец, А.С. Соболев*

*Научный руководитель – к.т.н., доцент, доцент каф. ТЭРЭО ВТ Гевак Н.В.*

Объем воздушных перевозок и количество пассажиров постоянно увеличиваются. Индустрия гражданской авиации стремительно разрослась и теперь включает в себя множество городов и отдаленных мест. Также существует необходимость обеспечения этих мест необходимой транспортной связью и связью с крупными аэропортами. На данный момент актуальной проблемой является необходимость большой кадровой и географической инфраструктуры для обеспечения безопасного управления воздушным движением в малых аэропортах прямо на местах.

Практически все современные аэропорты оборудованы КДП (командно-диспетчерскими пунктами), из которых осуществляется централизованное управление воздушным движением в районе аэродрома, в зоне взлета и посадки и т.д. Из КДП осуществляется управление движением воздушных судов (ВС) и спецавтотранспорта по аэродрому. Однако необходимость снижения издержек обслуживания аэропортов, и модернизация существующего оборудования вынуждают поставщиков аэронавигационного обслуживания переосмыслить своё положение и исследовать новые направления для УВД, к примеру, удаленные центры управления воздушным движением (УЦ УВД).

Перспективная система управления воздушным движением (УВД), основанная на применении технологии, получившей название RTS (Remote Tower System – Система удаленных вышек КДП), открывает широкие возможности для применения передовых методов и средств контроля на воздушной обстановке и системами удаленного аэродрома. Она предлагает альтернативный способ управления небольшими аэродромами через единый центр управления воздушным движением.

Система удаленной вышки – это система, которая позволяет обеспечивать управление воздушным движением (УВД) или Службу полетной информации (FIS) на аэродроме из любого места, кроме аэродрома, при этом поддерживая уровень эксплуатационной безопасности, который достигается с помощью пилотируемой вышки на аэродроме для наблюдения как за воздушным, так и за наземным движением [1].

Концепция Remote Tower Services принципиально отличается от традиционных режимов работы башни. Камеры и датчики могут быть размещены в любом месте поля, а не только в одном месте, а авиадиспетчерам может быть представлена виртуальная картина реальности, дополненная дополнительной искусственно созданной информацией. RTS могут быть расположены где угодно, но обычно планируются на разумном расстоянии от всех контролируемых аэропортов, чтобы уменьшить задержку сигналов и повысить техническую надежность.

Обычно УЦ УВД может содержать несколько автоматизированных рабочих мест (АРМ) в зависимости от объёма трафика и количества подключённых аэропортов (рисунок 1). Дата-центр соединяет УЦ УВД с глобальной вычислительной сетью, предоставляя всю IT-инфраструктуру для передачи голосовой информации и видеопотоков из разных аэропортов [2].

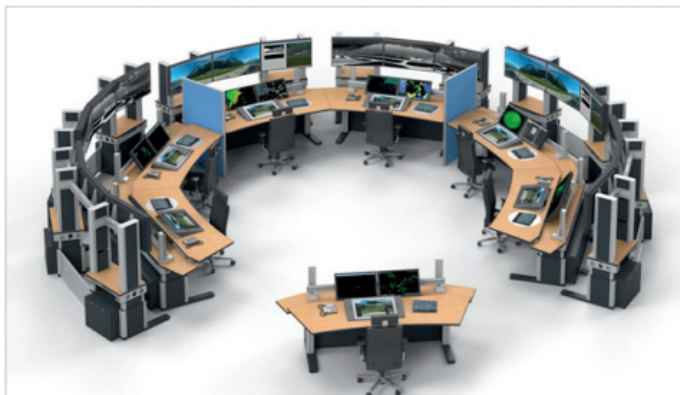


Рис. 1. Офис, состоящий из нескольких рабочих мест и места старшего диспетчера смены

В «расширенном комплекте» (рис. 1), УЦ УВД будет состоять, в том числе из дополнительных компонентов:

- 1) инфракрасных камер для наблюдения ночью;
- 2) системы для автоматического обнаружения и сопровождения объектов;
- 3) дополнительной вспомогательной информации, выводимой на дисплеях;
- 4) функции автоматического отслеживания с помощью бинокля;
- 5) контроль выхода на ВПП и предупреждение столкновения между ВС;
- 6) интеграция и наложение на дисплей данных системы наблюдения.

Все расширения, представленные выше, могут уменьшить рабочую нагрузку и повысить безопасность [2].

RTS имеют ряд преимуществ. Они занимают меньше места, дешевле, технически высокоэффективны и могут быть более устойчивыми и безопасными по сравнению с обычными диспетчерскими вышками.

Кроме того, они могут предоставлять диспетчерские службы более чем одного аэродрома в густонаселенных и популярных местах (например, крупные города, развивающиеся регионы). В таких местах намного легче найти и подобрать квалифицированный персонал.

Налаженная связь между локальным аэропортом и УЦ УВД – это ключ к успешному внедрению. От сети требуется избыточность и обеспечение очень высокого качества обслуживания (высокая пропускная способность, минимальная задержка, минимальная потеря данных) [3]. Всё это позволит транслировать поток видео с камер в высоком разрешении на рабочее место. В УЦ УВД главное звено – это рабочее место, оно должно быть спроектировано с учётом человеческого фактора и следующими особенностями: компактность, высокочёткие дисплеи, комбинированная управляющая панель (включающая управление камерами, управление функциями ATIS (automatic terminal information service – служба автоматической передачи информации в районе аэродрома) и т.д.) [3].

Могут ли удаленные центры УВД быть полезны в условиях пандемии? Известны факты закрытия всей вышки КДП, когда у сотрудников были выявлены случаи Covid-19. В такой ситуации вышки с камерами могут быть полезны.

Еще до начала пандемии фиксировался рост числа внедрений удаленных вышек УВД, и технология активно обсуждалась. Вероятнее всего, развитие рынка продолжится и после пандемии, хотя, может, и не сразу. Некоторые эксперты уточняют, что глобальный кризис, напротив, только ускорит внедрение подобных цифровых решений, поскольку они будут способствовать уменьшению издержек на разных уровнях.

Что ж, время покажет, а пока можно констатировать, что растущий спрос на масштабируемые аэронавигационные услуги и необходимость снижения расходов имеют место быть, а, как известно, спрос рождает предложение.

Идея обезопасить диспетчеров от воздействия внешней среды и помочь малым аэропортам зарабатывать больше действительно вдохновляет. Однако есть такой вопрос: во всех ли случаях стоит применять систему УЦ УВД? Концепция предполагает, что все аэропорты перейдут в будущем на УЦ УВД. Но сегодня век технологий и недаром все надежнейшие системы являются децентрализованными. Идея, что если диспетчерам крупного аэропорта не придется ездить за город или диспетчерам малого местного аэропорта не нужно будет добираться на рабочее место и, в случае аварии в аэропорте, они будут продолжать управлять движением - разумная, но если мы сосредоточим ОВД и УВД всех местных аэропортов в одном месте, то есть «централизуем» кадры, то подобное помещение будет обязано иметь сверхвысокую безопасность и повышенную отказоустойчивость, ведь если откажет оно – выйдет из строя ОВД и УВД сразу нескольких аэропортов, а не одного. Будет ли возможность реализовать подобную безопасность? Надеемся, технология УЦ УВД будет и дальше внедряться повсеместно в разумном русле, а также в будущем упрощать жизнь всей отрасли. И обязательно без горьких опытов ранних версий технологии УЦ УВД.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ground Operations. Content source: SKYbrary [electronic resource]. Available at: [https://www.skybrary.aero/index.php/Remote\\_Tower\\_Service](https://www.skybrary.aero/index.php/Remote_Tower_Service) (accessed 23.03.2021).

2. Whitepaper: Introduction to remote virtual tower [electronic resource]. Available at: [https://www.frequentis.com/sites/default/files/support/2018-02/RVT\\_whitepaper.pdf](https://www.frequentis.com/sites/default/files/support/2018-02/RVT_whitepaper.pdf) (accessed 25.03.2021).

3. Технологии ОВД для обеспечения региональных и местных перевозок: презентация компании "МАНС" [Электронный ресурс] / Каневский М.И. – URL: [https://www.aviationunion.ru/Files/Pr\\_com\\_aero\\_20122017.pdf](https://www.aviationunion.ru/Files/Pr_com_aero_20122017.pdf) (дата обращения 23.03.2021).

**ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ**

*А.А. Дружинин*

*Научный руководитель – старший преподаватель каф. ТЭАЭСиПНК  
Демченко А.Г.*

Вопросам методов анализа и синтеза систем автоматического управления (САУ) посвящено множество работ отечественных и зарубежных учёных [1, 2].

В настоящей работе рассмотрим имитационное моделирование САУ в среде динамического моделирования SimInTech.

Структурная схема замкнутой САУ с пропорциональным регулятором (П-регулятор) представлена на рис. 1.

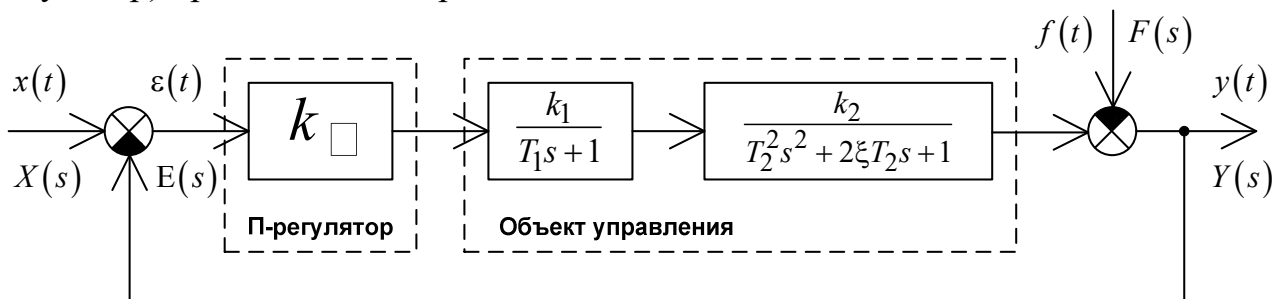


Рис. 1. Структурная схема замкнутой САУ с П-регулятором

Рассматриваемая замкнутая САУ содержит объект управления, представленный в виде последовательного соединения аperiodического звена 1-го порядка и колебательного звена и П-регулятор, представленный в виде усилительного (пропорционального) звена.

Передаточная функция объекта управления:

$$W_{oy}(s) = \frac{k_1}{T_1s + 1} \cdot \frac{k_2}{T_2^2s^2 + 2\xi T_2s + 1},$$

Передаточная функция П-регулятора:  $W_{\square}(s) = k_{\square}$

На рисунке 1 показаны:

- $x(t)$  - входной сигнал САУ;
- $X(s)$  - входной сигнал САУ, выраженный в преобразовании Лапласа;
- $y(t)$  - выходной сигнал САУ;
- $Y(s)$  - выходной сигнал САУ, выраженный в преобразовании Лапласа;
- $f(t)$  - сигнал внешних возмущений САУ;
- $F(s)$  - сигнал внешних возмущений САУ, выраженный в преобразовании Лапласа;
- $\varepsilon(t)$  - сигнал ошибки САУ;

–  $E(s)$  - сигнал ошибки САУ, выраженный в преобразовании Лапласа.

На рис. 2 представлена имитационная модель рассматриваемой замкнутой САУ, разработанная в среде динамического моделирования SimInTech.

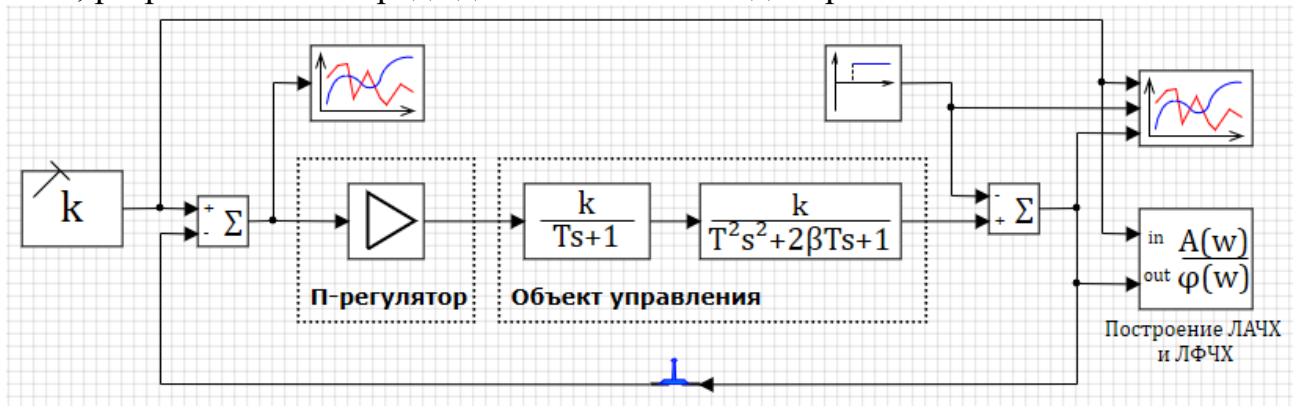


Рис. 2. Имитационная модель замкнутой САУ, разработанная в среде динамического моделирования SimInTech

Для проведения численного моделирования зададимся следующими значениями параметров передаточных функций объекта управления и регулятора:

$$k_1 = 1,3; T_1 = 0,1 \text{ с}; k_2 = 1,5; T_2 = 1 \text{ с}; \xi = 0,7; k_{\square} = 0,5$$

На рисунке 3 приведены результаты моделирования.

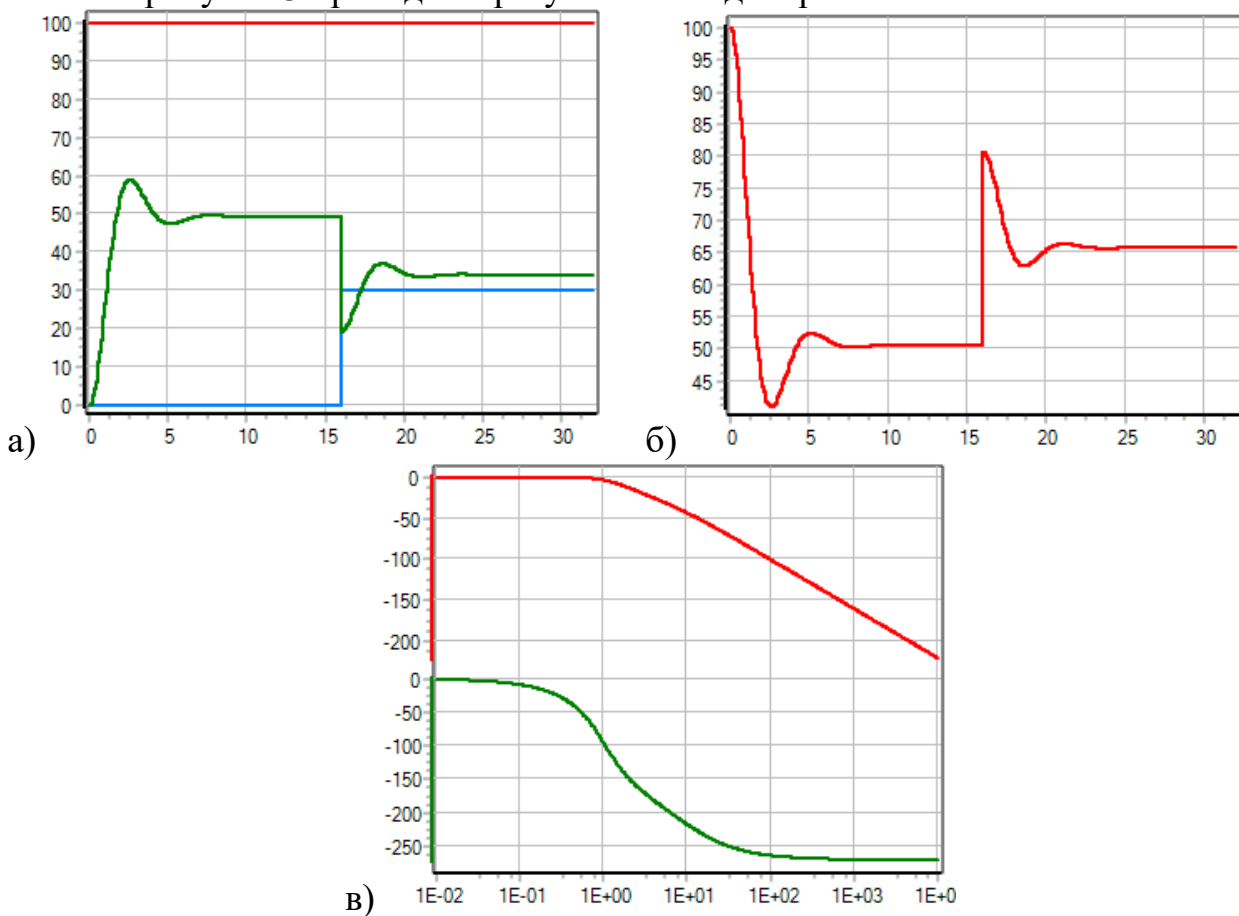


Рис. 3. Результаты моделирования

На рис. 4 приведены результаты моделирования для увеличенного значения коэффициента усиления регулятора:  $k_{\square} = 2$ .

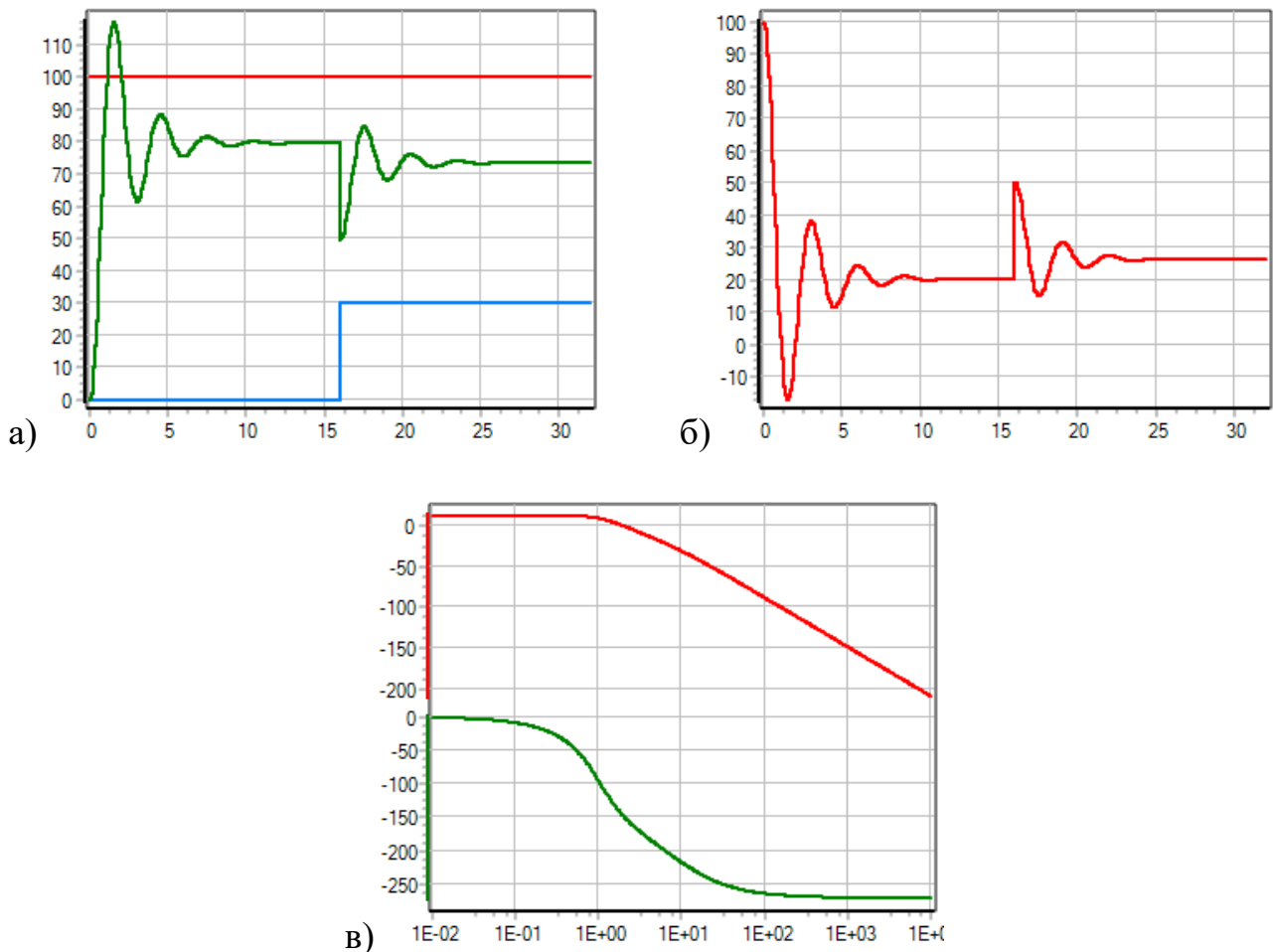


Рис. 4. Результаты моделирования

На рис. 3 и 4 показаны: а) – переходные процессы по входному сигналу (красная линия), выходному сигналу (зелёная линия) и сигналу внешних возмущений (синяя линия); б) – переходный процесс по сигналу ошибки; в) – логарифмические амплитудно-частотная и фазочастотная характеристики разомкнутой САУ (ЛАЧХ и ЛФЧХ).

По полученным переходным процессам и частотным характеристикам (рис. 3, 4) видно, что САУ устойчива. Также видно, что увеличение коэффициента усиления П-регулятора приводит к уменьшению значения установившейся ошибки (рис. 3, 4), но при этом возрастает колебательность системы, САУ становится менее устойчивой.

Разработанная имитационная модель САУ может быть использована для исследования системы на устойчивость, а также при определении характеристик статической и динамической точности системы при изменении параметров передаточных функций объекта управления, регулятора, а также при изменении входного сигнала и сигнала внешних возмущений системы.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Солодовников В. В., Плотников В.Н., Яковлев А.В. Теория автоматического управления техническими системами. – МГТУ им. Баумана: 1993. – 492 с.

2. Паллю де Ла Барьер Р. Курс теории автоматического управления. – Машиностроение.: 1973. – 396 с.

## **ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ LIDAR В СИСТЕМАХ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПОЛЁТОМ**

*Г.Ю. Колобков*

*Научный руководитель – старший преподаватель каф. ТЭАЭСиПНК  
Демченко А.Г.*

Технология LiDAR (Light Detection And Ranging) подразумевает использование света для обнаружения физических объектов и определения дальности. Иначе говоря, ЛИДАР – это активный дальномер оптического диапазона. Лидары делятся на сканирующие, атмосферные и доплеровские.

В истории применение лидарных технологий в гражданской авиации не ново – в СССР с 1960-го года существовало два семейства лидарных метеорологических приборов для использования на аэродромах – измерители высоты нижней границы облаков и измерители дальности видимости (трансмиссометры).

В настоящее время проблема применения технологии LiDAR в системах автоматического управления (САУ) становится всё более актуальной ввиду расширения и популяризации работ по модернизации САУ. Основной задачей является непосредственная интеграция лидарных систем обнаружения в систему автоматического управления полётом (САУП).

Лидар представляет собой устройство, которое посылает в пространство направленное излучение, затем получает отражённые волны и на основании этого строит картину окружающего пространства. В качестве активного источника в лидаре используется инфракрасный светодиод или лазер, лучи которых мгновенно распространяются в окружающей среде. Далее отражённые волны улавливаются светочувствительным приёмником. Получив время, за которое вернулась отражённая волна, можно определить расстояние до объекта в поле зрения датчика – это времяпролётный принцип определения дистанции – от английского Time-of-flight (ToF). Чтобы получить прибор для построения модели пространства из облака точек, к одномерному лучу добавляют систему развёртки. Для перемещения сканирующего луча применяют от поворотных зеркал и призм до микроэлектромеханических систем (МЭМС). [1].

В гражданской авиации турбулентность чистого неба (ТЧН) является одной из самых неприятных проблем. Для решения этой проблемы был применён лидар. Новая технология обнаружения ТЧН на основе лидара проходит испытания в рамках совместного европейского проекта под названием DELICAT (DEmonstration of Lidar based Clear Air Turbulence detection). Система была установлена на модифицированном самолёте Cessna Citation, который



использовался в полётах над западной частью Европы и прилегающими морскими территориями. Научно-исследовательская группа надеется, что их работа приведет к развитию системы обнаружения и её интегрированию в самолет, пилоты которого получают заблаговременное предупреждение о ТЧН, давая им потенциальную возможность облететь турбулентность или, если это невозможно, выиграть время для пристегивания пассажиров. [2].

На текущий момент лидары находят применение в САУП вертолётов силовых ведомств стран Запада. Лазерный локатор HELLAS (Helicopter Laser Radar), выпускаемый немецким концерном European Aeronautic Defence and Space Company (EADS), активно применяется на вертолётах полиции Германии и ВС США в составе системы безопасной посадки вертолета SFERION (Situational awareness system). В системе ADAS (Advanced Distributed Aperture System) производства Raytheon (США) используется оптическое зондирование в ближнем ИК-диапазоне. Комплексным решением для пилотирования вертолета в условиях недостаточной видимости является система HeliSure разработки Rockwell Collins (США) [3].

Было произведено исследование применения лидара в САУ, сохраняющей линию заданного пути. В состав аналоговой электромеханической САУ<sub>z</sub> входят датчик путевой скорости и угла сноса ДИСС, датчик курса-курсовая система КС, датчик воздушной скорости-система воздушных сигналов СВС, датчик положения самолета относительно наземного радиомаяка - радиотехническая система ближней навигации РСБН, навигационный вычислитель НВ бокового отклонения самолета от ЛЗП, вычислитель заданного угла крена ВСАУ<sub>z</sub>, вычислитель автопилота ВАП<sub>γ</sub>, усилитель У и рулевая машина РМ<sub>δ</sub>. [4].

Применить лидар на изображённой на рисунке 1 реальной САУП можно, встроив его как дополнительный датчик с собственным блоком обработки данных. Сигнал с лидара поступит на отдельный блок обработки данных, который создаст единую картину окружающего пространства и передаст данные далее в вычислители САУП, дав возможность той изменять положение самолёта в соответствии с предоставляемыми лидаром данными.

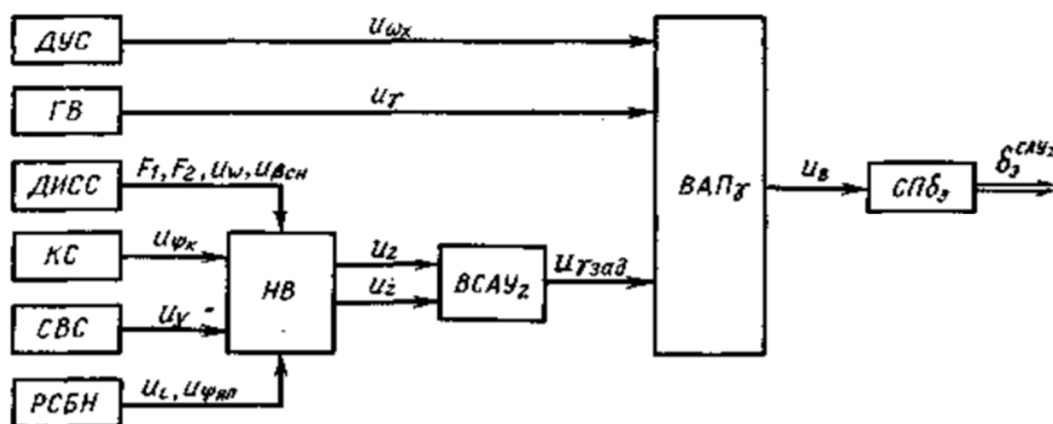


Рис. 1. Функциональная схема САУ линейным боковым отклонением от линии заданного пути

Таким образом, в ходе работы были исследованы применения лидарных технологий в системах автоматического управления различных транспортных

средств – от автомобилей и дронов до вертолётов и самолётов. На текущий момент применение лидаров имеет достаточно широкие перспективы при решении задачи модернизации законов построения систем автоматического управления. Применение лидара в САУП самолётов гражданской авиации способно качественно усовершенствовать построение автопилотов и предоставить возможность построить полноценную систему автоматических взлёта, посадки и рулёжки.

### ЛИТЕРАТУРА

1. «Что такое лидар» // Amperka.ru – URL: <https://amperka.ru/page/lidar-sensors-guide>
2. «Лидар для детектирования турбулентности чистого неба» // Laserportal.ru – URL: [http://www.laserportal.ru/content\\_927](http://www.laserportal.ru/content_927)
3. «Сажаем вертолет вслепую: обзор технологий синтетического зрения» // Хабр – сообщество IT-специалистов, 2016. – URL: <https://habr.com/ru/post/369655/#7>
4. В.Г. Воробьёв, С.В. Кузнецов. Автоматическое управление полётом самолётов. Москва «Транспорт», 1995. – 343 с.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ КРИТЕРИЕВ, ВЛИЯЮЩИХ НА УРОВЕНЬ БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛЕТОВ, НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ПРИМЕРОВ НАРУШЕНИЙ НОРМ ЭШЕЛОНИРОВАНИЯ

Д.Б. Алимбаева

Научный руководитель – к.и.н., доцент, доцент каф. УВД Нечаев В.Н.

