

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ» (МГТУ ГА)

На правах рукописи

ОБРАЗЦОВ РОМАН АЛЕКСАНДРОВИЧ

**МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ
БЕЗОПАСНОСТЬЮ ПОЛЕТОВ В ОРГАНИЗАЦИЯХ ПО ОВД**

Специальность 2.9.6 - «Аэронавигация и эксплуатация авиационной техники»

ДИССЕРТАЦИЯ
на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Научный руководитель:
доктор технических наук, доцент
Шаров В.Д.

Москва – 2024

ВВЕДЕНИЕ.....	5
ГЛАВА 1. АНАЛИЗ НОРМАТИВНОЙ БАЗЫ И ПРАКТИКИ ПРОВЕРОК СУБП В ОРГАНИЗАЦИЯХ ПО ОВД.....	12
1.1 Особенности управления безопасностью полетов в организациях по обслуживанию воздушного движения	12
1.1.1 Общие сведения о структуре системы ОВД в РФ.....	12
1.1.2 Некоторые проблемные вопросы деятельности органов ОВД РФ	18
1.1.3 Состояние СУБП в организациях по ОВД	21
1.2 Риск - ориентированный подход и его реализация при надзорной и контрольной деятельности в гражданской авиации	24
1.2.1 Общие положения и проблемные вопросы контрольной и надзорной деятельности в гражданской авиации.	24
1.2.2 Принципы риск-ориентированного подхода.....	29
1.2.3 Риск-ориентированный подход в гражданской авиации	31
1.2.4 Реализация риск-ориентированного подхода при надзорной деятельности в гражданской авиации РФ.....	34
1.3. Практика проведения контрольно-надзорных мероприятий в организациях по ОВД.....	37
1.3.1 Нормативное регулирование контрольно-надзорных мероприятий	37
1.3.2 Обзор результатов проверок в организациях по ОВД в 2017 - 2022 гг.	40
Выводы по главе 1	42
ГЛАВА 2 ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СУБП В ОРГАНИЗАЦИИ ПО ОВД ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ПРОВЕРОК	44
2.1 Виды оценки эффективности СУБП по результатам проверок, применяемые в международной практике	44

2.1.1 Организационно-структурный контроль	44
2.1.2 Функциональный (процессный) контроль.....	47
2.2 Методы оценка эффективности СУБП организации по ОВД, применяемые в Российской Федерации	50
2.3 Разработка метода оценки эффективности СУБП организации по ОВД.....	56
2.3.1 Общие положения метода	56
2.3.2 Принципы формирования контрольных вопросов проверки	58
2.3.3 Оформление результатов проверки.....	63
2.3.4 Разработка показателя эффективности СУБП организации по ОВД	65
Выводы по главе 2.....	74
ГЛАВА 3 МЕТОД ОЦЕНКИ РИСКА ДЛЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛЕТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРО - НЕЧЕТКОЙ МОДЕЛИ.....	76
3.1 Постановка задачи проактивного управления безопасностью полетов в рамках риск-ориентированного подхода к надзорной деятельности	76
3.2 Формирование перечня индикаторов риска организации по ОВД.....	78
3.2.1 Подходы к разработке индикаторов риска.....	78
3.2.2 Выбор индикаторов риска на основе экспертного оценивания	81
3.3 Обоснование применимости нечеткой нейронной сети для прогнозирования рисков	85
3.3.1 Основные проблемы построения нечеткой модели управления риском ...	85
3.3.2 Теоретические основы построения гибридной нейро-нечеткой системы .	89
3.3.3 Структура и принципы функционирование сети ANFIS	92
3.4 Методика построения ANFIS для решения поставленной задачи.....	96
3.4.1 Формирование обучающей выборки.....	96

3.4.2 Использование программы Matlab для построения модели риска	98
Выводы по главе 3	104
ГЛАВА 4 МОНИТОРИНГ СБАЛАНСИРОВАННОГО ПОКАЗАТЕЛЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛЕТОВ КАК КЛЮЧЕВОЙ ЭЛЕМЕНТ ОПЕРАТИВНОГО КОНТРОЛЛИНГА В ОРГАНИЗАЦИИ ПО ОВД	106
4.1 Оперативный контроллинг в авиационной деятельности	106
4.2 Анализ проблемных вопросов оперативного контроллинга БП	109
4.2.1 Оценка фактического уровня БП как важнейший компонент СУБП.....	109
4.2.2 Показатель уровня БП в нормативных документах РФ	112
4.3 Методика установления целевого и пороговых уровней БП	115
4.4 Разработка показателя безопасности полетов для организации по ОВД....	119
4.4.1 Обзор показателей БП, применяемых при ОВД	119
4.4.2 Исходные данные для оценки уровня БП в организации по ОВД.....	125
4.4.3 Формирование сбалансированного показателя уровня БП	134
4.5 Методы мониторинга показателя безопасности полетов при оперативном контроллинге организации по ОВД	139
4.6 Прогнозирование показателя уровня безопасности полетов.....	143
Выводы по главе 4.....	146
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	148
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ.....	150
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	153

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность избранной темы. Обслуживание воздушного движения (ОВД) или аэронавигационное обслуживание (АНО) является важнейшим элементом функционирования авиационно-транспортной системы и обеспечения безопасности полетов (БП).

Между тем, в последние годы по информации Росавиации относительное число нарушений норм эшелонирования на 1 млн. часов налета в 2021 г. составляло 11,2, в 2022 г. - 10,0, что показывает очевидное ухудшение по сравнению со средним показателем 5,5 за 2016-2020 гг. Количество нарушений правил при использовании воздушного пространства за последние 7 лет в РФ стабильно составляет от 250 до 320 в год и тенденции к уменьшению этого количества не видно.

Очевидным путем повышения уровня БП в области ОВД является внедрение более совершенных систем управления безопасностью полетов (СУБП) организаций по ОВД. В соответствии с известным тезисом о том, что управлять можно тем, что можно измерить, возникает важная задача по оценке эффективности СУБП, функционирующей в организации по ОВД.

Понятие "эффективность системы управления" в разных областях деятельности трактуется по-разному. Исторически первой сферой применения термина была экономика, где эффективность - это соотношение между достигнутым результатом и использованными ресурсами¹. Однако ряд известных ученых в области управления вкладывают в это понятие и другие смыслы. Например, Ю.А. Бабань предлагает в отдельных случаях понимать его как

¹ ISO 9000:2015.

«состоятельность»², а А.Г. Поршневу³ и С.М. Васину⁴ - «результативность» и советуют рассматривать вопрос также и в более общем смысле, как «отношение результата к целям». Именно в таком смысле понятие «эффективность» используется в Стандарте ИКАО Приложения 19, когда говорится об «эффективности обеспечения БП». Прежде всего, это общая оценка влияния функционирующей СУБП на состояние БП в организации по ОВД (ее «полезность»), а также уровень совершенства, зрелости системы и соответствия предъявляемым к ней требованиям.

В этом смысле термин применяется и в данной диссертации. Можно выделить три подхода к разработке методики оценки эффективности СУБП:

- оценка уровня соответствия СУБП нормативным требованиям ГА РФ, а также международным рекомендациям и передовым практикам;
- оценка полноты применения проактивных методов управления рисками для безопасности полетов;
- разработка и применение объективных показателей уровня БП, методов их мониторинга, установления целевых и пороговых уровней.

Обоснованной и эффективной методики оценки эффективности СУБП в организациях по ОВД на сегодня не разработано. Применяемые методы и показатели БП при ОВД имеют очевидные недостатки и не позволяют объективно оценить, насколько полезна СУБП организации в части стимулирования работы по повышению уровня БП, проактивной оценке рисков, по внедрению передовых методов и практик.

Превалирует формальный подход по оценке уровня внедрения требований нормативных документов и использование показателей БП, учитывающих только авиационные события.

2 Бабань Ю.А. Совершенствование бизнес-процессов в современной философии управления//Финансовый бизнес. 2002. № 6.

3 Поршневу А.Г., Разу М.Л. Менеджмент. Теория и практика в России. - М.: ИД ФБК ПРЕСС. - 523 с.

4 Васин С.М. Природа и сущность понятия эффективность управления предприятием // Вектор науки - 2012 № 4 С. 221-233.

Особенно явно недостатки применяемых методов проявляются в организациях по ОВД, не входящих в ФГУП «Госкорпорация по ОрВД», а таковых в РФ около 100.

Таким образом, актуальность темы исследования определяется наличием нерешенной научной задачи по разработке методов оценки эффективности СУБП организации по ОВД.

Степень разработанности вопроса. Решение данной задачи тесно связано с вопросами обеспечения БП при ОВД, с оценкой рисков АНО и формированием показателей и целевых уровней безопасности при ОВД, которым посвящены работы таких ученых как С.Л. Белогородский, П.В. Олянюк, Ю.Н. Сарайский, В.А. Уманский, В.А. Русол, А.В. Липин, Е.Е. Нечаев, Л.К. Щербаков, Д.В. Бобылев, В.Г. Шелковников, В.Н. Нартов, В.Н. Нечаев.

Общим вопросам разработки СУБП и оценки рисков посвящены работы Е.Ю. Барзиловича, Б.И. Бачкало, В.В. Воробьева, А.Г. Гузия, Г.Н. Гипича, Б.В. Зубкова, Г.В. Коваленко, Е.А. Куклева, В.Д. Шарова, А.М. Лушкина, Г.Н. Матвеева, Н.И. Плотникова, В.М. Рухлинского, С.А. Толстых и др.

Данными вопросами занимались и зарубежные ученые P.G. Reich, P. Brooker, M. Park, K. Jenab, J. Pineau, M. Fujito, D. Reason, N. Leveson

Однако методических материалов по оценке эффективности СУБП недостаточно. Методические рекомендации территориальным органам Росавиации по проверкам СУБП поставщиков услуг, разработанные в 2019 г. на кафедре Безопасности полетов и жизнедеятельности МГТУ ГА по заказу Росавиации, не охватывали организаций по ОВД.

Применяемый для оценки уровня БП при АНО показатель учитывает только авиационные события, причем все с одинаковым весом, что не позволяет объективно оценить уровень БП.

Объект исследования: организация по ОВД, предоставляющая услуги по аэронавигационному обеспечению полетов (АНО).

Предмет исследования: методы оценки эффективности СУБП при проведении проверки и самопроверки, а также посредством мониторинга сбалансированного показателя уровня БП в рамках СУБП организации по ОВД.

Целью диссертационного исследования является решение научной задачи разработки методов оценки эффективности СУБП организации по ОВД в целях совершенствования ее работы для повышения уровня БП при АНО.

Для достижения цели потребовалось решение следующих **задач**.

1. Анализ нормативной базы и практики проверок СУБП в организациях по ОВД с учетом современного риск-ориентированного подхода к контрольно-надзорной деятельности.

2. Разработка нового метода оценки СУБП и коэффициента эффективности СУБП организации по ОВД по результатам проверок и самообследования.

3. Разработка методики формирования перечня индикаторов риска, используемых при проведении проверки или самообследования организации по ОВД и метода проактивной оценки рисков организации с использованием адаптивной нейро-нечеткой модели.

4. Разработка сбалансированного показателя БП, методов его мониторинга и краткосрочного прогнозирования уровня БП как ключевого элемента оперативного контроллинга в организации по ОВД.

Методы исследования. В работе применяется теория вероятностей, математическая статистика, элементы теории нечетких множеств и нейронных сетей, методы исследования операций и экспертных оценок.

Научная новизна полученных результатов:

1. Разработан метод проверки СУБП организации по ОВД, который в отличие от существующих, учитывает внедрение не только требований РФ, но и SARPs ИКАО, а также рекомендаций международных организаций, позволяет количественно оценить уровень эффективности и мотивирует организацию по ОВД на использование передовых практик управления БП.

2. Впервые в практике управления БП предложен метод использования адаптивной нейро-нечеткой модели, как внедрение элементов искусственного интеллекта, для проактивной оценки рисков для БП на основе выявленных при проверке или самообследовании организации по ОВД проявлений индикаторов риска. При этом учитывается степень серьезности этих проявлений.

3. Разработан новый показатель уровня БП при АНО, который учитывает серьезность авиационных событий, а также менее значимых событий (фактов), влияющих на БП, не учитываемых в показателях, применяемых в настоящее время в организациях по ОВД. Предложенные варианты его мониторинга и краткосрочного прогнозирования уровня БП рассматриваются как элементы оперативного контроллинга авиапредприятия.

Теоретическая и практическая значимость: при выполнении работы получены теоретические положения и алгоритмы, которые легли в основу конкретных методов. Для проведения проверки и самообследования организации по ОВД разработаны контрольные вопросы проверки и рекомендации аудитору, а также алгоритм расчета коэффициента эффективности СУБП.

Разработана методика выбора индикаторов риска с помощью экспертного оценивания, формирования обучающей выборки и построения адаптивной нейро-нечеткой модели в программной среде Matlab.

Разработаны критерии категорирования событий, учитываемых при расчете показателя уровня БП, методы мониторинга и прогнозирования до уровня практического применения.

На защиту выносятся:

1. Метод проведения проверки (самообследования) СУБП организации по ОВД с использованием разработанного перечня контрольных вопросов.
2. Метод расчета коэффициента эффективности СУБП.

3. Метод оценки риска организации по ОВД на основе отмеченных при проверке или самообследовании проявлений индикаторов риска с использованием адаптивной нейро-нечеткой модели.

4. Метод расчета сбалансированного показателя уровня БП организации по ОВД, методы его мониторинга и краткосрочного прогнозирования в качестве элементов оперативного контроллинга организации по ОВД.

Достоверность результатов обеспечена тем, что в работе применялись известные вероятностные и статистические методы, практические приложения теории нечетких множеств и нейросетей, опробованные методы проведения экспертных опросов и обработки их результатов с помощью сертифицированных программ.

Точность методов краткосрочного прогнозирования подтверждена сравнением прогнозируемых и реальных данных.

Выполнена валидация адаптивной нейро-нечеткой модели по ГОСТ Р 57412-2017 на основе сравнения результатов моделирования с оценками экспертов.

Достоверность основных результатов подтверждается практикой применения разработанных методов при проведении контрольно-надзорных мероприятий в организациях по ОВД, проводимых Ространснадзором, что отражено в акте внедрения результатов диссертационного исследования.

Результаты диссертационной работы докладывались на следующих научно-технических конференциях и семинарах.

1. Международная научно-техническая конференция, посвященная 50-летию МГТУ ГА, Москва 25–26.05 2021 г.

2. IX Евразийская международная конференция и выставка Беспилотная авиация — 2022, Москва, 21-22.04 2022 г.

3. Международная научно-техническая конференция, посвященная 100-летию отечественной гражданской авиации, Москва 18-19.05 2023 г.

4. XII всероссийская научно-практическая конференция «Гражданская

авиация: прошлое, настоящее, будущее», посвященная празднованию 100-летия гражданской авиации России, Ростов 20 октября 2023 г.

5. Всероссийская научно - практическая конференция «Цифровые технологии в авиации. Теория, практика, история». Академия наук авиации и воздухоплавания. Институт проблем управления РАН им. В.А. Трапезникова, Москва 24.10.2023 г.

6. XXI Научные чтения по авиации, посвященные памяти Н. Е. Жуковского. Москва, 18-19.04.2024 г.

По теме работы опубликовано 10 статей, из их числа 3 статьи в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК для публикации научных результатов диссертаций на соискание ученых степеней кандидата и доктора наук.

Результаты исследования использованы при проведении контрольно-надзорных мероприятий Росавиацией и Ространснадзором, включены в материалы курса "Системы управления безопасностью полетов поставщиков услуг" Института повышения квалификации МГТУ ГА, что подтверждается актами внедрения.

Личный вклад автора. Лично автором, либо при его непосредственном участии получены все основные результаты диссертационной работы.

Структура и объём диссертационной работы. Диссертация состоит из введения, четырёх глав, заключения, списка литературы, перечня сокращений. Общий объем работы составляет 166 страниц текста. Диссертация содержит 36 таблиц, 29 рисунков, список используемых источников из 119 наименований и имеет 7 приложений на 133 страницах.

ГЛАВА 1. АНАЛИЗ НОРМАТИВНОЙ БАЗЫ И ПРАКТИКИ ПРОВЕРОК СУБП В ОРГАНИЗАЦИЯХ ПО ОВД

1.1 Особенности управления безопасностью полетов в организациях по обслуживанию воздушного движения

1.1.1 Общие сведения о структуре системы ОВД в РФ

Организация использования воздушного пространства РФ базируется на положениях ст. 13-18 Воздушного кодекса РФ (ВК РФ) [1], предусматривает обеспечение безопасного, экономичного и регулярного воздушного движения и другой деятельности по использованию воздушного пространства и включает в себя:

- планирование и координирование использования воздушного пространства в соответствии с государственными приоритетами;
- обеспечение разрешительного или уведомительного порядка использования воздушного пространства;
- организацию воздушного движения, как обслуживание (управление) воздушным движением;
- организацию потоков воздушного движения;
- установление структуры и классификации воздушного пространства.

Для решения перечисленных задач, при условии, что безопасность полетов (БП) будет поддерживаться на приемлемом уровне, в РФ создана Единая система организации воздушного движения РФ (ЕС ОрВД, далее ЕС), которая осуществляет свои функции в пределах воздушного пространства РФ и в той части воздушного пространства, где ответственность за организацию воздушного движения и контроль за соблюдением стандартов возложена на РФ по международным договорам.

ЕС не является юридическим лицом или ведомством, но полномочия

конкретных её органов могут возлагаться на определённые организации и ведомства РФ. Полномочия каждого элемента определяются положением о нём, утверждаемым вышестоящим органом. Организационная структура ЕС, полномочия, состав, задачи, порядок деятельности определены в Постановлении Правительства РФ от 28.08.2015 г. N 901 [2].

Руководящим органом ЕС является Росавиация, а к оперативным органам относятся органы обслуживания воздушного движения (ОВД), являющиеся структурными подразделениями ФГУП «Государственная корпорация по организации воздушного движения в РФ» (Госкорпорация по ОрВД), созданного 25.12.1996 г. Структура ЕС ОрВД приведена на рисунке 1.1.