Согласно целям Международной Организации Гражданской авиации (ИКАО), способствование безопасности полётов (далее – БП) в международной аэронавигации является одной из основополагающих.

Как показывают многочисленные факты из анализов по БП, наибольшее количество авиационных инцидентов происходит из-за нарушений норм эшелонирования.

Для начала необходимо вспомнить Классификацию потенциально-конфликтных ситуаций (далее – ПКС) при движении воздушных судов (далее – ВС) на встречных курсах:



Рис. 1. Классификация ПКС при движении ВС на встречных курсах

Две первых и четвертая ситуации являются наиболее часто встречающимися в практике ОВД.

В воздушном пространстве устанавливаются минимальные интервалы вертикального эшелонирования:

300 м – между ВС, допущенными к полетам с применением RVSM (сокращенный интервал эшелонирования);

600 м – между государственными и экспериментальными ВС, не допущенными к полетам с применением RVSM, и любыми другими ВС;

Минимальные интервалы горизонтального эшелонирования – не менее 10 км.

Необходимо понять причины нарушений норм эшелонирования и найти оптимальные решения сокращения таких инцидентов.

Прежде чем выработать объективные критерии, которые помогут в практической работе авиадиспетчера, разберем недавний авиационный инцидент за 2020 год.

#### **Описание авиационного инцидента:**

ВС следовали на встречных курсах. СБИ 2126 выполнял набор высоты с FL180 до FL380. УАЕ 160 выполнял горизонтальный полет на эшелоне FL370. Когда СБИ 2126 пересекало FL330, ДРУ и ДПК в нарушении Технологии работы анализ ВО на наличие ПКС не произвели, изменение высоты полета в формуляре сопровождения не контролировали, отвлекались на посторонние разговоры, что в дальнейшем привело к развитию КС.

Спустя время диспетчер соседнего сектора замечает развитие КС, докладывает и только после этого ДРУ предпринимает запоздалые действия: Сибири дает команду на снижение до FL3360 и отворот вправо на 50 градусов, УАЕ 160 отворот вправо на 50 градусов. Но через 30 секунд срабатывает СПОС в режиме КС и УАЕ 160 доложил о срабатывании TCAS в режиме «RA».

Горизонтальный интервал между ВС составил 7,2 км, вертикальный 500 фт. Через несколько секунд ВС разошлись по высоте.

Из выше рассмотренного авиационного инцидента, можно выявить важные критерии, которые диспетчер обязан учитывать, когда дает разрешение на набор/снижение встречного занятого эшелона:

1. При пересечении встречного занятого эшелона между ВС должен быть соблюден необходимый продольный интервал.

2. Соблюдая нормы эшелонирования не допускать срабатывания TCAS на борту ВС.

3. При расхождении встречных ВС должен быть соблюден установленный вертикальный интервал (т. е. ВС должно занять эшелон еще до расхождения ВС).

4. Каждый диспетчер должен быть максимально внимательным к деталям и качественно анализировать воздушную обстановку, потому что несет огромную ответственность за жизни людей.

Таким образом, мы всесторонне рассмотрели одну из распространенных причин авиационных инцидентов – нарушение норм эшелонирования, нашли те критерии, которые нужно учитывать и в результате пришли к некоторым важным выводам.

**Выводы:** Разрешая экипажу набор с пересечением занятого встречного эшелона, диспетчер в обязательном порядке должен информировать экипажи о взаимном расположении и задавать необходимые вертикальные скорости.

При наборе с малыми вертикальными скоростями (2,5 м/с – 500 футов в минуту) особое внимание необходимо уделять тому, на каком продольном интервале набирающее ВС пересекает встречный занятый эшелон. При интервале менее 100 км – необходимо увеличить вертикальную скорость (до 5 м/с), чтобы не допустить срабатывания TCAS и нарушения вертикального интервала при расхождении.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. Постановление Правительства РФ от 11.03.2010 № 138 (ред. от 03.02.2020) «Об утверждении Федеральных правил использования воздушного пространства Российской Федерации».

2. <https://www.avsim.ru/forum/topic/34227-принятие-решения-в-потенциально-конфликтных-ситуациях/>

3. <http://avia-simply.ru/sistema-tcas/>

## УПРАВЛЕНИЕ КОНФЛИКТАМИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ПОЛЕТОВ ПО 4D-ТРАЕКТОРИЯМ

*Титов Д.С.*

*Научный руководитель – к.в.н., доцент, доцент каф. УВД Чехов И.А.*

Целью данной работы является разработка метода долгосрочного управления конфликтами для пары самолётов, выполняющими полёт по пересекающимся 4D-траекториям в концепции гибкой маршрутизации.

4D-траектория воздушного судна – прогнозируемая траектория движения воздушного судна (ВС), тремя измерениями которой являются пространственное положение (широта, долгота, высота), а четвертым измерением – время.

В основе метода лежит понятие «окно временной блокировки». Окно временной блокировки определяет требуемый временной интервал на земле, чтобы обеспечить гарантированное соблюдение норм эшелонирования в точке пересечения траекторий ВС.

Конфликт – ситуация, в которой происходит нарушение норм эшелонирования. Это нарушение моделируется в данном методе на основе критической области [1]. Критическая область ( $d_{cri}$ ) расположена вокруг точки пересечения двух траекторий и определяется на основе минимальных интервалов эшелонирования  $S_{min}$  и угла пересечения  $\gamma$ . Значение критической области находится по формуле (1):

$$d_{cri} = \frac{S_{min}}{\sin \gamma} \quad (1)$$

где:  $d_{cri}$  – величина критической области;

$S_{min}$  – минимальный интервал эшелонирования;

$\gamma$  – угол пересечения воздушных трасс.

Наилучшей является ситуация, когда угол пересечения  $\gamma = 90^\circ$  [2]. Если угол пересечения отличается от  $90^\circ$ , то вероятность конфликта увеличивается так же, как и критическая область.

Для пары самолётов  $m$  и  $n$  различают два вида конфликтных ситуаций.

Исходя из местоположения самолета  $m$ , можно выделить конфликтную ситуацию «входа» и конфликтную ситуацию «выхода» (рис.1). Конфликтная ситуация «входа» возникает, когда самолет  $m$  входит в критическую область, а самолет  $n$  её покидает. И наоборот, конфликтная ситуация «выхода» возникает, когда самолет  $m$  выходит из критической области, а самолет  $n$  в неё входит.

Рассмотрим конфликтную ситуацию «входа». Она характеризуется тем, что самолет  $m$  находится в точке входа в критическую область в момент времени

$t_e^m$ . Тогда мы можем рассчитать начальное значение окна временной блокировки для самолёта  $m$  ( $t_{dini}^m$ ):

$$t_{dini}^m = t_e^m - t_{T_0C}^m - t_{cr}^m \quad (2)$$

где:  $t_{dini}^m$  – начальное значение окна временной блокировки для самолёта  $m$ ;

$t_e^m$  – время входа самолёта  $m$  в критическую область;

$t_{T_0C}^m$  – расчётное время прохождения самолётом  $m$  точки  $T_0C$ ;

$t_{cr}^m$  – время полёта самолёта  $m$  от точки  $T_0C$  до точки входа в критическую область.

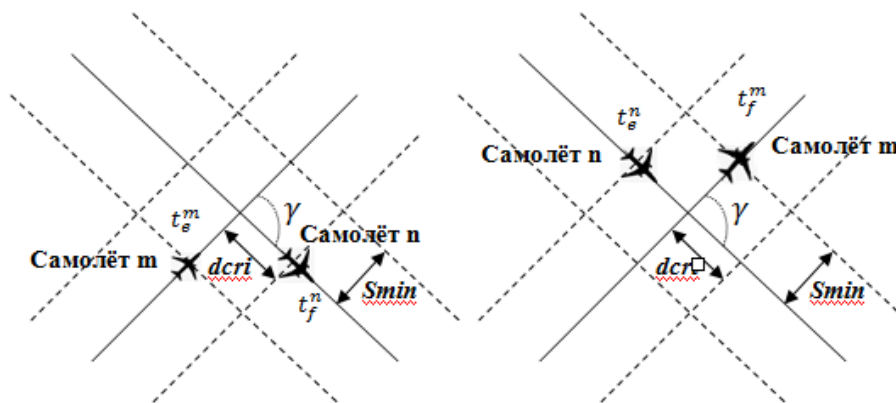


Рис.1 Конфликтные ситуации «входа» (слева) и «выхода» (справа)

$t_{cr}^m$  находится по формуле (3):

$$t_{cr}^m = \frac{S(t_e^m) - S(t_{T_0C}^m)}{v_m} \quad (3)$$

где:  $t_{cr}^m$  – время полёта самолёта  $m$  от точки  $T_0C$  до точки входа в критическую область;

$S(t_e^m)$  – расстояние, пройденное самолётом  $m$  за время  $t_e^m$ ;

$S(t_{T_0C}^m)$  – расстояние, пройденное самолётом  $m$  за время  $t_{T_0C}^m$ ;

$v_m$  – скорость самолёта  $m$ .

Конфликтная ситуация «выхода» характеризуется тем, что самолет  $m$  покидает критическую область в момент времени  $t_f^m$ , а самолёт  $n$  в неё входит.

Тогда конечное значение окна временной блокировки  $t_{dfin}^m$  находится по формуле (4):

$$t_{dfin}^m = t_e^m - t_{T_0C}^m - t_{cr}^m - \frac{2d_{cri}}{v_m} \quad (4)$$

где:  $t_{dfin}^m$  – конечное значение окна временной блокировки;

$t_e^m$  – время входа самолёта  $m$  в критическую область;

$t_{T_0C}^m$  – расчётное время прохождения самолётом  $m$  точки  $T_0C$ ;

$t_{cr}^m$  – время полёта самолёта  $m$  от точки  $T_0C$  до точки входа в критическую область;

$d_{cri}$  – значение критической области;

$v_m$  – скорость самолёта  $n$ .

Таким образом, мы получили окно временной блокировки для самолёта  $m$ . Другими словами, если самолёт  $m$  отправится в промежуток времени

$[t_{dep}^m; t_{dep_{fin}}^m]$ , то в критической области возникнет конфликт между ним и самолётом  $n$ .

Существенное влияние на точное выполнение заданных временных промежутков полёта контрольных точек оказывает ветер. Необходимо заметить, что ветер считается постоянным на протяжении всего полёта и будет рассматриваться только влияние ветра на путевую скорость, при этом боковое отклонение ВС относительно траектории из-за влияния ветра не учитывается.

Рассмотрим применение данного метода на примере пары ВС, летящих по пересекающимся маршрутам Севилья – Барселона и Виго – Мурсия. Исходные данные представлены в табл.1.

Таблица 1

	Севилья – Барселона	Виго – Мурсия
Координаты а/д вылета	5°52'35''W, 37°25'05''N	8°37'36''W, 42°13'54''N
Координаты а/д прибытия	2°04'42''E, 41°17'49''N	0°48'45''W, 37°46'30''N
Мах	$v^1=0.78$	$v^2=0.78$
Эшелон полёта	350	350
Время набора высоты	$t_{T_0C}^1=25:00$	$t_{T_0C}^2=26:00$
Время вылета	-	$t_{dep}^2=00:00$
Время на перекрёстке	-	$t_{int}^2=47:00$

Фиксированное окно временной блокировки вылета для ВС, вылетающего из Севильи, для штилевых условий составит [21:43; 24:34].

При моделировании равномерного ветра для каждого направления, скорость которого варьируется от 0 до 40 узлов, могут быть сделаны следующие выводы:

- предложенный метод предполагает ограничения, вводимые ещё на этапе планирования, и требует совместной процедуры принятия решений между пользователями воздушного пространства и системой планирования.

- постоянный ветер со скоростью до 40 узлов незначительно влияет на длину окна временной блокировки, но вызывает значительное его смещение, поэтому необходимо его учитывать при расчете окон временной блокировки.

- необходимо провести дальнейшее исследование неопределённостей, связанных с переменным ветром и скоростями полёта.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Prez-Castan J.A, Gomez Comaendador F «Conflict-Risk Assessment Model for Continuous Climb Operations» Aerospace Technology 2019, 84, pp.812 – 820
2. Netjasov F «Framework for Airspace Planning and Design Based on Conflict Risk assessment Part1: Conflict Risk Assessment Model for Airspace Strategic Planning» transp. Res. Part C Emerg. Technol. 2012, 24, pp.190 – 212.

## ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДА ПРЕДЕЛЬНЫХ СОСТОЯНИЙ

*Е.А. Драченко, Р.Р. Невретдинов*

*Научный руководитель – д.т.н., профессор, зав. каф. ЭТиАЭО Халютин С.П.*

Чтобы упростить анализ реальной цепи ее представляют в виде математической модели, которая состоит из идеальных элементов. Графическое изображение цепи с помощью идеальных элементов, параметры которых являются параметрами замещаемых элементов, называют схемой замещения цепи [1].

Схемы замещения активно используются в современной энергетике. Ставятся новые вопросы и задачи по усовершенствованию схем замещения, а также по определению параметров этих схем [2].

Объектом исследования в данной работе стал метод предельных состояний. Данный метод подразумевает нахождение параметров цепи с посредством разбиения на подсхемы согласно определенным правилам, определение влияния источников тока и напряжения на искомые параметры для каждой подсхемы и соотнесение суммы этих влияний с определителем схемы: узловым или контурным. И с возникновением науки электротехники (на стыке двух наук математики и физики) учёные стремились записать главные определители – контурные и узловые, не составляя систем контурных и узловых уравнений [3, 4].

До сих пор этот вопрос является актуальным. Многое ещё не познано и предстоит сделать в электротехнике и, в частности, в решении задачи нахождения не только определителя, но и записи в символьной форме самого решения [3, 4].

Сложность расчёта параметров цепи методом предельных состояний заключается в необходимости большого количества переборов. При нахождении определителей цепи (узлового или контурного) необходимо перебирать все возможные сочетания из элементов цепи. Количество этих переборов напрямую связано с количеством элементов и контуров. Из математики нам известна формула для определения количества сочетаний из  $n$  по  $k$ :

$$C_n^k = \frac{n!}{(n-k)! \times k!}$$

В данной формуле,  $k$  — количество контуров, а  $n$  — количество элементов.

Для наглядности приведем графики зависимости количества сочетаний от количества элементов, где по оси  $X$  возьмем  $n$  при  $k = 5$ , а на оси  $Y$  количество сочетаний (рис. 1).



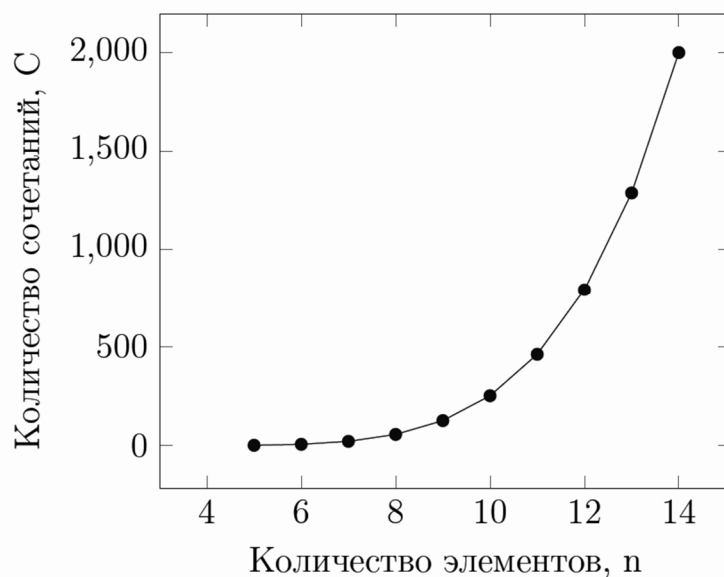


Рис. 1. Зависимость количества сочетаний от количества элементов

Из графика видно, что рост количества сочетаний является экспоненциальным. Так при 14 элементах в цепи с 5 циклами в общем случае получится 2002 сочетания. Ручная переборка в данном случае не представляется возможной.

Разумным решением проблемы невозможности ручного расчета схем с большим количеством элементов с применением метода предельных состояний представляется разработка компьютерного алгоритма, способного рассчитывать, как определители, так и параметры схем автоматически. В настоящий момент уже существуют программные продукты, способные рассчитывать численные значения параметров цепи. В данной же работе была поставлена задача разработать программный продукт, способный выполнять расчет в аналитическом виде и представлять на выходе уравнения параметров цепи – это значительно упростит процесс анализа схем замещения и сделает его менее ресурсоемким.

В ходе работы был разработан алгоритм автоматического расчета параметров электрических цепей, на основе которого была реализована компьютерная программа. В дополнение к основной программе был разработан пользовательский интерфейс – “конструктор” схем, предоставляющий простую и интуитивно понятную среду для составления схем замещения в графическом представлении.

Очевидно, что задача перебора даже крупных наборов данных тривиальна для любого современного компьютера. Однако, в процессе разработки возникли сложности, связанные с необходимостью корректного нахождения всех возможных замкнутых путей (контуров) в электрической схеме, представляемой в алгоритме в виде графа. Данная проблема была решена посредством составления собственного алгоритма обхода графа с целью поиска замкнутых путей.

Было проведено исследование зависимости времени выполнения от количества контуров и нагрузок (рис. 2).

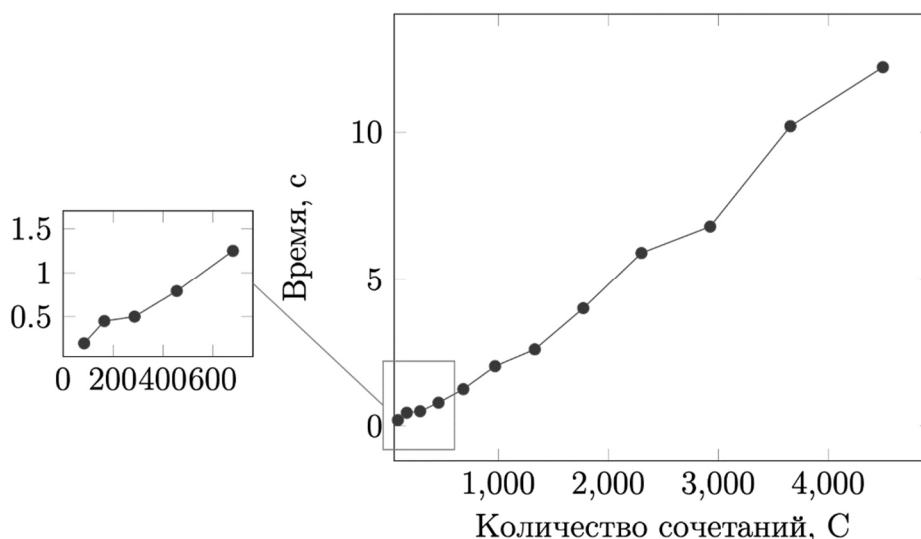


Рис. 2. График зависимости времени выполнения от количества сочетаний

Из графика следует, что время выполнения связано с количеством сочетаний линейной зависимостью. Поскольку количество сочетаний возрастает экспоненциально при увеличении количества контуров и нагрузок (рис. 1), то можно сделать вывод об экспоненциальном росте времени при увеличении количества определяющих элементов.

Результатом работы программы является формирование отчета, в котором представлено аналитическое решение, включающее в себя уравнения определителя и всех искомым токов и напряжений.

Дальнейшее развитие исследования предполагает внедрение оптимизаций в алгоритм расчета с целью уменьшения времени, затрачиваемого на выполнение программы и изучения их влияния.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Коленченко А. М., Коленченко Е. Н. Теоретические основы электротехники. Саранск. 2014.
2. Смирнов, И. Н. К составлению схем замещения многообмоточных трансформаторов и определению их параметров по данным регистрации аварийных и рабочих режимов / И. Н. Смирнов, А. Н. Алуюнов, В. А. Бабарушкин // Вестник Самарского государственного технического университета. Серия: Технические науки. – 2011. – № 1(29). – С. 185-191.
3. Халютин С. П., Титов А. А. О некоторых разделах теоретической электротехники. Москва. 2020.
4. Халютин, С. П. Метод предельных состояний для нахождения напряжения и тока в линейной электрической цепи / С. П. Халютин, А. А. Титов // Информационно-измерительные и управляющие системы. – 2008. – Т. 6. – № 11. – С. 31-41.

## **ВНЕДРЕНИЕ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ В ЛОКАЛЬНЫЕ ЦЕНТРЫ УПРАВЛЕНИЯ НАГРУЗКАМИ**

*Н.А. Симанков*

*Научный руководитель – к.т.н., доцент, доцент каф. ЭТнАЭО Савёлов А.А.*

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  $\infty$ . Значения частоты  $\omega$ , 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.

В ходе исследований были сделаны выводы о том, что система обладает высокой точностью в определении технического состояния ПЭ, расширяет глубину контроля оборудования и может быть использована для прогнозирования технического состояния элементов. Разработанный демонстратор практически подтвердил возможность предлагаемого метода частотного анализа для контроля технического состояния ПЭ. Результаты проделанной работы можно внедрить в существующее самолетное электрооборудование. Проведенные патентные исследования показали, что разработанные в ходе данной работы методы диагностирования ранее не применялись. Дальнейшее развитие частотного метода для задачи прогнозирования позволит снизить вероятность внепланового съема оборудования и связанные с этим эксплуатационные расходы.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Левин, А. В. Тенденции и перспективы развития авиационного электрооборудования / А. В. Левин, С. П. Халютин, Б. В. Жмуров // Научный вестник Московского государственного технического университета гражданской авиации. – 2015. – № 213(3). – С. 50-57.

2. Possibility of aircraft electrical equipment diagnostics by the local load control units / N. A. Simankov, A. A. Savelov, S. P. Khalyutin, A. O. Davidov // International Conference of Young Specialists on Micro/Nanotechnologies and Electron Devices, EDM : 21, Chemal, 29 июня – 03 2020 года. – Chemal, 2020. – P. 318-323. – DOI 10.1109/EDM49804.2020.9153496.

3. Кнеллер В. Ю. Определение параметров многоэлементных двухполюсников. Москва: Энергоатомиздат, 1986. – 144 с.

4. Бобылев, Д. А. Подход к построению универсальных преобразователей параметров многоэлементных двухполюсников / Д. А. Бобылев, Л. П. Боровских // Измерительная техника. – 2014. – № 12. – С. 47-51.

## Секция «Современные технологии эффективного управления в условиях турбулентности бизнес-среды»

### ТРЕНДЫ РАЗВИТИЯ БИЗНЕС-МОДЕЛЕЙ

*А.М. Савина*

*Научный руководитель – к.т.н., доцент каф. ЭиУнаВТ Степаненко А.С.*

Бизнес-модель – это логическая бизнес-структура. Она используется для описания основных принципов формирования, развития и успешного функционирования организации в экономическом, социальном, культурном и других контекстах.

Бизнес-модель – это анализ исходных данных "как они есть" и целевой планов "как должно быть". Она не может быть "раз и навсегда" и быть актуальной на протяжении всего жизненного цикла авиакомпании, поскольку условия внешней бизнес-среды достаточно изменчивы, компания также развивается.

Судьба компании зависит от их способности применить соответствующую инновационную модель. Конечно, качество продукции и процессов играет большую роль, но они не определяют будущий успех или неудачу компании [1].

Инновация бизнес-модели – это процесс перестройки бизнеса компании в рамках существующей бизнес-модели. Они могут касаться либо создания новых бизнес-моделей, либо трансформации существующих бизнес-моделей.

Для существующих участников рынка, которые хотят адаптировать свою бизнес-модель к изменяющимся условиям отрасли, в которой они конкурируют, одной из главных проблем является непонимание их текущей бизнес-модели, то есть отправной точки для изменений. Компании, вместо того чтобы проводить систематические изменения бизнес-модели с целью достижения конкурентных преимуществ, начинают преследовать "выскочки" и вносить мимолетные изменения, которые часто заключаются в бездумном копировании отдельных элементов бизнес-модели нового конкурента.

Авиакомпании должны регулярно оценивать свои собственные показатели, поскольку среда функционирования и активы компании чрезвычайно динамичны. Наиболее распространенным показателем оценки является загрузка. Однако этот показатель не учитывает многие аспекты, отражающие всю деятельность авиакомпании. Например, многие получают дополнительный доход за счет дополнительных услуг, таких как предоставление пассажирских залов ожидания или обслуживание чужих бортов. В то же время для авиакомпании существует несколько планов, в которых она будет эффективной, что связано с возможностью замены маршрутов, воздушных судов, поставщиков топлива и т.д. Но это не значит, что все эти планы принесут одинаковую доходность с точки зрения финансов. Напротив, компания может быть финансово гибкой, хотя совершенно неграмотно распределять свои ресурсы.

Классические авиаперевозчики осуществляют перевозки по модели hub-and-spoke, эта модель представлена на рисунке 1. Она предполагает наличие хаба авиакомпании, т.е. центрального аэропорта. Данный хаб соединяется с другими

пунктами, и перелет между двумя другими пунктами назначения посредством маршрутов и перелёт между пунктами будет осуществляться через хаб.

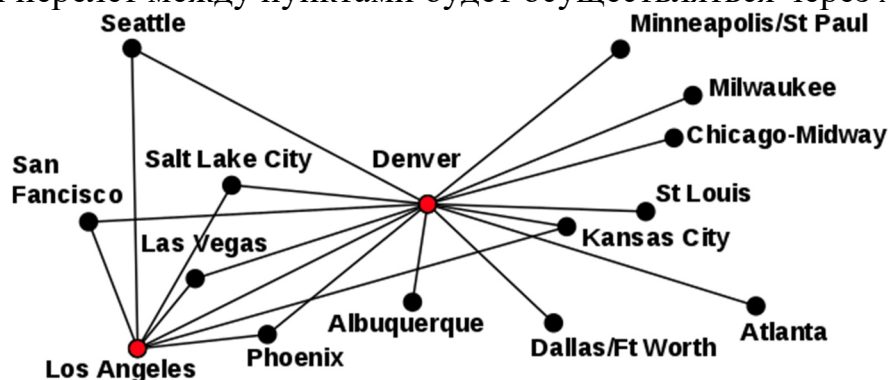


Рис. 1. Модель hub-and-spoke, использованная авиакомпанией Delta Airlines в 1955 году, красным обозначены хабы авиакомпании

Такое разнообразие перевозок приводит, как следствие, к разнообразию тарифов и классов обслуживания.

Классические авиакомпании должны иметь сотрудников, которые должны разрешать достаточно тонкие моменты и решать различные проблемы. Из этого следует, что для обеспечения выплат работникам необходимы высокие затраты.

Еще одной ключевой особенностью бизнес-модели классического авиаперевозчика является высокое качество услуг, предоставляемых как перед вылетом, так и на борту воздушного судна. На дальнемагистральных рейсах пассажирам требовалась еда, а также залы ожидания, где они могли отдохнуть во время заправки самолета. Не забудут о своих пассажирах и после посадки, позволяя им заказать такси прямо с самолета, а также выбрать отель.

Зачастую значительному количеству пассажиров, которые летят на короткое расстояние без пересадки, не требуют такого количества предоставляемых услуг. Именно возможность перелета без оплаты дополнительных услуг и породило второй тип бюджетной бизнес-модели.

Бюджетные перевозчики придерживаются point-to-point system, которая представлена на рисунке 2. Она позволяет напрямую соединять города между собой и избежать трансферных билетов для пассажиров. Зачастую отсутствуют билеты «туда-обратно», и необходимо оформлять билеты в каждую из сторон отдельно.

Лоукостеры предпочитают летать во второстепенные аэропорты городов, так как аэропортовый сбор в этих воздушных гаванях значительно ниже по сравнению с основными аэропортами городов.

Второстепенные аэропорты имеют особенность – большое количество свободных слотов для вылетов. Поэтому авиакомпания может быть более гибкой в составлении своего расписания.



Рис. 2. Point-to-point model, используемая авиакомпанией ExpressJet Airlines в 2007 году

Лоукостеры не имеют собственных бонусных программ для пассажиров или других видов поощрений. Кабины самолетов строго стандартизированы и имеют единый экономический-класс. Во время полета бесплатное питание на борту не предоставляется, а количество бесплатного багажа также ограничено.

Именно на ближнемагистральных маршрутах есть возможность снизить расходы, потому что во время полета пассажир не успевает сильно проголодаться, ему не всегда нужно значительное количество багажа с собой, и он не нуждается в каких-либо дополнительных услугах в течение короткого времени. Благодаря возможности жесткой экономии лоукостеры работают эффективно. На дальнемагистральных маршрутах невозможно достичь такого же уровня экономии, хотя предпринимаются попытки создания дальнемагистральных лоукостеров.

Таким образом, бюджетная бизнес-модель будет наиболее эффективна для ближнемагистральных рейсов, а классическая модель наиболее эффективна для дальнемагистральных рейсов. Эти тренды прослеживаются и в деятельности перевозчиков.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ильченко Е. 12 прорывных бизнес-моделей, которые изменили рынок [Электронный ресурс]. URL: <https://vc.ru/marketing/55296-12-proryvnyh-biznes-modeley-kotorye-izmenili-rynok>. (дата обращения: 01.04.2021)

2. Крючкова Я.П. Влияние бизнес-модели авиаперевозчика на эффективность: метод анализа среды функционирования [Электронный ресурс]. URL: <https://docplayer.ru/87668709-Vliyanie-biznes-modeli-aviaperevozchika-na-effektivnost-metod-analiza-sredy-funkcionirovaniya.html>. (дата обращения: 03.04.2021)

3. Степаненко А.С. Авиатранспортный менеджмент: Учебное пособие. /А.С.Степаненко. – Воронеж: ООО «МИР», 2019. – 88с.



## **КАРЬЕРНЫЕ ТРАЕКТОРИИ ДЛЯ НАПРАВЛЕНИЯ ПОДГОТОВКИ 25.03.03: ОРГАНИЗАЦИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ НА ВОЗДУШНОМ ТРАНСПОРТЕ**

*С.С. Ефимова, Н.С. Сажина*

*Научный руководитель – к.э.н., доцент, доцент каф. ЭиУнаВТ  
Никифорова Л.Х.*

Цифровизация и пандемия ускорили преобразования на рынке труда. Теперь во всем мире люди будут терять работу не только из-за экономического кризиса, но и распространения новых технологий. Больше всего будут востребованы специалисты по анализу данных, по искусственному интеллекту и машинному обучению, по цифровому маркетингу и стратегии, по автоматизации [1].

Вследствие такой конъюнктуры рынка студенты направления «Организация бизнес процессов» (далее ОБП), все больше задаются такими вопросами, как: «В качестве кого работать? В какой сфере? Что делать для развития?».

Цель исследования: изучение профессиональной карьеры выпускников образовательной программы «Организация БП на воздушном транспорте».

В рамках данной работы использовались следующие методы: анализ профессионального стандарта «Специалист по процессному управлению» [2], интервью с экспертами (часть преподавательского состава с кафедры экономики и управления на воздушном транспорте) и выпускниками данной образовательной программы с целью выяснения перспектив их карьерного роста, оценки ими полезности знаний, полученных в процессе обучения; разработаны рекомендации для дополнительного обучения и корректировки содержания образовательной программы с учетом мнения выпускников и экспертов.

Для анализа профстандарта были дополнительно рассмотрены требования рынка к профилю подготовки ОБП. При сопоставлении трудовых функций вакансий и профстандарта было найдено много общего. Но из-за того, что рынок труда подвержен серьезным и быстрым изменениям, профстандарты не успевают своевременно обновляться, поэтому появляются новые требования к знаниям специалистов по бизнес-процессам, которые не всегда отражены в профессиональных и образовательных стандартах.

В результате проведенного исследования были представлены самые востребованные должности для направления подготовки ОБП. На основе анализа получен вывод: самая популярная должность – бизнес-аналитик (рис.1) [3]. Но это не значит, что профессии с похожей специализацией не требуются на рынке труда. Не все руководители компаний понимают специфику направления: организация бизнес-процессов, отсюда и возникают разнообразные требования в похожих вакансиях.



Рис. 1. Востребованность профессий для направления ОБП (по данным 2021 г.)

Также в ходе исследования были изучены точки зрения экспертов и студентов по востребованности направления ОБП в разных сферах деятельности. Мнения сошлись в таких отраслях, как: информационные технологии, консалтинг, банки, гражданская авиация и торговля (рис. 2).

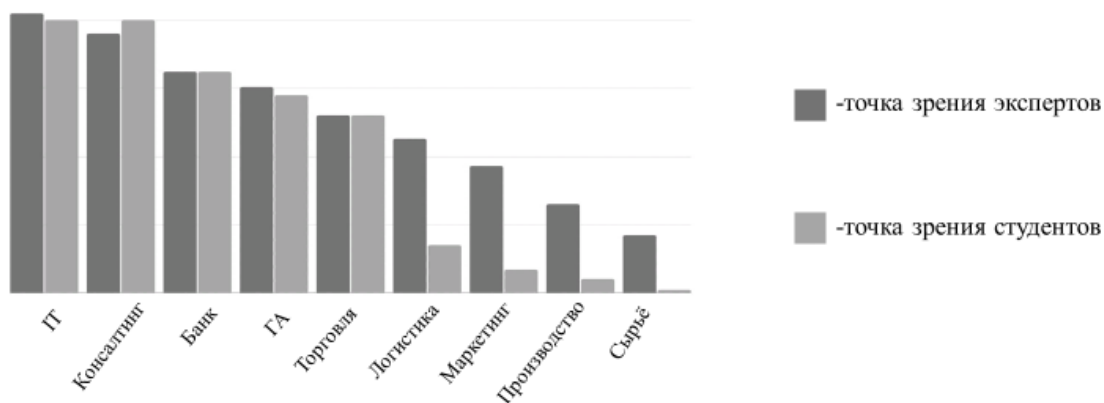


Рис. 2. Сходства в точках зрения экспертов и студентов по вопросу востребованности направления ОБП

Для того, чтобы помочь студентам преодолеть страх неизвестности после окончания учебного заведения, подготовиться к выходу на рынок труда, придать им уверенности в себе, представляем карьерные шаги для направления ОБП (рис. 3).

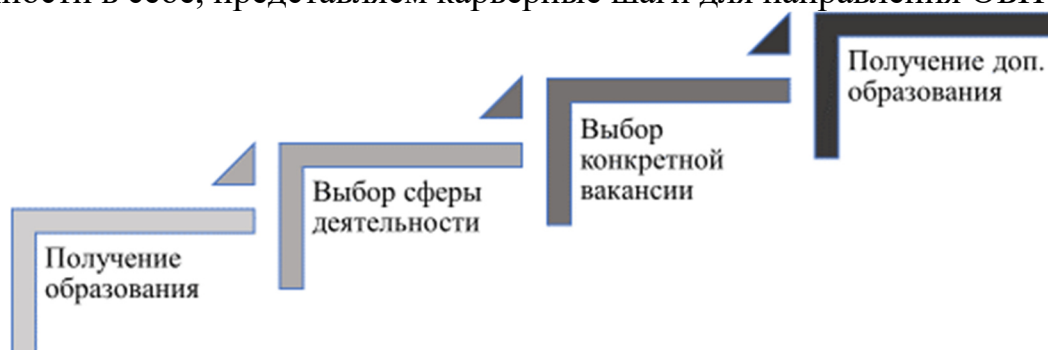


Рис. 3. Карьерные шаги для направления подготовки 25.03.03 ОБП

Теперь студент представляет, что необходимо развивать для достижения главной цели – трудоустройства на конкретную должность. Остается только пополнить свой багаж необходимыми теоретическими и практическими знаниями и навыками, которые перечислены ниже (рис. 4).

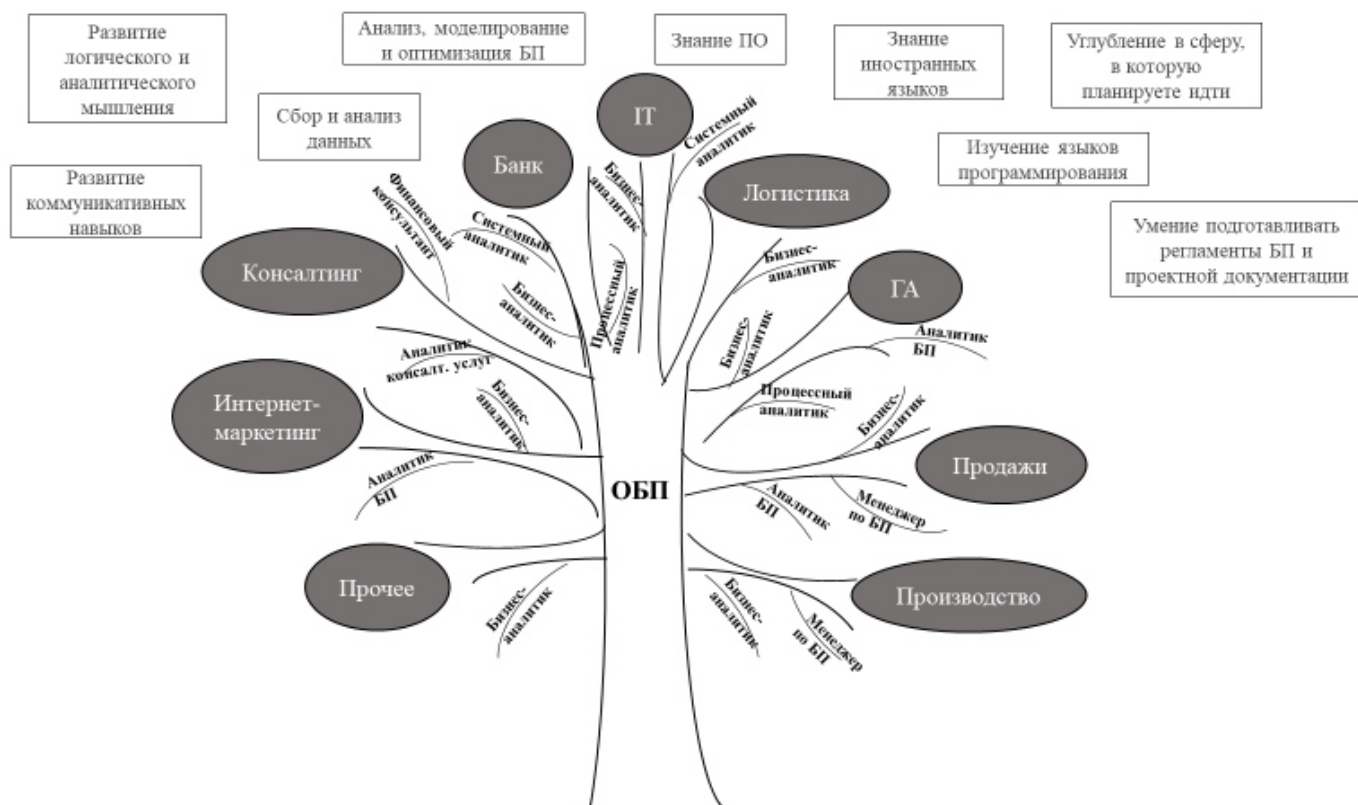


Рис. 4. Карьерные траектории для направления подготовки ОБП

Итог построения карьерной траектории: студент – перспективный специалист, вооруженный необходимыми знаниями и навыками, четко знающий свои карьерные цели и готовый реализовать себя в качестве профессионала в интересующей его области! Все необходимое для этого есть! Главное – верить в себя и все время совершенствоваться!

## ЛИТЕРАТУРА

1. Подцероб М. Каким будет рынок труда в 2025 году /газета «Ведомости». 2020. URL: <https://www.vedomosti.ru/management/articles/2020/10/26/844639-rinok-truda/> (дата обращения: 26.10.2020).
2. Профессиональный стандарт /Специалист по управлению процессами (Специалист по процессному управлению)/. Открытое акционерное общество «Магнитогорский металлургический комбинат». – 10.05.2016. – Версия 4.02.02.
3. Зайцев Р. Бизнес-аналитик – самая востребованная должность, в области управления бизнес-процессами. Организация эффективного управления. - 2018. – URL: <https://rzbpm.ru/knowledge/biznes-analitik-samaya-vostrebovannaya-dolzhnost-v-oblasti-upravleniya-biznes-processami.html/> (дата обращения: 03.05.18).

## БАНКОВСКИЕ ЭКОСИСТЕМЫ

*А.И. Садыков*

*Научный руководитель – к.т.н., доцент каф. ЭиУнаВТ Степаненко А.С.*

Банковская экосистема – это соединенные между собой полноценные бизнес-системы, которые ставят целью объединения взаимное увеличение прибыли.

Экосистема охватывает большинство сфер жизни, на которые человек ежедневно тратит деньги: от покупки продуктов или поездки в такси до аренды или покупки жилья.

Основополагающим финансовым фактором банка является оборачиваемость собственного капитала (ROE)= Чистая прибыль / Собственный капитал. С каждым годом данный показатель снижается, поэтому банкам приходится задумываться о создании экосистемы, чтобы расширить границы основного бизнеса и выйти в более высокодоходные сегменты.

При построении экосистемы есть два пути ее создания: мы либо удовлетворяем 100% ежедневных существующих и потенциальных нужд клиента в одном приложении, либо строим нишевую систему, которая покрывает все расходы клиента в одной ключевой сфере: покупка жилья, образование либо медицина.

Сбербанк и Тинькофф идут по первому пути, а Альфа банк по второму, концентрируясь на своем основном продукте- банковских кредитных картах. Руководство банка утверждает, что банку, сконцентрированному на конкретном продукте, будет больше доверия, чем к тому, который распыляется на множество сфер.

Тем не менее, практика показывает, что первая тактика приносит результат в разы лучше, об этом может говорить статистика лидера рынка (Сбербанка) за 2020 год: 100 миллионов активных клиентов, из которых 3 миллиона стали клиентами банка за данный отрезок времени.

Если сравнивать показатели лидеров рынка (Сбербанк и Тинькофф), окажется, что прибыль у Сбербанка в разы больше (781,6 млрд рублей против 25,3 млрд рублей), но оборачиваемость капитала у Тинькофф в три раза больше. Это означает, что Тинькофф растет в три раза быстрее и вскоре может составить серьезную конкуренцию главному банку страны.

Что же в данной ситуации делать маленьким банкам? Им необходимо сконцентрировать внимание на своих постоянных клиентах и углубляться в свою целевую нишу, делая акцент на индивидуальном подходе.

Опыт других рынков показывает, что останется несколько, как правило, 2–4 ключевых игрока, а остальные, менее приспособившиеся к современным реалиям банки, будут занимать свои профильные ниши и стараться выжить в сложившейся ситуации.

По прогнозу консалтинговых фирм существует вероятность, что через 5 лет Тинькофф увеличит свою долю на рынке на 19%, что является ошеломляющим результатом.

Таким образом, можно сделать вывод, что Экосистема является эффективной моделью ведения деятельности, которая в будущем позволит стабильно удерживать большую часть денег в руках основных игроков

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Корягин, Н. Д. Реализация современных методологических подходов к менеджменту в информационных системах управления / Н. Д. Корягин, А. И. Сухоруков, А. В. Медведев. – Москва: Московский государственный технический университет гражданской авиации, 2015. – 148 с.

## Секция «Технология транспортных процессов»

### ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ СДАЧИ И ВЫДАЧИ ГРУЗОВ В «МОСКВА-КАРГО»

*А.И. Муравьев, Н.О. Голубев*

*Научный руководитель – к.т.н., доцент, доцент каф. ОПВТ*

*Кузьмина Н.М.*

Цель работы: оптимизировать процессы сдачи и выдачи груза на исследуемом предприятии.

Задачи:

- выявить существующие проблемы, связанные с исследуемыми процессами на основе опроса сотрудников;
- найти способы решения выявленных проблем;
- сопоставить предложенные пути оптимизации с нынешней ситуацией в отрасли и принципами развития компании.

Объект исследования: «Москва Карго».

Предмет исследования: Технологические процессы «Москва Карго»

Авиационная отрасль в наши дни переживает очень сложные времена. Пандемия значительно повлияла на работу всех компаний, связанных с авиаперевозками. Роль грузоперевозок вышла на передовое место. В связи с этим мы решили изучить деятельность «Москва Карго» - ведущей карго-компании России. Оптимизация её деятельности поспособствует выходу из кризисной ситуации в масштабах всей отрасли в стране.

За последний год терминал «Москва Карго» обработал свыше 300 тыс. тонн грузов и почты, продемонстрировав рост +16%, что существенно выше как общероссийских показателей, так и средних показателей глобального рынка грузовых авиаперевозок, по которым наблюдалась отрицательная динамика (-3,3% к итогам 2019 г.). [3]

Однако, показатели ведущих мировых карго-компаний значительно выше. По сравнению с «AirBridgeCargo airlines», которая занимает 13 место в мире, разница грузооборота составляет почти 1,5 млн тонн в год. [4]

Мы решили подробно исследовать все технологические процессы, выявить слабые места и, исходя из экономического положения в стране и учета всех нюансов, связанных с деятельностью в отрасли, предложить пути их оптимизации. Главная задача - повышение производительности труда и, как следствие, общих доходов предприятия.

В грузовой логистике заключено большое количество нюансов, которые могут решить ряд проблем, а также осуществить доставку грузов более оперативно. Для оптимизации каждого процесса требуется использование современных методов и технологий, так как это позволит оперативно принимать и сдавать груз, а также обеспечивать нужное хранение [1].

Все процессы оптимизации направлены на снижение затрат при выполнении складских операций и увеличении скорости обработки. Для этого

требуется знать слабые места процессов рассматриваемого нами предприятия, после чего следует последовательная оптимизация процессов и контроль результатов на каждом этапе [2].

В процессе работы нам удалось посетить Москва Карго, пообщаться с персоналом, увидеть фактическое протекание всех процессов. Мы стали свидетелями сдачи груза представителем авиакомпании «Аэрофлот». Исходя из увиденного, предметом исследования были выбраны процессы сдачи и выдачи грузов. Мы выделили 3 наиболее значимые проблемы, которые замедляют рассматриваемые процессы, приводят к увеличению затрат на сдачу, хранение и выдачу грузов, а также значительно снижают общую производительность труда. Необходимо понимать, что все выявленные проблемы имеют общий характер, а также, что подходить к их решению и оптимизации следует комплексно.

Ниже представлены анализ каждой проблемы и мероприятия, которые мы предлагаем для их решения:

**1. Низкий уровень программного обеспечения.** В ходе исследования было замечено частое возникновение проблемы с электронным подтверждением, много сбоев в программных обеспечениях. При их решении необходимо связываться со специалистами только лично. Специалистов не хватает, это все ведет к большим задержкам, что приводит к уменьшению выполняемых операций и, как следствие, к снижению прибыли и производства. Для решения представленной выше проблемы мы предлагаем следующие мероприятия: децентрализовать IT-систему оповещения о готовности клиента сдать/выдать груз. Каждого сотрудника следует снабдить карманным гаджетом, на который моментально будут приходить уведомления, что позволит значительно ускорить работу исследуемых процессов и повысить производительность труда предприятия.

**2. Слабое оборудование в сравнении с ведущими мировыми хэндлинговыми компаниями.** Необходима оптимизация всех весовых и просвечивающих установок. Сбои в их работе не являются большой редкостью. При несоответствиях, которые чаще всего возникают из-за слабой мощности оборудования, необходимо вызывать старших специалистов. Это объясняется сложностью и важностью взвешивания и просвечивания грузов, которые напрямую влияют на безопасность и стоимость выполняемых заказов. Пути решения этой проблемы более чем очевидны, стоит изыскать необходимые средства для закупки более современного и мощного оборудования. Это значительно сократит время процессов сдачи/выдачи грузов и складских операций.

**3. Последняя проблема, которую хотелось бы выделить – это большой недостаток обслуживающего персонала.** На 20 ворот работает всего лишь 5 человек. Перед тем, как сдать или получить груз, клиентам приходится достаточно долго ждать в очереди, что негативно отражается на обеих сторонах. Наиболее остро ощущается нехватка работников системы безопасности. Деятельность СБ имеет весомую роль в общем технологическом цикле. Низкая численность персонала также пересекается с проблемой низкого уровня программного обеспечения. Нехватка полноценной команды IT-сотрудников, необходимой для

обслуживания такого большого количества клиентов, является одной из причин первой выделенной проблемы. Таким образом, увеличение сотрудников такого направления деятельности положительно скажется на решении сразу 2 проблем. Недостаток сотрудников практически никак не компенсируется механизацией, которая может полностью компенсировать малую численность персонала.

Необходимо также понимать, что устранить все три слабых места сразу не представляется возможным в нынешних условиях. Наиболее рационально, по нашему мнению, будет начать с решения проблемы 3. В отличие от 1 и 2, она потребует меньших расходов и при этом сократит масштаб двух других. Далее можно перейти к вопросу низкого уровня программного обеспечения (устранение проблемы 1 сильно упростит его решение). И уже в последнюю очередь разбираться с весовыми и просвечивающими установками. Необходимость больших инвестиций сильно осложняет замену оборудования в ближайшее время. Однако устранение двух других проблем упростит поиск средств для вложений.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Оптимизация ключевых операций складского технологического процесса [Электронный ресурс]. URL: <https://blog.iteam.ru/optimizatsiya-klyuchevykh-operatsij-skladskogo-tehnologicheskogo-protsesta/>

2. Официальный сайт Москва Карго [Электронный ресурс]. URL: <https://www.shercargo.ru/>

3. Официальный сайт AirBridgeCargo airlines [Электронный ресурс]. URL: <https://www.airbridgecargo.com/ru>

### **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ НАЗЕМНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ В АЭРОПОРТУ**

*Ю.О. Набиуллина*

*Научный руководитель – к.э.н., доцент, доцент каф. ОПВТ Рыбкин С.А.*

Одной из главных задач гражданской авиации является обеспечение безопасности полетов, которое, преимущественно, зависит от организации наземного обслуживания. Наземное обслуживание бывает, как для воздушных судов, так и для пассажиров воздушного судна. Это два разных комплекса услуг.

В настоящее время одной из проблем наземного обслуживания в аэропортах является износ техники и оборудования для наземного обслуживания.

По данным центра стратегических разработок в гражданской авиации уровень износа парка оборудования для наземного обслуживания ВС, пассажиров и грузов в аэропортах России доходит до 90% [2].

В качестве примера, из аэродромной спецтехники, я хочу рассмотреть пассажирский трап.

Периодически возникают опасные ситуации, связанные с перегрузкой пассажирских трапов при посадке пассажиров на борт ВС. Причиной тому являются:



1. Скопление пассажиров на верхней площадке трапа (бортпроводники проверяют билеты, затормаживая поток людей, а трап шире двери ВС).

2. Человеческий фактор (дежурный по посадке, который должен контролировать количество людей, находящихся на трапе, может отвлекаться).

12 февраля 2019 года в Международном аэропорту Барнаула имени Титова Г.С. при выполнении посадки пассажиров на борт воздушного судна Airbus A320 произошло обрушение верхней площадки пассажирского трапа (СПТ-114Т). В результате ЧП пострадали шесть человек. Согласно краткой характеристике трапов СПТ-114Т, где описаны специфические особенности оборудования и правила применения техники, на верхней площадке СПТ-114Т одновременно может находиться не более четырех человек [1].

Что бы решить проблему перегрузки трапа при посадке пассажиров на борт ВС, я предлагаю ограничить избыточное количество пассажиров на трапе при посадке в самолет, с помощью установки на пассажирских авиационных трапах весовых устройств и турникетов (рис. 1).



Рис. 1. Пассажирский авиационный трап с весовым устройством и турникетом

С помощью весового устройства, встроенного в конструкцию пассажирского трапа, производится управление дверцами турникета. При превышении предельной допустимой нагрузки трапа дверцы турникета закрываются, блокируя доступ пассажиров и препятствуя поломке оборудования.

Открытие турникета производится автоматически, при уменьшении предельной массы на 30% и выдержки по времени 10-15 секунд. Это поможет более равномерно распределить поток пассажиров.

Оптимальное место установки турникета следует определить при окончательной отработке конструкции. Турникет может быть установлен:

1) у первой ступени трапа;

2) посередине лестницы;

3) у верхней площадки.

Данное решение в ведении службы спецтранспорта аэропорта.

Предложение позволит улучшить решение двух задач:

- повышение безопасность пассажиров (исключение травмирования при посадке на ВС);
- поддержание исправности авиационной техники.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Информационный портал «Москва24» [Электронный ресурс]. – <https://www.m24.ru/> (дата обращения 03.04.2021).

2. Содружество авиационных экспертов «Пути повышения эффективности наземного обслуживания в аэропортах России». [Электронный ресурс]. – <https://www.aex.ru/docs/3/2010/9/22/1160/> (дата обращения 03.04.2021).

### ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В АЭРОПОРТУ АЛМАТЫ

*Е.А. Тедер*

*Научный руководитель – к.т.н., доцент, доцент каф. ОПВТ Кузьмина Н.М.*

**Объект исследования:** информационные технологии в гражданской авиации.

**Предмет исследования:** информационные технологии в обслуживании авиапассажиров, при перевозке грузов, в авиационной безопасности

**Цель исследования:** изучить информационные технологии, используемые в аэропорту Алматы для обеспечения авиационной безопасности, при обслуживании пассажиров, регистрации багажа и перевозке грузов.

**Задачи:**

✓ Проверить наличие в интернете собственных сайтов казахстанских авиакомпаний

✓ Рассмотреть безбумажные технологии сопровождения авиаперевозок пассажиров и багажа

✓ Изучить информатизацию грузовых воздушных перевозок

✓ Ознакомиться с системой обеспечения авиационной безопасности

Гражданская авиация – это отрасль, отражающая состояние государства. По тому, насколько развита техническая база и база IT-технологий в сфере авиации, можно судить о развитии государства, безопасности и конкурентоспособности предоставляемых услуг.

На сегодняшний день деятельность аэропортов сегодня не представляется без современных информационных технологий, включающих в себя системы бронирования, регистрации пассажиров и багажа, учета выручки, управления доходами, процессов технического обслуживания и ремонта, охватывающих все направления производственной и коммерческой деятельности предприятия, с их помощью соблюдаются и поддерживаются стандарты в гражданской авиации [8].

Аэропорт Алматы – крупнейший аэропорт Центральной Азии и Казахстана. Сегодня он обслуживает рейсы одного из самых крупных коммерческих центров Казахстана – Алматы, соединяя Юго-Восточную Азию со странами Европы. Через город Алматы издавна проходил известный на весь мир Шелковый Путь, который вел в Китай. Именно благодаря такому удобному географическому расположению, аэроузел обслуживает большое количество коммерческих и гражданских рейсов, а также принимает все незапланированные посадки по техническим причинам.

Более половины всего потока пассажиров, прибывающих в страну или путешествующих транзитом, проходит именно через воздушные ворота Алматы. Здесь расположен крупный грузовой терминал, который занимает территорию в 28 тысяч квадратных метров, через него проходит до 70% груза Казахстана, также оборудованы склады-хранилища, транзитно-трансфертные зоны, оснащенные всем нужным оборудованием, ангары для стоянки или технического обслуживания [1].

В Международном аэропорту Алматы любой рейс может совершить техническую посадку, заправиться топливом и попросить о возможности временной стоянки. Именно здесь расположена самая длинная взлетно-посадочная полоса в Средней Азии и одна из ТОП-20 самых длинных полос в мире [2].

Международный аэропорт Алматы является признанным лидером по использованию информационных технологий. Здесь применяются и совершенствуются такие информационные технологии, как:

1. Наличие в интернете собственных сайтов авиакомпаний.
2. Переход на безбумажные технологии сопровождения авиаперевозок пассажиров и багажа:

- 2.1. Электронный билет при выполнении перелета;

- 2.2. Система информирования пассажиров в аэропорту;

- 2.3. Система бронирования и продажи билетов в аэропорту;

- 2.4. Автоматизированные системы обработки и регистрации багажа.

Авиапассажир ставит чемодан в специальную трубу, то есть в специальное устройство для автоматической обработки багажа, считывает посадочный талон, затем берет бирку, в которой уже указан вес и место назначения багажа, и закрепляет её на ручке чемодана. При этом снижаются затраты на рабочую силу и увеличивается скорость транспортировки.

3. Информатизация грузовых воздушных перевозок:

- 3.1. Информационная система e-Freight, позволяющая снизить время на обслуживание воздушных грузовых судов [3]. Проект информационных технологий e-freight предполагает замену электронными сообщениями двух третей бумажных документов, необходимых для оформления авиационных грузов. Среди таких документов – упаковочный реестр, счет-фактура, сертификат о происхождении товара и многие другие. Инициатором внедрения стандарта e-freight в Казахстане выступил Союз транспортников Казахстана Kazlogistics, продвигающий эту технологию совместно с авиакомпанией «Эйр Астана».

3.2. В управлении грузовыми воздушными перевозками участвуют информационные системы как Air Cargo и Soft Cargo-Terminal.

Информационная технология Soft Cargo-Terminal направлена на увеличение объемов обработки грузов, их перевозки и улучшения сервиса обслуживания грузоотправителей и грузополучателей – клиентов авиакомпаний [4].

Air Cargo – комплексная система управления грузовыми перевозками, которая дает возможность информационно-технологической поддержки процессов продажи грузовых перевозок, их бронирования, наземной обработки грузов, что дает возможность безболезненной интеграции в мировую систему авиатранспорта [5].

#### 4. Системы обеспечения авиационной безопасности

##### 4.1. Программы обмена информацией о безопасности полетов

##### 4.2. Информационная безопасность объектов гражданской авиации

##### 4.3. Досмотр с использованием современных технических средств

Однако, анализируя информационные технологии, используемые в аэропортах мира, хотелось бы, чтобы в аэропорту Алматы были внедрены следующие технологии:

1. Использование биометрических данных. В каждом аэропорту, прежде чем попасть в самолёт, пассажир обязан неоднократно предъявить работникам аэропорта личные документы. Для того, чтобы ускорить и упростить процедуру проверки документов, минимизировать процесс взаимодействия с пассажирами, используются биометрические сканеры, которые устанавливаются на контрольно-пропускных пунктах. Так, например, в аэропорту Хитроу, в Лондоне, были установлены специальные устройства, которые позволяют распознавать лицо пассажира, а в Дубае, в зоне прилёта аэропорта, был внедрен автоматизированный пограничный контроль.