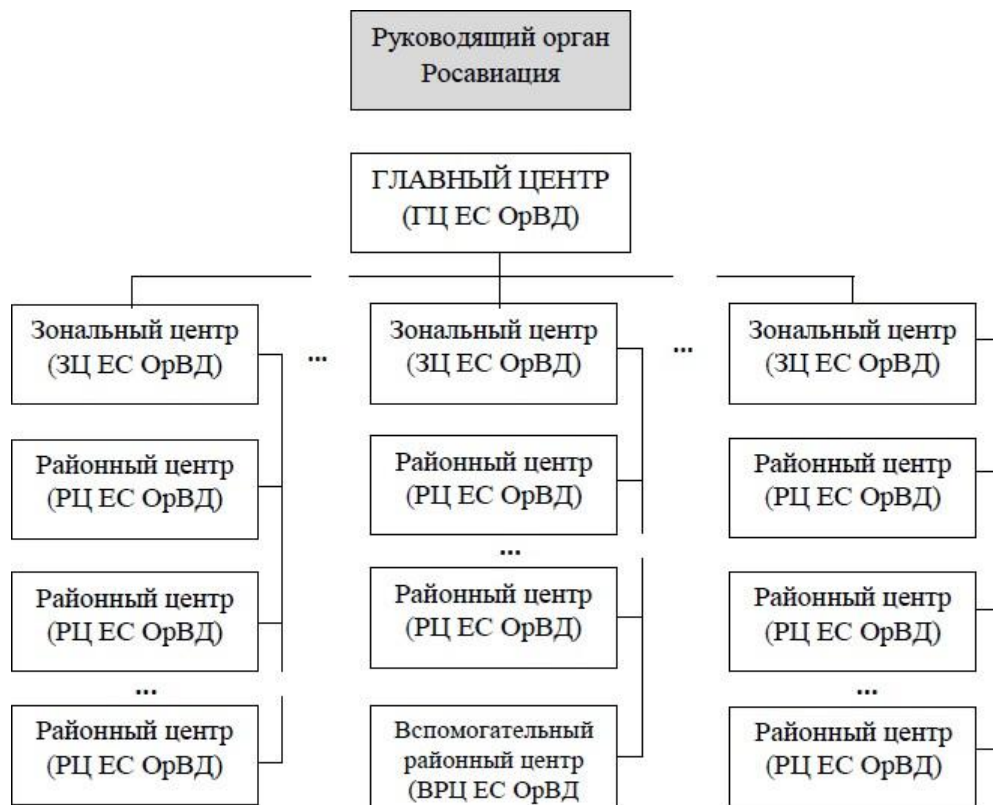


Рисунок 1.1 - Организационная структура ЕС ОрВД

В Перечень оперативных органов ЕС ОрВД, утвержденный приказом ФАВТ от 25.04.2016 N 282, включены:

- Главный центр (Москва);
- 4 зональных центра (Екатеринбург, Новосибирск, Санкт-Петербург, Хабаровск);

- 4 региональных центра (Москва, Ростов-на-Дону, Самара, Иркутск);
- 24 районных центра;
- 3 вспомогательных центра;
- 114 аэродромных диспетчерских центров.

Основные характеристики ЕС ОрВД приведены на сайте ФГУП Госкорпорация по ОрВД [3]. Ниже приведены некоторые из них.

Обслуживаемая площадь — более 26 млн кв. км.

Протяженность маршрутов — более 800 тыс. км.

Обслуживается более 1,5 млн полетов в год.

Одновременно под управлением находятся более 1000 ВС.

Более 30 тыс. работников, из них в службе движения работают более 10 тыс. (8 тыс. диспетчеров) и в службе ЭРТОС - более 10 тыс.

Имеется 95 комплексов автоматизации УВД, из них 10 входят в состав АС УВД укрупненных центров.

В ЕС задействовано около 800 средств наблюдения, около 2000 ед. средств навигации и посадки, более 11 тыс. ед. средств радиосвязи.

Организовано более 40 автоматизированных рабочих мест.

Основным документом, определяющим задачи, порядок организации деятельности, взаимодействия с пользователями воздушного пространства организациями является Положение об оперативных органах ЕС [4].

Главный центр ЕС предназначен для планирования и координирования использования воздушного пространства, обеспечения разрешительного и уведомительного порядка его использования, организации потоков воздушного движения для обеспечения ОВД, а также контроля за функционированием оперативных органов ЕС и соблюдением Федеральных правил. В документе [4] сформулированы задачи, решаемые Главным центром в соответствии с ФАП и Положением о ЕС ОрВД. Начальником главного центра назначается один из заместителей генерального директора ФГУП.

Зональные центры ЕС предназначены для планирования и координирования использования воздушного пространства, обеспечения разрешительного и уведомительного порядка его использования, организации потоков воздушного движения (ВД) в целях обеспечения ОВД в воздушном пространстве установленной зоны ЕС, а также контроля за функционированием в ней оперативных органов ЕС и соблюдением Федеральных правил.

Региональные, районные центры, вспомогательные, аэроузловые и аэродромные центры в соответствии с [4] должны решать задачи организации и управления в ВП в установленных для них зонах и районах. Оперативные органы ЕС объединены в 14 филиалов (рисунок 1.2 из [3]), характеристики филиалов приведены в табл. 1.1.



Рисунок 1.2 - Филиалы Единой Системы ОрВД РФ

В то же время в РФ насчитывается около 100 организаций, имеющих сертификат ОВД и не входящих в Госкорпорацию. В Московской воздушной зоне таких предприятий 9: АО «ЛИИ им. М.М. Громова» (а/п Жуковский); ГБУ ВО «Владимирская авиабаза» (а/п Семязино (Владимир)); АО «Костромское авиапредприятие» (а/п Кострома); АО «Международный аэропорт Брянск»; ООО

«Центр Авиа» (а/п Иваново); ТОГБУ «Аэропорт Тамбов»; КПКО «Курск аэропорт»; ОАО "Аэропорт Старый Оскол", Авиапредприятие «Газпром авиа» (а/п Остафьево)

Таблица 1.1 Основные характеристики филиалов ЕС ОрВД России

№ п. п	Название филиала	Зона ответственности	Структура	Аэродромы	Дополнительные сведения
1	Московский центр автоматизированного УВД, г. Москва.	732272 кв. км до высоты 16150 м.	8 центров ОВД и 5 отделений ОВД. 23 сектора районного дисп. центра и 25 секторов аэроузлового диспетчерского центра.	Более 100, из них 10 международных.	55 запретных зон, 161 зона ограничений, 8 авиационных и 36 стрелковых полигонов.
2	Аэронавигация Северо-Запада, г. Санкт-Петербург	750000 кв. км.	Филиал имеет 7 центров ОВД.	116 аэродромов, два аэроузла.	16 запретных, 27 опасных, 178 зон ограничения полетов.
3	Крымаэронавигация, г. Симферополь	164000 кв. км, акватории Черного и Азовского морей.	В структуру филиала входит Севастопольское отделение ОВД.	Симферополь, Заводское, совместного исп. а/д Бельбек.	Единая норма измерения высоты в футах и RVSM,
4	Аэронавигация Юга, г. Ростов-на-Дону.	729000 кв. км акваториями Азовского, Каспийского и Черного морей.	Региональный центр Ростов-на-Дону, а также 12 центров ОВД с Геленджикским, Ставропольским, Элистинским отделениями центров ОВД.	16 аэродромов. 13 из них международные.	Укрупненный ЗЦ ЕС с правом перехода на RVSM во всех секторах.
5	Аэронавигация Центральной Волги, г. Самара	Более 620000 кв. км.	Филиал имеет 8 Центров ОВД.	39 аэродромов и 143 посадочные площадки.	Протяженность международных воздушных трассы, 292 км.

6	Аэронавигация Урала, г. Екатеринбург.	Территория 686600 кв. км.	Филиал имеет 7 центров ОВД и 1 отделение.	7 а/д, из них 4 международных, 3 федерального значения.	Протяженность трасс – 18980 км., международных – 8270 км.
7	Аэронавигация Севера Сибири, г. Тюмень	1 346 000 кв. км.	Филиал имеет 8 центров ОВД.	19 а/д, из них 4 – международных.	Протяженность трасс, 48523 км., международных 35989 км.
8	Аэронавигация Западной Сибири, г. Новосибирск.	Общ. протяженность трасс более 40 тыс. км более 130 участков международных, с 10 коридорами на границе сопредельных стран.	Филиал имеет 6 центров ОВД.	5 международных. 3 - федерального и 4 регионального значения, 120 площадок и 1 вертодром.	Протяженность трасс, 40 000 км., 130 участков международных трасс.
9	Аэронавигация Центральной Сибири, г. Красноярск .	Красноярский край., Тыва, Таймыр, Эвенкия. Протяженность трасс север-юг 3500 км., запад-восток 1250 км.	В структуру Филиала входит 13 Центров ОВД.	13 аэродромов.	Основным центром ОВД является укрупненный Красноярский Центр.
10	Аэронавигация Восточной Сибири, г. Иркутск.	1457 тыс. кв. км. протяженностью север-юг 1 428 км., запад-восток 1708 км	В структуру Филиала входит 8 Центров ОВД и одно отделение.	8 аэродромов.	Протяженность трасс 53294 км.
11	Аэронавигация Северо-Восточной Сибири, г. Якутск.	Республика Саха (Якутия), Сев. Лед. океан. Общ площадь 4060 тыс. кв. км, запад-восток- 2325 км, север-юг- 2540 км.	11 секторов районного центра (РЦ), 1 местный диспетчерский пункт (МДП).	Диспетчерские пункты подхода, круга, руления и старта аэродрома Якутск.	Подготовлен проект по установлению 18 новых маршрутов (участков маршрутов) зональной навигации.
12	Аэронавигация Северо-Востока, г. Магадан.	Магаданская обл. и Чукотский авт. округ, выше 8100 метров — над Камчатским краем, восточной частью	7 центров ОВД, а также 8 их отделений.	7 аэродромов.	Технологии контрактного автоматического независимого наблюдения (АЗН-В) и передачи данных

		Северного Ледовитого океана и северо-запад. частью Тихого океана.			по линии «диспетчер-пилот»
13	Аэронавигация Дальнего Востока, г. Хабаровск.	2500000 кв. км. Хабаровский, Приморский края, Еврейской авт. область Амурская, Сахалинская обл., Охотское и Японское моря.	Диспетчерские пункты УВД на федеральных аэродромах Владивостока (Кневичи), Южно-Сахалинска (Хомутово), Благовещенска (Игнатьево). аэропортах МВЛ Советская Гавань, поселка им. Полины Осипенко, Аяна, Богородского.	43 аэродрома различных ведомств, из которых 20 а/д ГА, из них 4 международные.	Пересечения воздушных трасс с юга на север и с востока на запад, что обеспечивает устойчивый спрос на аэронавигационные услуги.
14	Камчатэро навигация г. Елизово.	Обслуживание ВД на 29 международных воздушных трассах протяженностью 20829 км, 6 внутренних трассах протяженностью 2494 км и 9 МВЛ 5317 км.	10 центров и отделений ОВД и Усть - Большереецкий центр ЭРТОС на территории Камчатского края.	а/д совместного базирования Петропавловск-Камчатский; 12 аэродромов МВЛ, 3 а/д гос. авиации.	РДЦ Магадан приступил к ОВД движения в границах секторов «Камчатка-1» и «Камчатка-2» выше FL080.

1.1.2 Некоторые проблемные вопросы деятельности органов ОВД РФ

Согласно ст. 37 Конвенции о международной ГА государства обязались максимально внедрять SARPс ИКАО, а согласно ст. 38 сообщать об имеющихся отличиях от Стандартов ИКАО. В настоящее время имеются следующие несоответствия Стандартам ИКАО в положениях Воздушного законодательства

РФ в области ОВД. Приложению 11 [5] не соответствуют определения понятий «высота перехода», «видимость», «высота нижней границы облаков», «запасной аэродром», «обслуживание воздушного движения», «расчетное время», приведенные в Федеральных правилах использования воздушного пространства (ФП ИВП) [6].

В ФАП-297 [7] отсутствуют следующие положения Приложения 10 [8]:

- о радиочастотном диапазоне глиссадного и курсового радиомаяков;
- подробные технические характеристики запросчиков, маркерных ОВЧ-радиомаяков, спутниковых систем функционального дополнения.

Важным для БП является выполнение положений PANS-ATM [9], хотя этот документ не содержит SARPs. Согласно п. 6.1 [9], уменьшение минимумов эшелонирования в окрестностях аэродрома при ОВД возможно, если:

а) каждое ВС постоянно находится в поле зрения летных экипажей других соответствующих ВС, и эти пилоты сообщают, что они могут обеспечивать эшелонирование самостоятельно;

б) одно ВС следует за другим, и летный экипаж летящего позади ВС сообщает, что он видит другое ВС и может обеспечивать эшелонирование.

Данные процедуры отсутствуют в документах РФ.

По вопросам управления БП Россия, как известно, не заявила о невыполнении каких-либо Стандартов Приложения 19 [10], что закреплено в ст.24.1 Воздушного кодекса РФ. Соответственно, СУБП организаций по ОВД и управление БП при использования воздушного пространства на государственном уровне должны соответствовать Стандартам ИКАО.

План внедрения навигации, основанной на характеристиках (PBN), в воздушном пространстве РФ работает с 2013 г. Но маршруты ОВД в верхнем воздушном пространстве Московской зоны ЕС ОВД, основанные на зональной навигации RNAV-5, были введены только в 2020 при внедрении новой структуры воздушного пространства Московской зоны (МЗ ЕС).

Запланированный переход на полеты на аэродромах по QNH идет медленно. Например, сейчас полеты по QNH выполняются на следующих аэродромах Московской зоны: Внуково, Шереметьево, Домодедово, Калуга (Грабцево), Воронеж (Чертовицкое), Белгород, Липецк, Нижний Новгород (Стригино).

На 116 аэродромах РФ установлены наземные функциональные дополнения (GBAS), но они сертифицированы только по I категории ИКАО. Кроме того, для использования GBAS для точного захода на посадку необходимо изменение нормативных правовых актов и модернизация светосигнального оборудования аэродрома - переход с ОМИ на ОВИ.

Значительная часть маршрутов и аэродромов не охвачена зонами действия наземных средств (D)VOR/DME и DME/DME, что не позволяет использовать спецификации RNAV и RNP. Не внедрена полностью система обработки, хранения и передачи аэронавигационной информации в электронном виде.

Отдельной проблемой, ждущей своего решения, является разработка нормативных положений по регулированию полетов беспилотных ВС.

Необходимо отметить, что в связи проведением специальной военной операцией происходит воздействия средств радиоэлектронной борьбы на навигационные спутники, что влияет на работу средств аэронавигации.

С 1998 г. в соответствии с приказом ФСНСТ началась передача служб УВД и ЭРТОС из предприятий и аэропортов различных форм собственности в состав Госкорпорации по ОрВД. Но в некоторых авиапредприятиях эта процедура не выполнена до сих пор. В МЗ ЕС это аэропорты Остафьево, Жуковский, Владимир, Кострома, Иваново, Тамбов, Старый Оскол, Брянск.

Как правило, в таких предприятиях наблюдаются следующие недостатки:

- в связи с ограниченным финансированием выходят из строя средства наблюдения и радиотехнических средства (РТС) обеспечения полетов;
- отсутствуют средства автоматизации ОВД для сбора, обработки, распределения и отображения на рабочих местах диспетчеров информации от

средств наблюдения о воздушной обстановке и планах полетов;

- отсутствует аппаратура документирования для записи и воспроизведения речевой, радиолокационной и плановой информации;
- отсутствует система управления и контроля за наземным движением ВС, спецтранспорта и технических средств на аэродромах;
- ограничены возможности органа ОВД оказать помощь ВС, терпящему бедствие.

Имеются проблемы в части подготовки диспетчерского и инженерно-технического персонала. Диспетчеры, в связи с отсутствием РТС и средств объективного контроля (СОК), при продлении срока действия свидетельства и подтверждении квалификации предоставляют недостоверную информацию о прохождении проверок практического использования РТС и СОК.

Каждая организация по ОВД должна иметь СУБП, соответствующую требованиям Воздушного законодательства РФ. Это, прежде всего, требования Постановления Правительства РФ № 642 [11], а также ФАП-216 [12] и ФАП-293 [13]. Госкорпорация разрабатывала, внедряла и совершенствовала свою СУБП с 2006 г. Однако, как было указано выше, в стране действуют около 100 организаций, не входящих в Госкорпорацию, но оказывающих услуги по АНО. Они также должны иметь полноценные СУБП.

1.1.3 Состояние СУБП в организациях по ОВД

Руководством по управлению БП (РУБП) Госкорпорации является стандартом предприятия. В заявлении о политике в области БП указано, что БП является наивысшим приоритетом в деятельности всех подразделений предприятия. Приоритетными целями управления БП при АНО установлено обеспечение приемлемого уровня БП и внедрение, при необходимости, изменений в систему ОВД и других видов АНО, нацеленных на повышение уровня БП. В

качестве критериев приемлемого уровня установлены ключевые показатели в сфере БП: отсутствие авиационных происшествий и минимальная величина налета на один авиационный инцидент. В 2024 г. - 120 тыс. часов, далее каждый год показатель увеличивается на 1 тыс. часов до 126 тыс. часов в 2030 г.

РУБП состоит из 9 глав, из них 4 построены согласно основным компонентам СУБП концептуальных рамок Приложения 19 ИКАО.

Отдельными главами определен порядок:

- работы с действующей в Предприятии «Базой данных по безопасности полетов при ОрВД» (БД БП);
- проведения внутреннего служебного расследования в области БП.

Руководство отражает текущее состояние СУБП Предприятия при осуществлении АНО. Внесение изменений (дополнений) в него осуществляется в соответствии с изменением воздушного законодательства РФ, по результатам накопленного опыта по функционированию СУБП Предприятия при осуществлении АНО и по мере внедрения в нее новых элементов.

Отметим некоторые недостатки Руководства.

а) Не описана процедура и форма отчета по предоставлению в ФАВТ информации, что предусмотрено п. 5 Правил разработки СУБП (ПП-642) [11]. Информация о ФО и рисках предприятий должна помогать совершенствовать государственную систему управления БП гражданских ВС и обеспечивать передачу данных в федеральные органы исполнительной власти.

б) В Руководстве не отражена необходимость проведения самообследования и профилактических визитов инспекторов ФСНСТ, что предусмотрено Положением о надзоре в области ГА (ПП-1064) [14].

Эти мероприятия являются важной частью управления БП, поскольку руководителем организации по ОВД может предусматриваться самостоятельная оценка соблюдения обязательных требований при самообследовании. По итогам самообследования предприятие освобождается от плановых проверок на год, что

снижает административную нагрузку на него [15].

Практически профилактический визит имеет форму профилактической беседы, в ходе которой инспектор информирует работников предприятия о требованиях, к его деятельности, а также о категории риска (см. п. 1.2) и о способах снижения риска. При этом инспектор может консультировать персонал. Мероприятия помогут выработать общую логику и обратную связь между инспекцией предприятия и органами контроля.

в) В РУБП предприятия при расчете показателя уровня БП (SPI) все инциденты и серьезные инциденты учитываются одинаково, хотя они, безусловно, отличаются по уровню опасности для БП. Этот показатель уровня БП не отражает реальную ситуацию с уровнем БП и динамику его изменения (см. главу 4).