2. Использование радиомаячков. Эта технология, за счет радиомаячков по периметру аэропорта, позволяет пассажиру, используя его мобильное устройство, оперативно получать информацию о предстоящем рейсе (номер стойки регистрации, номер выхода на посадку и порядок перемещения к нему). Кроме этого, используя радиомаячки, можно определить, в каком направлении передвигался пассажир в аэропорту, в какие зоны заходил.

Маячки используются для:

- ориентирования на незнакомых участках, а особенно там, куда не поступает сигнал со спутника;
- идентификации товаров;
- передачи на мобильное устройство плана здания аэропорта;
- передачи пассажиру информации о статусе рейса, стойках регистрации, выдаче багажа и др.

Эта технология необходима также для транзитных пассажиров, так как упрощает передвижение между терминалами, как, например, в аэропорту Майами. В международном аэропорту Мюнхена транзитные пассажиры, скачав специальное приложение, могут узнать полезную для них дополнительную информацию об акциях и бонусах, например, о повышении класса обслуживания. В лондонском аэропорту Гатвик для перемещения пассажира по заданному

маршруту такое приложение работает в режиме 3D, при этом используется видеочамера смартфона.

3. Внедрение роботов-помощников. В международных аэропортах некоторых стран, при перемещении внутри аэропорта, пассажиры используют роботов. Так, в Голландии робот Спенсер не только проведет по заданному маршруту, но еще может отсканировать посадочный талон. В аэропорту Инчхон, в Сеуле используются роботы-гиды, которые, кроме их основного назначения, занимаются уборкой территории и перевозкой багажа. В токийском аэропорту Ханэд роботы могут на трех языках выдать полезную для пассажира информацию: как пройти на посадку, какая погода в пункте назначения [7].

Итак, мы понимаем, что аэропорты планеты все чаще корректируют инвестиционную стратегию в сторону привлечения новейших информационных технологий технических разработок для более эффективной работы аэропортов и обеспечения безопасности в них [6].

## ЛИТЕРАТУРА

1. Актуальные теоретико-методологические и прикладные вопросы общенаучных дисциплин. Сборник трудов межвузовской конференции. Алматы, 2015

2. Международный аэропорт Алматы. [Электронный ресурс]. URL: [http://tarlan.aero/airports/megdunarodniy\\_aeroport\\_almati/](http://tarlan.aero/airports/megdunarodniy_aeroport_almati/)

3. Центр ГА. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/informatsionnoe-obespechenie-aviatsionnyh-gruzovyh-perevozok/viewer>

4. Информационное обеспечение авиационных грузовых перевозок. [Электронный ресурс]. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25778166>

5. Информационные технологии в грузовой- коммерческой работе. [Электронный ресурс]. URL: <http://geum.ru/?p=16604>

6. Тенденции внедрения передовых IT- технологий в аэропортах мира. [Электронный ресурс]. URL: <http://avia2.ru/news/sobitiya/tendentsii-vnedreniya-peredovyih-it-tehnologiy-v-aeroportah-mira>

7. Какие технологии внедряются в аэропортах для удобства пассажиров. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.biletik.aero/handbook/blog/kakie-tehnologii-vnedryayutsya-v-aeroportakh-dlya-udobstva-passazhirov/>

8. Возможности совершенствования сервисных услуг. [Электронный ресурс]. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36833273>

# ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ НАЗЕМНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ РФ

Я.А. Филатова

Научный руководитель – к.т.н., доцент каф. ОПВТ Бабков А.Б.

Воздушный транспорт играет особую роль в обеспечении условий для нормального функционирования экономики. Поэтому, в развитии инфраструктуры гражданской авиации одинаково заинтересованы как авиаперевозчики, так и субъекты Российской Федерации, и государство в целом. Воздушный транспорт обеспечивает транспортную доступность регионов и населенных пунктов (особенно районов Крайнего Севера и Дальнего Востока).

Основной целью исследования является оценка состояния наземной инфраструктуры гражданской авиации и выявление ее уязвимых мест.

Анализ и оценка текущего состояния инфраструктуры позволят определить технико-технологическое состояние авиатранспортной системы, разработать предложения и дать рекомендации по повышению эффективности использования воздушного транспорта.

Аэропорты как часть транспортной системы являются важнейшим компонентом национальной, региональной и местной инфраструктуры [1].

В стране в целом действуют 251 аэропорт [2]. Распределение по классам приведено на рис. 1.

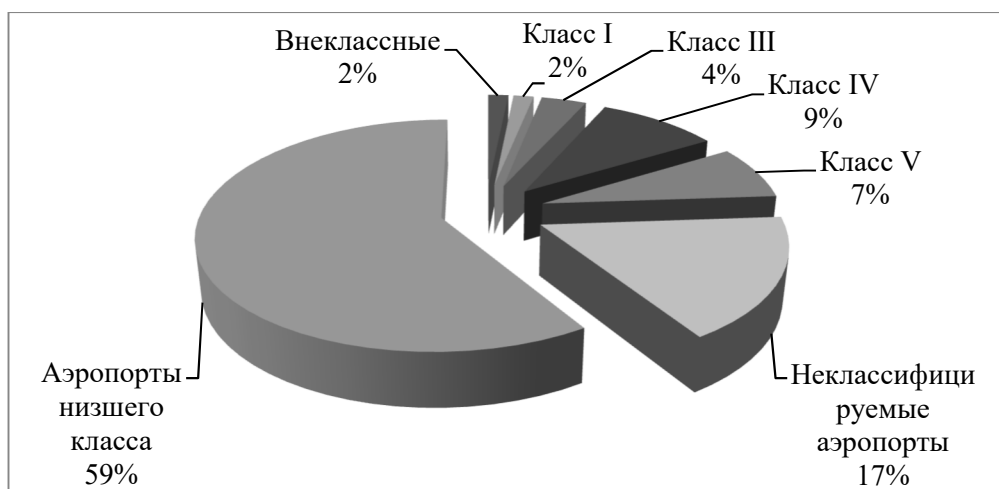


Рис. 1. Распределение аэропортов РФ по классам за 2019 г.

Основной процент аэропортов РФ составляют неклассифицированные аэропорты и аэропорты низших классов.

Авиакомпании РФ базируются в 38 основных и 2 сезонных аэропортах (Сочи и Анапа). Их можно рассматривать как узловые аэропорты или в качестве предпосылок для создания узловых. Самые крупные из них: Шереметьево, Домодедово, Внуково, Пулково, Кольцово.

Основным элементом аэропорта является аэродром. Аэродром предназначен для обеспечения безопасного взлета, посадки, руления, стоянки и хранения воздушных судов [3].

На сегодняшний день в РФ 277 действующих аэродромов [2].  
Распределение по классам приведено на рис. 2

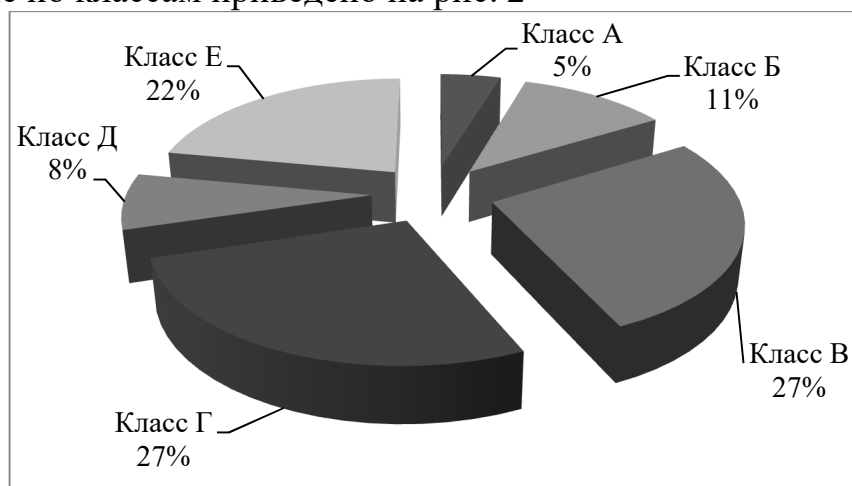


Рис. 2. Распределение аэродромов РФ по классам за 2019 г.

Из диаграммы видно, что большая часть аэродромов РФ соответствуют классам В и Г.

Системное сбалансированное развитие авиатранспортной системы страны диктует сегодня необходимость переноса приоритетного внимания и, соответственно, финансирования на развитие аэродромов, расположенных в северных и восточных регионах России.

Парк РФ насчитывает 8933 воздушных судна [2]. В эту цифру также входят воздушные суда, выполняющие авиационные работы, учебные самолёты и вертолеты, дирижабли, а также военно-транспортная авиация, беспилотные летательные аппараты, планеры, автожиры, аэростаты и т.д.

В авиакомпаниях России эксплуатируются 1423 воздушных судна (1006 действующих самолетов и 417 вертолетов): 294 среднемагистральных самолета (29,23%), 445 ближнемагистральных самолетов (44,23%), из них 150 самолетов отечественного производства (SSJ-100, Ан-24, Ан-28, Ан-148, Як-40, Як-42 и их модификации), 108 дальнемагистральных самолетов (10,74%), 159 самолетов общего назначения (15,8%).

С развитием авиационной техники и появлением новых типов воздушных судов с низко расположенными двигателями ужесточаются требования к состоянию и оснащённости аэродромов, возникает необходимость в проведения реконструкций (удлинения взлетно-посадочных полос, увеличения ширины рулежных дорожек и т.д.).

Другой особенностью инфраструктуры гражданской авиации являются топливозаправочные комплексы, авиационно-технические базы (АТБ), специально оборудованные территории авиапредприятия (места стоянок, специальные площадки, ангары).

Объекты авиатопливообеспечения предназначены для обеспечения горюче-смазочными материалами и спецжидкостями воздушных судов, авиационно-технических баз и авиаремонтных предприятий и включают в себя наземные склады ГСМ, средства и системы заправки, склады нефтепродуктов. На сегодняшний день в состав системы авиатопливообеспечения гражданской

авиации входит примерно 200 сертифицированных организаций различных форм собственности (цифры приведены с учетом альтернативных топливозаправочных комплексов (ТЗК)).

Наиболее существенными барьерами для их развития являются: высокий уровень капиталовложений, требуемых для строительства новых и модернизации действующих ТЗК и проблемы с доступом к инфраструктуре аэропортов.

Авиационно-технические базы (АТБ) являются основными структурными подразделениями предприятий гражданской авиации и предназначены для обеспечения технического обслуживания и подготовки воздушных судов к полётам. На сегодняшний день 426 организаций по техническому обслуживанию имеют действующие сертификаты соответствия.

Большая часть имущественной базы системы АТБ (ангары, оборудование, необходимое для обслуживания воздушных судов) досталась появившимся на российском рынке авиаперевозчикам после распада Советского Союза.

Для МС хранения выделяют специальные места или площадки, подготовленные по размерам для определенных типов воздушных судов (универсальные, частично-универсальные). Проблема нехватки МС хранения в базовых аэропортах затрагивает многие авиакомпании России (Например, нехватка МС хранения для самолетов авиакомпании «Аэрофлот» в базовом аэропорту Шереметьево).

На основании выше изложенного можно выделить следующие основные проблемы развития аэродромной (аэропортовой) сети гражданской авиации Российской Федерации:

- 1) Отсутствие системного подхода к формированию аэродромной (аэропортовой) сети, экономически неэффективная сеть авиаперевозок;
- 2) Высокий уровень износа основных фондов;
- 3) Отсутствие эффективной системы авиационных перевозок регионального и местного значения [4].

## ЛИТЕРАТУРА

1. Железная, И. П. Стратегия развития наземной инфраструктуры аэропортов гражданской авиации / И. П. Железная // Научный вестник Московского государственного технического университета гражданской авиации. – 2014. – С. 21-24.

2. Федеральное агентство воздушного транспорта (Росавиация). [Электронный ресурс]. URL: <https://favt.gov.ru/> (дата обращения: 10.03.2021).

3. Железная И.П., Волкова Л.П. Аэропорты, аэродромы, авиакомпании: пособие по выполнению курсовой работы. - М.: МГТУ ГА, 2013. – 39с.

4. Концепция развития аэродромной (аэропортовой) сети Российской Федерации на период до 2020 года, Москва 2008.



# ПЕРЕОСМЫСЛЕНИЕ ПРОЦЕССА ДИСТРИБУЦИИ АВИАПЕРЕВОЗОК

*М.А. Фомина*

*Научный руководитель – к.э.н., доцент, зав. каф. ОПВТ Вороницына Г.С.*

Реальность наших дней, к которой индустрию подтолкнуло развитие технологий и в первую очередь интернета коснулась и процесса дистрибуции авиаперевозок.

Около 30 лет назад появилась GDS в том виде, в котором она известна нам. Global Distribution Systems – выполняют сложные комплексные функции: бронирование авиаперевозок, отелей, туров, автомобилей и т.д.

На сегодняшний день на российском рынке работают четыре GDS: международные Amadeus, Sabre, Galileo, и российская Sirena-Travel.

Авиакомпании заключают с распределительными системами Соглашения об участии перевозчиков (Participation Carrier Agreement, PCA) – многостраничные документы, в которых подробно прописан порядок и уровень взаимодействия GDS.

Главной проблемой является то, что перевозчики при взаимодействии с GDS недозарабатывают на дополнительных услугах и дорого платят за дистрибуцию. Например, стоимость одного сегмента в GDS — от \$4 до \$9. На перелете Лондон-Франкфурт-Минск и обратно затраты от \$16 до \$36 [1].

Индустрия авиаперевозок столкнулась с большими изменениями, когда в октябре 2012 года в резолюции IATA 787 дебютировала система New Distribution Capability.

NDC – это стандарт передачи данных, открывающий большие перспективы для туристической отрасли [2]. NDC основан на технологии XML (электронный обмен данными для администрации, торговли и транспорта).

Преимуществами NDC являются:

1. Дифференциация продукта: NDC позволяет предоставлять пассажирам весь перечень услуг перевозчика.

2. Независимость ценообразования: Новый стандарт позволяет авиакомпаниям создавать собственные API-интерфейсы и изменять цены независимо, регулируя цены индивидуально для каждого клиента.

3. Больше персонализации: NDC предоставляет авиакомпаниям возможность делать максимально персонифицированные предложения на основании собранной информации о предпочтениях пассажира.

На сегодняшний день существует две схемы распределения рейсов. Существующая модель дистрибуции называется «толкающей моделью – push model» [3]. Толкающая моделью представлена на рис. 1. Авиакомпания "выталкивает" данные – GDS формирует коммерческое предложение для клиента. Авиакомпании в процессе продажи, по существу, не участвуют.

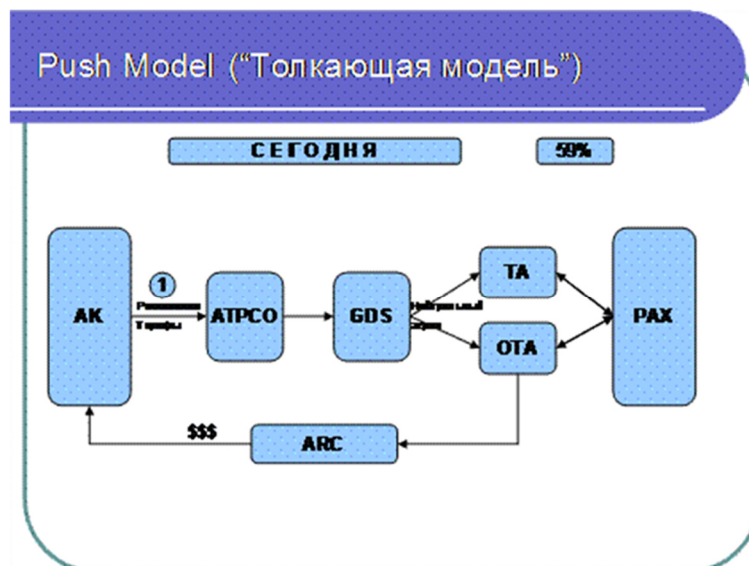


Рис. 1. Толкающая модель

Целью новой схемы NDC – обеспечить продажу через все каналы дистрибуции. Новая схема дистрибуции изображена на рис. 2.

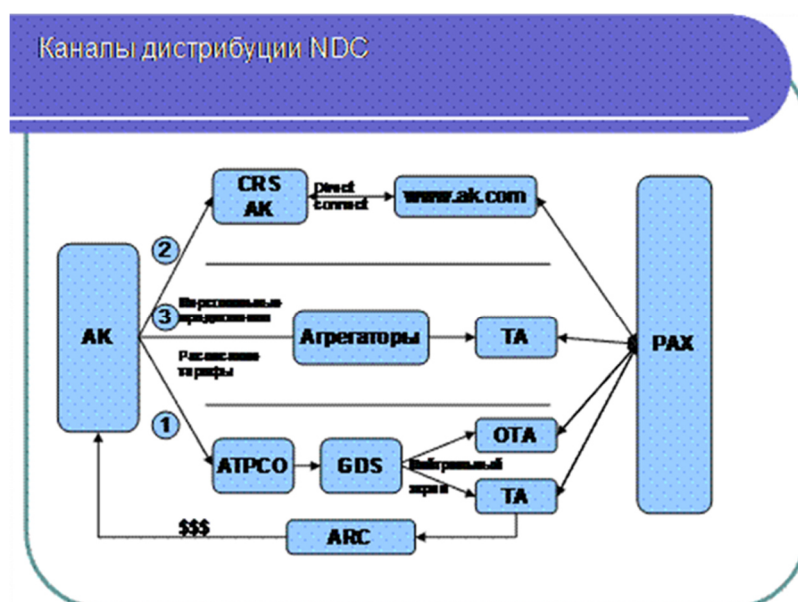


Рис. 2. Каналы дистрибуции NDC

- Первый канал – существующая «толкающая» модель через ATPCO, GDS и тревел агентства, отчетность через ARC.
- Второй канал – «прямой», через собственные вебсайты и центры резервирования авиакомпаний (CRS).
- Третий канал новый – через тревел агентства и агрегаторов.

Принципиально, что агрегаторы, в отличие от GDS, не продают билеты, а только информируют о разных вариантах полетов и тарифов. Это новый элемент, который предназначен для возможности сравнения тарифов, например, KAYAK или GOOGLE.

NDC открывает для GDS возможность дифференцироваться за счет комплексной работы с данными и интеграции нового контента в процесс

формирования предложений для путешественника. А именно – использовать контент авиакомпаний в том виде, в каком перевозчики хотят его продавать, интегрировать его в систему сравнительного поиска и сохранить действующие бизнес-процессы в агентствах.

Согласно последним данным, список сертифицированных пользователей достиг 65 операторов [4]. В них входят такие крупные авиакомпании, как: Lufthansa, British Airways, Air Canada, Flydubai, S7 Airlines, Аэрофлот и т.д. Но им еще не удалось представить полный спектр преимуществ NDC. Продолжается работа по установлению связей между дистрибьюторами, чтобы заставить работать свои прямые каналы.

Несмотря на все плюсы, с точки зрения технологий NDC пока еще новый, молодой стандарт. Сегодня еще предстоит большая практическая работа, тестирование технологий и решений, в том числе для обработки партнерских соглашений, изменений в расписании и других операций по NDC.

NDC является частью большого пути к цифровизации всей отрасли, том числе для авиакомпаний и трэвел-агентств. Растет интерес и вовлеченность со стороны авиакомпаний и продавцов туристических услуг, и мы уже видим серьезные инвестиции и приверженность концепции NDC – не от всех игроков рынка, но число сторонников постоянно растет. Я считаю, что в ближайшие 5 лет картина на рынке существенно изменится, в том числе благодаря внедрению NDC.

## ЛИТЕРАТУРА

1. NDC – инициатива, связанная с авиационной дистрибуцией [Электронный ресурс] // Информационный портал. URL: <https://vc.ru/transport/49200-ndc-iniciativa-svyazannaya-s-aviacionnoy-distribuciey-ee-lyubyat-pritvoryayutsya-chno-lyubyat-s-ney-sobirayutsya-vse-izmenit> (дата обращения: 03.04.2021).

2. Решение по NDC [Электронный ресурс] // Amadeus. URL: <https://amadeus.com/ru/%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0/ndc> (дата обращения: 03.04.2021).

3. О новой стратегии дистрибуции (NDC) в авиаиндустрии [Электронный ресурс] // Информационный портал. URL: <https://pandia.ru/text/78/184/93459.php> (дата обращения: 03.04.2021).

4. New Distribution Capability (NDC) in Air Travel [Электронный ресурс] // Информационный портал. URL: <https://www.altexsoft.com/blog/travel/new-distribution-capability-ndc-in-air-travel-airlines-gdss-and-the-impact-on-the-industry> (дата обращения: 03.04.2021).

5. Новые возможности систем продажи перевозок [Электронный ресурс] // Деловой авиационный портал. URL: <http://www.ato.ru/content/novye-vozmozhnosti-sistem-prodazhi-perevozok-new-distribution-capability-ndc> (дата обращения: 03.04.2021).

6. NDC: четыре системы, четыре подхода [Электронный ресурс] // информационный трэвел – портал. URL: <https://www.airht.info/> (дата обращения: 03.04.2021).

**НА ПУТИ К ВЕЛИКОЙ ПОБЕДЕ: БУДАПЕШТСКАЯ ОПЕРАЦИЯ  
29 ОКТЯБРЯ 1944 – 13 ФЕВРАЛЯ 1945 ГГ.**

*Н.И. Мисник, М.С. Дармограев*

*Научный руководитель – старший преподаватель каф. ГиСПН*

*Панкратьева И.А.*

В 1944 году начался заключительный этап Второй Мировой Войны. В это время была одержана экономическая победа над Германией, значительно улучшилась военно-техническая оснащённость Советской Армии, дальнейшее развитие получило советское военное искусство. Советский Союз перехватил стратегическую инициативу в войне. В 1944 году Красная Армия освободила от нацистских оккупантов почти всю территорию СССР и летом 1944 года вела боевые действия в Восточной Европе. Ведя наступательные операции в районе Восточной Пруссии, и одновременно подавляя совместно с отрядами Иосипа Броз Тито нацистское сопротивление в Югославии, СССР готовился к полномасштабной операции по освобождению Венгрии. Еще во время проведения Дебреценской операции 6-28 октября 1944 г. ставка главнокомандования разрабатывала план по освобождению Будапешта, а когда эта операция была выполнена с ошеломляющим успехом, всем стало понятно, полное освобождение Венгрии – это вопрос времени [1].

В 1944 нацистская Германия находилась в очень тяжелом положении. Стремительные стратегические наступательные операции (десять сталинских ударов) Красной Армии уничтожили огромную группировку немецких сил и позволили вплотную приблизиться к границам Третьего Рейха. Из войны были выведены союзники немцев - Финляндия, Румыния и Болгария. На Западе Германия отступала по всей линии фронта во Франции и с огромным трудом сдерживала армию союзников в Италии. В такой неблагоприятной для нацистов ситуации Венгрия с ее многовековой столицей имела огромное значение. Гитлер дал ясно понять командованию своей армии, что ни в коем случае нельзя потерять Будапешт. Потерять Будапешт означало для Германии лишиться доступа к венгерскому месторождению нефти в районе Надьканижа, потерять боеспособные венгерские дивизии и подставить Австрию под удар советских войск.

Мы считаем, что ни один подвиг советских воинов во Второй мировой войне не должен быть забыт. Поэтому основной целью данной работы является сохранение памяти о беспримерном героизме советских солдат, а также призыв не переписывать историю из-за политических мотивов, что сейчас наблюдается особенно часто.

Будапештская стратегическая наступательная операция стала примером одного из самых ожесточенных сражений за всю Вторую мировую войну. Она была проведена силами 2-го Украинского фронта (командующий маршал Р.Я. Малиновский) и 3-его Украинского фронта (командующий маршал Ф.И. Толбухин). Немцы обороняли Будапешт как свой последний бастион, и только героизм бойцов Красной армии смог сломить отчаянное сопротивление нацистов.

Операция по освобождению столицы Венгрии длилась в течении 108 суток и в итоге привела к колоссальному окружению 188 тысяч солдат Оси. В результате операции был взят Будапешт, и выведен из строя последний союзник Третьего Рейха – Венгрия [2].

Уничтожение немецкой группировки в венгерской столице ускорило процесс изгнания из страны гитлеровских оккупантов, усилило брожение в венгерской армии, переход ее солдат к партизанам или на сторону Красной Армии. При попытке деблокирования котла в Будапеште, с польского фронта были отозваны 57 дивизий нацистской Германии, что поспособствовало успешному осуществлению Висло-Одерской операции [2]. Так же в результате разгрома немцев и венгров под Будапештом, весь южный фронт нацистов сильно ослабел. В результате этого ослабления Германии пришлось ускоренно выводить свои войска из Югославии, была прорвана немецкая оборона в Чехословакии и в восточной Австрии.

В ходе ожесточенных уличных боев в Будапеште погибло около 38 000 мирных жителей (из них только 35% в ходе боев, остальные 65% от голода и болезней). Ценой героического освобождения стали жизни 80 000 советских солдат, которые погибли за освобождение восточной Европы от “коричневой чумы”. В некоторые тяжелые дни среднесуточные потери подходили к шокирующему показателю 1000 смертей в сутки [3]. Но именно советские солдаты этим решительным ударом смогли не только нанести огромный вред обороне нацистской машины, но и спасти жизни ни в чем не повинных людей. Только в будапештском гетто находилось около 80 тысяч евреев, которых ждала отправка в Освенцим [4]. Это один из немногих случаев во Второй мировой войне, когда удалось уберечь почти всех жителей гетто.

Анализ Будапештской наступательной ситуации в нашей работе показывает, насколько кровопролитной и ожесточенной была эта битва. Неслучайно ее называют Дунайским Сталинградом. Можно только восхищаться нравственными качествами, мужеством и боевым духом солдат советской армии. Мы надеемся, что в ближайшие годы количество исследований, направленных на эту тему будет увеличиваться, так как ни в коем случае не должен быть забыт великий подвиг, который ускорил завершение самой жестокой войны в истории человечества.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Абатуров В.В. Будапештская наступательная операция 29 октября 1944 - 13 февраля 1945 гг. [Электронный ресурс] / Ход войны: [http://mil.ru/winner\\_may/history/more.htm?id=12006714@cmsArticle](http://mil.ru/winner_may/history/more.htm?id=12006714@cmsArticle) (дата обращения 16.03.2021)
2. Васильченко А. В. 100 дней в кровавом аду. Будапешт - Дунайский Сталинград? Москва: Яуза-Пресс, 2008. - 448 с.
3. История Второй мировой войны 1939-1945 в 12 томах / редколл., гл. ред. А. А. Гречко. Том 10. Москва: Воениздат, 1979. с.151-178. 495 с.
4. Ghettos. Holocaust Encyclopedia. United States Holocaust Memorial Museum. <https://encyclopedia.ushmm.org/content/en/article/ghettos> (accessed 19.02.2021).

**Секция «Вызовы информационной цивилизации: человек в мире трансформаций»**

**ОБЩЕЧЕЛОВЕЧЕСКИЕ ЦЕННОСТИ: ИЛЛЮЗИЯ И РЕАЛЬНОСТЬ**

*И.А. Вялых, И.А. Назин*

*Научный руководитель – д.филос.н., профессор, профессор каф. ГиСПН  
Гаранина О.Д.*

*Крошка сын к отцу пришел,  
и спросила кроха:  
- Что такое хорошо  
и что такое плохо?  
В.В. Маяковский*

Эпиграфом к статье стало четверостишие великого классика советской поэзии В.В. Маяковского. На первый взгляд вопрос, заданный сыном отцу, кажется совсем простым. Если задать его сегодня каждому молодому человеку, то он с легкостью ответит на него, и будет считать свой ответ естественным и очевидным, потому что у каждого из нас в процессе социализации уже сформирована система ценностей. Однако встает вопрос: «Есть ли единая система ценностей, которая бы удовлетворяла всех жителей нашей планеты? Существуют ли общечеловеческие ценности?»

Чтобы ответить на данный вопрос, предлагаем обратиться к определению общечеловеческих ценностей, которое сформулировано в научной литературе. Общечеловеческие ценности понимаются как фундаментальные, общечеловеческие ориентиры и нормы, моральные ценности, являющиеся абсолютным стандартом для людей всех культур и эпох [1, с. 82]. Общечеловеческие ценности отличаются тем, что выражают общие интересы человеческого рода, свободные от национальных, политических, религиозных и иных пристрастий, и в этом качестве выступают императивом развития человеческой цивилизации. Общечеловеческие ценности — это предельные по своей значимости ценности, отражающие фундаментальные отношения и потребности людей [2].

Исходя из определения, мы можем сделать вывод о том, что признание ценности в качестве общечеловеческой возможно, если ее принимают как базовую основу жизненных ориентаций люди разных культур и исторических эпох.

Иными словами, такая ценность имеет абсолютный характер, независимо от социальных условий ее функционирования. В качестве таких ценностей, имеющих внеисторическое общечеловеческое значение, рассматриваются жизнь, любовь, семья, природа и свобода.

Еще в XVII веке английские гуманисты в концепции естественных прав человека провозгласили жизнь важнейшим правом, данным человеку от природы. Безусловная ценность любой человеческой жизни — это основной принцип гуманизма. Именно жизнь, казалось бы, должна рассматриваться как

основополагающая ценность. Однако во всех ли культурах принято данное мнение? К сожалению, нет. Например, в японской культуре принято, что самурай, честь которого была подвергнута сомнению, должен совершить ритуальное самоубийство, харакири; почти в каждой культуре долгое время существовала древнейшая традиция вендетты, или кровной мести; в племенах Западной Африки до сих пор встречается каннибализм. Еще одним из ярчайших примеров пренебрежения ценностью человеческой жизни можно назвать описанную в Библии попытку жертвоприношения Исаака своим благоверным отцом Авраамом, который всю жизнь проповедовал отказ от жертвоприношения.