Как показывает практика проверок, управление БП в предприятиях, которые не входят в Госкорпорацию, усложняется целым рядом факторов. Отмечается продолжающаяся эксплуатация РТС, ограниченных по своим функциональным возможностям, большая часть которых выработала свой технический ресурс и подлежит замене. В этих предприятиях не ведется качественная подготовка диспетчерского и инженерно-технического персонала. Соответственно, ощущается недостаток квалифицированных специалистов, имеющих знания, опыт, навыки и понимание SARPс ИКАО, правилах аэронавигационного обслуживания, практике безопасной эксплуатации, аспектах человеческого фактора. В таких условиях реализовывать полноценную СУБП не предоставляется возможным.

В деятельности аэропортов ЦФО РФ, где службы ОВД не входит в ФГУП «Госкорпорация по ОрВД» (см. п. 1.1.1), выявлялись существенные нарушения, не позволяющие обеспечить безопасное использование воздушного пространства в установленных для них зонах и районах. Так, в ТОГБУ «Аэропорт Тамбов», ОАО «Аэропорт Старый Оскол», ООО «ЦЕНТР АВИА», аэропорт Владимир отсутствует радиолокационный контроль, что не позволяет вести обнаружение и измерение координат ВС (азимут-дальность), контролировать воздушное

пространства, а также отсутствует возможность информировать экипажи ВС о взаимном местоположении ВС при возникновении конфликтной ситуации.

В АО «Международный аэропорт Брянск» и АО «Костромское авиапредприятие» установлен ДРЛ-7СМ, который работает в запрещенном диапазоне частот, предназначенном для телевидения и сотовой связи. Радиолокатор выполнен на устаревшей элементной базе. Указанными РТС невозможно определить высоту полета ВС даже тогда, когда экипаж ВС сообщает об аварийной обстановке. РЛС ДРЛ-7СМ не обеспечивает отображение на индикаторе воздушной обстановки координатной и знаковой динамической информации по сопровождаемым ВС в виде полных и сокращенных формуляров, а другие средства радиолокации отсутствуют.

В связи с истекшим сроком прохождения очередных курсов повышения квалификации диспетчеров - инструкторов, стажировки диспетчеров и проверки для продления срока действия свидетельства и подтверждения своей квалификации в рамках имеющейся квалификационной отметки во всех вышеперечисленных авиапредприятиях проводятся с нарушениями.

СУБП в указанных авиапредприятиях не функционируют в полном объеме. В РУБП не определен приемлемый уровень БП. Контроль и количественная оценка эффективности обеспечения БП выполняется формально. Не используется проактивный подход по выявлению ФО и, соответственно, процедуры управления рисками для БП фактически не работают.

1.2 Риск - ориентированный подход и его реализация при надзорной контрольной деятельности в гражданской авиации

1.2.1 Общие положения и проблемные вопросы контрольной и надзорной деятельности в гражданской авиации.

SARPs ИКАО, Приложение 19 [10], определяет две важных

государственных функции следующим образом.

«Контроль. Функция, осуществляемая государством для обеспечения соблюдения лицами и организациями, осуществляющими авиационную деятельность, национальных законодательных актов и нормативных положений в области БП» [10].

«Надзор. Деятельность государства, в рамках которой государство путем проведения инспекций и проверок проактивно проверяет неуклонное выполнение обладателями авиационных свидетельств, сертификатов, разрешений или полномочий установленных требований и их функций на таком уровне квалификации и безопасности, который требует государство». [10].

Формулировки близки по их значению, однако имеется некоторое смысловое различие. В определении контроля делается упор на его важность для подтверждения выполнения объектом контроля требований и норм в части обеспечения БП. Надзор же ориентирован на проверку выполнения объектом сертификационных требований (разрешений, полномочий), при этом подчеркивается «проактивность» этой функции.

При проверке СУБП поставщика услуг эти две функции пересекаются самым тесным образом, их трудно отделить друг от друга. Поэтому при разработке методических рекомендаций по проверкам СУБП нужно учитывать необходимость одновременного выполнения действий, обеспечивающих решение задач и контроля, и надзора.

По Стандарту ИКАО, Приложение 19, обязанность государства выполнять надзорную функцию в рамках Государственной программы по БП (ГосПБП) сформулирована в виде Критического элемента 7 (КЭ-7). Содержание КЭ-7 по [10] состоит в том, что государства проводят инспекции, проверяя, что обладатели свидетельств, сертификатов и разрешений отвечают установленным требованиям.

Руководстве ИКАО Doc. 9734 [16] по организации контроля за БП

содержит пояснение: обязательства и ответственность государства по поддержанию БП в международной ГА продолжается и после выдачи свидетельств и разрешений. Государство должно обеспечить функционирование системы, которая поддерживает квалификацию владельцев свидетельств, продление срока их действия, поддерживает безопасность и регулярность полетов.

Ведомству ГА (ВГА), согласно [16], должны иметь полномочия и ответственность за проведение инспекций, анализ производства полетов, выявление недостатков, внесение рекомендаций, введение ограничений, выдачу, отзыв или прекращение действия свидетельств и разрешений.

Кроме того, ВГА должно быть наделено полномочиями и ответственностью для осуществления постоянного надзора за деятельностью, чтобы обеспечивать постоянное применение признанной практики соблюдения БП и процедур, содействующих БП. Для достижения этой цели ВГА должны осуществлять постоянно или в оговоренные сроки надзор за полетами обладателей свидетельств и/или сертификатов.

Программа надзора и инспектирования должна давать убедительное заключение о сохранении своей квалификации обладателями свидетельств, отметок, сертификатов.

Руководство ИКАО по процедурам инспекций, сертификации и надзора [17] содержит подробные рекомендации по надзорным и контрольным мероприятиям для выполнения SARPs ИКАО, но вопросы проверки СУБП в этом документе подробно не рассматриваются.

В [17], глава 5 «Государственная организация по контролю за обеспечением БП», указано, что следует создать инспекцию, которая должна быть независимым подразделением ВГА и подчиняться непосредственно Руководителю ВГА. Её состав зависит от масштабов летной работы в государстве. Для эффективного выполнения своих обязанностей такая организация должна быть разбита на

специализированные отделы. Много внимание уделено вопросам подготовки инспекторского персонала.

Таким образом, в соответствии с SARPs ИКАО, сертификация поставщиков услуг и надзор является важнейшей функцией ВГА. Выполнять функцию проверок поставщиков должна организация, которая ответственна за проведение первоначальной сертификационной проверки и выдачу соответствующего сертификата (разрешения).

Надзор и контроль в ГА РФ регулируется статьями 8, 9, 10, 28, 53 и 65. ВК РФ [1]. В соответствии со ст. 28 предметом государственного контроля (надзора) в ГА является соблюдение организациями, индивидуальными предпринимателями и гражданами при осуществлении деятельности в области ГА требований к подготовке и выполнению полетов, эксплуатации ВС, использованию воздушного пространства, обеспечению полетов, к воздушным перевозкам, пожарной безопасности, к авиационным работам, к содержанию программ подготовки персонала и к документации. Проверяется соблюдение условий, содержащихся в сертификатах и свидетельствах, выданных в соответствии с п.1 и 3 ст. 8, п. 1 ст. 53 и ст. 36, 37 ВК РФ. Приведем позиции, относящиеся к организациям ОВД. Обязательной сертификации подлежит, в том числе:

- радиотехническое оборудование и оборудование авиационной электросвязи, используемые для ОВД;
- юридические лица, осуществляющие аэронавигационное обслуживание полетов ВС пользователей воздушного пространства РФ.

В соответствии со ст. 53, п. 1 к деятельности, в том числе, по обеспечению полетов, допускаются лица из числа специалистов авиационного персонала ГА, имеющие соответствующие свидетельства. В соответствии со ст. 9 из [1], отдельные виды деятельности в области авиации могут осуществляться юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями на основании лицензий. В соответствии со ст. 10 действие сертификатов может быть

приостановлено или ограничено, они могут быть аннулированы органами, выдавшими эти документы, в порядке, установленном ФАП.

Согласно ст. 65 из [1] контроль за деятельностью авиационных предприятий и индивидуальных предпринимателей, в том числе иностранных, осуществляет уполномоченный орган в области ГА. Контроль осуществляется за соблюдением законодательства РФ и международных договоров РФ, а также требований сертификатов. Если авиационным предприятием или индивидуальным предпринимателем не соблюдены эти требования, к ним может быть применено лишение сертификата либо приостановление или ограничение его действия.

Можно видеть, что цели надзора в ВК РФ в большей степени соответствуют задачам контроля в понимании ИКАО (см. выше), а контроль в ВК РФ предусматривает, в том числе, проверку соответствия сертификатам и лицензиям, что по ИКАО относится к надзорным функциям. Четко не прописано, какой орган выдает сертификат и, соответственно, непонятно, какой орган должен осуществлять периодическую проверку соответствия сертификационным требованиям, в том числе, по СУБП.

Далее, в ст. 9 из [1] «Лицензирование деятельности в области авиации» говорится о лицензировании отдельных видов авиационной деятельности, но также не указан орган, выдающий лицензии поставщикам услуг в ГА.

В ст. 10 из [1] «Приостановление действия сертификатов и их аннулирование» говорится о том, что действия сертификатов может быть приостановлено, в них могут быть внесены ограничения, а также сертификаты могут быть аннулированы органом, их выдавшим. Отметим, что здесь говорится о сертификатах (лицензии не упоминаются), а также то, что ст. 8 относится к ГА, а статьи 9 и 10 – ко всем видам авиации.

Отмеченные неопределенности в ВК РФ по важным вопросам сертификации, лицензирования, надзора и контроля создают затруднения, в том числе, и при разработке методических рекомендаций по проведению проверок по СУБП и по

подготовке инспекторов.

В настоящее время вопросами сертификации и лицензирования в ГАРФ занимается Росавиация, а контрольные и надзорные функции выполняет Ространснадзор, что не соответствует подходу ИКАО, изложенному выше. Очевидно, потребуются разработка и утверждение дополнительной процедуры приостановки или аннулирования сертификатов и лицензий Росавиацией на основе результатов проверки, выполненной инспекторами Ространснадзора.

Недостатки нормативных документов воздушного законодательства РФ создают неопределенность в части надзорной и контролирующей деятельности государства.

1.2.2 Принципы риск-ориентированного подхода

Риск-ориентированный подход базируется на идеях «Гибкого регулирования» (*Responsive regulation*) [18, 19, 20], состоящих в поиске оптимального соотношения между государственным контролем деловой активности и самостоятельной деятельностью предприятий и организаций.

Технологии оценки риска с целью уменьшить давление на бизнес применяются в мире уже давно. Это и есть риск-ориентированный подход, при котором частота и объем проверок определяется группой риска, к которой принадлежит организация.

В статье [21] приведены примеры по применению концепции риск-ориентированного подхода в организации деятельности пожарной службы Нью-Йорка и в области контроля над продуктовыми рынками в Дании. В обоих случаях отмечено улучшение показателей работы: в первом случае уменьшение пожаров в неблагополучных районах Нью-Йорка, а во втором - значительное снижение затрат на проведение дополнительных проверок рынков в стране.

Изучение международной практики показывает, что управление риском широко применяется в качестве важного элемента контроля во многих

государствах, в том числе у наших соседей и партнеров в Беларуси и Казахстане.

Риск-ориентированный подход, по мнению некоторых авторов, может рассматриваться в широком и узком смысле [22, 23].

Понимание риск-ориентированного подхода в широком смысле предполагает формированием механизмов (структур) координации всей совокупности мер и ресурсов, а также принятием шагов по снижению рисков.

Риск-ориентированный подход в узком смысле опирается на положения ФЗ-248 [15] в котором под управлением рисками понимается «осуществление на основе оценки рисков причинения вреда (ущерба) профилактических и контрольных (надзорных) мероприятий в целях обеспечения допустимого уровня риска причинения вреда (ущерба) в соответствующей сфере деятельности» (стр. 22, п. 4). Мероприятия зависят от категории риска, к которой отнесен конкретный объект государственного или муниципального контроля.

Принципам государственного контроля (надзора) посвящена отдельная глава ФЗ-248 [15], отметим основные положения.

Контрольный орган при осуществлении государственного контроля относит объекты контроля к одной из 6 категорий риска: чрезвычайно высокому, высокому, значительному, среднему, умеренному и низкому. Формируются критерии отнесения предприятий к категориям с учетом вероятности наступления негативных событий и тяжести их последствий. Критерии риска должны основываться на достоверных сведениях, характеризующих риски и обеспечивать возможность контролируемому лицу самостоятельно оценивать правомерность отнесения его деятельности и (или) принадлежащих ему объектов контроля к соответствующей категории риска.

В целях оценки риска причинения вреда при принятии решения о проведении и выборе вида внепланового контрольного мероприятия контрольный (надзорный) орган разрабатывает индикаторы риска нарушения требований. Индикатором риска является отклонение от параметров объекта контроля, которые не являются

нарушениями требований, но с высокой вероятностью говорят о наличии нарушений и риска причинения вреда.

1.2.3 Риск-ориентированный подход в гражданской авиации

По отношению к ГА риск-ориентированный подход можно понимать, как включение упреждающего управления рисками в государственную программу БП. Эта задача, как долгосрочная, была поставлена ИКАО перед государствами в перспективном плане до 2027 г. [24]. Снижение эксплуатационных рисков заявлено как задача № 1 и в действующем плане ИКАО на 2023-2025 гг. [25].

Деятельность государства должна обеспечить выполнение Стандарта из Приложения 19 ИКАО [10] по критическим элементам 7 «Государства вводят документально оформленные процессы путем подготовки и планирования инспекций, проверок и мер непрерывного мониторинга» и 8 «Государства используют документально оформленный процесс для принятия соответствующих действий в рамках ГосПБП». В ГА РФ предполагается реализация требований ПП-642 [11] по сбору обработке информации о факторах опасности (ФО) и рисках с использованием электронного формата «Форма отчетности о факторах опасности и риска», разработанного Росавиацией и размещенного на сайте ФАВТ по адресу: <https://favt.gov.ru/risk-factor-reporting-form/>.

Целесообразно остановиться на понимании риска для безопасности.

В фундаментальном труде РАН «Безопасность России» [26] риск – это «мера количественного многокомпонентного измерения опасности с включением величины ущерба от воздействия опасных факторов, вероятности возникновения опасных факторов и неопределенности в величине ущерба и вероятности».

В Приложении 19 ИКАО риск для БП - это «предполагаемая вероятность и серьезность последствий или результатов опасности». В Руководстве ИКАО по полетам над зонами конфликтов [27] «Риск - вероятность получения нежелательного исхода в результате того или иного события».

В Руководстве ИСО/МЭК 51:2014, риск – это сочетание вероятности нанесения ущерба и тяжести этого ущерба. Под ущербом понимается нанесение физического повреждения или другого вреда здоровью людей, вреда имуществу или окружающей среде.

Федеральный закон от 27 декабря 2002 г. N 184-ФЗ «О техническом регулировании» (ст. 2) определяет риск «как вероятность причинения вреда жизни или здоровью граждан, имуществу физических или юридических лиц, государственному или муниципальному имуществу, окружающей среде, жизни или здоровью животных и растений с учетом тяжести этого вреда».

В ГОСТ Р 55201-2012 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях» приведено определение риска чрезвычайной ситуации в виде сочетания вероятности, что такая ситуация возникнет и оценки ее возможных последствий.

По ГОСТ Р 52551-2006 «Системы охраны и безопасности. Термины и определения» (п. 2.2.9), риск нанесения ущерба - это комплексный показатель, характеризующий вероятность возникновения ущерба за нормированный период времени и его величину.

Таким образом, риск в рамках «технократической концепции риска» [26] может быть представлен как вероятность наступления негативного события в сочетании с тяжестью их последствий, к которым это событие может привести.

Математически риск для БП может выражаться характеристиками вероятностного распределения случайной величины ущерба при различных исходах полета. Если удастся получить численные оценки этих характеристик, то можно говорить о количественных методах управления рисками для БП. Но в большинстве случаев это не удастся, и в авиапредприятиях применяются в основном качественные и полуколичественные методы [28].

В качестве Рекомендуемой практики в п. 3.4.1.2. Приложения 19 ИКАО [10] записано, что в государстве необходимо ввести процедуры проведения инспекций, проверок и обследований в первую очередь для сложных для БП аспектах. И далее

по [10] результаты выявления опасностей и оценки рисков, а также результаты надзорных мероприятий могут давать основания для определения порядка проведения инспекций и обследований.

Более подробно принципы подхода SRBS (*Safety Risk Based Surveillance* - надзор, основанный на оценке риска для БП), рассмотрен в РУБП ИКАО [29.] в п. 8.5.3 Обязательства по надзору. Отмечается, что подход на основе SRBS позволяет распределять государственные ресурсы для управления БП в соответствии с профилем риска для БП для каждой сферы деятельности или каждого поставщика обслуживания. Государство может корректировать охват и/или частоту проведения надзорных мероприятий. SRBS подходит для организаций с развитой СУБП, но может также применяться к организациям, в которых СУБП еще не внедрены.

Важно, что осуществление надзора, основанного на оценке риска для БП, существенно повышает качество надзора и взаимодействия между надзорным органом и поставщиком услуг. На рисунке 1.3, заимствованного из [29], представлен процесс для изменения объема или периодичности проверок.

Инструктивный материал по надзору (КЭ-7) содержится в части А руководства ИКАО Doc. 9734 [16], комментарий см. выше п.1.2.1.1.



Рисунок 1.3 - Принципы надзора, основанного на оценке риска для БП

1.2.4 Реализация риск-ориентированного подхода при надзорной деятельности в гражданской авиации РФ

В РФ федеральный госконтроль (надзор) в области ГА возложен на Ространснадзор. Правительством РФ Постановлением № 1064 [14] утверждено Положение о государственном контроле в ГА, в котором количество категорий риска, предусмотренное в ФЗ-248, сокращено для организаций ГА с 6-ти до 4-х: высокий риск, значительный риск, средний риск и низкий риск.

Отнесение объекта к одной из категорий выполняется в зависимости от сочетания составляющих риска – группы вероятности и группы тяжести по таблице Приложения 1 к Постановлению [14]. Эта таблиц преобразована в компактную матрицу (рис. 1.4) по типу используемой в методе «последствий и вероятностей» по ГОСТ Р-58771-2019 [30] и часто называемой в авиационных кругах «матрицей ИКАО». Организации распределяются по группам тяжести в зависимости от видов деятельности, как показано в табл. 1.2.