Еще одной общечеловеческой ценностью считают любовь. «Возлюби ближнего твоего, как самого себя» говорил Христос в своей Нагорной проповеди. Для нас данная фраза звучит как аксиома, как одна из значимых социально-нравственных норм. Однако разные культуры очень своеобразно относились к любви как таковой. Многоженство, храмовая проституция, доступность женщин, их бесправие (как общепринятая норма) - все это мало согласуется с тем, о чем проповедует христианская религия. Несомненно, что общество, с уважением относящееся к любви, трактующее ее как ценность, заботится о правах женщинах и уважает институт брака. Однако современный социум, в законодательном порядке утверждающий толерантность к однополым бракам и проституции, подрывает авторитет этой общечеловеческой ценности.

Снижение ценности любви обуславливает и нивелирование ценности семьи, превратное понимание ее социального значения. Семья традиционно во всех культурах рассматривалась как базовая социальная ячейка общества, выполняющая не только производственные функции, но и адаптивно-воспитательные, способствуя воспроизводству общества. В традиционном представлении семья – это узаконенный союз мужчины и женщины, ведущих общий быт. Однако история знает и другие виды семьи, такие, как сожителство, полигамные браки, однополые браки, неравные браки. Многие из названных видов не признаются большей частью общества, поэтому и семья в современном мире не может считаться всеобщей абсолютной ценностью.

В ряду общечеловеческих ценностей значимое место занимает природа как среда обитания человечества. Большинство восточных культур придают огромное значение бережному отношению к природе, окружающему миру, да и западная культура тоже формулировала принципы гуманного отношения к природе. «Мы в ответе за тех, кого приручили», писал А. Экзюпери. Но во время становления индустриального общества мы все благополучно забыли про эту ценность и относились к природе потребительски. Девиз отказа от природы как ценности лаконично сформулировал отечественный садовод И. В. Мичурин: «Мы не можем ждать милостей от природы, взять их у нее – наша задача». Следовательно, и эта «общечеловеческая» сегодня ценность превращается в иллюзию.

Одна из главных ценностей современного мира – это свобода слова. Шесть лет назад мир столкнулся с проблемой: «Что выше – свобода слова или чувства верующих?» Актуализация этой проблемы произошла после теракта 7 января 2018 г. в редакции французской газеты Charlie Hebdo. Причиной теракта стала карикатура на пророка Мухаммеда. Большая часть мусульманского мира осудила

карикатуру, прокатилась волна терактов в европейских странах. По мнению мусульманского сообщества, европейский мир путает свободу слова со вседозволенностью. И, действительно, как понять грань между свободой слова и простым хамством? Вряд ли сегодня можно говорить о свободе слова как ценности, принимаемой всеми людьми.

Таким образом, развитие современного мира свидетельствует о кризисе многих общечеловеческих ценностей, из реальности они превращаются в иллюзию. Можно констатировать, что общечеловеческих ценностей, как абсолютных максимум для всех времен и народов не существует. Однако человечеству в условиях нарастающей международной интеграции политических, экономических и духовных процессов все-таки необходимо выработать систему ценностей, обеспечивающих мирное существование человечества.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Оганесян, С. С. О понятии "общечеловеческие ценности" в современном мире / С. С. Оганесян // Ценности и смыслы. – 2019. – № 5(63). – С. 82-94. – DOI 10.24411/2071-6427-2019-10088.

2. Камбарова К. У. Общечеловеческие ценности: понятие и сущность // Молодой ученый. – 2016. – № 11 (115). – С. 1810-1812. – URL: <https://moluch.ru/archive/115/30384/> (дата обращения: 28.04.2021).

## РОЛЬ ИНТЕРНЕТА В РАЗВИТИИ ЛИЧНОСТИ

*А.И. Панков*

*Научный руководитель – д. филос.н., профессор, профессор каф. ГиСПН  
Гаранина О.Д.*

Нынешнему поколению молодых людей трудно представить, что всего лишь тридцать лет назад процесс социализация личности и её развития не опирался на информационные технологии, служащие в настоящее время технологической основой функционирования общества. Интернет-ресурсы выступают и базами данных, и средствами коммуникации, а также играют большую роль в обеспечении образовательной и научной деятельности. Виртуальный мир Интернета сегодня опосредует любые действия человека, начиная от принятия решения до реализации поставленных целей [1, с. 23]. Инкорпорация Интернета во все сферы жизнедеятельности личности значительно расширяет границы её свободы в развитии не только когнитивных и коммуникативных компетенций, но и в приобретении навыков исследовательской деятельности.

Эффективное развитие образования в современном обществе предполагает активное использование Интернет-ресурсов. Интернет способствует повышению мотивации людей к изучению новой информации, помогает конструированию их индивидуальной образовательной стратегии, выработке навыков информационной культуры, а также созданию условий для профессиональной и личностной самореализации.



Следует отметить, что использование Интернета в образовательном процессе способствует преодолению негативного отношения к учебе, устраняет незаинтересованность учащихся и студентов в усвоении новой информации, что зачастую связано с непониманием изученного или пропущенного материала. Свободный доступ к пакетам электронных образовательных ресурсов значительно усиливает интерес обучаемого к изучаемому предмету, повышает мотивацию обучающегося к приобретению новых знаний, предоставляя ему возможность перебора вариантов решения учебных проблем, постановки интересных задач и получения оценки по результатам решения без негативной субъективной оценки педагога.

Процесс обучения с использованием Интернет необычайно интересен. Здесь можно выделить следующие положительные стороны:

- эмоционально окрашенное обучение;
- процесс усвоения психологически происходит легче;
- возбуждает живой интерес к предмету познания;
- общий кругозор обучающихся становится шире.

К положительным аспектам влияния Интернета на развитие личности можно отнести сбор информации, ее хранение (например, облачные технологии) и возможность передачи данных на дальние расстояния. Благодаря Интернету, можно не выходя из дома прочитать книгу, приобрести товар, просмотреть онлайн-спектакль (актуально в период пандемии), пройти курсы по различным направлениям деятельности человека и дистанционно получить специальность. Для большинства молодых людей Интернет – это средство общения с помощью различных программ и мессенджеров. Например, в студенческой среде нашего учебного заведения используется WhatsApp и Discord. Благодаря данным продуктам можно оставаться на связи с друзьями в любой точке мира, где есть Интернет.

Интернет – это и источник дохода. Сегодня работа в сети Интернет набирает особую популярность. События 2020 года показали, что, заботясь о здоровье своих сотрудников, многие компании перешли на удаленный формат работы. Анализируя сайты [avito.ru](https://www.avito.ru), [rabota.ru](https://www.rabota.ru), [hh.ru](https://www.hh.ru) и др. мы видим, что постоянно требуются копирайтеры, SMM-специалисты, SEO-специалисты, контент-маркетологи, дизайнеры-конструкторы, специалисты по таргетированной рекламе и др. Стать специалистом в данной области не трудно, а возможно благодаря Интернету, не выходя из дома.

Интернет активно используется для развлечений. Сегодня существует огромное количество сайтов по разным направлениям с целью оказания развлекательных услуг. Это и онлайн-казино, букмекерские конторы, игровые площадки, онлайн-кинотеатры и др.

С помощью Интернета можно быть постоянно в курсе событий, которые происходят в мире. Вовремя прочитать новости, новую книгу, знать о выходе новых программ и курсов и т.п. Интернет дает возможность создавать интересные проекты самостоятельно или в команде, участвовать в конкурсах по разным направлениям деятельности человека. В 2020 году стало реальностью поступление в ВУЗы с помощью дистанционных технологий. С помощью

программ ZOOM, VIDEOMOST, MIND и др. можно пообщаться с коллегами, студентами из любого уголка земного шара и поделиться знаниями и самому получить знания.

Отмечая позитивное влияние Интернета на развитие личности, необходимо обратить внимание и на некоторые негативные аспекты чрезмерно активного использования Интернет-пространства [2]:

1. Информация не всегда соответствует действительности.
2. Возможность мошенничества в разных сферах.
3. Активные вирусные атаки.

4. Снижение уровня грамотности. Многие молодые люди считают, что не нужно учиться, потому что любую информацию можно найти в Интернете. Например, не нужно учить правила грамматики, так как существуют специальные программы для проверки грамотности.

5. Интернет-зависимость порождает проблемы со здоровьем. Интернет-зависимость – это своеобразная наркомания (физиологическая зависимость от наркотических веществ), одна из форм подмены реальной жизни виртуальной.

Определив в самом общем виде позитивные и негативные стороны влияния Интернета на развитие личности, можно констатировать, что его роль в жизни человека зависит от того, насколько будут поняты возможности, предоставляемые виртуальным пространством для развития личностных качеств и способностей [1]. Будет ли человек совершенствоваться, развиваться, стремиться к получению новых знаний или получит проблемы со здоровьем. Современные информационные технологии представляют огромные возможности для развития, но нельзя забывать о негативных сторонах, обусловленных неконтролируемым погружением в виртуальное пространство Интернета.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Козлова Н. С. Влияние интернет-среды на личность и ее жизнедеятельность // Знание. Понимание. Умения. 2015. № 3. С. 23-31.
2. Солдатова Е. Л., Погорелов Д. Н. Феномен виртуальной идентичности: современное состояние проблемы // Образование и наука. 2018. Т. 20. № 5. С. 105-124.

**Секция «Социально-культурная среда как фактор формирования  
инноваций в науке и технике»**

**ЛЮБОВЬ КАК ФИЛОСОФСКИЙ ЭКЗИСТЕНЦИАЛ**

*А.С. Дашков*

*Научный руководитель – д. филос. н., профессор, профессор каф. ГиСПН*

*Некрасов С.И.*

Человеческая цивилизация прошла достаточно долгий путь в осмыслении сущности любви и её природы. Величайшие поэты, мыслители, философы, пытливые умы выражали понимание природы любви в своём творчестве, видениях, что в свою очередь запускает цепную реакцию сознания. Благодаря частице материального познания, деятели разума оставляют свои видения, вызывающие в нас рефлексию субъективных чувств. Но без философского подхода, люди невольно становятся сторонниками сенсуализма.

Люди вечно задаются вопросами и ищут на них ответы. Чувственным подходом, где живут стремления и желания постичь непостижимое, конечно, не описать предметность любви рационально. Люди субъективны в своих чувствах, у каждого существует свой внутренний мир, отсюда и родилось высказывание, что любовь субъективна.

Философия экзистенциализма трактует свой подход понимания любви иначе. Чтобы осознать суть этого подхода, необходимо углубиться в философию экзистенциализма.

Сам термин экзистенциализма представляет собой некое направление в философии, где в основу ложится такое явление, как человек, скорее его трудности и проблемы существования окружающем его мире.

Сама идея экзистенциализма берет свои корни ещё с конца XIX века, когда мысль божественной сущности заменяется мыслью научного познания.

Знаменитое высказывания Фридриха Ницше "Бог умер, мы убили его", говорит о последствиях такой идеи, где умирает смысл жизни, когда человек остаётся наедине с собой, когда религиозная сущность исчезает. В результате этого, человечество сталкивается с большой проблемой.

Одна из насущных проблем заключалась в том, что многие люди находятся в поисках смысла жизни, которого может вовсе и не существует. Тем, кто был в этом убеждён, был сам Ницше, выразив следующую мысль: "Мы в поисках смысла, которого нет".

Одно из важных качеств человека заключается в поиске смысла жизни, где человек стремится к новым познаниям, расширяя свои границы мировоззрения. В мире, где отсутствует смысл, само бытие не определено. Сами люди не могут объяснить смысл такого "нового мира".

Понимание такого пространства безграничных идей, где нет пределов и смысла, образует некую дыру, которую люди вольны заполнять чем угодно. Жан – Поль Сартр сформулировал такое явление следующим образом: "У нас существует дыра, размером с Бога, и каждый заполняет ее тем, чем может".

Философия экзистенциализма, представляет собой полную свободу в действиях, где человек творит себя сам, не пребывая в зависимости от чьей-либо воли или какого-то плана.

Главная мысль такой идеи выражается в следующем: "Существование предшествует сущности". Человек словно чистый лист, попадающий в этот мир. Но в этом мире он действует исходя из своих желаний, благодаря таким способностям, как говорить, желать, выбирать. Установка человека базируется на принципах создавать, накапливать, существовать. Сама сущность раскрывается исключительно после смерти: когда человека судят по его делам, сделанным при жизни.

Обратимся к эссе Альберта Камю "Миф о Сизифе". В трактовке автора, мы втаскиваем этот "камень" собственных смыслов и идей, зная, что камень рано или поздно скатится, в результате чего мы умрём, а после нас остаётся ничто.

Экзистенциализм устанавливает предел между жизнью и смертью, согласно которому человек действует, создаёт себя как проект, опираясь на пустоту, и несёт за себя ответственность. Истоки жизни – это мы сами. Идея экзистенциализма, заключается в вере самого себя. Такой подход веры в себя и есть сущность данной философии.

Свобода во всех сферах жизни человека имеет свои побочные эффекты, рождая в человеке "онтологический страх". Само понимание абсолютного нуля, пустоты приводит человека в ужас, принуждающий его действовать (своего рода инквизиция самого себя от осознания). Попытка человека понять границы ничто и ничто как инквизиции, приводит к пониманию возможности любви. Но как это работает? По формуле Сартра, можно утверждать, что любовь - игра предметностей. По принципу Сартра, в хороших отношениях с людьми лежат иные основы- бескорыстные. Люди относятся хорошо к своим ближним по определению, потому что другие нам необходимы, так как они являются частью владения тайной бытия. Ведь для других мы сущность, что-то целое, смысловое, а не существование. Возможно мы не способны любить и выражать эту любовь. Но говоря о нужности, нельзя уверенно сказать, насколько наше отношение к другим есть результат нашей любви, а не каких-то иных мотиваций. Возможно, человек не умеет любить, так как требует ответной любви. Выходит, что наше отношения корыстны. Возможность бескорыстного отношения характерна для тех, кто вовсе и не обладает никакой силой.

По Сартру, необходимо овладеть этой самой тайной так, чтобы не утратить другого. Такое понимание заключается в следующем:

1) Овладение другим как своей возможностью – это преодоление случайности своего бытия.

2) Принцип "или все, или все равно" – основа технологии овладения другим. Человеку нужна вся тайна о себе, иначе случайность бытия непреодолима.

Результат овладения: случайность бытия (Я – это то, что обо мне говорят) превращается в фактичность бытия (Я вынуждаю другого говорить обо мне то, что мне хочется). Фактичность бытия означает желание поставить себя вне всякой системы оценок; сделать себя непреодолимым; превратить себя в

абсолютную цель для другого. (Сделать своё Я – “всеми погашенными возможностями мира”).

Фактичность бытия показывает, что любовь способна родиться из опыта:

- переживания собственного отчуждения (чувства не гарантированности бытия);
- бегства к другому как гаранту моего бытия;
- обретения фактичности своего бытия за счет присвоения субъективности другого.

Любовь первоначально представляет собой стремление стать символом всего мира, в котором готова утонуть свобода другого. Если человек становится предметом выбора другого, то он не должен от него ничего требовать, от него ждут чистой преданности, идеальности без взаимности. Любовь требует от другого бескорыстия, но эта мысль – скорее утопия.

Получается, что «другой» воспринимает меня не как абсолютную цель, а как вещь среди вещей. Следовательно, чтобы завладеть своей тайной, человека надо соблазнить. Понимание соблазна заключается в том, что человек подставляет себя под взгляд другого, и берет на себя риск представления своей неполноты в качестве полноты и заставляет признать себя таковым.

Соблазн – предложение другому не своей фактичности, а иллюзии (себя как “погашенную возможность” мира): это иллюзия, желающая быть фактичной. Подобное желание осуществимо, если другой согласится принять эту иллюзию, т. е. признает себя ничем перед лицом полноты моего абсолютного бытия.

Любовь как кокетство, включает в себя сумму намёков, что сближение возможно, но нет в такой возможности гарантий. Кокетство — это реакция на соблазн, представляющая собой взаимную требовательность и бескорыстность. А любовь в свою очередь представляется в виде игры зеркальных отражений. Любящие остаются с своей обособленной субъективной тотальности, “ничто” не снимает обязанность самому поддерживать свое бытие, не исключает случайности своего бытия. Любовь не может существовать вечно, любящие разделены огромной бездной «ничто». Любовь в любом случае исчезает, заставляя проходить эту цепочку новых людей вновь и вновь, порождая вечные искус, соблазн, кокетство.

Итак, любовь как интенция, как направленность к предмету говорит об отсутствии самодостаточности человека, его принципиальной незавершенности. Предметность любви в известном смысле ее убивает. Любовь – это “прожорливая” и принципиально “ненасытная” субстанция. Обладание чем-либо не дает человеку идиллий. Счастье – это не факт, а акт; это жажда повторения. Всякая любовь порождает шлейф человеческой незавершенности, неудовлетворённости.

Может быть, прав поэт:

“Любить, но кого же,  
на время не стоит труда,  
а вечно любить невозможно”.

М.Ю. Лермонтов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Сакутин В.А. Любовь в экзистенциальной философии. 2013. URL: <https://dr-slabinsky.livejournal.com/245921.html> (дата публикации: 24.01.2013).

## **ВЗАИМОСВЯЗЬ ПОЛИТИКИ И ЭКОНОМИКИ НА ПРИМЕРЕ РАЗВИТИЯ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ В РОССИИ**

*Р.В. Стариков, Д.А. Кулешов*

*Научный руководитель – к.филос.н., доцент, доцент кафедры ГиСПН  
Мещерякова Л.Я.*

Основным фактором в образовании единого коммуникативного пространства любой страны является гражданская авиация. В современной России она утрачивает свою роль связующего звена в связи с ослаблением субъектности государства в условиях становления рыночных отношений. Коммуникационное пространство – это сложная система многообразных связей, возникающих между различными участниками. Укрепляя связи между регионами страны, предоставляя безопасные и качественные услуги, гражданская авиация обеспечивает условия динамичного экономического и социального развития страны, а, следовательно, создаёт условия для ее территориальной целостности и единства коммуникационного пространства. В современной России центральной проблемой является сложность организации, чего нельзя было сказать про СССР.

Советский «Аэрофлот», сотрудничая с авиационно-конструкторскими бюро, формировал единый авиационный кластер, который был разрушен в процессе распада страны, что привело к краху отечественную авиационную промышленность, вызвав тенденцию к нарушению коммуникативного единства пространства. Отсутствие поддержки государства, инфляция, рост цен на авиационное топливо способствовали увеличению стоимости авиационной перевозки, заметно снизив уровень социальной мобильности населения, спровоцировав угрозу ослабления механизма формирования идентификации населения как граждан РФ. В результате гражданская авиация перестала играть роль связующего звена субъектов страны. Как показывает история, только государство является основным институтом, способным сформировать коммуникационное пространство и единый народ как союз граждан. Без государственной поддержки гражданская авиация не может эффективно функционировать [1].

Ключевым показателем эффективности воздушного транспорта является его объём в общей доле перевозок магистральными видами транспорта, который в России составляет более одной трети всего пассажирооборота и существенную часть грузоперевозок. Кроме того, воздушный транспорт соединяет самые труднодоступные уголки нашей огромной страны друг с другом и более крупными городами. Во многих отдалённых территориях, таких как Дальний Восток, зачастую воздушные перевозки осуществляет только один перевозчик, что делает его монополистом в своей сфере и позволяет повышать цены на стоимость пассажирских перевозок. В таких случаях необходимо государственное урегулирование предоставления услуг на воздушном транспорте, которое

нацелено на обеспечение потребностей граждан и экономики в воздушной перевозке, авиационных работах, а также обороны и безопасности государства, охраны интересов государства, безопасности полетов воздушных судов.

В России государственное урегулирование деятельности в сфере гражданской авиации регламентируется Воздушным кодексом РФ, приказами Министерства транспорта Российской Федерации и особыми Постановлениями Правительства РФ [2-5]. Ярким примером государственного урегулирования в сфере авиаперевозок является предоставление субсидированных (льготных) билетов. Постановлением Правительства Российской Федерации утверждено предоставление субсидированных билетов определённым категориям граждан на Дальний Восток, в г. Симферополь, г. Калининград и по региональным перевозкам [6]. Эта мера позволяет восстановить целостность транспортной структуры государства за счёт снижения стоимости перевозок для лиц с ограниченными возможностями жизнедеятельности, студентов и школьников, лиц моложе 23 лет, многодетных семей и прочих категорий. Авиакомпания-участницы программы предоставляют этим гражданам субсидированные билеты, необлагаемые налоговыми сборами, а государство восполняет убыток авиаперевозчика из средств федерального бюджета. Таким образом, повышается доступность услуг авиаперевозок, увеличивается пассажиропоток, восстанавливается связь территорий. Также эти меры способствуют экономическому и социальному развитию Дальнего Востока, Байкальского региона и Республики Крым.

Ввиду популяризации Крыма как достойной замены зарубежным курортам эта программа позволяет гражданам РФ по достоинству оценить черноморское побережье и азовское море, не покидая границы нашего государства. Важной составляющей экономики Республики Крым является туристическая отрасль. Предоставление субсидированных билетов позволяет привлечь туристов в Крым, увеличивая тем самым валовой региональный продукт. Программа социального и экономического развития РК действовала с 2017 по 2020 год. Мы можем наблюдать резкий скачок ВРП в этот период на рисунке 1.

	2014	2015	2016	2017	2018 <sup>2)</sup>	2019
Валовой региональный продукт в текущих основных ценах, млн рублей	189439,2	265970,6	327739,3	346100,4	437438,0	469281,3
Индекс физического объема валового регионального продукта, в % к предыдущему году	–	108,5	106,0	104,0	105,1	103,1
Валовой региональный продукт на душу населения, рублей	100526,4	139873,3	171623,8	180925,0	228692,9	245411,7
<small><sup>1)</sup>Расчет ВРП произведен с учетом оценки жилищных услуг, производимых и потребляемых собственниками жилья, и оценки потребления основного капитала исходя из его текущей рыночной стоимости. (Комментарий к публикации размещен на официальном интернет-портале Росстата <a href="https://rosstat.gov.ru/accounts">https://rosstat.gov.ru/accounts</a> в разделе: Статистика / Официальная статистика / Национальные счета / Информация).</small>						
<small><sup>2)</sup>Данные уточнены по сравнению с ранее опубликованными.</small>						

Рис. 1. Объём и динамика валового регионального продукта Республики Крым за 2014-2019 гг.

Учитывая всё вышесказанное, можно предположить, что предоставление льготных билетов, наряду с прочими мерами социально-экономического развития, способствовало повышению ВРП этого региона [7].

## ЛИТЕРАТУРА

1. Мещерякова, Л. Я. Роль гражданской авиации в формировании единого коммуникационного пространства РФ / Л. Я. Мещерякова, Д. С. Адамов // Инновации в гражданской авиации. – 2016. – № 2. – С. 62-67.

2. Транспортная стратегия РФ на период до 2030 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.mintrans.ru/news/detail.php?ELEMENT\\_ID=4931](http://www.mintrans.ru/news/detail.php?ELEMENT_ID=4931) (дата обращения 2.04.2021)

3. Воздушный кодекс РФ от 19.03.1997 N 60-ФЗ (ред. от 30.04.2021) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_13744/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_13744/) (дата обращения 1.04.2021)

4. Приказ Минтранса России от 28.06.2007 N 82 (ред. от 15.09.2020) "Об утверждении Федеральных авиационных правил "Общие правила воздушных перевозок пассажиров, багажа, грузов и требования к обслуживанию пассажиров, грузоотправителей, грузополучателей" [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_71492/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_71492/) (дата обращения 1.04.2021)

5. Приказ Министерства транспорта Российской Федерации (Минтранс России) от 15 февраля 2016 г. N 24 г. Москва "Об утверждении Порядка предоставления пассажирам из числа инвалидов и других лиц с ограничениями жизнедеятельности услуг в аэропортах и на воздушных судах". [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mintrans.gov.ru/documents/2/5341> (дата обращения 9.05.2021)

6. Постановление Правительства РФ от 02.03.2018 N 215 (ред. от 14.11.2018) "Об утверждении Правил предоставления субсидий из федерального бюджета организациям воздушного транспорта в целях обеспечения доступности воздушных перевозок населению и о признании утратившими силу некоторых актов Правительства Российской Федерации". [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://favt.gov.ru/public/materials/f/a/9/8/b/fa98b9486710bfb386854eff3829470c.pdf> (дата обращения 9.05.2021)

7. Управление Федеральной службы государственной статистики по Республике Крым и г. Севастополю. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://crimea.gks.ru/folder/27536> (дата обращения 9.05.2021)

## ВЛИЯНИЕ КОНФУЦИАНСТВА В СОВРЕМЕННОМ ОБЩЕСТВЕ

*В.А. Остапенко*

*Научный руководитель – д. филос. н., профессор, профессор каф. ГиСПН  
Некрасов С.И.*



Многих привлекает культура Китая, она очень загадочная и оригинальная. Восточная держава, которая долгое время была изолирована от других стран мира, манит своей непредсказуемостью и умением сохранять культурные ценности и поддерживать традиции. Философско-религиозное учение – конфуцианство можно по праву считать одним из главных достижений китайской духовной культуры. Основоположником и основателем конфуцианства является Кун Фуцзы китайский ученый пятого века до н. э. Имя этого ученого с китайского языка переводится как «мудрый учитель Кун», а в европейской транскрипции оно передается как Конфуций. Это имя вошло в историю, мудрец положивший основу философии, нравственные и этические принципы поведения, которые актуальны и в наше время.

Так как сегодня на нашей планете обостряются различные конфликты и кризисы, то несомненно в учении конфуцианства нуждается не только Китай, но и весь мир. Об этом говорят ученые их 22 стран.

В написанном Конфуцием сборнике есть ответы на все вопросы, которые затрагивают не только правила поведения любого человека, но и управление государством. Жизненный путь мудреца стал примером и основой для следующего поколения.

15 лет – желание учиться и само образовываться;

30 лет – развитие навыков самостоятельности;

40 лет – формирование убеждений и мировоззрения;

50 лет – осознанное понимание жизни и умение ставить цели;

60 лет – формируется умение видеть и слышать, уже вряд ли кому-то удастся обмануть тебя;

70 лет – осознание гармонии Вселенной, следование за ритуалами, ниспосланными небом.

**Этические принципы конфуцианства в современном обществе.** В основе учения лежат правила поведения каждого человека. Как говорил Конфуций: воспитание человека – самая главная задача, стоящая перед реформатором. Для любого сильного государства самым главным фактором должен быть – человеческий. Но возникает серьезная проблема, как заставить людей действовать как должно, ведь каждый человек ленив по своей натуре и, даже понимая, что живет и действует неправильно, не хочет заниматься перевоспитанием самого себя. Но еще сложнее всего взглянуть на мир по-новому, изменить устоявшиеся взгляды.

Моральное учение Конфуция сегодня также рассматривается как средство совершенствования человеческого поведения в обществе, наполненном стяжательством и эгоизмом.

Конфуций не был никогда правителем, он был ученым и служил правителям – советником. В эпоху разрушения ему удалось уловить суть "китайской идеи", ведь именно она до сих пор ведет китайский народ.

Может и в России уже есть свои русские Конфуции? Сегодня они как никогда нужны нашей Родине, а не Дворковичи и Рабиновичи. Сколько можно брать пример и принимать учения у еврейских и американских «учителей», а

образцом и эталоном культуры считать вульгарный американско-еврейский Голливуд.

Основой философии Конфуция является:

- Необходимо развивать добро, в каждом человеке есть только предпосыл добра, поэтому его необходимо культивировать и тогда общество станет милосердным и доброжелательным. А если культивировать в человеке зло, что происходит в США и у нас в России, то и общество будет таким же злым.

- В основе общества должно лежать: справедливость, сердечность, человечность и искренность между людьми. Главным примером и образцом для подражания должны выступать лидеры государств. В первую очередь учение направлено на самосовершенствование правящей элиты, а народ пойдет за своим лидером. И ведь это совершенно верно. Какой подчиненный будет верным и честным, если будет видеть, что его начальник вор и пройдомец. Существует множество примеров из истории и Россия не исключение.

- Гуманизм – человеколюбие, уважительное отношение к старшим, помощь и поддержка младших. Самое главное для человека не борьба за власть и знатность и даже не образование и занимаемая должность, а умение найти свое место в обществе, выстроить взаимоотношения с людьми. Великий учитель говорил: «Благородный муж, прежде всего, думает о долге, а мелкий человек о собственной выгоде».

Конфуцианство можно смело назвать философией, а не религией, даже несмотря на то, что оно признает существование богов, духов, демонов. Главная цель конфуцианства: ясное, точное, глубокое знание о политической и нравственной жизни человека. А поэтому конфуцианство не устареет никогда, а наоборот станет только более востребованным во всем мире.

А ведь это очень близко и к русской идее. Жить по совести и правде - не по формальному закону как высшему судье, а по Богу. Это не значит, что нужно забыть про законы, просто есть более высокая правда жизни, чем навязанный России раввинский талмудизм.