		Группа вероятности			
		1	2	3	4
Группа тяжести	А	Высокий	Значительный	Средний	Средний
	Б	Высокий	Значительный	Средний	Средний
	В	Значительный	Значительный	Средний	Средний
	Г	Средний	Средний	Низкий	Низкий

Рисунок 1.4 - Матрица категорий риска объектов контроля (надзора) в ГА

Таблица 1.2 Определение группы тяжести по [14]

Группа тяжести				
Деятельность	А	Б	В	Г
	Перевозка пассажиров; подготовка к полетам ВС, перевозящих пассажиров; операторы аэродромов, где $L_{ВПП} \geq 2600$ м; образовательные организации, готовящие коммерческих пилотов; использование возд. пространства.	Перевозка багажа и грузов; подготовка к полетам ВС, занимающихся перевозками багажа и грузов; операторы аэродромов, на которых ВПП имеет длину от 1300 до 2600 м.	Производство авиационных работ; подготовка и выполнение полетов, на легких и сверхлегких ВС; эксплуатация посадочных площадок; образовательные организации, готовящие авиационный персонал, кроме пилотов.	Выполнение работ, не включенных в группы А, Б, В.

Кратко критерии по группе вероятности выглядят так.

Группа вероятности 1. Если имеется приговор суда с установлением наказания или постановление об административном наказании за совершение преступления или административного нарушения, в результате которого наступило АП или серьезный инцидент с причинением вреда жизни или здоровью людей, которое вступило в силу в течение года до даты оценки риска.

Группа вероятности 2. Если имеется приговор суда с установлением наказания или постановление об административном наказании за совершение преступления или административного нарушения, в результате которого наступило АП или серьезный инцидент без вреда жизни или здоровью людей, которое вступило в силу в течение года до даты оценки риска, или если на деятельность организации накладывались ограничения в течение 2 лет до оценки риска.

Группа вероятности 3. Если в течение 3 лет до даты оценки риска, были приняты 15 и более решений о назначении административного наказания за правонарушения, предусмотренные статьями 11.3. - 11.5., 11.30. 11.31 Кодекса РФ об административных нарушениях (в отношении рассмотрения дел об административных правонарушениях органами, уполномоченными в области

авиации, за исключением наказания в виде предупреждения);

Группа вероятности 4. Деятельность, не отнесенная к группам вероятности "1", "2" и "3.

Виды контроля и их периодичность зависит от категории риска, как показано в таблице 1.3. Деятельность по использованию воздушного пространства и обеспечению полетов ВС относится к группе тяжести А, соответственно, в эту группу попадают все организации ОВД. и риск организации ОВД может быть высоким, значительным или средним.

Таблица 1.3 Виды проверок в зависимости от категории риска

Категория риска	Виды плановых контрольных надзорных мероприятий			
	Инспекционный визит	Рейдовый осмотр	Документарная проверка	Выездная проверка
Высокий	1 раз в 2 года	1 раз в 2 года	1 раз в 2 года	или 1 раз в 2 года
Значительный	1 раз в 2 года	или 1 раз в 2 года	1 раз в 3 года	или 1 раз в 3 года
Средний	1 раз в 3 года	1 раз в 3 года	1 раз в 5 лет	1 раз в 5 лет
Низкий	виды проверок не указаны			

Таким образом, риски организации оцениваются с учетом прошлых событий, и этот подход можно рассматривать как **применение реагирующей методики**, как это определено в РУБП ИКАО.

Дополнительно при принятии решения о виде внепланового контрольного мероприятия контрольный орган разрабатывает индикаторы риска нарушения обязательных требований. Индикаторы – это несоответствия или отклонения от параметров объекта контроля, по которым можно судить об уровне риска. Это важная составляющая управления рисками, такой подход близок к **«проактивной методике»** ИКАО.

Установленный Приказом Минтранса от 30.11.2021 N 423 перечень индикаторов основан на учете прошлых событий, не соответствует положениям ФЗ-248 и побуждает авиапредприятия скрывать авиационные инциденты. В гл. 3

диссертационного исследования разработан метод формирования индикаторов и оценки риска на основе учета степени их проявления.

1.3. Практика проведения контрольно-надзорных мероприятий в организациях по ОВД

1.3.1 Нормативное регулирование контрольно-надзорных мероприятий

В соответствии с принципами надзорной и контрольной деятельности, ВК РФ (см. п. 1.2.1), организации по ОВД проверяются Ространснадзором на соответствие требованиям следующих нормативных документов.

Воздушный кодекс Российской Федерации [1]; Федеральные правила ИВП [6], ФАП-93 «Об утверждении Порядка функционирования непрерывной системы профессиональной подготовки», (14.04 2010 г), ФАП-216 [12], ФАП-297 [7], ФАП-293 [13], ФАП-362 «Порядок осуществления радиосвязи в воздушном пространстве РФ» (от 26.09.2012), ФАП-31 «Объекты единой системы организации ВД» (18.04.2005 г.), ФАП-6 «Организация планирования использования воздушного пространства РФ» (16.01.2012 г.); «Табель сообщений о движении воздушных судов в РФ», утв. приказом Минтранса России от 24.01.2013 № 13; ФЗ от 26.06.2018 N 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений»; Постановление Правительства РФ № 642 [14]. Проверки подразделяются на проверки государственных органов и внутренние проверки предприятия.

Проверки государственных органов организации по ОВД проводятся Ространснадзором (ФСНСТ), органами прокуратуры. Проверки осуществляются в целях контроля и надзора за соблюдением нормативных правовых требований в области АНО, в том числе связанных с функционированием СУБП предприятия.

Проверки государственных органов бывают плановые и внеплановые.

Плановые проверки проводятся по утвержденному плану Генеральной прокуратуры в соответствии с риск-ориентированным подходом ФЗ-248 (см. п.

1.1.2). Периодичность и вид проверки приведены в табл. 1.3.

Внеплановые проверки. Основаниями для таких проверок, согласно [15] является «возникновение угрозы причинения вреда жизни, здоровью граждан, вреда животным, растениям, окружающей среде, объектам культурного наследия народов РФ, музейным предметам и коллекциям, особо ценным документам Архивного фонда РФ, имеющим историческое, научное, культурное значение, угрозы безопасности государства, или чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера».

В практике организаций по ОВД внеплановые проверки проводятся при поступлении информации об авиационных событиях, причинами наступления или негативного развития которых, а также несвоевременное информирование о событии, являются следствием действий специалистов службы ОВД.

Примеры таких событий за период 2014-2022 гг.

20.10.2014 г. - катастрофа самолета Falcon 50EX, F-GLSA (Франция) авиакомпании Unijet в а/п Внуково. При выполнении взлёта с ВПП 06, в процессе разбега произошло столкновение ВС со снегоуборочной машиной, погибли 4 человека на борту ВС. Три диспетчера Внуковского центра ОВД были признаны виновными в нарушении правил безопасности, повлекшим смерть 2-х и более лиц, и Внуковский центр ОВД попал в категорию высокого риска (см. табл. 1.2). Проверка органа ОВД осуществлялась 1 раз в 2 года.

28.11.2017 произошла катастрофа вертолета «Еврокоптер» ЕС-120, RA-07226. в Тамбовской области, а руководитель полетов УВД ТОГБУ «Аэропорт Тамбов», не получив доклада КВС о посадке, доложил о ней в МЗЦ ЕС ОрВД.

16.01.2020 - серьезный авиационный инцидент - посадка самолета RRJ-95LR-10 REG/RA-89078 в а/п Домодедово на недействующую ВПП.

При проведении проверки используются проверочные листы. Форма проверочного листа (список контрольных вопросов), утверждена приказом ФСНСТ от 14.09.2017 года № ВБ-888фс. [31].

В Приложении 3 этого документа содержатся более 200 вопросов, отражающих требования нормативных актов, которые относятся к организациям ОВД. Варианты ответов могут быть «да», «нет», «требование не применяется». Предмет плановой проверки ограничивается перечнем контрольных вопросов, включенных в данный проверочный лист. Очевидно, что при конкретной проверке используется только часть контрольных вопросов.

Можно выделить 27 вопросов, относящихся к оценке процедур по управлению БП или эффективности СУБП, которые основаны на требованиях ФАП-293. Кроме того, существует отдельная Контрольная карта проверки СУБП при ОВД и чек лист, в котором 16 вопросов. Особенности 27 вопросов из [31] и 16 вопросов Контрольной карты проверки рассмотрены в гл. 2.

Внутренние проверки подразделений выполняются на основе разработанного плана, при этом используются перечня вопросов.

Такие проверки проводят:

а) комиссии генеральной дирекции проверяют филиалы с использованием чек-листов. Привлекаемый к проверкам персонал проверяет деятельность подразделений на соответствие требованиям нормативных, правовых и локальных нормативных документов, в том числе по вопросам обеспечения БП и функционирования СУБП;

б) комиссии филиалов проверяют подчиненные центры (отделения) ОВД. Персонал отдела по управлению БП и качеством и филиала проверяет деятельность центра (отделения) ОВД по направлениям: ОрВД и ИВП. К проверкам привлекается персонал органов ЕС ОрВД и ЭРТОС филиала. Проверки функционирования СУБП и обеспечения БП, деятельности по ОрВД и ИВП, ЭРТОС проводятся по перечням вопросов, утвержденным директором филиала.

По результатам проверок составляются акты или отчеты проверок, на основании заполненных чек-листов, в которых отражаются выявленные отклонения и рекомендации. Акты утверждаются председателем комиссии. Чек-

листы утверждаются руководителем службы по управлению БП и качеством.

Внутренние проверки следует рассматривать как реализацию положений ФЗ-248 по оценке соблюдения обязательных требований в качестве профилактики рисков причинения вреда (ущерба).

Проверки направлены на следующие цели:

1) стимулирование добросовестного соблюдения обязательных требований всеми контролируруемыми лицами;

2) устранение условий и факторов, способных привести к нарушениям обязательных требований и (или) причинению вреда (ущерба) охраняемым законом ценностям; создание условий для доведения обязательных требований до контролируемых лиц, повышение информированности о способах их соблюдения.

В рамках самообследования также обеспечивается возможность получения контролируруемыми лицами сведений о соответствии принадлежащих им объектов контроля критериям риска. Несоблюдение обязательных требований, которое выявляется при самообследовании, должно анализироваться, учитываться и использоваться в СУБП организации по ОВД.

Проверяемое подразделение составляет план устранения выявленных отклонений, об исполнении которого в адрес генерального директора (директора филиала) направляется доклад.

Вся документация по проведенным внешним и внутренним проверкам, включая планы проведения, акты, отчеты проверок, планы и доклады об устранении отклонений и замечания размещаются в базе данных по БП.

1.3.2 Обзор результатов проверок в организациях по ОВД в 2017 - 2022 гг.

По информации из Госавианадзора с 2017 по 2022 г. в организациях ОВД было проведено 33 проверки, 4 плановых и 29 внеплановых, и выявлено 287 нарушений Воздушного законодательства. В среднем выявлялось 8,7 нарушений на одну проверку.

В организациях, которые не входят в Госкорпорацию по ОрВД, было выполнено 24 проверки, из них плановых 3, внеплановых 21 и выявлено 227 нарушений Воздушного законодательства. В среднем выявлялось 9,5 нарушений на одну проверку.

В подразделениях Московского зонального центра было проведено 9 проверок, из них 1 плановая и 8 внеплановых проверок, выявлено 60 нарушений. В среднем выявлялось 6,7 нарушений на проверку. Можно видеть, что среднее количество выявленных нарушений за одну проверку примерно одинаково. Однако, с учетом существенно разного объема работ и количества работников, можно утверждать, что ситуация с обеспечением БП в организациях, которые не входят в Госкорпорацию по ОрВД, значительно хуже, чем в Госкорпорации.

Распределение нарушений по направлениям деятельности Госкорпорации по ОрВД в 2022 г., выявленных при проверках Ространснадзора, приведено в таблице 1.4 по материалам доклада на совещании [32].

Таблица 1.4 Распределение нарушений в 2022 г. (заимствовано из [32])

№	Направление деятельности	Процент нарушений от общего количества
1	Подготовка персонала	21
2	Оснащение оборудованием РТОП	20
3	Качество обслуживания воздушного движения	14
4	Ведение документации	10
5	Организация рабочего места диспетчера	4
6	Процедура получения свидетельства диспетчера	4
7	Качество аэронавигационной информации	3
8	Выполнение прочих нормативно-правовых требований.	24

Деятельность по управлению БП не выделена в отдельный вид, и количество нарушений требований по этому аспекту деятельности организации остается неизвестным. Фрагмент результатов проверки приведен в табл. 1.5.

Таблица 1.5 Фрагмент выписки из раздела проверок за период 2017-2022 гг. из базы данных по безопасности полетов (БД БП)

Результаты: 24 (Плановых: 3/Внеплановых: 21/Предлицензионных: 0/По 409 ПП: 0/Участие в про
условия поиска 01/01/2017 - 31/12/2022 Проверяющая организация: УГАН НОТБ ЦФО,

id	Окончание	Вид проверки	Проверяемая организация	Акт	Предп.
97890	25/11/2022	- Внеплановая - Причинение вреда жизни, здоровью граждан - По согласованию с прокуратурой	АО "КОСТРОМСКОЕ АВИАПРЕДПРИЯТИЕ"	1	4 (8)
90411	10/02/2022	- Внеплановая - Истечение срока исполнения ранее выписанного предписания - Контрольная - Проверка устранения нарушений по ранее выданному предписанию	АО "Аэропорт Старый Оскол"	1	2 (7)
89186	10/12/2021	- Внеплановая - Истечение срока исполнения ранее выписанного предписания - Контрольная - Проверка устранения нарушений по ранее выданному предписанию	АО "КОСТРОМСКОЕ АВИАПРЕДПРИЯТИЕ"	1	2 (6)
88730	29/11/2021	- Внеплановая - Истечение срока исполнения ранее выписанного предписания - Повторная - Проверка устранения нарушений по ранее выданному предписанию	ТОГБУ "АЭРОПОРТ "ТАМБОВ"	1	2 (10)
88464	29/10/2021	- Внеплановая - Истечение срока исполнения ранее выписанного предписания - Повторная - Проверка устранения нарушений по ранее выданному предписанию	АО "МАБ"	1	2 (3)
48730	15/01/2018	- Внеплановая - Возникновение угрозы причинения вреда жизни - По согласованию с прокуратурой	ТОГБУ "АЭРОПОРТ "ТАМБОВ"	1	6 (10)
47871	29/11/2017	Плановая	ТОГБУ "АЭРОПОРТ "ТАМБОВ"	1	2 (9)
42926	21/03/2017	Плановая	АО "КОСТРОМСКОЕ АВИАПРЕДПРИЯТИЕ"	1	2 (5)
Всего в найденном				24	59 (227)

Выводы по главе 1

1. ЕС ОрВД в составе 14 филиалов обеспечивает решение задач по использованию воздушного пространства РФ. Оперативными органами являются подразделения ФГУП «Госкорпорация по ОрВД» в этих филиалах. Однако около 100 организаций ОВД не входят в состав Госкорпорации, и в этих организациях постоянно выявляются недостатки, в том числе, по использованию СОК, в техническом оснащении, в подготовке кадров и др.

2. Госкорпорация по ОрВД имеет единую СУБП и соответствующее РУБП,

при изучении которого выявлен ряд недостатков. Отмечено отсутствие в РУБП процедуры самообследования и недостатки в мониторинге показателей БП, которые будут анализироваться в гл. 4.

3. Каждая организация, не входящая в Госкорпорацию, должна иметь свою СУБП. Как показывают проверки, СУБП этих организаций имеют крайне низкую эффективность. Исправить ситуацию может только скорейший перевод этих организаций в состав Госкорпорации.

4. Действующие карты проверки организаций по ОВД в части СУБП неэффективны. Проверяется только соответствие требованиям РФ, и варианты ответов могут быть только "да" и "нет". Такая оценка не позволяет разобраться в причинах несоответствия, не мотивирует организацию на внедрения SARPs ИКАО и передовых мировых практик по управлению БП. Разработке новой системы оценки эффективности СУБП при проверке посвящена гл. 2 диссертации.

5. Реализация риск-ориентированного подхода к контролю в части управления БП в организациях по ОВД в настоящее время имеет реагирующий характер. Проактивность должна обеспечиваться использованием индикаторов риска. Однако, действующий в ГА перечень индикаторов также учитывает, прежде всего, авиационные события. Решение задачи по разработке индикаторов, соответствующих проактивному подходу ИКАО и ФЗ-248, и методики их применения предлагается в гл. 3 диссертации.

ГЛАВА 2 ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СУБП В ОРГАНИЗАЦИИ ПО ОВД ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ПРОВЕРОК

Оценить, насколько эффективно работает управление рисками для БП и СУБП в целом, можно двумя основными способами: по динамике показателей уровня БП (SPI) или на основании проверок авиапредприятия. Первый из этих способ рассматривается в гл. 4, а данная глава посвящена разработке методики оценки СУБП по результатам проверки (самообследования) организации по ОВД.

2.1 Виды оценки эффективности СУБП по результатам проверок, применяемые в международной практике

Опираясь на существующий опыт, можно выделить в контрольно-надзорной деятельности два вида контроля:

- организационно-структурный контроль, основанный на оценке соблюдения установленных требований к структуре и документальному оформлению, а также другим признакам наличия СУБП.
- функциональный (процессный) контроль, обеспечивающий выявление и оценку эффективности процедурных признаков функционирования СУБП.

2.1.1 Организационно-структурный контроль

Основной упор делается на выявление документальных признаков присутствия системы в его организационной деятельности:

- имеется план внедрения СУБП;
- ведется документация по СУБП, содержащая политику и цели в области обеспечения БП;
- сформулированы требования к СУБП, определяющие процессы и процедуры СУБП, иерархию ответственности, обязанности и полномочия должностных лиц в отношении процессов и процедур СУБП;

- фиксируются результаты функционирования СУБП;
- имеющееся руководство по СУБП, как часть документации по СУБП, периодически обновляется;
- разработана методика выявления факторов опасности (ФО), оценки и уменьшения рисков для БП;
- организация разрабатывает и выполняет программу подготовки кадров для выполнения ими своих обязанностей в рамках СУБП;
- организация разрабатывает и применяет официальные средства обмена информацией о СУБП.

При наличии данных признаков делается вывод о наличии СУБП в организационной структуре проверяемого поставщика услуг.

Например, в Канаде уже много лет применяется Руководство по оценке СУБП, разработанное министерством транспорта этой страны [33]. Оно было переведено на русский язык в авиакомпании «Волга-Днепр» в 2007 г. и используется при обучении персонала по СУБП.

Документ содержит форму главного протокола проверки, которая периодически корректируется на основании данных министерства транспорта и прошлых проверок. В Руководство включены ожидаемые результаты и вопросы, а также формулировки несоответствий или замечаний (*findings*) и критерии оценок этих несоответствий. Предусмотрены балльные оценки и методика их применения.