### **Практическая часть**

В ходе своей работы, я решил узнать, знает ли современная молодежь о учениях Конфуция. А для этого я провёл опрос среди студентов и преподавателей нашего университета, задав им 3 простых вопроса:

1. Знаете ли вы кто такой Конфуций?
2. Знаете ли вы что такое конфуцианство?
3. Может ли конфуцианство способствовать милосердию и толерантности?

Из 20 опрошенных, на 1 вопрос да, ответили 17 человек, и 3 чел. нет.

На 2 вопрос 16 человек ответило, да и 4 человека нет.

И наконец-таки на 3 вопрос 16 ответили может, и 4 человека засомневались в этом.

Можно сделать вывод, что большинство опрошенных знают о конфуцианстве, и считают, что оно положительно влияет на современное общество!

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1. <https://xn--b1adclonnbcbgxxh1fle.xn--p1ai/raznoe/filosofy-konfucij-%E2%80%8Bkonfucij-genij-velikij-myslitel-i-filosof-drevnego-kitaya-obshhenet.html>

## ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ СТУДЕНТОВ, КАК СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ИХ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ЗНАНИЙ И КОМПЕТЕНЦИЙ

*Д.И. Преферансов, А.И. Фирстова, А.В. Томила*

*Научный руководитель – д.т.н., доцент, профессор каф. Физики  
Капуткин Д.Е.*

### **Введение**

В настоящей работе рассмотрен вопрос, полезно ли участие студентов технического ВУЗа (МГТУ ГА) в дополнительном образовании заинтересованных школьников. Цель работы: объективное исследование влияния на знания и компетенции студентов их педагогической деятельности по обучению абитуриентов.

Статья 58 Федерального закона РФ об образовании [1] в п.1 предусматривает, что «Освоение образовательной программы ... сопровождается промежуточной аттестацией обучающихся, проводимой в формах, определенных учебным планом, и в порядке, установленном образовательной организацией». В МГТУ Гражданской Авиации в качестве форм промежуточной аттестации и, соответственно, основных форм контроля знаний и компетенций студентов приняты экзамены, зачёты, курсовые работы. Поэтому сравнение уровня компетенций должно производиться именно по результатам сессий.

Гипотеза исследования – уровень знаний и компетенций студентов повышается в результате взаимодействия с менее подготовленной аудиторией (абитуриентами) в процессе преподавания. Студенты были привлечены к обучению школьников восьмых классов школы 1590 г. Москвы в кружке по физике и выполняли обязанности ассистентов преподавателя как в очном режиме, так и в условиях удалённой работы, вызванной режимом повышенной готовности в связи с эпидемией COVID-19.

### **1. Выбор экспериментальной и контрольной групп студентов и перечня критериев измерения изменений.**

Экспериментальная группа (ЭГ) – участники проекта, контрольная группа (КГ) – все остальные студенты той же специальности, учившиеся параллельно с ЭГ.

Для оценки влияния преподавания студентами на их знания и компетенции в качестве количественного критерия можно выбрать средний балл по всем предметам за сессию (СБ). Выбранный критерий является статистически корректным с точки зрения независимости результатов измерений, поскольку преподаватели, выставившие оценки за дисциплины, не знали о проведении исследования, никак не выделяли студентов ЭГ и не были прямо или косвенно заинтересованы в результатах исследования.

### **2. Результаты измерений и обработка статистических данных**

Студенты были привлечены к работе кружка по физике в начале их обучения на втором курсе. На первом курсе эти студенты существенно не отличались от остальных студентов своей специальности. В результате

педагогической деятельности в кружке по физике СБ студентов ЭГ по результатам 3 и 4 сессий на 0,35 балла превышал СБ студентов КГ [2].

Проверка гипотезы о нормальности распределения показала, что асимметрия и эксцесс распределения по модулю существенно превышают 0,5 (табл. 1), и, следовательно, распределения СБ не являются нормальными [3].

Таблица 1

Результаты оценки нормальности распределения средних баллов

№ сессии	Экспериментальная группа		Контрольная группа	
	Асимметрия	Эксцесс	Асимметрия	Эксцесс
1	0,00	-1,20	-0,03	-1,53
2	1,54	2,89	0,03	-0,98
3	2,00	4,00	-0,12	-1,45
4	0,00	-1,20	-0,74	-0,10

В таком случае для принятия решения о статистической значимости различия результатов ЭГ и КГ приходится пользоваться каким-либо непараметрическим критерием. Для выборок, содержащих небольшое количество результатов измерений (менее 50), это критерий  $U$  Манна-Уитни. Для принятия гипотезы о различии результатов выборок необходимо, чтобы фактическая величина  $U_x$  была больше критической, которая для 22 измерений в КГ и 4 измерений в ЭГ при уровне значимости 0,05 равно 20 [3].

Табл. 2. показывает, что с вероятностью 95 % успеваемость ЭГ и КГ по результатам 1 и 2 сессий статистически значимо не отличалась, а по результатам 3 и 4 сессий – отличалась. Количественную оценку различий статистически корректно по полученным результатам провести невозможно из-за недостаточности числа измерений. Расчёт с помощью калькулятора на сайте <https://allcalc.ru/node/>, показал, что количественное сравнение результатов возможно при не менее 50 участников в каждой группе.

Таблица 2

Значения критерия Манна-Уитни  $U$  при сравнении средних баллов по результатам сессий студентов экспериментальной и контрольной групп

Номер сессии	1	2	3	4
$U_x$	20	19	36	34

### Выводы

1. Волонтерская деятельность заинтересованных студентов технического ВУЗа в качестве ассистентов преподавателя в школьном кружке по физике положительно сказалось на их компетенциях. Аналогичные кружки можно организовывать не только по физике, но и по другим предметам.

2. Плюсами массового внедрения подобной практики будет увеличение узнаваемости ВУЗа, а также количества и качества абитуриентов, повышение качества отдельных выпускников. При этом возможна удобная интеграция

практики с учебным временем, так как подобные кружки могут проводиться непосредственно в стенах ВУЗа или онлайн.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральный Закон об образовании 273-ФЗ от 29.12.2012. <http://zakon-ob-obrazovanii.ru/>

2. Капуткин, Д. Е. Влияние педагогической деятельности студентов технических специальностей на уровень их профессиональных компетенций / Д. Е. Капуткин, Д. И. Преферансов // Инновации в образовании. – 2021. – № 2. – С. 15-24.

3. Янцев А.В. Выбор статистических критериев. Учебное пособие по биометрии для студентов биологов. Симферополь, 2012 – 138 с.

## Секция «Математика в жизни человека»

### КОД ХЭММИНГА

*М.А. Корякина, Д.В. Трофимов*

*Научный руководитель – к.ф.-м.н., доцент, зав. каф. ВМ Дементьев Ю.И.*

В современном обществе обмен информацией по каналам связи является одним из важнейших составляющих жизни человека. Какими бы надёжными ни были каналы передачи данных, всегда возможны искажения или потеря части сообщений. При современных гигантских объёмах передаваемой информации дублировать сообщения для надёжности нерационально, долго и дорого.

Для решения указанной проблемы в прошлом веке были разработаны самоконтролирующиеся коды [1], которые позволяют определить, было ли сообщение передано с ошибкой, а также самокорректирующиеся коды, которые сами могут исправить ошибку в случае надобности.

Темой нашей работы является написание программы, которая проверяет, передана ли информация без искажений, и, если зафиксированы искажения, то устраняет их.

Необходимость передачи информации без малейших искажений чётко проявляется, например, при передаче исполняемых файлов. Ведь изменение даже в одном бите может привести к неработоспособности программы. Ещё большая важность передачи информации без каких-либо искажений возникает при передаче хеш-функций паролей, так как сбой в одном бите приведёт к блокированию данных, запрету доступа, невыполнению транзакций и прочим проблемам. [2]

Одним из таких методов верификации и восстановления данных является код, разработанный математиком Ричардом Хэммингом и носящий сейчас его имя. Реализацию именно этого кода мы взяли за основу в нашей программе.

Код Хэмминга – это самоконтролирующийся и самокорректирующийся код, который построен применительно к двоичной системе счисления. Он позволяет исправлять одиночную ошибку, то есть ошибку в одном бите слова, а также находить двойную ошибку без исправления. Разбив сообщение на части, у нас будет больше шансов отследить искажённые данные. [3]

Для построения самокорректирующегося кода, рассчитанного на исправление одиночных ошибок, одного контрольного разряда недостаточно. Количество контрольных разрядов  $k$  должно быть выбрано так, чтобы удовлетворять неравенству, а  $m$  – количество основных двоичных разрядов кодового слова.

$$k \geq \log_2(m + k + 1)$$
$$2^k \geq k + m + 1$$

Для их построения достаточно приписать к каждому слову один добавочный (контрольный) двоичный разряд и выбрать цифру этого разряда так, чтобы общее количество единиц в изображении любого числа было, например, четным. Одиночная ошибка в каком-либо разряде передаваемого слова (в том

числе, может быть, и в контрольном разряде) изменит четность общего количества единиц. Счетчики по модулю 2, подсчитывающие количество единиц, которые содержатся среди двоичных цифр числа, могут давать сигнал о наличии ошибок.

Коды коррекции ошибок используются не только для передачи данных, но и для хранения их на различных носителях. Например, при записи данных на компакт-диск помимо основной информации записываются еще и проверочные части. Это позволяет считывать данные без ошибок даже в случае повреждения носителя. [4]

Построение кодов Хемминга основано на принципе проверки на четность числа единичных символов: к последовательности добавляется такой элемент, чтобы число единичных символов в получившейся последовательности было четным.

Нами была разработана программа «Кодер/декодер кода Хэмминга», написанная на языке программирования Python версии 3.8.

Программа представляет из себя набор встроенных функций:

Внутренняя функция проверки «`is_bool`» проверяет что вся строка состоит лишь только из нулей и единиц.

Внутренняя функция «`counter`» возвращает значения контрольных сумм (битов).

Функция шифрования «`to_hamming`» получает на вход шестнадцатиразрядный двоичный код, вычисляет по алгоритму кодировки Хэмминга для него контрольные биты, вставляет строго в определённых местах – это позиции с номерами, равными степеням двойки, и даёт на выходе готовый 21-разрядный код.

Функция дешифрования «`to_16bit`» получает на входе код Хэмминга с набором контрольных бит. Производится повторное вычисление контрольных сумм и сравнение с теми, что уже есть в числе. Если контрольные биты в числе и новые контрольные суммы не сходятся, то программа начинает складывать позиции неверных контрольных. После того как позиция определена программа заменяет бит с ошибкой на верный и после этого произведет изъятие контрольных битов из строки. На выходе получаем скорректированный 16-разрядный код.

Данная программа позволяет обнаруживать и исправлять единичные ошибки при передаче 21-разрядного двоичного кода с набором контрольных бит, а также позволяет формировать такой код из 16-разрядного двоичного кода, автоматически высчитывая и подставляя в него контрольные суммы.

Написанную нами программу можно применять для создания всевозможных кодовых слов, паролей, а также пин-кодов от телефонов и банковских карточек.

Предположим, что мы боимся забыть свой пароль или пин-код. Написать его напрямую опасно, ведь кто-то может увидеть. Одно из решений проблемы – применение кода Хэмминга. Можно записать его в виде двоичного числа. Если на листе написан набор нулей и единиц, никому и в голову не придет что это, например, пин-код от банковской карты, а если такая мысль и появится, то расшифровать эту информацию маловероятно, так как она прошла обработку кодом Хэмминга.



Более того, учитывая самокорректирующуюся способность рассматриваемого алгоритма, в хранимой последовательности цифр мы можем намеренно допустить ошибку. Это сделает информацию совершенно невозстанавливаемой для злоумышленника, а наша программа безошибочно восстановит первоначальные кодовые слова, пароли, пин-коды.

Таким образом, мы можем обезопасить наше секретное слово или число от попадания в руки злоумышленников, а в нужный момент получим его обратно, расшифровав наши никому непонятные нули и единицы.

Также наша программа может служить как средство самопроверки знаний студентов ВУЗов в области дискретной математики и криптографии.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Питерсон У., Уэлдон Э. Коды, исправляющие ошибки: Пер. С англ. Москва: Мир, 1976, 600 с.

2. Кларк Д., Кейн Д. Кодирование с исправлением ошибок в системах цифровой связи: Пер. С англ. М.: Радио и Связь, 1987, 300 с.

3. Э. Таненбаум Архитектура компьютера 6-е издание. Санкт-Петербург: Питер, 2018, 816 с.

4. Пенин П.Е., Филиппов Л.Н. Радиотехнические системы передачи информации. М.: Радио и Связь, 1984, 256 с.

## НАХОЖДЕНИЕ КРАТЧАЙШИХ МАРШРУТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АЛГОРИТМОВ ДЕЙКСТРЫ

*Ю.Д. Шамолина, А.С. Шумилова*

*Научный руководитель – к.э.н., доцент, доцент каф. ВМ Платонова И.В.*

Каждый из нас хотя бы раз в жизни пользовался навигатором, путеводителем или хотя бы обычной картой. Известно, что быстрее всего до пункта назначения можно добраться по кратчайшему маршруту [1]. Для поиска кратчайших путей из одного пункта в любой другой целесообразно использовать алгоритм Дейкстры [3]. Рассмотрим решение конкретной задачи. С помощью алгоритма Дейкстры найдём кратчайшие расстояния из г. Санкт-Петербурга до других городов Ленинградской области.

Дана сеть автомобильных дорог, соединяющих города области, причём «расстояния» между каждой парой населённых пунктов известны. Движение на каждой дороге происходит в обе стороны.

В данной работе использовалась карта Ленинградской области, где каждому городу был присвоен определённый номер, это отражено на рисунке 1.

## Вершины городов, используемые в графе

- |                  |                     |
|------------------|---------------------|
| 1. Подпорожье    | 10. Сосновый бор    |
| 2. Лодейное поле | 11. Волосово        |
| 3. Волхов        | 12. Гатчина         |
| 4. Тихвин        | 13. Санкт-Петербург |
| 5. Бокситогорск  | 14. Кировск         |
| 6. Кириши        | 15. Всеволожск      |
| 7. Луга          | 16. Выборг          |
| 8. Сланцы        | 17. Приозерск       |
| 9. Кингисепп     |                     |

Рис. 1. Нумерация названий городов

Автомобильные дороги между городами – это рёбра графа. Каждому ребру приписано число – время в пути между соседними вершинами (городами) [2]. Рядом с каждой вершиной записываем метку. Метка содержит два символа. Первый символ – вершина, из которой попали в данную вершину, а второй символ обозначает время кратчайшего пути до этой вершины из вершины отсчета. В данном графе вершиной отсчета является Санкт-Петербург (13).

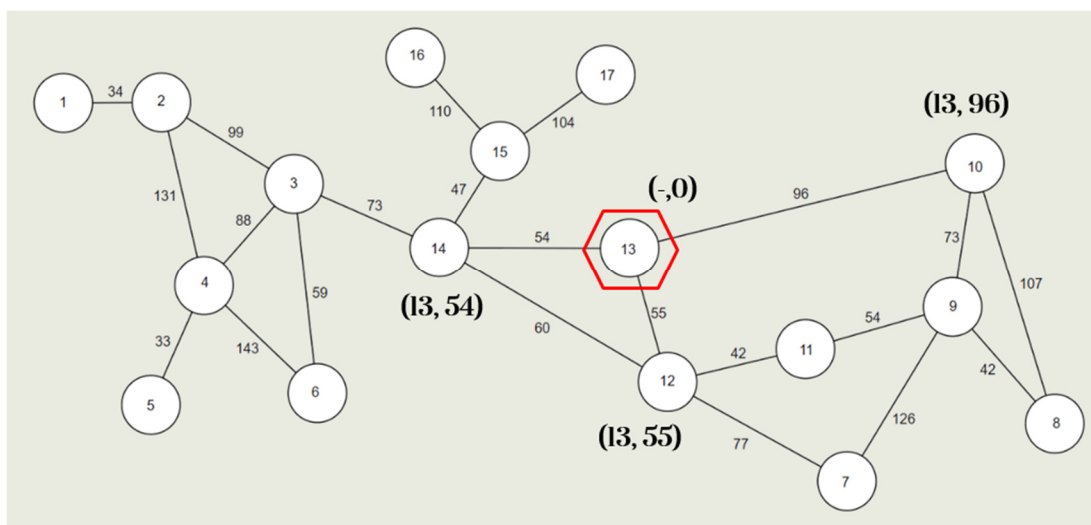


Рис. 1. Граф Ленинградской области

Далее присваиваем метки всем смежным вершинам. После этого вершина 13 считается просмотренной. Затем из помеченных вершин выбираем вершину с наименьшим значением времени в метке. Это вершина 14. Присваиваем метки всем смежным вершинам. Метка исправляется в том случае, если второе число в новой метке меньше, чем соответствующее значение в предыдущей. Просмотренные вершины закрашиваем. Задача решена, когда все вершины помечены и просмотрены (рисунок 2).

В результате решения получены окончательные результаты – граф со всеми помеченными и просмотренными вершинами (рисунок 2), а также таблица со значениями кратчайшего времени от точки отсчета до любой искомой вершины (рисунок 3).

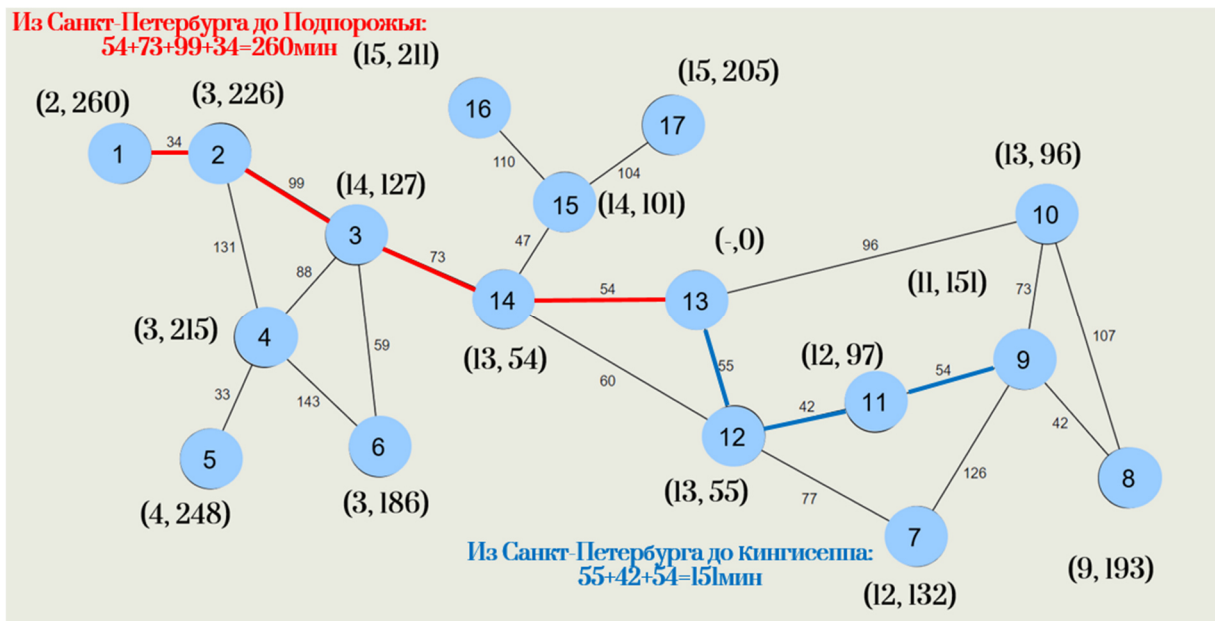


Рис. 2. Помеченный граф

ИЗ	В	ВРЕМЯ
Санкт-Петербург	Подпорожье	260 мин (4ч. 20мин.)
Санкт-Петербург	Лодейное поле	226 мин (3ч. 46мин.)
Санкт-Петербург	Волхов	127 мин (2ч. 7мин.)
Санкт-Петербург	Тихвин	215 мин (3ч. 35мин.)
Санкт-Петербург	Бокситогорск	248 мин (4ч. 8мин.)
Санкт-Петербург	Кириши	186 мин (3ч. 6мин.)
Санкт-Петербург	Луга	132 мин (2ч. 12мин.)
Санкт-Петербург	Сланцы	193 мин (3ч. 13мин.)
Санкт-Петербург	Кингисепп	151 мин (2ч. 31мин.)
Санкт-Петербург	Сосновый бор	96 мин (1ч. 36мин.)
Санкт-Петербург	Волосово	97 мин (1ч. 37мин.)
Санкт-Петербург	Гатчина	55 мин
Санкт-Петербург	Кировск	54 мин
Санкт-Петербург	Всеволожск	101 мин (1ч. 41мин.)
Санкт-Петербург	Выборг	211 мин (3ч. 31мин.)
Санкт-Петербург	Приозерск	205 мин (3ч. 25мин.)

Рис. 3. Таблица кратчайших маршрутов от г. Санкт-Петербурга до любого города Ленинградской области

### ЛИТЕРАТУРА

1. Томас Х. Кормен, Чарльз И. Лейзерсон, Рональд Л. Ривест, Клиффорд Штайн. Алгоритмы: построение и анализ
2. ЯндексКарты.  
[https://yandex.ru/maps/geo/sankt\\_peterburg/53152804/?ll=30.304908%2C59.918072&z=10.26](https://yandex.ru/maps/geo/sankt_peterburg/53152804/?ll=30.304908%2C59.918072&z=10.26)
3. Левитин А. В. Глава 9. Жадные методы: Алгоритм Дейкстры // Алгоритмы. Введение в разработку и анализ – М.: Вильямс, 2006. – С. 189 – 195. – 576 с.

## НАХОЖДЕНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ В СЛУЧАЙНЫХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЯХ ЧИСЕЛ

Б.П. Агаджанян, С.М. Куликов

Научный руководитель – к.ф.-м.н., доцент, доцент каф. ВМ Волова Е.В.

Во многих задачах из различных областей требуется установить зависимость между величинами, числами, переменными, например, при шифровании и расшифровке. Существуют различные виды описания взаимосвязей: табличная, аналитическая и графическая. В нашей статье мы описываем способ нахождения формулы, позволяющий связать числа последовательности.

**Теорема.** Если существует последовательность различных чисел, то аналитическую связь между этими числами можно найти по функции связи  $y = \frac{\sum_{k=2}^n \Delta_{k-1} \cdot x^{n-k}}{\Delta}$ , где  $n$  – количество чисел в последовательности,  $\Delta_{k-1}$  – дополнительные определители системы линейных алгебраических уравнений по методу Крамера [2],  $\Delta$  – определитель системы,  $x$  – входные числа,  $y$  – выходные числа.

**Доказательство.** Рассмотрим последовательность  $n$  случайных чисел:  $a, b, \dots, e, f$ , где  $a, b, \dots, e, f$  – различные константы,  $n$  – общее количество таких чисел.

Связь между этими числами будем находить по следующему алгоритму: из первого числа будем получать второе, из второго – третье и т.д. до  $n$ -го числа. Представим данный алгоритм через таблицу входных и выходных чисел:

Таблица 1.

$x$	$a$	...	□
$y$	$b$	...	$f$

Величины, приведенные в таблице 1, означают следующее: значения в строке  $x$  – входные числа, значения в строке  $y$  – выходные числа.

**Замечание 1.** Заметим, что количество входных и выходных чисел одинаковое в силу того, что для входных чисел мы не учитываем последнее число последовательности, а для выходных чисел мы не учитываем первое.

Поскольку нам необходимо использовать каждое число нашей последовательности для образования связи между входными и выходными числами, а также восстановить последовательность поэтапно (см. алгоритм), то мы будем брать степенные функции (нам нужно получать разные числовые значения, используя одно число, причем их количество зависит от общего количества чисел в искомой последовательности).

Возьмем показатели степени, соответствующие слагаемым бинома Ньютона ( $\sum_{k=0}^n x^{n-k}$ ), причем каждое значение в виде степени  $x$  нам нужно корректировать в зависимости от исходных чисел нашей последовательности. Для этого каждое такое значение умножим на константы связи, которые представляют собой

числовую характеристику взаимосвязи чисел между собой (насколько одно число влияет на другое).

Учитывая все ранее сказанное, получим:

$$y = w \cdot x^{n-2} + s \cdot x^{n-3} + \dots + q \cdot x^0 \quad (1)$$

где:  $w, s, q$  – константы связи. В показателе степени  $x$  величина  $k$  – натуральное число (см. формулу бинорма Ньютона) – начинается с двух, поскольку связь можно будет найти, зная два и более чисел. Исходя из предыдущего предложения и того, что последний показатель степени  $x$  должен быть равен нулю, получим, что количество констант связи всегда будет на единицу меньше общего количества входных и выходных чисел (количество входных и выходных чисел всегда одинаковое, согласно замечанию 1, при  $n = 2$  – одна константа связи, при  $n = 3$  – две константы связи и т.д.).

Чтобы найти закономерность в случайных последовательностях чисел, необходимо вычислить значения констант связи. Для этого подставим в соотношение (1) значения из таблицы 1 и получим систему линейных алгебраических уравнений [1], [2]:

$$\begin{cases} w \cdot a^{n-2} + s \cdot a^{n-3} + \dots + q = b \\ \vdots \\ w \cdot c^{n-2} + s \cdot c^{n-3} + \dots + q = d \end{cases} \quad (2)$$

В силу того, что количество констант связи совпадает с количеством выходных чисел, то количество неизвестных членов совпадет с количеством уравнений, поэтому систему можно решить, используя метод Крамера:

$$w = \frac{\Delta_1}{\Delta}; s = \frac{\Delta_2}{\Delta}; q = \frac{\Delta_{n-1}}{\Delta},$$

где:

$$\Delta = \begin{vmatrix} a^{n-2} & a^{n-3} & \dots & 1 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ c^{n-2} & c^{n-3} & \dots & 1 \end{vmatrix}, \Delta_1 = \begin{vmatrix} b & a^{n-3} & \dots & 1 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ d & c^{n-3} & \dots & 1 \end{vmatrix},$$

$$\Delta_2 = \begin{vmatrix} a^{n-2} & b & \dots & 1 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ c^{n-2} & d & \dots & 1 \end{vmatrix}, \Delta_{n-1} = \begin{vmatrix} a^{n-2} & a^{n-3} & \dots & b \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ c^{n-2} & c^{n-3} & \dots & d \end{vmatrix}.$$

В последней константе связи у дополнительного определителя стоит индекс  $n - 1$ , поскольку для входных чисел мы не учитываем последнюю константу искомой последовательности, а для выходных чисел мы не учитываем первую константу той же последовательности (см. замечание 1).

Подставляя значения констант связи из соотношения (3) в (1), получим:

$$y = \frac{\Delta_1}{\Delta} \cdot x^{n-2} + \frac{\Delta_2}{\Delta} \cdot x^{n-3} + \dots + \frac{\Delta_{n-1}}{\Delta} = \frac{\sum_{k=2}^n \Delta_{k-1} \cdot x^{n-k}}{\Delta}.$$

Что и требовалось доказать.

**Замечание 2.** Определитель системы есть определитель Вандермонда [1] и равен  $\prod_{1 \leq j < i \leq n} (x_i - x_j)$ , где  $i, j$  – индексы строк (в каждом столбце коэффициенты бинорма Ньютона). Поскольку последовательность состоит из различных чисел, то определитель системы отличен от нуля.

**Пример.** Найти аналитическую связь между числами искомой последовательности 3, 10, -5.

Функция связи в нашем случае примет вид:

$$y = \frac{\sum_{k=2}^n \Delta_{k-1} \cdot x^{n-k}}{\Delta} = (\Delta_1 \cdot x + \Delta_2) / \Delta = w \cdot x + q \quad (4),$$

где:  $w, q$  – константы связи.

Подставляя в (4) пары (3; 10) и (10; -5), получим систему уравнений:

$$\begin{cases} w \cdot 3 + q = 10 \\ w \cdot 10 + q = -5. \end{cases}$$

В силу того, что количество неизвестных совпадает с количеством уравнений, решим эту систему методом Крамера, получим:

$$w = \frac{\Delta_1}{\Delta} = \frac{\begin{vmatrix} 10 & 1 \\ -5 & 1 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 3 & 1 \\ 10 & 1 \end{vmatrix}} = -\frac{15}{7}, q = \frac{\Delta_2}{\Delta} = \frac{\begin{vmatrix} 3 & 10 \\ 10 & -5 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 3 & 1 \\ 10 & 1 \end{vmatrix}} = \frac{115}{7}.$$

Подставим полученные значения констант связи в соотношение (4), получим искомую связь:

$$y = \frac{-15 \cdot x + 115}{7}.$$

Остался открытым вопрос о нахождении зависимости, в которой имеются повторяющиеся числа. Решив эту задачу, можно получить общий способ нахождения взаимосвязи в последовательностях любых чисел.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Антонов, В.И. Линейная алгебра и аналитическая геометрия. Опорный конспект: Учебник / В.И. Антонов. – М.: Проспект, 2011. – 144 с.
2. Бортаковский, А.С. Линейная алгебра в примерах и задачах / А.С. Бортаковский. – М.: Высшая школа, 2010. – 591 с.