Протоколом оценки СУБП руководствуется инспектор (аудитор). Вопросы проверки «привязаны» к компонентам и элементам СУБП концептуальных рамок ИКАО, хотя используются несколько отличные от принятых в РУБП ИКАО формулировки. Характерной особенностью проверки является широкий охват при опросах всех категорий работников. Например, по компоненту «обучение» действуют 6 вопросов для ответственного за СУБП и высшим руководителям, по 7 вопроса каждому руководителю подразделения и по 5 вопросов рядовым работникам. Необходимо демонстрировать выполнение процедур.

Оценки сравнивают с ожидаемыми результатами и составляют перечень несоответствий. Каждая оценка получает балл от 1 до 5 по специальным критериям. Если оценка до 2,0 баллов, от организации требуется доложить о мероприятиях в пределах 30 дней. При невыполнении этого требования действие сертификата может быть приостановлено. При оценке 2,5 балла срок доклада о мероприятиях увеличен до 90 дней. Оценка 3,0 считается достаточной.

Но организационно-структурного подхода недостаточно для оценки эффективности применения СУБП, поскольку СУБП – это управленческий инструмент системного упреждающего управления безопасностью.

Обобщенная схема СУБП поставщика услуг с точки зрения теории управления представлена на рисунке 2.1.

Система содержит четыре компонента:

- объект управления – безопасность полетов;
- субъект управления – активный компонент, осуществляющий управление;
- управляющие воздействия (прямая связь), это компонент, обеспечивающий передачу активных воздействий от субъекта к объекту управления в процессе функционирования СУБП;
- компонент обратной связи, обеспечивающий сбор информации о состоянии объекта управления и передачу её субъекту для анализа и обоснованного принятия решения по выбору управляющего воздействия.

При проверке эффективности СУБП аудитору необходимо убедиться, что все указанные компоненты системы реализованы и функционируют. Сбои в работе любого из этих компонентов свидетельствуют о том, что СУБП не может в полной мере выполнять свои функции.



Рисунок 2.1 - Обобщенная схема СУБП поставщика услуг

2.1.2 Функциональный (процессный) контроль

Целью функционального контроля эффективности СУБП является выявление и оценка процедурных признаков её функционирования, как динамической системы, выполняющей свои функции по сбору, обработке информации о БП, текущему контролю показателей, выбору и реализации управляющих воздействий и оценке эффективности управления.

Подтверждением вышесказанному являются оценочные показатели

(табл.2.1), применяемые в Инструменте оценки EASA [34].

Таблица 2.1 Оценочные показатели проверки СУБП по EASA

Оценочный показатель	Результат контроля
Присутствует (Имеется)	Существует доказательство того, что эта функция задокументирована в документации СУБП
Подходит (Соответствует)	Эта функция основана на размере, характере, сложности организации и неотъемлемом риске в деятельности
Эксплуатируется (В действии)	Существует доказательство того, что эта функция используется и вывод получен
Результативна (Эффективность)	Существуют доказательства того, что эта функция обеспечивает результат и оказывает положительное влияние на безопасность

Этот инструмент оценки системы управления может использоваться и для первоначальной сертификации СУБП, и для постоянного контроля.

Перед выдачей сертификата компетентный орган должен удостовериться, что все процессы «Присутствуют» и «Подходят». На этом этапе сертификации значительная часть оценки СУБП может быть проведена путем настольной проверки соответствующей документации СУБП.

После первоначального внедрения компетентный орган должен удостовериться, что процессы СУБП организации «Присутствуют», «Подходят» и «Работают». По мере того, как процессы в СУБП организации созревают, и она переходит к уровням «Эксплуатируется» и «Эффективна», может потребовать пересмотра критериев пригодности («Соответствует»). Изменения в организации могут также потребовать пересмотра пригодности процессов СУБП.

Компетентный орган может определить необходимость пересмотра существующей оценки, чтобы убедиться, что она все еще уместна.

При следующей проверке ставится задача получить доказательства того, что СУБП внедрена и функционирует. Оценка еще более четко, чем в канадском руководстве, привязана к 12 элементов концептуальных рамок ИКАО, но добавляются и требования EASA, если таковые имеются по данному элементу.

В документе есть и рекомендации инспектору, на какие положения

деятельности обратить особое внимание. Обязательным является документирование проверяющим всех наблюдений и оценок, по которым могут быть выявлены несоответствия. Должны также предлагаться и рекомендации по улучшению состояния СУБП.

Бальные оценки, в отличие от канадского руководства, не обязательны, однако они могут применяться в зависимости от позиции ВГА каждой страны. Приведены рекомендации по проведению оценок. Высший бал присваивается эффективному уровню, и это мотивирует организацию к достижению этого уровня.

Более сложному подходу посвящен отчет FAA США [35]. Описана модель «метод анализа среды функционирования» (DEA – *Data Envelopment Analysis*). Статья [36] рассказывает о DEA на русском языке, кратко метод состоит в следующем.

DEA - это модель многофакторного анализа, оценивающая полезность принятого решения. Например, имеем K объектов (это могут быть отрасли производства, предприятия или даже целые регионы). Также имеем информацию по N входным параметрам и M выходным параметрам для каждого из K объектов. Для j -го объекта ($j=1.2...K$) они представлены вектор-столбцами x_j и y_j соответственно. Тогда матрица X размерности $N \times K$ – представляет собой матрица входных параметров для N объектов, а матрица Y размерности $K \times M$ - матрицу выходных параметров для всех K объектов. Задача математического программирования записывается следующим образом:

$$\min_{\Omega, \beta}(\Omega); -y_j + Y\beta \geq 0; \quad \Omega x_j - X\beta \geq 0; \quad \beta \geq 0,$$

где Ω – скаляр, а β является вектором констант размерности $K \times 1$. При решении задачи получают значение, которое и будет мерой эффективности j -го объекта, максимальное значение эффективности равно 1.

Задача решается K раз - для каждого из K объектов. Авторы считают, что методика позволит оценить СУБП объекта сравнением с объектом, у которого лучший показатель.

Для СУБП ИКАО, имеющей 4 компонента, были сформированы 4 модели DEA. По этим моделям были выполнены оценки эффективности СУБП ряда предприятий, определены СУБП с недостаточной эффективностью и разработаны корректирующие действия.

Авторы метода утверждают, что модели DEA работают и решают задачу оценки СУБП. Результаты оценки могут применяться руководством для определения положения своей организации по сравнению с другими, увидеть возможные проблемы и разработать корректирующие меры.

Но для внедрения метода в авиапредприятии требуется провести опрос работников предприятия по более, чем 100 вопросам. Для обработки этой информации необходимо специальное ПО. В отчете FAA сообщается, что при проверке модели использовалась специальная программа *FrontierAnalyst*.

Общая информация о программе имеется на сайте <https://banxia.com/frontier/>

Очевидно, что в настоящее время авиапредприятия РФ не имеют возможности ее использовать. В перспективе метод может быть востребован, но для его реального применения потребуются дополнительные исследования.

2.2 Методы оценка эффективности СУБП организации по ОВД, применяемые в Российской Федерации

В практике Ространснадзора при проверках применяются проверочные листы, утвержденные приказом ФСНСТ от 27.01.2022 г. № ВБ-51фс. [37].

В 4-х приложениях к этому документу приведено несколько сотен вопросов по всем сферам деятельности ГА. В Приложении 3.2 содержатся более 170 вопросов, отражающих требования нормативных актов к организациям ОВД. Варианты ответов могут быть “да”, “нет” либо “требование не применяется”. Можно выделить 27 вопросов, непосредственно относящихся к СУБП, которые приведены в табл. 2.2.

Приведенный перечень вопросов в целом характеризует СУБП, однако ограниченность вариантов ответов ("да", "нет", "неприменимо") не позволяет оценить ее зрелость и эффективность. По ответам на вопросы СУБП может быть признана соответствующей требованиям ФАП-293, но возможна ситуация, когда процедуры СУБП существуют только формально в документах авиапредприятия.

Таблица 2.2 Вопросы, относящиеся к СУБП, из перечня вопросов ФСНСТ, применяемого при проверках организации по ОВД

N	Вопрос проверки
1	Соответствует ли у субъекта СУБП целям при обслуживании воздушного движения?
2.	Предусматривает ли СУБП субъекта проверки при ОВД:
3.	- контроль за уровнями БП и выявление любых неблагоприятных тенденций?
4	- анализ деятельности органов ОВД, связанный с безопасностью полетов?
5.	- оценку БП в связи с планируемой реорганизацией воздушного пространства?
6.	- внедрение новых систем оборудования или средств связи и с введением новых или измененных правил обслуживания воздушного движения?
7.	- механизм определения необходимости введения мер повышения БП?
8	Осуществляется ли субъектом проверки документирование деятельности при обслуживании воздушного движения в рамках СУБП?
9	Осуществляет ли субъект проверки сбор информации о фактических или потенциально опасных для БП ситуациях или недостатках, связанных с ОВД, в том числе при помощи обязательной и добровольной систем сообщений?
10	Рассматривает ли субъект проверки систематически информацию, связанную с безопасностью полетов, включая отчеты об инцидентах?
11	Анализирует ли субъект проверки систематически информацию об отказах и ухудшении характеристик систем и оборудования связи, наблюдения и других систем, имеющих важное значение для безопасности полетов?
12	Осуществляется ли субъектом проверки анализ БП в органах ОВД на регулярной и систематической основе квалифицированными специалистами, прошедшими подготовку, имеющими опыт, навыки и полное представление о соответствующих SARPs ИКАО, правилах АНО, практике безопасной эксплуатации, аспектах человеческого фактора и нормативных правовых актах по ОВД в РФ?
13	Обеспечивается ли субъектом проверки приемлемый уровень БП при:
14	- существенной реорганизации воздушного пространства?
15	- значительных изменениях правил предоставления ОВД в районе или на а/д?
16	-внедрении нового оборудования, систем или средств?

17	Учитываются ли субъектом проверки при оценке безопасности полетов все факторы,
18	-типы воздушных судов и их летно-технические характеристики?
19	-навигационные возможности, плотность и распределение воздушного движения?
20	-сложность воздушного пространства?
21	-структуру маршрутов обслуживания воздушного движения и классификацию воздушного пространства?
22	-конфигурацию аэродрома, включая конфигурацию взлетно-посадочной полосы (ВПП), их размеры и конфигурацию рулежных дорожек?
23	-тип связи "воздух - земля" и временные параметры ведения диалогов в процессе связи, включая возможность вмешательства диспетчера?
24	-тип и возможности системы наблюдения, а также наличие систем, позволяющих диспетчеру осуществлять вспомогательные функции и функции предупреждения, любые особые местные метеорологические условия?
25	Оценивается ли и классифицируется ли субъектом проверки любая фактическая или потенциальная опасность, связанная с предоставлением ОВД в воздушном пространстве или на аэродроме, выявленная в процессе деятельности по обеспечению БП при ОВД или каким-либо другим способом?
26	Принял ли субъект проверки соответствующие корректирующие меры в случае снижения уровня БП в конкретном воздушном пространстве или на аэродроме до значений лучше приемлемого?
27	Сопровождается ли субъектом проверки принятие любых корректирующих мер оценкой их эффективности с точки зрения исключения или уменьшения риска?

16 вопросов из другой контрольной карты ФСНСТ сведены в табл. 2.3.

Таблица 2.3 Вопросы контрольной карты

Контрольные мероприятия	Выполнение требований	
	Да	Нет
1. Для обеспечения БП при ОВД утвердил ли поставщик аэронавигационного обслуживания системы управления безопасностью полетов (СУБП) для органов ОВД, находящихся в ее юрисдикции?		
2. Соответствуют ли целям управления БП при ОВД: а) соблюдение установленного приемлемого уровня БП при ОВД; б) внедрение при необходимости изменений в систему ОВД, нацеленных на повышение уровня БП?		
3. Предусматривает ли СУБП при ОВД: а) контроль за уровнями БП и выявление неблагоприятных тенденций; б) анализ деятельности органов ОВД, связанный с БП; в) оценку БП в связи с планируемой реорганизацией воздушного пространства, внедрением новых систем оборудования или средств и в связи с введением новых или измененных правил ОВД; г) механизм определения необходимости введения мер повышения БП?		
4. Предусмотрено ли в рамках СУБП при ОВД документирование?		
5. Существует ли сбор информации о фактических или потенциально опасных для БП ситуациях или недостатках, связанных с ОВД, при помощи		

обязательной и добровольной систем сообщений?		
6. Рассматривается ли информация, связанная с БП, включая отчеты об инцидентах, структурными подразделениями органа ОВД, ответственными за управление БП, в целях выявления отрицательных тенденций?		
7. Анализируется ли информация об отказах и ухудшении характеристик систем и оборудования связи, наблюдения и других систем, важных для БП, систематически подразделениями ОВД, ответственными за управление БП в целях выявления тенденций, которые могут оказать влияние на БП?		
8. Осуществляется ли анализ БП в органах ОВД на регулярной и систематической основе квалифицированными специалистами, прошедшими подготовку, имеющими опыт, навыки и полное представление о соответствующих стандартах и рекомендуемой практики ИКАО, правилах АНО, практики безопасной эксплуатации, аспектах человеческого фактора и нормативных правовых актах по ОВД в РФ?		
9. Подвергаются ли анализу БП в органах ОВД следующие вопросы: 1) вопросы регламентации для обеспечения того, чтобы: а) руководства, технологии, инструкции, связанные с деятельностью по ОВД, и процедуры координации были полными, отвечающими требованиям и актуальными; б) структура маршрутов ОВД в соответствующих случаях предусматривала надлежащее разделение маршрутов и пункты пересечения маршрутов ОВД, расположенные таким образом, чтобы свести к минимуму необходимость вмешательства диспетчера и координации действий в рамках органа ОВД и между органами ОВД; в) минимумы эшелонирования, используемые в данном воздушном пространстве или на соответствующем аэродроме, были приемлемыми, и при этом соблюдались все положения, применимые к этим минимумам; г) в соответствующих случаях осуществлялся адекватный контроль площади маневрирования и были внедрены правила и меры, нацеленные на сведение к минимуму потенциальной опасности непреднамеренного выезда на ВПП. Такой контроль может осуществляться визуально или с помощью системы наблюдения ОВД; д) были внедрены соответствующие процедуры эксплуатации аэродромов в условиях ограниченной видимости; е) объемы движения и соответствующая рабочая нагрузка на диспетчеров не превышали установленных уровней БП и, когда это необходимо, применялись правила регулирования объема движения; ж) правила на случай отказа или ухудшения характеристик систем наблюдения ОВД, включая системы связи, применялись на практике и обеспечивали приемлемый уровень БП; з) вводились правила представления отчетов об инцидентах и других событиях, имеющих отношение к безопасности полетов, поощрялось представление отчетов об инцидентах и проводился анализ таких отчетов с целью определения необходимости предприятия соответствующих действий для устранения недостатков; 2) эксплуатационные и технические вопросы для обеспечения того, чтобы: а) рабочие условия соответствовали установленным уровням температуры, влажности, вентиляции, шума, освещения и отрицательно не сказывались на работоспособности диспетчера;		

б) автоматизированные системы формировали и отображали план полета, данные управления и координации своевременно, точно и легко распознаваемым образом, с учетом аспектов человеческого фактора; в) оборудование, включая устройства ввода/вывода автоматизированных систем, были спроектированы и размещены на рабочем месте в соответствии с принципами эргономики; г) системы связи, навигации, наблюдения и другие системы и оборудование, имеющие важное значение для БП: регулярно проверялись в штатных эксплуатационных условиях; отвечали установленным требуемым уровням надежности и готовности; обеспечивали своевременное и надлежащее выявление и предупреждение об отказах и ухудшениях характеристик систем; сопровождалась документацией о последствиях отказа и ухудшения характеристик системы, подсистемы и оборудования; предусматривали меры контроля вероятности отказов и ухудшения характеристик; предусматривали надлежащие резервные средства и/или правила в случае отказа или ухудшения характеристик работы системы; д) велась и постоянно анализировалась документация по регистрации эксплуатационного состояния систем и оборудования; 3) вопросы выдачи свидетельств и подготовки персонала для обеспечения того, чтобы: а) диспетчеры были надлежащим образом подготовлены и имели соответствующие свидетельства с действующими квалификационными отметками; б) уровень компетентности диспетчера поддерживался посредством прохождения надлежащей и отвечающей требованиям подготовки, повышения квалификации, переподготовки, включая приобретение навыков предпринятия действий в аварийной обстановке и пилотирования ВС в условиях отказа или ухудшения работы средств и систем; в) диспетчеры органа ОВД или диспетчерского пункта (сектора), укомплектованного группой специалистов, имели соответствующую подготовку для обеспечения эффективной работы в коллективе; г) внедрение новых или измененных правил, а также новых или усовершенствованных систем связи, наблюдения и других важных для безопасности полетов систем и оборудования осуществлялось наряду с соответствующей подготовкой и инструктажем; д) диспетчер обладал удовлетворительными знаниями английского языка для предоставления ОВД для ВС, выполняющих международные полеты; е) использовались установленные правила радиообмена?		
10. Проводится ли оценка БП в связи с предложениями в отношении реорганизации воздушного пространства, изменений правил ОВД в воздушном пространстве или на аэродроме и внедрения нового оборудования, систем или средств, как минимум, в следующих случаях: а) сокращенный минимум эшелонирования, подлежащий применению в воздушном пространстве или на аэродроме; б) новые эксплуатационные правила, включая процедуры ОВД, подлежащие применению в воздушном пространстве или на аэродроме; в) реорганизация структуры маршрутов ОВД;		

г) ресекторизация воздушного пространства; д) физические изменения конфигурации ВПП и/или РД на аэродроме; е) внедрение новых систем или оборудования связи, наблюдения и других имеющих важное значение для БП систем и оборудования, в том числе обеспечивающих новые функции и/или возможности?		
11. Внедряются ли изменения только в том случае, если результаты оценки свидетельствуют об обеспечении приемлемого уровня БП?		
12. Учитываются ли при оценке БП все факторы, которые считаются важными с точки зрения БП, включая: а) типы ВС и их летно-технические характеристики, включая навигационные возможности; б) плотность и распределение воздушного движения; в) сложность воздушного пространства, структуру маршрутов ОВД и классификацию воздушного пространства; г) конфигурацию аэродрома, включая конфигурацию ВПП, их размеры и конфигурацию рулежных дорожек; д) тип связи "воздух - земля" и временные параметры ведения диалогов в процессе связи, включая возможность вмешательства диспетчера; е) тип и возможности системы наблюдения, а также наличие систем, позволяющих диспетчеру осуществлять вспомогательные функции и функции предупреждения, любые местные метеорологические условия?		
13. Оценивается ли и классифицируется с точки зрения приемлемого уровня риска любая фактическая или потенциальная опасность, связанная с предоставлением ОВД в воздушном пространстве или на аэродроме, выявленная в процессе ОВД, или каким-либо другим способом?		
14. Обязан ли поставщик аэронавигационного обслуживания за исключением случаев, когда риск может быть классифицирован как приемлемый, принять соответствующие меры для исключения риска или его снижения до приемлемого уровня?		
15. Обязан ли поставщик аэронавигационного обслуживания в случае снижения уровня БП в конкретном воздушном пространстве или на аэродроме ниже приемлемого, принять корректирующие меры?		
16. Должно ли принятие любых корректирующих мер сопровождаться оценкой их эффективности по исключению или уменьшению риска?		