## RSA ШИФРОВАНИЕ

*А.С. Ашноков*

*Научный руководитель – к.ф.-м.н., доцент, зав. каф. ВМ Дементьев Ю.И.*

Фотографии, переписки, документы, чеки, реквизиты - всё это и многое другое передаётся по интернету. Однако было бы это возможно, если бы доступ к подобным персональным данным имели бы все пользователи глобальной сети? Что позволяет обеспечить безопасность и конфиденциальность информации? Шифрование данных! Это универсальное защитное решение, ликвидирующее угрозу несанкционированного доступа к информации.

На практике часто применяется алгоритм шифрования RSA (сокращение фамилий создателей: Rivest, Shamir, Adleman) [1]. В RSA, как и в любом другом асимметричном шифровании, используются два ключа – публичный и приватный. От размерности ключей зависит прочность шифрования, так как она заключается в сложности разложения больших чисел на простые множители.

Частью данной работы является написанная на языке программирования Python 3.7 программа, реализующая алгоритм шифрования RSA. В отличие от других программ, написанных на C подобных языках, она работает с любыми

сколь угодно большими целыми числами. Ещё одной важной особенностью является наличие генератора простых чисел, который позволяет программе самостоятельно осуществлять поиск простых случайных чисел с задаваемой точностью, а затем генерировать ключи. Кроме того, пользователь при необходимости может выбирать размерность как самих простых чисел, так и публичного ключа, регулируя надежность шифрования. Также в программе предусмотрены функции перевода печатных символов в числа, что позволяет шифровать буквенно-цифровую информацию.

Перед началом шифрования необходимо создать закрытый (приватный) и открытый (публичный) ключи. Для этого необходимо сгенерировать два различных простых числа  $P$  и  $Q$ . В программе генерация простых чисел состоит из быстрого поиска возможных претендентов и проверки их на простоту малой теоремой Ферма [2]. Тест Ферма ускоряет поиск простых чисел, но не всегда даёт правильный результат, однако его точности достаточно, чтобы вероятность исправной работы генератора была высока. Кроме того, количество чисел «свидетелей» простоты числа претендента регулируется пользователем, что позволяет повысить точность при работе с малыми числами или же увеличить скорость поиска при работе с большими. Размерность простых чисел можно задать не только одиночным значением, но и в виде промежутка. На следующем этапе создания ключей фиксируется произведение  $N$  чисел  $P$  и  $Q$  и произведение  $F$  чисел  $P - 1$  и  $Q - 1$ . Также имеется возможность генерации чисел  $P$  и  $Q$  по заданной размерности числа  $N$ , которое входит в состав обоих ключей. На данный момент рекорд, поставленный группой французских ученых, позволил разложить на простые числа ключ RSA-240 длиной 240 десятичных разрядов или 795 бит. Ушло на это 4000 ядро-лет. Результаты тестов на 4-х ядерном ноутбуке ASUS ROG с 12 Гб ОЗУ и 64 разрядной ОС Windows 10 показали, что в среднем на разложение  $N$ , состоящего из 32 разрядов, на множители, разрядность минимального из которых равна 11, уходит более 42 дней. После подсчёта  $N$  генерируется такое простое число  $E$ , что  $E$  и  $F$  – взаимно простые, причём  $E$  меньше  $F$ . Затем по расширенному алгоритму Евклида [3] считается такое положительное  $D$ , что:

$$D * E \bmod N = 1 \quad (1)$$

Теперь набор чисел  $E$  и  $N$  является открытым ключом, а набор чисел  $D$  и  $N$  – закрытым ключом. Оба ключа выводятся на экран после ввода сообщения, которое подлежит шифрованию. Также пользователь может активировать вывод чисел  $P$  и  $Q$  при запуске программы. Так как процесс шифрования производится над числами, все символы введённого сообщения заменяются их кодами в соответствии с кодировкой ASCII [4].

Шифрование производится по формуле:

$$M^E \bmod N = C, \quad (2)$$

где:  $M$  – исходное сообщение (число), а  $C$  – шифровка (число). Причём  $M$  меньше  $N$ .

Дешифровка производится по формуле:

$$C^D \bmod N = M. \quad (3)$$

Программа, написанная на Python версии 3.7, реализует асимметричное RSA шифрование, надёжность которого основана на вычислительной сложности разложения больших чисел на простые множители. В программе реализован функционал, позволяющий удобно шифровать буквенно-цифровые данные, влияя на скорость работы программы, стойкость шифрования и количество выводимой информации. Программа самостоятельно генерирует простые числа с ключами и может работать с числами любой размерности, что облегчает задачу пользователя.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Сонг Й. Ян. Криптоанализ RSA – НИЦ "Регулярная и хаотическая динамика", Институт компьютерных исследований, 2011 г.
2. Кноп К. А. Азы теории чисел – МЦНМО, 2017 г.
3. Википедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Алгоритм\\_Евклида](https://ru.wikipedia.org/wiki/Алгоритм_Евклида) — Алгоритм Евклида — (Дата обращения: 07.05.2021).
4. Википедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/ASCII> – ASCII – (Дата обращения: 07.05.2021).

#### ПРОГРАММА ДЛЯ ВЫХОДА ИЗ ЛАБИРИНТА

*Г.С. Морозов*

*Научный руководитель – к.ф.-м.н., доцент, зав. каф. ВМ Дементьев Ю.И.*

Работа посвящена написанию программы прохождения лабиринтов. За основу взят метод Люка-Тремо. Выход из лабиринта данным методом затруднён в случае больших расстояний между стенами лабиринта и практически не реализуем в случае прохождения лабиринта вслепую. В написанной программе применяется усовершенствованный мною метод Люка-Тремо.

Лабиринт представляет собой совокупность проходов и развилок. Проход может вести в тупик, к развилке, а может привести к выходу. Лабиринты могут быть сильно запутаны или слабо, могут иметь или не иметь циклы, иметь один выход или несколько.

В зависимости от лабиринта существуют различные методы его прохождения, они могут быть универсальными, а могут в некоторых ситуациях не работать. Например, можно просто поворачивать на каждом перекрёстке наугад, пока не будет найден выход, а при попадании в тупик поворачивать назад, хотя этот метод в конечном итоге может найти выход, он очень медленный и ненадёжный.

Можно идти, всё время придерживаясь одной из стенок (правой или левой), но если она не будет соединена с другими стенками лабиринта, то получится цикл и вокруг этой стенки можно ходить бесконечно долго.



Написанная мной программа обходит недостатки, которые имеют данные методы, она реализует метод Люка-Тремо. Он заключается в следовании следующим указаниям. Необходимо идти по проходу до его конца. Войдя в проход или выйдя из него следует поставить метку. При достижении конца прохода следует действовать в соответствии с тремя правилами.

Первое правило. Придя в тупик следует повернуть назад. Выйдя к ещё не посещённому перекрёстку следует повернуть в произвольный проход.

Второе правило. Выйдя по новому проходу к посещённому ранее перекрёстку следует поставить две метки и вернуться назад.

Третье правило. Выйдя по старому проходу к посещённому ранее перекрёстку следует повернуть в новый проход, если он существует, а если не существует, то следует идти в произвольный старый проход, пройденный только один раз.

Если ни одно из правил применить не удаётся, то это означает, что все проходы, которые ведут от данной развилки посещены два раза и выхода из лабиринта нет.

Метки можно делать на стенах проходов, например, краской. Однако, в темноте краску можно не увидеть, поэтому следует использовать какие-либо осязаемые предметы. Например, можно класть камешки. Но при широких проходах, то есть при больших открытых пространствах между стенами, нащупать камешки очень трудно. Из-за этого пространство лабиринта можно разбить на клетки, каждую из которых рассматривать отдельно.

Метод Люка-Тремо требует от того, кто выходит из лабиринта, видеть метки, проходы, развилки и тупики. Это затруднительно в случае прохождения тёмных лабиринтов. А для лабиринтов с большими открытыми тёмными пространствами этот метод очень трудно применить.

Для решения данной проблемы мною предлагается модификация метода Люка-Тремо. Всё пространство лабиринта разбивается на небольшие квадраты, каждый из которых можно легко обследовать и определить наличие меток.

Представленная программа может работать с лабиринтами любых размеров, ограничение накладывается только выделенной для программы памятью. Программа может получать лабиринт из текстового файла в удобном формате. Текстовый файл с расширением .txt может содержать комментарии, которые упростят его чтение людьми. Найденный путь может быть сохранён также в текстовый файл. В каждой его строке будут находиться координаты одной из клеток лабиринта. После последовательного прохождения по каждой из этих клеток будет найден выход. Программа написана на языке программирования Kotlin и является кроссплатформенной, поэтому может быть использована в различных операционных системах.

Программа имеет клеточное поле слева, панель управления справа и меню сверху, которые можно видеть на рисунке 1. Каждый пункт меню имеет свою горячую клавишу, что ускоряет и упрощает взаимодействие с программой. Панель управления позволяет настраивать размер одной клетки поля, скорость выполнения программы, прорисовку самого поля, числовых коэффициентов, направления бота и пути, который бот на данный момент считает верным.

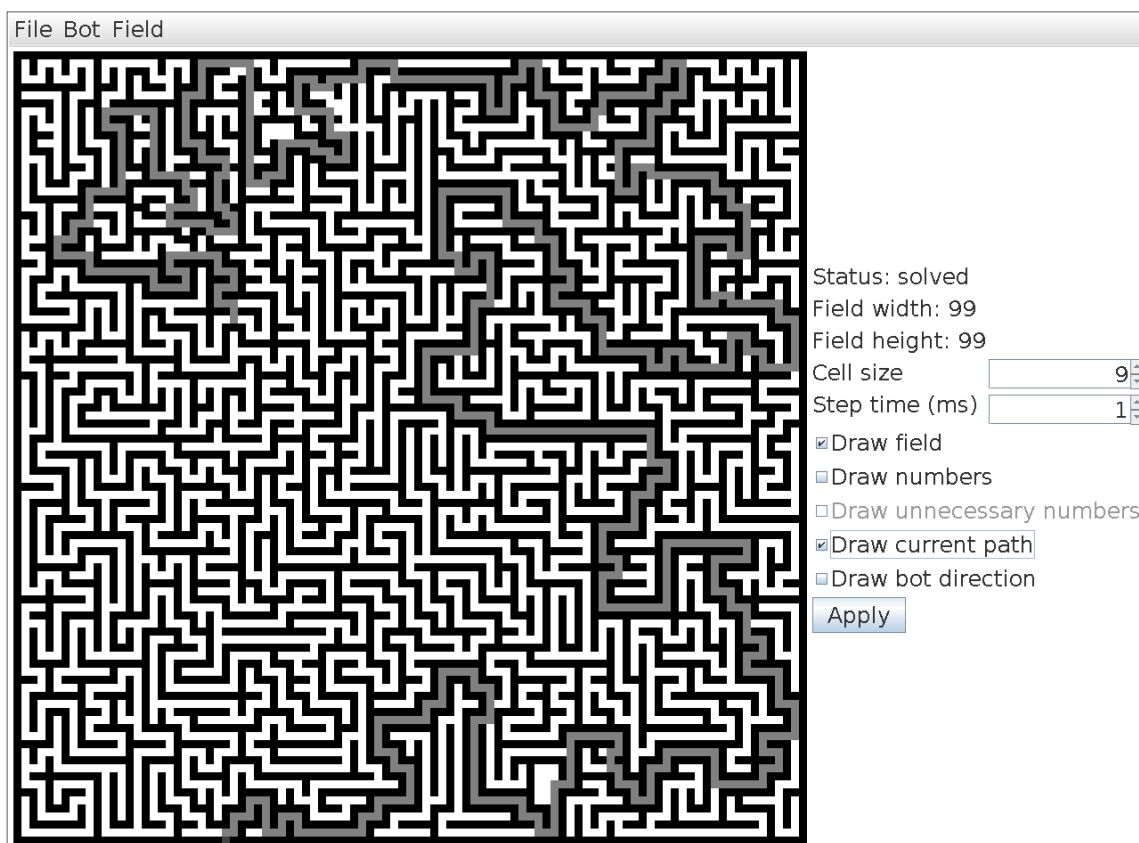


Рис. 1. Пример работы программы

Программа представляет лабиринт в виде клеточного поля. Из лабиринта выходит бот, из каждой клетки он может ходить в четыре стороны. Благодаря модификации метода Люка-Тремо возможно представить развилку несколькими клетками, что позволяет «закодировать» лабиринт с развилками, имеющими любое количество ответвлений.

В код программы заложена возможность его модификации для расширения функционала программы. В неё могут быть добавлены поддержка файлов других форматов, поддержка ботов, которые работают на основе методов, отличных от метода Люка-Тремо.

Итак, мною представлена программа выхода из любых лабиринтов, в том числе сколько угодно больших размеров, с циклами, с несколькими выходами, с большими открытыми пространствами, а также в полной темноте.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Люка Ф. Математические развлечения: приложения арифметики, геометрии и алгебры к различного рода запутанным вопросам, забавам и играм. Пер. С фр. Ю. Гончарова. – М.: Книжный Клуб Книговек; Спб.: Северо-Запад, 2010. – 256 с. – (Мир вокруг нас).

## МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕТОДОМ МОНТЕ-КАРЛО

Д.А. Култышкина

Научный руководитель – к.ф.-м.н., доцент, доцент каф. ВМ Илларионова О.Г.

**Введение.** Метод Монте-Карло – это численный метод решения математических задач с помощью моделирования случайных величин.

Суть метода Монте-Карло заключается в следующем: пусть требуется найти значение  $a$  некоторой изучаемой величины. С этой целью выбирают такую случайную величину (СВ)  $X$ , математическое ожидание которой равно  $a$  [1]. Эту СВ  $X$  разыгрывают  $N$  раз, то есть находят  $N$  возможных значений СВ  $X$ . Процесс разыгрывания описывается математической моделью с использованием генератора случайных чисел. В языках программирования реализуются алгоритмы выработки псевдослучайных чисел, которые имеют характеристики случайных величин. Модель пересчитывается несколько раз, после получения данных в результате испытаний, вычисляются вероятностные характеристики с использованием выборки случайных величин. Пусть число  $N$  – это общее число произведенных испытаний, где результат каждого испытания есть некоторое случайное число, а  $M$  – это число испытаний, в которых появилось событие  $A$ .

Продемонстрируем метод на двух вычислительных примерах.

### Пример 1. Нахождение числа $\pi$ .

Для нахождения числа  $\pi$  методом Монте-Карло используют формулу [2]:

$$\pi \approx 4 \frac{M}{N}, \quad (1)$$

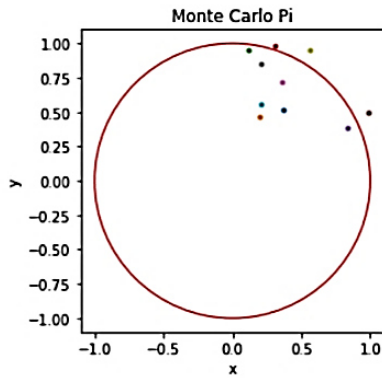
где:  $N$  – это количество испытаний или точек, которые равномерно распределены в единичном квадрате,  $M$  – это количество точек, попавших в квадрант (1/4 часть) единичного круга.

Для решения задачи нахождения числа  $\pi$  мною написана программа на языке программирования Python, в которой используется алгоритм генерации равномерно распределенных случайных величин  $X$ ,  $Y$ .

*Алгоритм работы программы 1.* С клавиатуры вводится переменная  $N$ . С помощью цикла программа проводит  $N$  испытаний, в каждом из которых пересчитывается модель нахождения числа  $\pi$ : 1) генерируются значения СВ  $X$  и СВ  $Y$ ; 2) на графике изображается точка с генерированными ранее координатами; 3) программа производит проверку: находится точка в квадранте круга или нет; 4) в переменной  $M$  подсчитывается количество точек, попавших в квадрант. После реализации всех испытаний, на основе полученных данных, программа вычисляет число  $\pi$  по формуле (1) и выводит его значение на экран.

*Результаты выполнения программы 1.* В результате проведения  $N$  испытаний, получились следующие значения числа  $\pi$ : при  $N=10$  число  $\pi=2,8$  (рис. 1), при  $N=100$  число  $\pi=3,2$  (рис. 2), при  $N=1000$  число  $\pi=3,12$  (рис. 3), а при  $N=10000$ , получилось значение числа  $\pi=3,144$  (рис. 4).

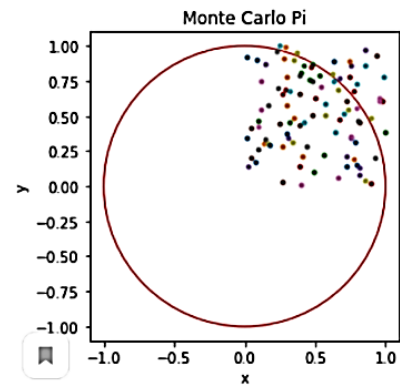
How many experiments? 10



2.8

Рис.1. Результат работы программы 1 при  $N=10$

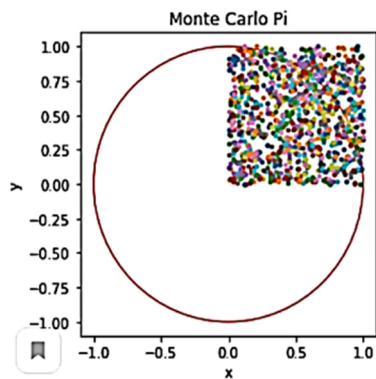
How many experiments? 100



3.2

Рис. 2. Результат работы программы 1 при  $N=100$

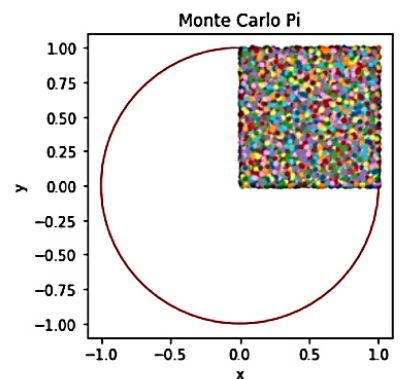
How many experiments? 1000



3.12

Рис.3. Результат работы программы 1 при  $N=1000$

How many experiments? 10000



3.144

Рис.4. Результат работы программы 1 при  $N=10000$

Данный пример наглядно показывает, что чем больше испытаний проведено, тем число  $\pi$  будет ближе к реальному значению.

Пример 2. Вычисление определенного интеграла.

Для вычисления определенного интеграла методом Монте-Карло применяется формула [3]:

$$I = \int_a^b f(x) dx \approx \frac{b-a}{N} \cdot \sum_{i=1}^N f(x_i) = S, \quad (2)$$

где:  $x_i$  – значения равномерно распределенной на интервале  $[a, b]$  СВ  $X$ . Формула (2) получается из известной приближенной формулы вычисления определенного интеграла – формулы прямоугольников, если вместо середин интервалов разбиения отрезка  $[a, b]$  взять случайные значения  $x_i$  из этого отрезка.

Для решения задачи нахождения определенного интеграла методом Монте-Карло мною написана программа 2 на языке программирования Python, в которой используется алгоритм генерации случайной величины  $X$ .

*Алгоритм работы программы 2.* Рассмотрим интегрирование методом Монте-Карло на примере функции  $f(x) = x^2 + 8x - 15$ . Пределы интегрирования  $a$ ,  $b$  и число испытаний  $N$  задаются с клавиатуры. С помощью цикла программа проводит  $N$  испытаний, в каждом из которых пересчитывается модель нахождения значения интеграла: 1) из совокупности случайных чисел с равномерным законом распределения генерируется число  $x_i$  из интервала  $[a, b]$ ; 2) к значению, находящемуся в переменной  $S$ , прибавляется вычисленное значение функции; 3) в переменной  $I$  вычисляется значение интеграла по формуле (2); 4) значение интеграла выводится на график в зависимости от номера эксперимента.

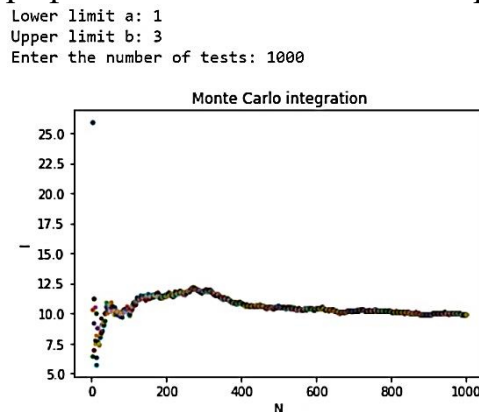


Рис. 5. Результат выполнения программы 2 при  $a=1$ ,  $b=3$

Достаточная точность метода задается большим числом  $N$ . Покажем это, вычислив непосредственно определенный интеграл:

$$\int_1^3 (x^2 + 8 \cdot x - 15) dx = \left( \frac{x^3}{3} + \frac{x^2 \cdot 8}{2} - 15 \cdot x \right) \Big|_1^3 = 0 - \left( -\frac{32}{3} \right) \approx 10,67.$$

Из результатов вычисления (рис. 5.) следует: чем больше число  $N$ , тем точнее будет вычисляться значение определенного интеграла.

## ЛИТЕРАТУРА

1. В. Е. Гмурман. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике: Учеб. пособие для студентов вузов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.:Высшая школа, 1979. – 400 с., ил.
2. Бусленко Н.П., Шрейдер Ю.А. Метод статистических испытаний (Монте-Карло) и его реализация на ЦВМ М.: ФИЗМАТЛИТ, 1961. - 228 с.
3. Estimating pi ( $\pi$ ) using Monte Carlo Simulation[The global pharmaceutical industry]/ Engaging Data – Available at: <https://engaging-data.com/estimating-pi/>. (accessed 07.04.2021)
4. Соболев И.М. Метод Монте-Карло М., "Наука", 1968, 64 с. ("Популярные лекции по математике", вып. 46)
5. Программирование и научные вычисления на языке Python/§18 [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://ru.wikiversity.org/wiki/Программирование\\_и\\_научные\\_вычисления\\_на\\_языке\\_Python/§18](https://ru.wikiversity.org/wiki/Программирование_и_научные_вычисления_на_языке_Python/§18), свободный. (Дата обращения 07.04.2021).

## КЛАСТЕРНЫЕ МОДЕЛИ АЭРОПОРТОВЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

М.О. Бубнова, Д.О. Рыжкова

научный руководитель – к.э.н., доцент, доцент каф. ВМ Платонова И.В.

Кластерный анализ используется для получения разбиений объектов на группы с похожими свойствами. Все объекты характеризуются значениями одного и того набора переменных.

Гражданская авиация – отрасль, требующая постоянного мониторинга состояния и тенденций развития. Целью данного исследования является получение кластерной модели 10 российских авиакомпаний. Для проведения кластерного анализа были выбраны четыре признака ( $x_1$ ,  $x_2$ ,  $x_3$ ,  $x_4$ ), которые являются важными для каждой авиакомпании. Исходные данные представлены в таблице 1.

Таблица 1

### Исходные данные

Авиакомпания	(x1) Выручка млрд р	(x2) Пассажиропоток млн. чел.	(x3) Темп роста выручки за 2018-2019, %	(x4) Темп роста пассажиропотока за 2018-2019, %
АЭРОФЛОТ	677,9	37,2	110,9	103,3
S7	167,3	14,1	112,4	121,6
Победа	47,7	10,3	114,8	143
Россия	126,5	11,6	110	104,5
Utair	46,8	7,8	103,2	101,4
URAL AIRLINES	88,5	9,6	108,8	106,7
NORDWIND	50,3	5,5	122	112,2
RED WINGS	20,7	3,1	121	119,2
Якутия	11	0,8	92,6	88,8
РусЛайн	0,6	0,7	121	96,5

На предварительном этапе был проведен корреляционный анализ, который выявил тесную взаимосвязь между показателями «выручка» и «пассажиропоток». В связи с этим из дальнейшего исследования был исключен показатель «выручка», так как значение пассажиропотока для авиакомпании важнее. Выбранные показатели имеют разные единицы измерения, поэтому была проведена процедура стандартизации. Следующим этапом построения кластерной модели является расчёт расстояний между объектами. Будем использовать Евклидову метрику. Полученная матрица расстояний представлена в таблице 2.

Таблица 2

### Матрица расстояний

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0	3,864	5,396	3,892	4,620	4,215	5,162	5,808	6,319	5,784
2	3,864	0	1,994	1,587	2,450	1,571	2,126	2,133	4,627	3,268
3	5,396	1,994	0	3,454	4,065	3,308	3,000	2,535	6,001	4,425
4	3,892	1,587	3,454	0	1,216	0,403	2,156	2,475	3,405	2,456
5	4,620	2,450	4,065	1,216	0	1,008	3,034	3,206	2,225	2,947
6	4,215	1,571	3,308	0,403	1,008	0	2,158	2,371	3,213	2,464
7	5,162	2,126	3,000	2,156	3,034	2,158	0	0,729	4,973	1,563
8	5,808	2,133	2,535	2,475	3,206	2,371	0,729	0	5,088	2,020
9	6,319	4,627	6,001	3,405	2,225	3,213	4,973	5,088	0	4,375
10	5,784	3,268	4,425	2,456	2,947	2,464	1,563	2,020	4,375	0

Далее необходимо провести процедуру объединения авиакомпаний в кластеры. Будем использовать метод «дальнего соседа» [1].

Сначала в матрице расстояний выбираем наименьшее значение меры близости между объектами. Это расстояние между авиакомпаниями № 4 и № 6. Объединяем их в одну группу и составляем новую матрицу, производим пересчет расстояний между объектами согласно выбранному методу. Отразим это в таблице 3.

Таблица 3

### Матрица слияния

	1	2	3	4,6	5	7	8	9	10
1	0	3,864	5,396	4,215	4,620	5,162	5,808	6,319	5,784
2	3,864	0	1,994	1,587	2,450	2,126	2,133	4,627	3,268
3	5,396	1,994	0	3,454	4,065	3,000	2,535	6,001	4,425
4,6	4,215	1,587	3,454	0	1,216	2,158	2,475	3,405	2,464
5	4,620	2,450	4,065	1,216	0	3,034	3,206	2,225	2,947
7	5,162	2,126	3,000	2,158	3,034	0	0,729	4,973	1,563
8	5,808	2,133	2,535	2,475	3,206	0,729	0	5,088	2,020
9	6,319	4,627	6,001	3,405	2,225	4,973	5,088	0	4,375
10	5,784	3,268	4,425	2,464	2,947	1,563	2,020	4,375	0

Продолжаем выполнять те же действия, пока не дойдём до матрицы первого порядка.

После неоднократных процедур слияния авиакомпаний получаем матрицу с итоговым значением 6,319 (таблица 4) и строим дендрограмму, которая представлена на рисунке 1.

Таблица 4

### Итоговая матрица слияния

	(1; (2,3; (4,6,5;7,8,10))); 9
(1; (2,3; (4,6,5; 7,8,10))); 9	6,319

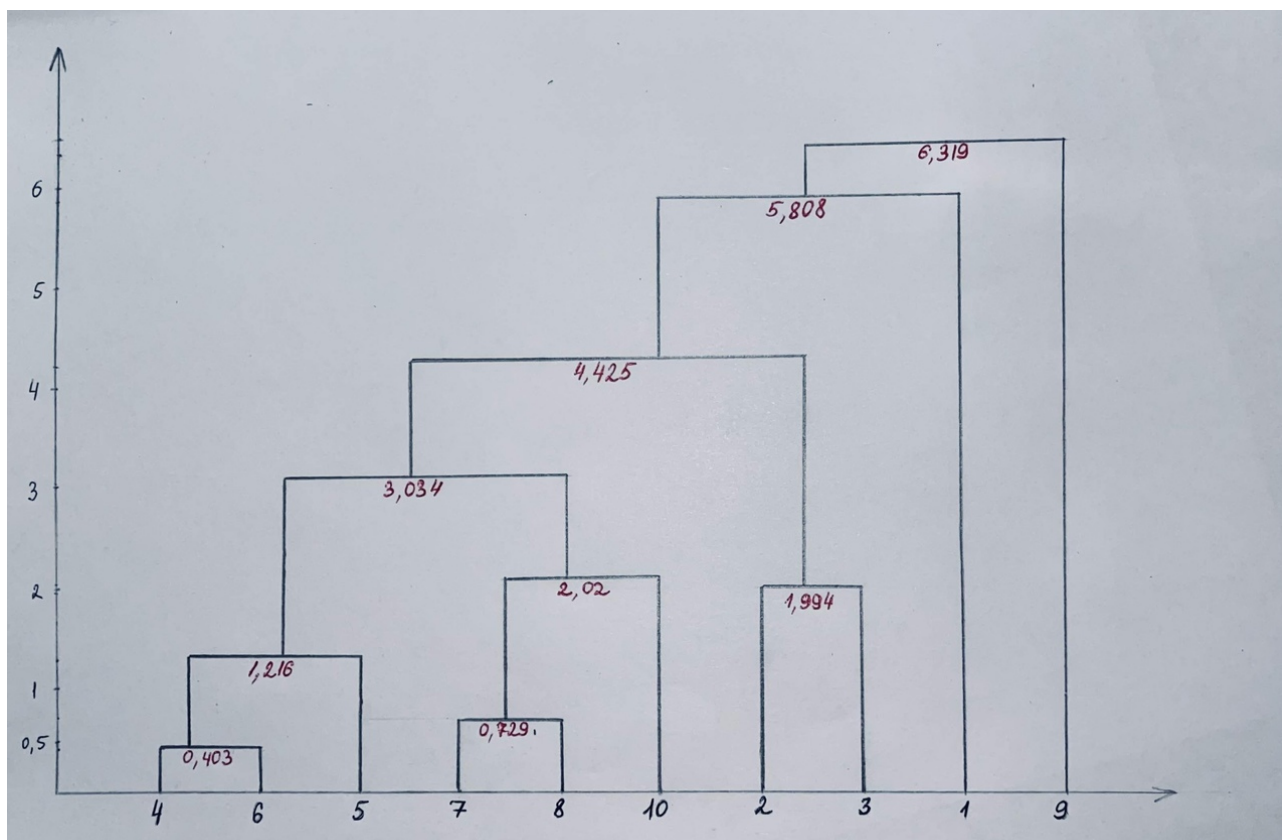


Рис. 1. Дендрограмма, полученная по методу «дальнего соседа»

Рассмотрим трехкластерную модель, полученную на расстоянии, равном 5 единицам. В первый кластер вошла авиакомпания *Аэрофлот*. Вторым кластер составили авиакомпании *S7*, *Победа*, *Россия*, *UTair*, *URAL AIRLINES*, *Nordwind*, *Red Wings*, *РусЛайн*. И, наконец, в третий кластер вошла авиакомпания *Якутия*.