В этом чек-листе проверяются только требования ФАП-293 [13]. Недостатком является также наличие двух вариантов ответа: "да" или "нет",

Другим видом проверки выполнения всех требований воздушного законодательства РФ, в том числе и требований к СУБП, является самостоятельная проверка деятельности организации (внутренний аудит) или **самообследование**, для которого ФСНСТ разработаны методические рекомендации [37]. Указано, что они разработаны для оказания методической помощи по вопросам проведения самообследования в рамках добровольного определения контролируемым органом

обязательных требований, в области ГА. При этом предписано использовать формы проверочных листов (контрольных вопросов), утвержденных приказом руководителя ФСНСТ от 27.01.2022 г. № ВБ-51фс. [37]. Как отмечено выше, можно выделить 27 вопросов по СУБП, которые приведены в табл. 2.3.

По результатам проведенного самообследования организация представляет в ФСНСТ декларацию, которая анализируется и проверяется ФСНСТ. В случае подачи недостоверных сведений декларация аннулируется.

2.3 Разработка метода оценки эффективности СУБП организации по ОВД

2.3.1 Общие положения метода

При разработке метода использовались результаты НИР, выполненной в 2019 г. по заказу Росавиации на кафедре БПиЖД МГТУ ГА. В рамках НИР были разработаны Методические рекомендации (МР) [38] по проверке СУБП поставщиков услуг 4-х видов деятельности: эксплуатантов, операторов аэродромов, организаций по ТО и авиационных учебных центров. Соответственно, МР состоят из 4-х частей. они прошли апробация в территориальных управлениях ФАВТ, которая показала их применимость.

В рамках данного диссертационного исследования разработан метод в формате методических рекомендаций, который может быть включена в МР Росавиации, как её пятая часть – «Методические рекомендации по проверкам СУБП организации по ВВД» - МР ч. V.

Целью проверки эффективности СУБП организации по ОВД является установить не только выполнение воздушного законодательства РФ, но и степень выполнения Стандартов ИКАО, которые пока не внедрены в РФ, а также рекомендаций ИКАО и других международных организаций. Очевидно, что это документы разной степени важности, соответственно должен отличаться и вклад их выполнения/невыполнения в суммарную оценку эффективности СУБП.

Наиболее важным является выполнение требований воздушного законодательства РФ.

Как и части I - IV, часть V состоит из пяти разделов:

«Общие положения»; «Контрольные вопросы проверки»; «Подведение итогов и оформление отчета о проверке»; «Дополнительные рекомендации»; «Перечень нормативных документов, используемых в контрольных вопросах».

Раздел 1 «Общие положения» является универсальным и одинаковым во всех частях.

Раздел 2 «Контрольные вопросы проверки» (КВП) ч. V содержит КВП для СУБП организации по ОВД и ссылки на документы российского или международного законодательства, применительно к ОВД.

Раздел 3 Содержит указания по подведению итогов проверки и оформлению ее результатов в виде Отчета о проверке.

Раздел 4 «Дополнительные рекомендации» содержит рекомендации, которые проверяющий может использовать для более полной и объективной оценки соответствия СУБП организации по ОВД с помощью КВП.

Раздел 5 Содержит список нормативных документов, которые применяются при проведении проверок организаций по ОВД.

В МР реализован подход, принятый в международной практике: оценка проводится по каждому элементу концептуальных рамок СУБП ИКАО [10].

1. Политика и цели обеспечения безопасности полетов.

1.1 Обязательства руководства.

1.2 Иерархия ответственности и обязанности в области обеспечения БП

1.3 Назначение ведущих сотрудников, ответственных за БП.

1.4 Координация планирования мероприятий на случай аварийной обстановки.

1.5 Документация по СУБП.

2. Управление рисками для безопасности полетов.

- 2.1 Выявление источников опасности.
- 2.2 Оценка и уменьшение рисков для безопасности полетов.
- 3. Обеспечение безопасности полетов.
 - 3.1 Контроль и количественная оценка эффективности обеспечения БП.
 - 3.2 Осуществление изменений.
 - 3.3 Постоянное совершенствование СУБП.
- 4. Популяризация вопросов безопасности полетов.
 - 4.1 Обмен информацией о безопасности полетов
 - 4.2 Подготовка кадров и обучение

Раздел 2 «Контрольные вопросы проверки» и Глава 3 «Дополнительные рекомендации» разделены на подразделы и параграфы, имеющие названия, которые соответствуют компонентам и элементам концептуальных рамок СУБП ИКАО. Каждый параграф Раздела 2 содержит КВП, используемые при проверке конкретного элемента СУБП.

В соответствующих параграфах раздела 4 «Дополнительные рекомендации» содержатся дополнительные рекомендации по проведению проверки по КВП. Каждый КВП и соответствующие ему рекомендации имеют перекрестные гиперссылки. В начале каждого подраздела и каждого параграфа Раздела 4 приводится кратко основное содержание компонента и элемента в соответствии с SARPs и рекомендациями ИКАО, опытом реализации СУБП в организациях по ОВД. Аспекты СУБП, которые могут вызывать затруднения при проверке, поясняются более подробно.

2.3.2 Принципы формирования контрольных вопросов проверки

Каждый КВП относится только к одному из элементов СУБП ИКАО. КВП имеют один из двух статусов: «Требование» или «Рекомендация».

КВП, имеющие статус «Требование», предназначены для проверки соответствия СУБП организации по ОВД воздушному законодательству РФ. Эти

КВП содержат ссылки на нормативные документы ГА РФ. На эти КВП проверяемая организация обязана представить проверяющему доказательства выполнения требований воздушного законодательства РФ. Результаты проверок по КВП «Требование» используются проверяющим для вывода о соответствии СУБП сертификационным требованиям.

КВП, имеющие статус «Рекомендация», предназначены для оценки уровня внедрения в СУБП передовых международных практик, прежде всего SARPs ИКАО. Эти КВП содержат ссылки на соответствующие документы. По КВП со статусом «Рекомендация» проверяющий может предложить центру ОрВД продемонстрировать реализацию мероприятий и решений, предусмотренных ИКАО или другими международными организациями.

Проверка по КВП со статусом «Рекомендация» может проводиться, как правило, в отношении организации, успешно продемонстрировавших реализацию КВП со статусом «Требование». Объем проверки по КВП со статусом «Рекомендация» определяется проверяющим в каждом случае.

Результаты проверок по КВП со статусом «Рекомендация» не могут использоваться для выводов о соответствии или несоответствии СУБП организации по ОВД сертификационным требованиям. Они используются для повышения общего коэффициента эффективности СУБП (см. п.2.3.4) и для планирования будущих проверок.

Выполнение требования или рекомендации оценивается по двум параметрам: «Документировано» и «Внедрено».

Требование или рекомендация считается документированной, если поставщик демонстрирует выполнение всех нижеперечисленных положений:

- а) в нормативных документах поставщика услуг четко прописана обязательность выполнения данного требования или рекомендации;
- б) указаны должностные лица, ответственные за их выполнение;
- в) документ утвержден в установленном порядке и является действующим,

г) документ оформлен в соответствии с принятым поставщиком стандартом оформления локальных нормативных актов;

д) содержание документа доведено до работников в части касающейся.

Положение требования или рекомендация считается полностью внедренным, если поставщик услуг может подтвердить его выполнение в полном объеме с помощью документов, протоколов, отчетов по выполненным мероприятиям и т. д., а также продемонстрировать выполнение требуемой процедуры СУБП на реальном примере.

Положение требования или рекомендация считается внедренным, но требующим корректировки, если выполнение требования или рекомендации обеспечивается по оценке аудитора не менее, чем на 50%, при условии, что все требования (рекомендации) документированы. Оценка соответствия требованию или рекомендации осуществляется по единому алгоритму в соответствии с таблицей 2.4, заимствованной из МР [38], где поясняется, что такой подход применялся Росавиацией при проверках эксплуатантов.

Таблица 2.4 Принципы оценки соответствия требованиям и рекомендациям

Степень выполнения требования/рекомендации	Оценка соответствия
Документировано, внедрено	Соответствует
Документировано, внедрено частично, требует корректировки	Соответствует, требует корректировки
Документировано, не внедрено	Не соответствует
Внедрено, не документировано	Не соответствует
Не документировано, не внедрено	Не соответствует
Не проверялось	Не учитывается в оценке.

Структура КВП приведена на рисунке 2.2.

Поле 1 – Порядковый номер КВП по сквозной нумерации КВП ч. V.

Поле 2 – Уникальный индекс КВП;

Поле 3 – Статус КВП («Требование» или «Рекомендация»);

(1)	(2)	Статус: (3)
(4)		
Нормативные ссылки: (5)		
Действия аудитора		
(6)		
(7)	Документировано ☐ Да ☐ Нет ☐ Не проверялось	(8) Внедрено ☐ Да ☐ Треб. корр. ☐ Нет ☐ Не проверялось
Подтверждающая документация		
(9)		
Выявленные несоответствия и/или замечания		
(10)		
Комментарии поставщика услуг		
(11)		

Рисунок 2.2 - Структура КВП

Поле 4 – Основной текст КВП, содержащий краткое описание (сущность) вопроса, подлежащего проверке.

Поле 5 – Ссылки на документы, послужившие основанием КВП. Ссылка содержит сокращенное наименование документа и указание на пункт (раздел, подраздел) этого документа;

Поле 6 – Действия аудитора для выполнения проверки соответствия КВП. Проводится краткий перечень действий (мероприятий, решений), которые должен (может) предпринять организации по ОВД в рамках СУБП, и по которым ожидается оценка проверяющего. В этом поле содержится гиперссылка на дополнительные рекомендации проверяющему по проведению проверки.

Поле 7 – Отметка аудитора по факту документирования условия КВП.

Поле 8 – Отметка аудитора по факту внедрения условия КВП.

Поле 9 – Ссылки на документы поставщика услуг, подтверждающие выполнение требования или рекомендации КВП (заполняется проверяющим). Каждая ссылка на документ должна сопровождаться комментарием проверяющего,

указывающим на то, что проверяемый вопрос был изучен. Поле 10 – Текст по факту выявления несоответствий или замечаний проверяющего. Каждое замечание должно сопровождаться комментарием.

Поле 11 - Комментарий поставщика услуг по существу проверки.

Каждый КВП имеет уникальный буквенно-цифровой индекс (рисунок 2.3).

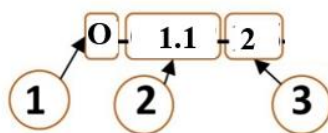


Рисунок 2.3 - Формирование индекса КВП организации по ОВД

- ① Буква О указывает тип поставщика услуг - организация по ОВД.
- ② Цифры (1.1) указывают элемент концептуальных рамок, по которому задается этот вопрос.
- ③ Цифра (2) указывает номер КВП, относящийся к данному элементу. На рисунке 2.3 приведен код КВП организации по ОВД по элементу 1.5 Документация по СУБП и это первый по порядку КВП по элементу.

При оценке выполнения КВП проверяющий должен знакомиться с методами, системами или процедурами, которые выполняет организация, чтобы обеспечить соблюдение данных правил и требований. Основной целью проверки является подтверждение соблюдения и эффективности описанных в документах методов и процедур.

Проверяющий должен использовать такие формы контроля, как изучение представленных документов, осмотры объектов инфраструктуры, проведение собеседований. Могут быть использованы другие формы контроля: информация от других организаций, активность участия поставщика услуг в национальных или международных объединениях по БП и т.п.

Дополнительно рекомендации по проверке включены в раздел 3 МР. Пример КВП со статусом «Требование» приведен на рисунке 2.4.

№ 2	О-1.1-2	Статус:Рекомендация
Центру ОрВД надлежащим образом, учитывая свою политику в области обеспечения безопасности полётов, определяет цели обеспечения БП, создающие основу для мониторинга показателей обеспечения БП; цели содержат обязательства по постоянному повышению эффективности СУБП, доводятся до всей организации и периодически пересматриваются.		
Нормативные ссылки: Приложение 19 Управление безопасностью полетов раздел ДОБАВЛЕНИЕ 2. Концептуальные рамки для системы управления безопасностью полетов.		
Действия при проверке		
Проверяется наличие в Политике в области безопасности полётов информации о целях обеспечения безопасности полётов Центров ОрВД. Проверяется наличие сведений о обязательствах Центра ОрВД по поддержанию или постоянному повышению уровня безопасности полётов. Проверяются записи ознакомления работников с целями в области БП Центра ОрВД (листы ознакомления, записи, включая результаты ознакомления с данным документов в информационных системах, рассылках и т.д.). Допускаются отметки ознакомления с Политикой и целями в области безопасности полётов Центра ОрВД в совместном виде (политика и цели могут быть неразделимы). Проверяется наличие сведений о периодическом пересмотре целей (политики и целей) в области БП и выполнение оператором аэродрома изменений/актуализации документа. Проверке подлежат планы, сроки пересмотра документации в соответствии с требованиями системы контроля качества оператора аэродрома, и т.д. (МР)		
Документировано ☐ Да ☐ Нет ☐ Не проверялось		Внедрено ☐ Да ☐ Треб. корр. ☐ Нет ☐ Не проверялось
Подтверждающая документация		
Выявленные несоответствия и/или замечания		
Комментарии поставщика услуг		

Рисунок 2.4 - Пример КВП со статусом «Рекомендация»

2.3.3 Оформление результатов проверки

В разработанной диссертантом ч. V МР включены 27 КВП, из них 21 имеют статус «Требование», 4 – «Рекомендация» на основе Стандартов ИКАО [10] и 2 – «Рекомендация» на основе РУБП ИКАО [29]. Проверяющий отмечает в таблице, созданной на основе [38], результаты соответствия или несоответствия (табл. 2.5).

Для удобства предлагается использовать единые обозначения и для

требований, и для рекомендаций: «П» - Полностью соответствует, «Ч» - частично соответствует, «Н» - не соответствует, «НП» - не проверялось.

Таблица 2.5 Форма фиксации результатов проверки СУБП организации по ОВД

Выполнение требований воздушного законодательства РФ		Выполнение рекомендаций, основанных на Стандартах ИКАО		Выполнение рекомендаций, основанных на рекомендациях ИКАО и других организаций	
Требование	Оценка	Рекомендация	Оценка	Рекомендация	Оценка
1.1-1		1.1-2		1.2-4	
1.2-1		1.2-3		2.1-3	
1.2-2		1.4-2			
1.3-1		2.1-2			
1.4-1					
1.5-1					
1.5-2					
2.1-1					
2.1-4					
2.2.-1					
2.2-2					
2.2-3					
3.1-1					
3.1-2					
3.1-3					
3.1-4					
3.2-1					
3.3-1					
4.1-1					
4.2-1					
4.2-2					

Итоговая оценка по проверке «СУБП соответствует требованиям воздушного законодательства РФ» выставляется, если по требованиям нет ни одной оценки «Не соответствует».

При общей оценке СУБП «Соответствует» выполняется расчет коэффициента эффективности Кэфф по методике, приведенной ниже, п. 3.3.4. По итогам проверки формируется Отчет, возможный вариант документа приведен на рисунке 2.5.

ОТЧЕТ ПО ПРОВЕРКЕ СУБП	
СУБП ЦЕНТРА ОрВД ТРЕБОВАНИЯМ ВОЗДУШНОГО ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА РФ	
СООТВЕТСТВУЕТ НЕ СООТВЕТСТВУЕТ (ненужное зачеркнуть)	
Показатель эффективности СУБП Кэфф =	
Эффективность СУБП	
Замечания по выявленным недостаткам	
А) Недостатки, требующие срочного устранения (план устранения недостатков должен быть представлен в Росавиацию не позднее 10 дней, отчет об устранении – не позднее 30 дней от даты окончания проверки) 	
В) Недостатки, не требующие срочного устранения (план устранения недостатков должен быть представлен в Росавиацию не позднее 30 дней, отчет об устранении – не позднее 90 дней от даты окончания проверки) 	
Дата	Подписи

Рисунок 2.5 - Вариант формата отчета по проверке СУБП организации по ОВД

2.3.4 Разработка показателя эффективности СУБП организации по ОВД

Можно видеть, что приведенная в МР [38] методика включает оценку насколько СУБП соответствует не только требованиям РФ, но и рекомендациям на основе Стандартов ИКАО, а также и рекомендациям на основе положений документов ИКАО, которые не относятся к Стандартами ИКАО, но представляют собой передовые практики. Допускается оценка "соответствует" при частичном внедрении требования или рекомендации. Поэтому формула расчета коэффициента

эффективности Кэф должна это учитывать посредством ввода разных весовых коэффициентов.

Приведенные соображения были учтены в [38] и предложена формула, которая в удобном виде может быть представлена следующим образом:

$$K_{эфф} = \frac{N_{ТП}C_1 + N_{ТК}C_2}{N_T} + \frac{N_{СП}C_3 + N_{СК}C_4}{N_C} + \frac{N_{РП}C_5 + N_{РК}C_6}{N_P}, \quad (2.1)$$

где: $N_{ТП}$ – полные соответствий требованиям РФ;

$N_{ТК}$ – соответствия требованиям РФ с корректировкой;

N_T – оцениваемые требования РФ;

$N_{СП}$ – полные соответствия Стандартам ИКАО;

$N_{СК}$ – соответствия Стандартам ИКАО с корректировкой;

N_C – оцениваемые соответствия Стандартам ИКАО;

$N_{РП}$ – полные соответствия рекомендациям;

$N_{РК}$ – соответствия рекомендациям с корректировкой;

N_P – оцениваемые соответствия рекомендациям;

C_1 - C_6 - весовые коэффициенты.

Весовые коэффициенты в формуле (2.1), приведенные в табл. 2.6, формировались в [38] эмпирическим путем на основе обсуждения группы специалистов - разработчиков МР, обоснования их в [38] не приведено.

Таблица 2.6 Весовые коэффициенты при расчете Кэфф в МР Росавиации [38]

C_j	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6
Значение	20	5	4	1	2	0,5

В ходе апробации МР в 2020-2021 гг. при проверках различных авиапредприятий расчеты и оценки с учетом данного подхода показали в целом, по мнениям большинства проверяющих, достаточный уровень соответствия реальной эффективности СУБП. Данный подход может быть взят за основу, но для использования при оценке СУБП организаций по ОВД необходимо уточнить весовые коэффициенты в формуле (2.1). Эта задача решена с помощью экспертного оценивания специалистами ОВД.