Показатели деятельности авиакомпании *Аэрофлот* достаточно высоки по сравнению с другими авиапредприятиями. Наибольший кластер составили авиакомпании со средними значениями показателей деятельности по отрасли в России. В третий кластер вошла авиакомпания *Якутия*, имеющая более низкие значения всех показателей. В дальнейшем полученная модель помогает при разработке бизнес-стратегий авиакомпаний.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ниворожкина, Л. И. Многомерные статистические методы в экономике / Л. И. Ниворожкина, С. В. Арженовский. – Москва : Издательский Центр РИОР, 2018. – 203 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-369-01621-3. – DOI 10.12737/21773.



**ВИРТУАЛЬНЫЙ ЛАБОРАТОРНЫЙ СТЕНД ПО ФИЗИКЕ  
«ОПРЕДЕЛЕНИЕ УДЕЛЬНОГО ЗАРЯДА ЭЛЕКТРОНА»**

*А.Р. Глухарев*

*Научный руководитель – к.т.н., доцент, доцент каф. Физики Новиков С.М.*

Лабораторная работа «Определение удельного заряда электрона» является одной из ключевых при изучении раздела «Электромагнитное поле». Но дефицит реальных стендов и невозможность их использования при дистанционном обучении продиктовали необходимость создания виртуального стенда, позволяющего достаточно реалистично выполнять дидактические задачи по данной теме.

Программирование виртуального стенда производилось в среде Unity, с использованием языка программирования C#. При этом моделировалась работа электрической схемы, приведенной на рис. 1. Магнетрон представляет собой двухэлектродную вакуумную лампу (диод) с коаксиальными цилиндрическими катодом и анодом, помещенную в магнитное поле коаксиального с электродами соленоида [1]. При запуске программы генератор случайных чисел задает число витков  $n$  в соленоиде, которое определяет величину магнитной индукции  $B$  в соответствии с формулой:

$$B = 10^3 \mu_0 n I_{\square}, \quad (1)$$

где:  $I_{\square}$  – сила тока в соленоиде,  $\mu_0$  – магнитная постоянная.

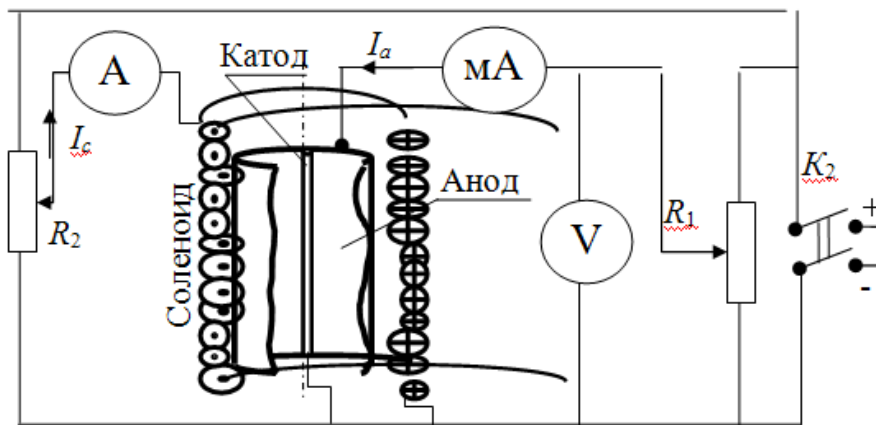


Рис. 1. Электрическая схема виртуального стенда

Критическое значение магнитной индукции  $B_0$ , при которой прекращается анодный ток, задавалось формулой:

$$B_0 = 1,35 \cdot 10^{-3} \sqrt{V} + 1 \cdot 10^{-4} \text{Cos}(0,1\pi V), \quad (2)$$

где:  $V$  – напряжение накала лампы.

Для моделирования сбросовой характеристики магнетрона величина анодного тока  $I_a$  рассчитывалась по формуле:

$$I_a = \frac{I_{a0}}{\sqrt[4]{1000(B-B_0) + 1}}, \quad (3)$$

где:  $I_{a0}$  – значение анодного тока в отсутствии магнитного поля, которое задается законом «трёх вторых» Чайлда-Ленгмюра:

$$I_{a0} = 6,54 \cdot 10^{-6} V^{\frac{3}{2}}, \quad (4)$$

Вид виртуального стенда на экране компьютера приведен на рис. 2. Тумблеры на блоке управления включают саму установку и лампу накала. С помощью рукояток регулируются ток в соленоиде и напряжение на лампе. В верхней части размещены виртуальные мониторы, на которых отображается сбросовая характеристика и характер траекторий электронов при измерении конкретной точки.

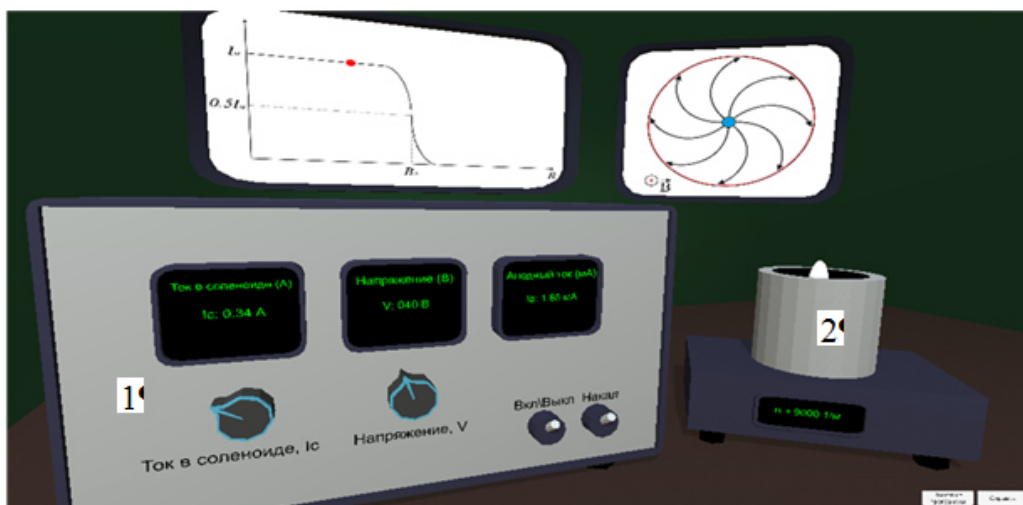


Рис. 2. Виртуальный стенд:  
1 – блок управления, 2 – магнетрон

Из закона "трех вторых" (4) следует, что измеряя зависимость анодного тока от напряжения на начальном участке вольтамперной характеристики можно определить удельный заряд электрона методом Чайлда-Ленгмюра.

Разработанный виртуальный стенд успешно апробирован в учебном процессе при очной и дистанционной формах обучения.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бутюгин М.А., Разумовский А.Н. Физика: Пособие по выполнению лабораторной работы: "Определение удельного заряда электрона методом магнетрона". – М.: МГТУ ГА, 2013. – 12 с.

# РЕАЛИЗАЦИЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ЯВЛЕНИЙ В ЛАБОРАТОРНОМ ПРАКТИКУМЕ ПО КВАНТОВОЙ МЕХАНИКЕ

*А.Н. Заболотин, А.П. Кошкин*

*Научный руководитель – к.т.н., доцент, доцент каф. Физики Новиков С.М.*

Технологии 21-го века все в большей степени опираются на достижения квантовой механики. Особенно это заметно в химии, материаловедении, наноэлектронике и других научных направлениях [1]. К сожалению, лабораторная база технических вузов отстает в своем оснащении от потребностей времени. На рынке лабораторного оборудования отсутствуют стенды, на которых можно изучать такие фундаментальные явления и положения квантовой механики как гипотеза де Бройля, квантовое ограничение, туннелирование и спиновые эффекты. Поэтому, было принято решение разработать виртуальные лабораторные стенды, позволяющие достаточно реалистично проводить эксперименты с использованием этих явлений и положений. Для разработки стендов была выбрана среда Unity. Unity- современный кроссплатформенный движок для создания приложений с использованием двумерной и трехмерной графики. Программирование осуществлялось на языке Csharp (C#). Используемые библиотеки: UnityEngine, System.Collections, UnityEngine.UI, System.Collections.Generic.

Для подтверждения справедливости гипотезы де Бройля был разработан стенд, моделирующий дифракцию электронов на поликристаллической фольге. Измеряемые при проведении лабораторной работы радиусы дифракционных колец  $R$  программировались по формуле, полученной с помощью гипотезы де Бройля и условия Брэгга-Вульфа:

$$R = L \operatorname{tg} \left( 2 \arcsin \left( \frac{h}{2d\sqrt{2m\Box U}} \right) \right), \quad (1)$$

где:  $L$  – расстояние между поликристаллической пленкой и люминесцентным экраном,  $h$  – постоянная Планка,  $d$  – расстояние между плоскостями кристаллической решетки,  $m$  и  $\Box$  – масса и заряд электрона,  $U$  – ускоряющее напряжение.

В процессе выполнения лабораторной работы студенты измеряют значения радиусов дифракционных колец при различных ускоряющих напряжениях. Затем рассчитывают с помощью условия Брэгга-Вульфа соответствующие длины волн электронов. Сравнение полученных значений с длинами волн, полученными на основании гипотезы де Бройля, позволяет сделать вывод о достоверности последней.

Для усвоения явлений квантового ограничения и туннелирования был подготовлен второй виртуальный стенд, моделирующий работу резонансно-туннельного диода [1]. Его  $N$  -образная вольтамперная характеристика объясняется тем, что в конструкцию заложена гетероструктура, состоящая из пяти плоских слоев манометровой толщины. Центральный слой является потенциальной ямой с единственным энергетическим уровнем. С двух сторон этот слой ограничен потенциальными барьерами, через которые происходит

туннелирование электронов из эмиттера (один из крайних слоев) в коллектор (другой крайний слой).

Для программирования зависимости силы тока через диод от рабочего напряжения  $N$ -образная вольтамперная характеристика была аппроксимирована полиномами 6-ой степени. При включении стенда программа генерирует один из вариантов таких полиномов. Например,

$$I = 3830 \cdot U^6 - 11400 \cdot U^5 + 12900 \cdot U^4 - 6560 \cdot U^3 + 1300 \cdot U^2 - 18 \cdot U. \quad (2)$$

Наличие на вольтамперной характеристике резонансно-туннельного диода "падающего" участка позволяет успешно использовать его для генерации и детектирования сверхвысокочастотных колебаний вплоть до терагерцевого диапазона в различных устройствах приемопередающей аппаратуры и радиолокационных станциях, в импульсных схемах ЭВМ и различных устройствах автоматики.

Разработанные виртуальные стенды используются в учебном процессе на кафедре физики МГТУ ГА. Они могут быть полезны и при дистанционной форме обучения.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Нанoeлектроника: теория и практика: учебник / В. Е. Борисенко, А. И. Воробьева, А. Л. Данилюк, Е. А. Уткина. – 3-е издание. – Москва: ООО "Издательство "БИНОМ. Лаборатория знаний", 2013. – 366 с.

## Секция «The progress in aviation: milestones and innovations»

### THE AIRCRAFT SEATS OF TOMORROW

*А.И. Волынчук*

*Научный руководитель – к.п.н., доцент, зав. кафедрой СЯП Черняева Е.В.*

What will an aircraft cabin look like in the future? A utopian experience with onboard spas and golf, or perhaps a utilitarian nightmare with triple stacked bunk beds and standing seats? Let's find out.

Back in early years of mass transportation, the only way to cross oceans and carry thousands of passengers were ocean liners. In a golden age of ocean travel in 20-s and 30-s large steamers, like RMS Queen Mary or SS Normandie served busy Transatlantic routes [1]. Their extraordinary size gave an enormous amount of space, dedicated to grand public rooms and passenger accommodations for every taste and budget. But right after The Great War regular aviation services arrived. Thus, more and more wealthy passengers switched from ocean liners to air liners in favor for speed and time, rather than style and comfort.

Since then aircraft, cabins have come a long way. In 30-s and 40-s people were sitting in an armchairs, very similar to that they may find back in their drawing rooms [2]. In the golden age of aviation, there was not even classes and many people sat in the equivalent of a business class seat today. Over time new classes have been developed and luxury was given to more premium passengers while the economy cabin became more dense and packed. However, it doesn't always have to be that way, and aircraft designers are looking at the ways to bring back some of the golden age splendor to plane cabins today [2].

Starting off our list is an aircraft cabin design from Airbus themselves for the close year of 2030 [3]. Integrating augmented reality throughout the cabin sees Airbus creating an environment that is designed specifically for flexible seating and sleeping configuration. It will have things like an inflight lounge with transformable modules with the cabin layout changing depending on who has booked what seats. Airbus has also featured a "interactive zone". The virtual pop up projections in this area can transform you to whichever social scene you want to be in, from holographic gaming to virtual changing rooms for active shoppers [3]. You might even be able to work out, although without showers on board it might be very smelly indeed.

Many future cabin concepts are removing windows, as they are weak spots when it comes to aircraft design. They can accumulate stress and tensions, thus leading to fatigue failures with catastrophic consequences. Moreover, they add more drag to the plane increasing fuel consumption. So many proposal supersonic jets in form of business or government aircrafts are designed to have large monitors instead of regular windows [4]. These virtual windows are infinity bigger than real ones, and they allow passengers to change the view on a dime. You already can find early prototype of these technology on board Emirates B777-300 ER in middle row first class suites [5].

Low-cost carriers such as Ryanair, EasyJet or local carrier Pobeda airlines who want as many passengers as possible. For them there is the standing seat design from Aviointeriors Skyrider. Saddle based standing seats only have 23 inches (58 cm)

between rows and would allow operators for short-haul flights to turn planes into flying buses. Nevertheless, there are serious concerns about safety. Passengers still have to leave the aircraft in less than 90 seconds. Would it be possible to do conduct it safely in that dense cabin? That is the question up to local and world aviation authorities [6].

Speaking about long haul flights there is a Delft University of Technology's collapsing bed concept. In-seat mode, the beds collapse into a bench that can sit three passengers, then after take-off, they can deploy into a triple stacked bunk. They also came up with an alternative bed along with the wall design, that can replace those boring window seats with triple decked lie-flat beds in economy.

Furthermore, we have the Chaise Longue design from KLM Royal Dutch Airlines with passengers suspended on swinging chairs above one another. This design doubles the number of passengers onboard with double seats per row above one another. The seat will be able to rock back and forth depending on if you want to sit or lie down [7].

Then there is the question of the cargo cabin. On ultra long haul flights like London to Sydney, do aircraft need to use an entire cargo deck for cargo? Why not use the third deck for private cabins, spas, business meeting rooms or perhaps even an onboard gym. The Earth Bay's cargo hold conversion sees it transformed with large windows and relaxed common spaces [8]. So far Airbus has pitched the concept for its Airbus A350 aircraft to Qantas, but we have yet to see if the Australian airline will bring it to the market.

Other concepts include the Collins Aerospace cabin crew jump seat, allowing flight attendants to rest in a zero-g experience. That concept could find its way on board Airbus new Airbus A321 XLR and XLR. With fleet of new long-haul narrow body aircrafts some airlines are about to set a transoceanic and transcontinental flights with more than 7 hours time in the air. Due to the lack of space there is no opportunity to install crew rests compartments, so Collins Aerospace cabin crew jump seats will provide a great opportunity to have sufficient rest during the flight.

Then there is the Heinkel Group's reversible commuter seats that allow groups to chat together - which is very similar to the Q-suite design from Qatar.

British Firm PriestmanGoode has imagined future scenarios and taken into account new passenger behaviors driven by the global health crisis. Coming up with a design called the PureSkies that can be implemented within a few years and will meet user and airline requirements for many years ahead. These concepts feature a completely redesigned economy cabin with staggered seats that are separated from one another - so that passengers can travel alone, as a couple or as a group. They have placed a divider between each row to give that sense of privacy and protection.

As inflight entertainment is a major touchpoint, it has been removed in favor for a passenger's own device. But the real experience is in the pure skies business class cabin. Featuring something that looks like a massage day spa, each seat is seperated by a curtain and kept away from the hustle and bustle of the cabin. The seats have a minimal split line with no cracks and is created from antimicrobial materials. Passengers will have control over lights, temperature and have a personalized wardrobe for storage.

In fact, this plane design is so hygienic that before boarding, the aircraft fills with fogging disinfectant and has ultraviolet lights, sterilizing a good chunk of the environment [9].

## ЛИТЕРАТУРА

1. Global internet Encyclopedia. Available at: <https://ru.wikipedia.org> (accessed 10.04.2021)
2. Early Days Of Commercial Passenger Air Travel: 10 Things You Should Know. Available at: <https://autojosh.com> (accessed 10.04.2021)
3. Aircraft Interiors International Magazine Available at: <https://www.aircraftinteriorsinternational.com> (accessed 09.04.2021)
4. Windowless Planes: The Future of Private Aviation. Available at: <https://www.elitetraveler.com> (accessed 09.04.2021)
5. Emirates Airlines web site. Available at: <https://www.emirates.com> (accessed 11.04.2021)
6. A new airplane seat that the manufacturer says would make flights cheaper would basically require passengers to stand up. Available at: <https://www.insider.com> (accessed 11.04.2021)
7. KLM Royal Dutch Airlines web site. Available at: <https://www.klm.ru> (accessed 11.04.2021)
8. Airbus SAS web site. Available at: <https://www.airbus.com/> (accessed 11.04.2021)
9. Priestmangoode web site. Available at: <https://www.priestmangoode.com/> (accessed 07.04.2021).

## DIGITAL TWINS AND THEIR USE IN MRO

*Е.В. Сидоров*

*Научный руководитель – старший преподаватель каф. СЯИ Кузнецова Е.В.*

Nobody would deny that the airline business is a tough one. Commercial aviation is one of the key players in the global economy, but such factors like thin profit margins, unstable fuel prices, a wide range of government restrictions and extremely high operating costs make this business rather complicated. Moreover, recent outbreak of devastating COVID-19 has added to it and brought on struggle among many airlines and even bankruptcies.

Nowadays maintenance costs account for up to 12% of operating expenses, (taking 3<sup>rd</sup> place in a list of top airline spends), and as airplanes are becoming more sophisticated and complex, maintenance costs are rising respectively. Therefore, now as never before, it is of vital importance for airlines that they cut expenses without affecting safety of flights. The technology that can make it possible already exists and it is called “Digital twins”.

What is a digital twin in general? A digital twin is a virtual model of a physical object that can be examined, altered and tested without interacting with it in the real world, avoiding negative consequences. Moreover, it represents processes that take place in a real unit during its performance and memorizes them so that the collected data could be used for further optimization and troubleshooting.

Let us take a look at how the technology can be implemented into the commercial airline industry.

There are four different levels of digital twins:

The first level is a digital twin of a component such as bearing in an aircraft engine, for instance. Most commonly, it is a significant detail, which functioning has a great impact on the whole unit performance to which it belongs. The component is usually fitted out with sensors that detect inputs from physical environment and transmit them to an online cloud - based system.

The second level is a digital twin of the whole unit. In our case, it can be an aircraft engine or APU. It combines all the component (first-level) twins and reflects condition and operation of the engine.

The third level is a digital twin of the entire machine, namely, the aircraft. It is a collection of unit (second-level) twins, which work together as a network. Third-level twins help to assess the state of an aircraft as the whole system and work out recommendations on its utilization. The latter is possible because of the artificial intelligence, which is an inherent part of the digital twin technology.

The highest level is a twin of process. This one obtains all the information from all third-level twins and analyzes them in order to visualize their activity as a system. This twin focuses more on the process itself rather than the condition of equipment. It could be implemented into the whole airline's fleet maintenance program enabling senior engineers and managers to foresee potential global operational problems and be prepared for them or solve them in advance.

As we can see, the digital twin concept could be effectively used in commercial aviation. However, due to novelty of the technology (it has been first presented on public in 2017) there are only a few examples of its application in this field. The most demonstrative one is TEST-FUCHS's successful experience. This company provides Maintenance, Repair and Overhaul organizations with testing equipment. TEST-FUCHS has decided on implementing the four-level digital twin strategy, and, as a result, its managers have obtained an ability to create a detailed picture of their business processes that helped them to optimize the production.

As well as TEST-FUCH, MRO providers also can make many benefits out of digital twins and become more efficient and appealing for customers.

First of all, it is quality of maintenance and, as a consequence, passengers' safety that will be affected most positively. Real-time monitoring will make it easier to detect and estimate malfunctions and troubleshoot them on their early stage. In addition, digital twins can help to develop an individual inspection program for each asset and therefore, reduce a number of checks. Apart from that, using the detailed failure history of an asset from a digital twin and its analytic power, engineers can develop the most efficient maintenance techniques.

Second, the digital twin concept will enable MRO providers to schedule their spare part supply more effectively and decrease probability of an aircraft downtime. In other words, managers will be able to control their stocks better. That should make providers more available when it is needed and prepared for unexpected works to be carried out.



Nowadays the global digital twin market is expected to reach 26 billion dollars by 2025 registering a strong growth of 38.5% over the forecast years. General Electric is the major developer of a digital twin technology for commercial aviation by far; the company has partially applied it to GE90nx and has already developed the first digital twin of landing gear.

There are endless potential industries to use the digital twin innovation, but it is Airlines and MRO providers who are ideally placed to yield benefits of digital twin technology.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. What is a Digital Twin? (Colin Parris, PhD Senior Vice President and Chief Technology Officer, GE Digital) [Электронный ресурс] URL: <https://www.ge.com/digital/blog/what-digital-twin>

2. Digital twins for commercial aviation – how MROs can reap the rewards (Nadine Etong, Director of the MRO Product Line at the Aerospace and Defense Business Unit at IFS) [Электронный ресурс] URL: <https://blog.ifs.com/2019/04/digital-twins-commercial-aviation/>

**Секция «Здоровый образ жизни, комплекс ГТО,  
профессиональная подготовка»**

**ВНЕДРЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ЗДОРОВЫЙ  
ОБРАЗ ЖИЗНИ ЧЕЛОВЕКА**

*З.Р. Иштимиров*

*Научный руководитель – старший преподаватель кафедры  
Физвоспитания Исаков Е.Ю.*

Информационные технологии являются потребностью в жизни человека, которая становится всё больше с течением времени, да и данная потребность оправдана их многофункциональностью, но вот как она качественно влияет на человека, зависит от потребностей самого человека.

В дни зарождения ЭВМ или же электронно-вычислительных машин, создатели данных устройств верили, что сильно облегчат тяготы будущим поколениям и помогут достичь новых высот в научной, промышленной и других видах деятельности людей. Их надежды были оправданы, ведь громоздкие «устройства» того времени уже далеко не ровня современным устройствам. На сегодняшний день самым ярким примером является смартфон, устройство, которое включает в себя такие возможности как, средство быстрой связи и передачи информации (включая соц. сети), будильник, время, календарь, музыка, камера, счётчик калорий, счётчик шагов и многое другое.

Если рассматривать информационные технологии с другой точки зрения, то помимо пользы, они могут приносить и вред. Человек так много времени проводит со смартфоном, компьютером, просмотром телевизора или подобного рода техники, что не замечает, как снижается его физическая активность, которая в свою очередь отрицательно отражается на его здоровье. Чтобы избежать отрицательного влияния, а превратить вред в пользу, люди совместили свои знания в сфере ИТ и знания о теле человека, что в последствии дало оборудования, используемые в медицинских и спортивных учреждениях, что значительно увеличило удобство и продолжительность жизни человека.

«Движение – это жизнь», так гласит старая народная пословица, но порой это движение нужно мотивировать и каждый может совместить спорт и технологии даже не имея сильных знаний в области ИТ, ведь всё что для этого надо - это желание. Так, узнав о платформе для программирования «Arduino IDE», появился интерес к данной программе и её возможностям, и постепенно было положено начало изучения её свойств и «языка», параллельно смотря и читая разные статьи. Спустя время, было решено сделать свой первый проект и опробоваться в движении «handmade» и «DIY» («do it yourself» или же «сделай сам»). Так, собрав необходимые комплектующие: жидкокристаллический дисплей 1602А (Рис. 1), I2C модуль для управления дисплеем (Рис. 2), пару проводов и самый главный элемент Ардуино НАНО (Рис. 3), а также заручившись паяльником, были спаяны вместе все компоненты (пример на рис. 4) и следующим шагом послужило написание программы, где Ардуино НАНО на основе микроконтроллера «Atmega328P» делает операции и выводит их на экран (Рис. 5).



Рис. 1.  
ЖК-дисплей 1602А



Рис. 2.  
I2C модуль



Рис. 3.  
Ардуино НАНО

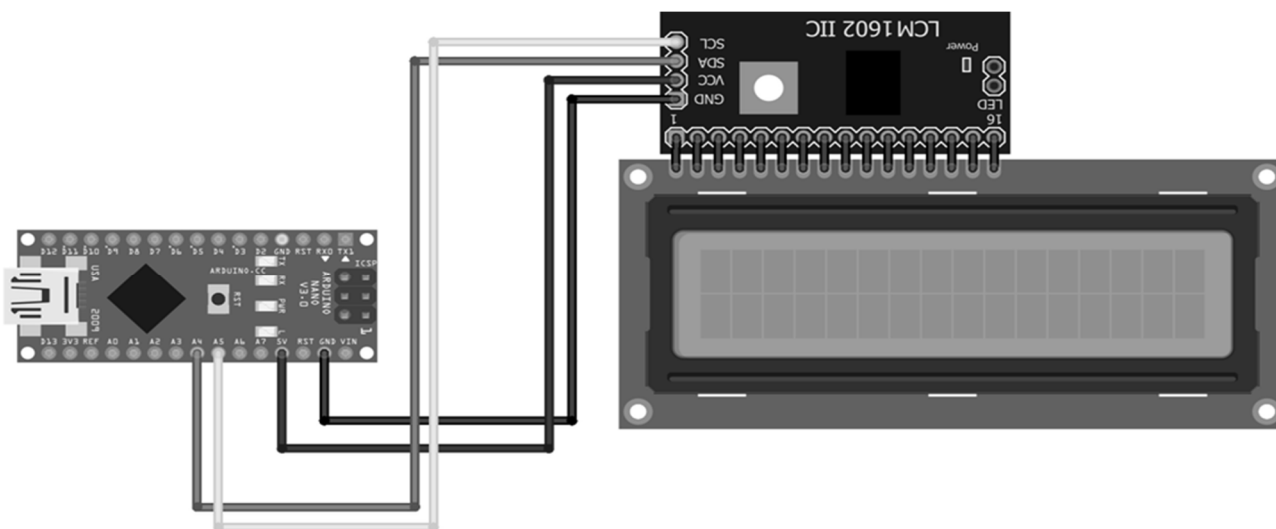


Рис. 4. Собранные компоненты комплектующие



Рис. 5. Конечный результат

По написанию программы, оставалось проверить работоспособность, а именно правильность подсчёта количества действий, такова цель данного устройства, будь то отжимания или подтягивания (от четырёх до 16 человек), а благодаря программистам-энтузиастам, которые в свою очередь пишут вспомогательные программы, эти данные можно вывести на монитор или дисплей. Также, если записать формулы в программу, то можно сразу получить

результаты тренировок или оценку подготовленности тела и данное устройство можно совершенствовать, ведь его потенциал использован лишь на пятую часть из имеющегося, а это значит, что он может быть значительно улучшен.

Полученный положительный результат работы даёт понять, что ИТ и ЭВМ могут влиять не только во вред и ухудшать здоровье человека, но наоборот, помогать ему, вызывать интерес, мотивировать и поддерживать общее состояние организма на высоком уровне, так как это зависит лишь от цели создателя устройства, с течением времени они могут улучшаться и становиться удобней, и давать большую результативность.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Alexgyver.ru [электронный ресурс]: «Уроки Ардуино», Дата обращения (28.03.2021 год);
2. arduinoLab [электронный ресурс]: «Видео обзоры модулей на Ардуино», Дата обращения (28.03.2021 год);
3. Заметки Ардуинщика [электронный ресурс]: «Уроки Ардуино», Дата обращения (28.03.2021 год).