Обоснование весовых коэффициентов базируется на теории экспертного оценивания, которая хорошо разработана в многочисленных трудах по данному вопросу, в том числе проф. А.И. Орловым [39]. Практические приложения для ГА подробно исследованы в монографии проф. А.Г. Гузия [40].

Экспертное оценивание широко применяется при разработке и функционировании СУБП. Так, при разработке Автоматизированной системы управления БП (АСППАП) в авиакомпании Волга-Днепр было выполнено более 10 тыс. различных экспертных оценок [41, 42].

При решении задач экспертного оценивания назначения весовых коэффициентов в формулах, подобных (2.1), можно выделить два подхода.

1. Определение весов с помощью экспертов как коэффициентов важности критериев в задачах принятия решений.
2. Экспертные методы оценивания качества объектов и процессов в задачах квалиметрии.

Первый подход связан с тем, что при принятии решений о выборе наилучшего способа и средства достижения намеченной цели возникает проблема их оценки по нескольким частным критериям и корректного учета этих оценок. Решению подобных задач посвящены многочисленные работы проф. Подиновского В.В., общие положения в краткой форме сформулированы в учебном пособии [43].

Наиболее полный перечень конкретных методов приведен в обзорной статье [44]. Отмечается, что имеется около двух десятков групп методов определения коэффициентов важности, различающихся видом исходной информации о предпочтениях и способами ее переработки. На основании приведенной в [44, с. 12-13] иерархической классификация методов можно выделить 4 группы: попарных сравнений, аппроксимации функций полезности, трансформации частот и точечных оценок.

Методы попарных сравнений (методы Уэя, Саати, средних рангов)

применяются, когда не определено, является ли один из оцениваемых критериев важнее другого и эксперт должен выразить свое мнение по этому вопросу. В нашем случае такая определенность имеется по умолчанию.

Методы аппроксимации функций полезности предполагают возможность аддитивной свёртки в виде суммы отдельных критериев, если существует возможность неограниченной компенсации значений одних критериев за счет других. В нашем случае такой возможности нет, поскольку соответствие требованиям является обязательным.

Для методов трансформации частот необходимо большой объем данных и учет предпочтений лица, принимающего решение (ЛПР). В данном случае нет необходимого объема данных и невозможно установить однозначно предпочтения ЛПР, поскольку ЛПР не может быть назначено.

Таким образом, наиболее подходящим методом для решения поставленной задачи следует признать метод бальных оценок.

Разновидности этого метода широко используются в квалиметрии - науке об измерении и количественной оценке качества всевозможных объектов реального мира. Под объектом понимается любой предмет или процесс [45]. Один из основоположников квалиметрии проф. Г.Г. Азгальдов в работе [46, с. 110] дает определение: «коэффициент важности (весомости) свойства - количественная характеристика важности (значимости, весомости) данного свойства среди других свойств». Это определение вполне соответствует весовым коэффициентам, которые необходимы для решения задачи оценки эффективности СУБП.

В [46] отмечено, что для определения весовых коэффициентов в квалиметрии существуют аналитические методы, но на практике их используют не больше, чем в 5 % случаев, а в 95 % случаев для определения весовых коэффициентов используют экспертный метод.

Строго говоря, бальные шкалы не являются аддитивными, и при операциях осреднения или установления корреляционных зависимостей неизбежно

допускаются ошибки [47]. Тем ни менее, такие шкалы широко используются в различных отраслях промышленности, а методики и практические примеры определения весовых коэффициентов приведены в ряде работ, например, в [48, 49].

Для решения поставленной задачи была проведена экспертная оценка в баллах весовых коэффициентов $C_1 - C_6$, входящих в формулу (2.1). В качестве экспертов выступали 10 специалистов Росавиации, имеющие опыт проведения контрольно-надзорных мероприятий по проверкам СУБП, а также разработки СУБП в организациях ОВД. Оценка проводится по 10-ти бальной шкале, весовой коэффициент выполнения требования Воздушного законодательства РФ установлен по умолчанию $C_1=10$. Заполненные формы экспертного опроса приведены в Приложении А к диссертации. Бальная оценка каждого эксперта преобразуется в весовой коэффициент C_{ij} следующим образом:

$$C_{ij} = \frac{c_{ij}^b}{\sum_{j=1}^6 c_{ij}^b}, \quad (2.2)$$

где: c_{ij}^b - оценка j -го весового коэффициента в баллах, принятая i -м экспертом, $i = \overline{1 \dots m}, j = \overline{1 \dots n}, m = 10, n = 6$.

Для оценки согласованности мнений экспертов по каждому весовому коэффициенту рассчитывается коэффициент вариации β по формуле:

$$\beta(C_j) = \frac{\sigma(C_j)}{M(C_j)}, \quad (2.3)$$

где $\sigma(C_j)$ и $M(C_j)$ - среднеквадратическое отклонение и среднее значение j -го весового коэффициента, которые рассчитываются по обычным формулам для параметров распределения случайных величин [50]:

$$M(C_j) = \frac{\sum_{i=1}^m c_{ij}}{m}; \quad \sigma(C_j) = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^m [M(C_j) - c_j]^2}{m-1}}. \quad (2.4)$$

Результаты экспертного опроса и расчетов по формуле (2.2 - 2.4) сведены в таблицу 2.7. Суммы значений весовых коэффициентов каждого эксперта $\sum_{j=1}^6 M(C_j) = 1$, что подтверждает корректность расчетов.

Значения коэффициента вариации, при котором мнения экспертов считаются достаточно хорошо согласованными, различаются в разных отраслях. При

экспертизе качества авиационных радиоэлектронных средств считается, что критическое значение $\beta_{\text{крит}}=33,3\%$. [51]. Для оценки достоверности экспертизы при оценках различных инноваций в задачах управления считается, что мнения экспертов находятся в пределах однородной совокупности при β , равной 15-20%. [52]. В учебном пособии МАДИ [53] указано, что по опыту применения экспертных оценок для решения различных не формализуемых задач установлено, что результаты экспертизы удовлетворительные при $\beta \leq 0,3$ и хорошие при $\beta \leq 0,2$.

Таблица 2.7 Результаты экспертного опроса весовых коэффициентов

Эксперты	Весовые коэффициенты												Сумма баллов
	C ₁		C ₂		C ₃		C ₄		C ₅		C ₆		
	балл	вес	балл	вес	балл	вес	балл	вес	бал л	вес	балл	вес	
1	10	0,34	6	0,21	4	0,14	4	0,14	3	0,10	2	0,07	29
2	10	0,37	7	0,26	4	0,15	3	0,11	2	0,07	1	0,04	27
3	10	0,34	7	0,24	4	0,14	4	0,14	3	0,10	1	0,03	29
4	10	0,32	7	0,23	5	0,16	4	0,13	3	0,10	2	0,06	31
5	10	0,33	7	0,23	5	0,17	3	0,10	3	0,10	2	0,07	30
6	10	0,40	5	0,20	4	0,16	3	0,12	2	0,08	1	0,04	25
7	10	0,34	6	0,21	5	0,17	3	0,10	3	0,10	2	0,07	29
8	10	0,33	6	0,20	5	0,17	4	0,13	3	0,10	2	0,07	30
9	10	0,33	6	0,20	5	0,17	4	0,13	3	0,10	2	0,07	30
10	10	0,33	6	0,20	5	0,17	4	0,13	3	0,10	2	0,07	30
$M(C_j)$		0,35		0,22		0,16		0,12		0,10		0,06	
$\sigma(C_j)$		0,02		0,02		0,01		0,01		0,01		0,01	
$\beta(C_j)$		0,07		0,10		0,08		0,12		0,11		0,25	

Как видно из табл. 2.8 (нижний ряд) значения β по всем весовым коэффициентам, кроме C₆, удовлетворяют наиболее жестким требованиям, (согласованность хорошая), а коэффициент для C₆, как минимум, соответствует удовлетворительной согласованности.

Другим методом оценки согласованности является использование статистического критерия X^2 («хи — квадрат»), метод изложен в работе [53].

Оценка согласованности экспертов также проводится для каждого C_j отдельно. Обозначим как k₁ - количество оценок в 1 балл, k₂ - количество оценок в 2 балла ... k₉ - количество оценок в 9 баллов.

Вводится [53] понятие "число градаций L " - число возможных оценок в баллах. Очевидно, что оценка 10 не будет использоваться для оценки веса ни одного из весовых коэффициентов, кроме C_1 , для которого она установлена по умолчанию, и допустимы оценки от 1 до 9, т.е. число градаций $L=9$.

Предполагается, что полностью несогласованные оценки распределены равномерно по всей шкале, т.е. на каждую градацию приходится равное количество оценок m/L , где $m=10$ – число экспертов, в нашем случае это соответствовало бы положению, при котором $k_1=k_2=\dots k_9=10/9=1,11$.

На самом деле на каждую k -ю градацию при оценке каждого j -го коэффициента (кроме C_1 , который не рассматривается) попало ровно r_{kj} оценок ($k = \overline{1,9}; j = \overline{2,6}; \sum_{k=1}^L r_{kj} = m$).

Подсчитывается сумма квадратов относительных отклонений частот m/L от частот при равномерном распределении для каждого C_j :

$$S_j = \sum_{k=1}^L \left[\frac{r_{kj} - \frac{m}{L}}{\frac{m}{L}} \right]^2 = \frac{\sum_{k=1}^L \left(r_{kj} - \frac{m}{L} \right)^2}{\left(\frac{m}{L} \right)^2} \quad . \quad (2.5)$$

Чем эта величина больше, тем с большей уверенностью можно утверждать, что оценки согласованы (их частоты отличаются от частот при равномерном распределении). Результаты расчетов по формуле (2.5) приведены в табл. 2.8. Данная величина подчиняется "Хи-квадрат" распределению с числом степеней свободы $L-1=8$. При уровне значимости 0,005 по таблице χ^2 имеем критическое значение критерия Пирсона 21,96. Рассчитанные величины S_j по всем показателям превосходят данное значение, что может служить дополнительным подтверждением согласованности мнений экспертов.

Представляется целесообразным установить единообразие подсчета коэффициента эффективности СУБП организаций ОВД и четырех типов организаций-поставщиков авиационных услуг, для которых разработаны Методические рекомендации [38].

Таблица 2.8 Результаты расчетов по оценке согласованности мнений экспертов по критерию Пирсона "Хи-квадрат"

k	C2		C3		C4		C5		C6	
	r_{k2}	$\left(r_{k2} - \frac{m}{L}\right)^2$	r_{k3}	$\left(r_{k3} - \frac{m}{L}\right)^2$	r_{k4}	$\left(r_{k4} - \frac{m}{L}\right)^2$	r_{k5}	$\left(r_{k5} - \frac{m}{L}\right)^2$	r_{k6}	$\left(r_{k6} - \frac{m}{L}\right)^2$
1	0	1,23	0	1,23	0	1,23	0	1,23	3	3,57
2	0	1,23	0	1,23	0	1,23	2	0,79	7	34,68
3	0	1,23	0	1,23	4	8,35	8	47,46	0	1,23
4	0	1,23	4	8,35	6	23,90	0	1,23	0	1,23
5	1	0,01	6	23,90	0	1,23	0	1,23	0	1,23
6	5	15,12	0	1,23	0	1,23	0	1,23	0	1,23
7	4	8,35	0	1,23	0	1,23	0	1,23	0	1,23
8	0	1,23	0	1,23	0	1,23	0	1,23	0	1,23
9	0	1,23	0	1,23	0	1,23	0	1,23	0	1,23
j	25,02		33,12		33,12		46,08		37,98	

Весовые коэффициенты формулы (2.1) в МР, установленные эмпирически, приведены в табл. 2.7. Для единообразия назначим и в формуле эффективности СУБП организации по ОВД значение максимального веса полного внедрения требования $C_1=20$. Тогда остальные весовые коэффициенты C_j могут быть рассчитаны по очевидному соотношению:

$$C_j = \frac{20M(C_j)}{M(C_1)}, \quad (2.6)$$

где $M(C_j)$ - средние значения веса j-го коэффициента (табл. 2.8):

$M(C_1)=0,35$ - среднее значение веса коэффициента C_1

Подставив полученные при расчетах по формуле 2.6 значения весовых коэффициентов в формулу (2.2) и получим окончательно расчетную формулу эффективности СУБП организации ОВД как:

$$K_{эфф} = \frac{20N_{ТП}+13N_{ТК}}{N_T} + \frac{9N_{СП}+7N_{СК}}{N_C} + \frac{6N_{РП}+3N_{РК}}{N_P}. \quad (2.7)$$

Можно видеть, что, по мнению экспертов организаций ОВД, внедрение

стандартов и рекомендаций ИКАО имеет более существенное влияние на эффективность СУБП, чем это зафиксировано в МР Росавиации [38].

Оценка эффективности (расчет Кэфф) имеет смысл, если организация соответствует всем требованиям РФ (в полном объеме или с корректировкой). При этом при различных сочетаниях полного и частичного соответствия требованиям и рекомендациям при расчете по формуле (2.8) может быть получено большое количество разных значений.

Для наглядности выполнен расчет Кэфф для некоторых сочетаний полного и частичного внедрения требований РФ и рекомендаций на основе Стандартов ИКАО, результаты представлены на диаграмме, рисунок 2.6.

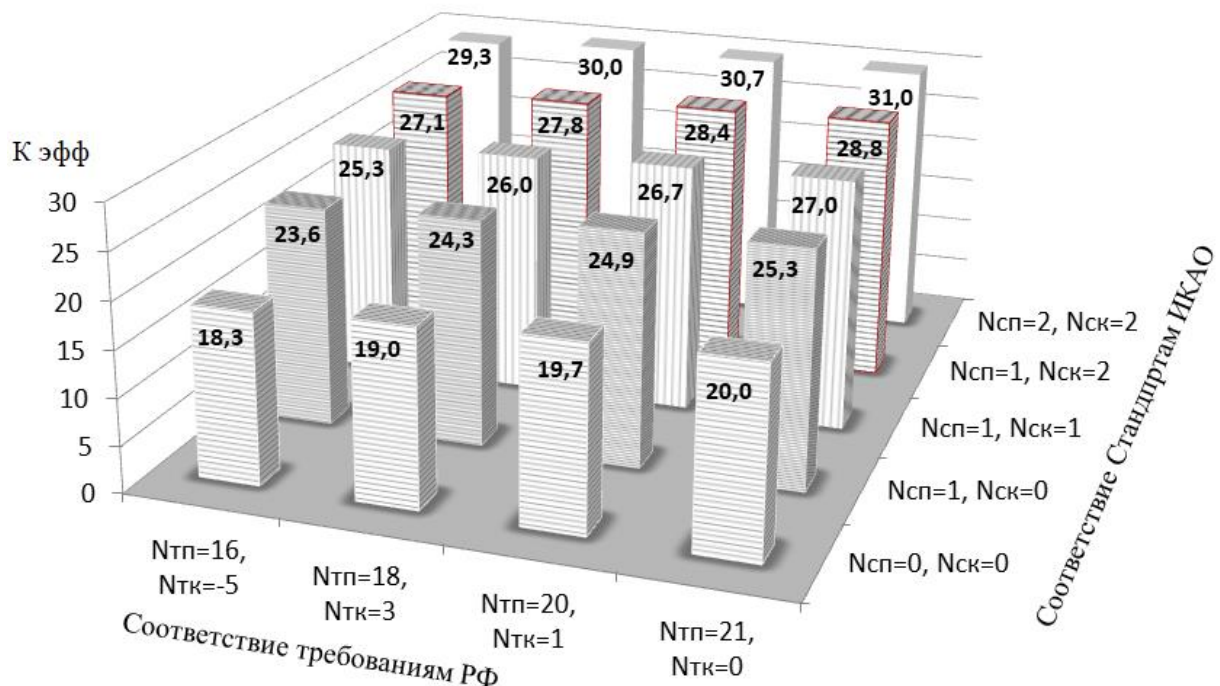


Рисунок 2.6 - Значения коэффициента эффективности СУБП в зависимости от уровня внедрения требований РФ и Стандартов ИКАО

Необходимо установить несколько рангов эффективности СУБП. Предлагается, в отличие от МР [38], установить не 3, а 4 ранга уровня эффективности: недостаточный, приемлемый, средний и высокий.

После обсуждения со специалистами по ОрВД принята на период апробации

методика назначения рангов, состоящая в следующем.

Минимальное значение $K_{эфф} = 13$ будет в том случае, если организация соответствует частично всем требованиям и не внедрило ни одной рекомендации. Такая ситуация теоретически возможна, и в этом случае СУБП должна быть оценена как соответствующая воздушному законодательству РФ, но такой уровень эффективности явно недостаточен.

Установим, что приемлемый уровень эффективности СУБП будет соответствовать полному внедрению 75% требований РФ, т.е. при $K_{эфф} = 18,3$, даже если при этом не внедрены рекомендации.

Максимально возможное значение $K_{эфф} = 35$ будет при условии полного внедрения всех требований и рекомендаций. Средним уровнем будем считать положение, при котором $K_{эфф}$ соответствует 60% от максимально возможного, т.е. $K_{эфф} = 21$, а границей между средним и высоким уровнем будем считать положение, при котором $K_{эфф}$ соответствует 75% этого максимального значения, т.е. $K_{эфф} = 26,3$. Таким образом, ранжирование СУБП по $K_{эфф}$ имеет вид:

Уровень эффективности СУБП	$K_{эфф}$
Недостаточный	13,0 - 18,2
Приемлемый	18,3 - 21,0
Средний	21,1 - 26,3
Высокий	более 26,3

Полный текст разработанных Методических рекомендаций по проверке эффективности СУБП организаций по ОВД содержится в Приложении Б к диссертации.

Выводы по главе 2

1 Существующие и применяемые контрольные карты и чек-листы оценки СУБП организаций по ОВД не учитывают степень внедрения требований Воздушного законодательства и не предполагают учет внедрения SARPs ИКАО,

что не позволяет объективно судить об уровне эффективности СУБП.

2. За основу метода объективной оценки СУБП организации по ОВД приняты Методические рекомендации Росавиации, разработанные в МГТУ ГА в 2019 г. для других поставщиков услуг, и сформирован полный перечень контрольных вопросов проверки для организации по ОВД.

3. При разработке метода расчета коэффициента эффективности СУБП организации по ОВД, в отличие от МР Росавиации, для определения весовых индексов проведен экспертный опрос специалистов по ОрВД с оценкой согласованности мнений экспертов.

4. В отличие от МР Росавиации, установлено не 3, а 4 уровня эффективности СУБП и разработан метод установления рангов эффективности СУБП, который может применяться в период апробации.

5. Использование разработанного метода оценки эффективности СУБП организации по ОВД будет стимулировать их на полное соответствие требованиям нормативных документов воздушного законодательства РФ и на более полное внедрение SARPs ИКАО и передовых международных практик в области управления БП.

ГЛАВА 3 МЕТОД ОЦЕНКИ РИСКА ДЛЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛЕТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРО - НЕЧЕТКОЙ МОДЕЛИ

3.1 Постановка задачи проактивного управления безопасностью полетов в рамках риск-ориентированного подхода к надзорной деятельности

Управление безопасностью полетов любой авиационной организации связано с решением задачи по оценке рисков. Риск - это прогноз, который всегда делается в условиях неопределенности. Представляется важной задача управление рисками, которые выявляются на основании проявлений «индикаторов риска» (см. гл. 1). Эти индикаторы могут быть выявлены как при проверках организации органом контроля, так и при самообследовании организации в рамках ее СУБП.

Введение индикаторов соответствует «проактивной методике» выявления факторов опасности в СУБП ИКАО.

Современный риск-ориентированный подход к надзорно-контрольной деятельности (п. 1.2.3) предполагает фиксацию проявления индикаторов, но конкретная методика по обработке сведений об этих проявлениях в настоящее время не разработана. Такая методика важна и для дополнительной обработки результатов процедуры самообследования в организации, которую рекомендует Ространснадзор (см. п. 2.2). Ситуация осложняется тем, что перечни таких индикаторов, соответствующих требованиям ФЗ-248 для организаций разного вида авиационной деятельности не сформированы.

Приведем краткие выдержки из ФЗ-248.

Индикаторы выявляются на основе данных несоблюдении контролируруемыми лицами обязательных требований, которые учитываются в создаваемых в контрольных (надзорных) органах информационных системах [15, ст.17, п.5,2]. Эти индикаторы должны утверждаться [15, ст.23, п.10].

Наличие у контрольного (надзорного) органа сведений о соответствии объекта контроля параметрам, утвержденным индикаторами риска нарушения

обязательных требований, или отклонения объекта контроля от таких параметров является основанием для проведения контрольных (надзорных) мероприятий, в том числе внеплановых [15, ст.57, п.1.1].

Должностное лицо контрольного (надзорного) органа направляет уполномоченному должностному лицу контрольного (надзорного) органа мотивированное представление о проведении контрольного (надзорного) мероприятия при установлении параметров деятельности контролируемого лица, с отклонением от обязательных требований согласно утвержденным индикаторам риска нарушения. В случаях, когда соответствие или несоответствие требованиям по принятым индикаторам риска, установить невозможно, направляется предупреждение о недопустимости нарушений. [15, ст. 60, п.1,2].

При отнесении объектов контроля к категориям риска, применении критериев риска и выявлении индикаторов риска нарушения обязательных требований контрольным (надзорным) органом могут использоваться сведения, характеризующие уровень рисков причинения вреда (ущерба), полученные с соблюдением требований законодательства РФ из любых источников, обеспечивающих их достоверность. В том числе, в ходе проведения профилактических мероприятий, контрольных (надзорных) мероприятий, от государственных органов, органов местного самоуправления и организаций в рамках межведомственного информационного взаимодействия, при реализации полномочий в рамках лицензирования и иной разрешительной деятельности, из отчетности, представление которой предусмотрено нормативными правовыми актами РФ, по результатам предоставления гражданам и организациям государственных и муниципальных услуг, из обращений контролируемых лиц, иных граждан и организаций, из сообщений средств массовой информации, сведения, содержащиеся в информационных ресурсах, в том числе обеспечивающих маркировку, прослеживаемость, учет, автоматическую фиксацию информации, и иные сведения об объектах контроля [15, ст. 24 п.]). Причем эта

работа проводится без взаимодействия с контролируемыми лицами [15, ст. 24 п.2].

Таким образом, задача по разработке методики оценки риска по проявлениям индикаторов риска формулируется следующим образом.

При проведении проверки организации по ОВД или при самообследовании в рамках СУБП зафиксированы проявления с разной степенью интенсивности некоторых индикаторов риска, как элементов множества X :

$$X = \{x_1, x_2, \dots, x_m\}, x_i \in (0,1).$$

Условимся, что при $x_i=0$ индикатор не проявился, при $x_i=1$ индикатор имеет максимальную степень проявления.

Требуется оценить суммарный уровень риска Y с учетом неизбежной субъективности оценок проявлений индикаторов, как отображение множеств:

$$f: X = \{x_1, x_2, x_3, x_4\} \rightarrow Y\{y\}. \quad (3.1)$$

Для решения задачи необходимо:

1. Сформировать перечень важных для организации индикаторов риска;
2. Разработать метод построения отображения (3.1).

Для разработки перечня индикаторов необходимо проанализировать нормативную документацию по данному вопросу и опыт других опасных производств.

Для разработки методики реализации отображения (3.1) с учетом нечеткости природы риска для БП, естественным образом могут использоваться методы нечеткой математики. При этом необходимо обеспечить приемлемый уровень объективности и максимально автоматизировать процедуру такой оценки.

3.2 Формирование перечня индикаторов риска организации по ОВД

3.2.1 Подходы к разработке индикаторов риска

Отметим, что требование по наличию индикаторов не является принципиально новым. Уже в 2008 г. в ФЗ-294 ч. 8 ст. 8.1 [54] говорилось о том,

что в документах о государственном контроле целесообразно ввести положения о возможности использования контролирующим органом специальных индикаторов, что позволит выявлять необходимость провести дополнительную внеплановую проверку.

Если в надзорный орган поступает обращение или жалоба на нарушения компанией обязательных требований, ведомство сравнивает изложенные факты с утверждёнными индикаторами риска. Отклонение от них не является доказательством нарушения: это лишь повод для проведения внеплановой проверки или иных контрольных мероприятий.

В разных сферах деятельности такие индикаторы вводятся на протяжении нескольких лет.

По информации с портала РосКвартал⁵ Росреестр применяет индикаторы риска, утверждённые приказом Минэкономразвития РФ от 09.01.2018 № 7, при проведении мероприятий по земельному надзору и Минздрав также в 2018 году подготовил проект приказа с перечнем индикаторов риска для Госсанэпиднадзора.

Индикаторы риска уже используют Федеральная служба по надзору в сфере здравоохранения, Роспотребнадзор и Минкомсвязи РФ.

С 1.07. 2021 года вступил в силу приказ МЧС России от 07.06.2021 № 364 об индикаторах риска в сфере государственного пожарного надзора. Основанием для проверки будут три и более ложных срабатывания в течение месяца систем противопожарной защиты на объекте.

Что касается ГА, то перечень был введен Приказом Минтранса № 423 от 30.11.2021 [55], и он содержит следующие индикаторы:

1. Выявлено 3 и более авиационных инцидентов (АИ), которые связаны с деятельностью организации, в течение 30 дней, начиная со дня, когда произошел

5 URL: <https://roskvartal.ru/gzhi/12649-chto-takoe-indikatory-riska-narusheniy-i-ispolzuyut-li-ih-organy-gzhn>

первый из этих трех АИ по объекту, осуществляющему следующие виды деятельности:

- деятельность по подготовке и выполнению полетов, эксплуатации гражданских воздушных судов (ВС) и их допуску к полетам;
- деятельность по использованию воздушного пространства;
- деятельность по техническому обслуживанию гражданских ВС;
- деятельность по осуществлению воздушных перевозок пассажиров, багажа, грузов и почты;
- деятельность по выполнению авиационных работ.

2. Выявлено 3 и более АИ, связанных с деятельностью оператора аэродрома, вертодрома или владельца посадочной площадки, предназначенной для взлета, посадки, руления и стоянки гражданских ВС, в течение 30 календарных дней со дня фиксации первого АИ.

Перечень вызывает вопросы.

Во-первых, речь идет об авиационных инцидентах, т.е. об авиационных событиях, и проактивность в смысле ИКАО здесь не просматривается.

Во-вторых, если в средней по размерам авиакомпании или на среднем по объему перевозок аэродроме (а тем более в малых авиапредприятиях) происходит в течение 30 дней 4 и более АИ, то это исключительная ситуация, на практике встречается крайне редко. Все АИ подлежат расследованию Росавиацией согласно ПРАПИ-98 [56], это уже предусматривает действия по анализу обстановки в авиапредприятии со стороны комиссии по расследованию для заполнения раздела отчета «другие недостатки, выявленные при расследовании».

Представляется, что данный приказ практически работать будет крайне редко и то по самым крупным авиапредприятиям. Таким образом, предлагаемая в приказе система индикаторов риска малоэффективна.

В других отраслях подход представляется более взвешенным. Например, Федеральная служба государственной регистрации, кадастра и картографии

приказом от 9.07.2021 № П/0303⁶ ввела перечень индикаторов риска при осуществлении службой земельного контроля из 7 индикаторов. Эти индикаторы относятся к часто встречающимся отклонением от правил, не приводящим непосредственно к опасным событиям. Такой перечень будет работать.

Очевидно, что перечень индикаторов в ГА должен также содержать события или наблюдения менее серьезные и более частые, чем АИ.

3.2.2 Выбор индикаторов риска на основе экспертного оценивания

Для формирования состава индикаторов, пригодных для оценки риска, автором на основании опыта проверок организаций ОВД, было предложено 8 индикаторов, приведенных в таблице 3.1

Таблица 3.1 Индикаторы риска для организации ОВД и их характеристики

№	Индикатор	Возможные последствия	Нормативный акт
1	Затруднен радиолокационный контроль части воздушного пространства зоны ответственности.	1. Повышаются риски столкновений между ВС и столкновений ВС с препятствиями на площади маневрирования. 2. Затруднен контроль воздушного движения. 3. Снижен контроль соблюдения правил ИВП.	1. Воздушный кодекс в части контроля за соблюдением правил ИВП. 2. ФАП 216 [12] несоответствие Свидетельству в части наличия средств наблюдения.
2	Неполный визуальный обзор контролируемого воздушного движения с рабочего места диспетчера.	1. Повышаются риски столкновения между ВС и транспортными средствами на площади маневрирования. 2. Затруднен контроль за ВПП при появлении людей и животных.	
3	Нарушения регулярности актуализации аэронавигационной информации, представляемой в соответствии с	Повышаются риски предоставления экипажам ВС неполной и недостоверной информации.	Приказ Минтранса РФ от 31.10.2014 г. N 305 "Об утверждении Порядка разработки и правил предоставления аэронавигационной

⁶ <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202110080010?index=3&rangeSize=1>

	требованиями нормативных документов.		информации".
4	Недостатки в поддержании работоспособного состояния РТОП и авиационной электросвязи.	Возможна частичная и/или неполная выдача информации диспетчеру, отказы оборудования и средств связи.	ФАП-297 [7] в части технической эксплуатации объектов и средств РТОП и авиационной электросвязи.
5	Отклонения от требований при проведении стажировки и проверки персонала.	1. Системные ошибки при обслуживании воздушного движения. 2. Выполнение конкретных процедур с ошибками.	Отклонения от правил выполнения программы профессиональной подготовки. Приказ. Минтранса РФ 14.04.2010 г. N 93 [56]
6	Диспетчер УВД не всегда использует стандартную фразеологию радиообмена.	1. Риск ошибочного понимания принимаемой информации. 2. Возможен неэффективный и двусмысленный обмен информацией при радиосвязи.	ФАП-362 [58].
7	Документация по СУБП не в полной мере соответствует требованиям Воздушного законодательства РФ	Увеличиваются риски отсутствия информации о ситуациях, которые могут иметь опасные последствия для БП фактических или потенциально опасных для БП при АНО.	1. Постановление 642. [11] 2. ФАП-293 [13] в части осуществления анализа на регулярной основе
8	Аппаратура средств объективного контроля не полностью записывает и воспроизводит речевую, радиолокационную информацию	При проведении расследований авиационных событий возможно неполное выявление отклонений от нормального функционирования предприятия.	ФАП-297 [7]

Ранжирование индикаторов по степени важности для формирования перечня индикаторов, примененного при проверках организаций ОВД, выполнялось на основе экспертных оценок с применением методов средних арифметических рангов и медиан рангов. [59]. К работе привлекались 7 экспертов. Каждому из них было предложено присвоить каждому их индикаторов ранг значимости цифрой от 1 до 8, где 1 - ранг наиболее важного индикатора, 8 - наименее важного.

В табл. 3.2 приведены присвоенные экспертами ранги. Листы опроса

экспертов приведены в Приложении В.

Таблица 3.2 Экспертные оценки рангов индикаторов риска

Номер эксперта	Номер индикатора							
	И-1	И-2	И-3	И-4	И-5	И-6	И-7	И-8
1	1	2	6	5	4	8	3	7
2	2	3	4	1	7	8	6	5
3	2	3	7	1	4	8	5	6
4	1	2	7	3	5	6	4	8
5	1	2	7	3	4	8	5	6
6	3	2	1	4	5	7	6	8
7	4	2	3	5	1	8	7	6
Сумма	14	16	35	22	30	53	36	46
Кв. суммы	196	256	1225	484	900	2809	1296	2116

Метод средних арифметических рангов предполагает расчет среднего арифметического оценок для каждого индикатора и присвоения им рангов по степени убывания этих средних. Однако оценки экспертов измерены в порядковой шкале, поэтому усреднение оценок методом средних арифметических не является вполне корректным, хотя часто применяется на практике [39].

Более обоснованным является применение метода медиан. Для этого надо ответы экспертов, соответствующие каждому из индикаторов, расположить в порядке возрастания. Например, для И-1 последовательность выглядит так: 1, 1, 1, 2, 2, 3, 4. На центральном месте стоит 2, значит ранг этого индикатора - 2.

И-2: 2, 2, 2, 2, 2, 3, 3 - ранг индикатора .2.

И-3: 1, 3, 4, 7, 7, 7, 7 - ранг индикатора 7.

И-4: 1, 1, 3, 3, 4, 5, 5 - ранг индикатора. 3.

И-5: 1, 4, 4, 4, 5, 5, 7 - ранг индикатора. 4.

И-6: 6, 7, 8, 8, 8, 8, 8 - ранг индикатора. 8.

И-7: 3, 4, 5, 5, 6, 6, 7 - ранг индикатора. 5.

И-8: 5, 6, 6, 6, 7, 8, 8 - ранг индикатора 6.

Итоги оценки двумя методами приведены в табл. 3.3.

Таблица 3.3 Итоговые оценки значимости индикаторов

Показатель	Индикатор							
	И-1	И-2	И-3	И-4	И-5	И-6	И-7	И-8
Сумма рангов	7	12	31	13	24	33	28	32
Среднее арифметическое	1,40	2,40	6,20	2,60	4,80	6,60	5,60	6,40
Итоговый ранг по ср. арифметич.	1	2	6	3	4	8	5	7
Итоговый ранг по медиане	2	2	7	3	4	8	5	6

Можно видеть, что в данном случае итоговые ранги четырех самых важных индикаторов, определенных обоими методами, совпали. Наиболее важными эксперты признали индикаторы 1, 2, 4, 5.

Согласованность мнений экспертов оценивалась коэффициентом конкордации Кендалла [39]:

$$W = \frac{12S_W}{m^2(n^3-n)}, \quad (3.2)$$

где m - число экспертов в группе;

n - число оцениваемых объектов;

S_W - сумма квадратов разностей рангов, рассчитывается по формуле:

$$S_W = \sum_{j=1}^n \left[\sum_{i=1}^m r_{ij} - \frac{m(n+1)}{2} \right]^2, \quad (3.3)$$

где r_{ij} - ранг, присвоенный i -м экспертом j -му объекту оценки,

$i = \overline{1, m}; j = \overline{1, n}$.

Подставляя в формулы (3.2) и (3.3) значения r_{ij} из табл. 3.2 с учетом того, что $m=7$, $n=8$, получен коэффициент конкордации $W=0,653$, что свидетельствует о достаточно высокой степени согласованности мнений экспертов. Таким образом, выбранные экспертами 4 индикатора могут использоваться при построении модели оценки риска организации по ОВД.

Для разработки модели прогнозирования риска при условии, что в процессе проверки установлено «срабатывание» (проявление) данных индикаторов,

предлагается использовать одну из технологий искусственного интеллекта - нечеткую нейронную сеть.

3.3 Обоснование применимости нечеткой нейронной сети для прогнозирования рисков

3.3.1 Основные проблемы построения нечеткой модели управления риском

Задача, которую требуется решить, сформулирована в п. 3.1.1. Ввиду высокой степени неопределенности подобных задач, что характерно вообще для управления риском, в том числе и в авиационной деятельности, при их решении естественным образом нашли применение приложения теории нечетких множеств (ТНМ), что отражено в ряде работ [60, 61, 62].

Нечеткие системы – это модели, отображающие входные данные в выходные и основанные на нечетких правилах ЕСЛИ...ТО. Правила могут быть представлены экспертами, либо найдены из экспериментальных данных. Приведем некоторые определения из ТНМ по [63, 64].

Нечеткое множество A на универсальном множестве U есть множество пар $(\mu_A(u), u)$, где $\mu_A(u)$ - степень принадлежности элемента $u \in U$ нечеткому множеству A .

Вводится понятие «лингвистическая переменная» (ЛП), как переменная, принимающая значения из слов или словосочетаний человеческого языка.

Другим важным понятием является «терм». Это одно из возможных значений ЛП, при этом все термов этой ЛП в совокупности образуют ее «терм-множество».

Каждый терм – это нечеткое множество, его правило построения выражается «функцией принадлежности» (ФП). Обязательными атрибутами любой ЛП являются её имя, набор термов и специальные правила, которые показывают, как формируются ФП этих термов.

В данном случае ЛП назовем «Степень риска». С учетом положений [14],

изложенных выше, эта ЛП имеет 4 терма: «Высокий», «Значительный», «Средний» и «Низкий».

Инструментом оценки риска может быть нечеткий логический вывод, который представляет собой цепочку «вход(ы) - выход» на основе словесных высказываний или условий типа <ЕСЛИ..., ТО> и логических операций, выполняемых специальным математическим аппаратом ТНМ.

Имеются различные алгоритмы нечеткого логического вывода (Мамдани, Сугено и др), но в основе всех алгоритмов лежит «композиционное правило», впервые сформулированное Лотфи Заде (*Lotfi Askar Zadeh*), которое приведем цитатой из [64]: «Если известно нечеткое отношение $\bar{R}$ между нечеткими переменными x и y , то при нечетком значении входной переменной $x = \bar{A}$ нечеткое значение выходной переменной определяется так:

$$y = A \circ R,$$

где $\circ$ - знак максиминной композиции».

С помощью ТНМ решаются задачи и тогда, когда входные и выходные переменные являются четкими числами. В этом случае база знаний называется синглтонной [65].

Для решения поставленной задачи подходят системы нечеткого вывода и Мамдани, и Сугено, которые могут быть реализованы, например, в среде Matlab в модуле *Fuzzy Logic Toolbox*. Схема системы нечеткого вывода на основе общего подхода из [64] представлена на рисунке 3.1.

Предназначение модулей по [64] следующее:

- фаззификатор преобразует четкий вектор входных данных (оценки степени проявления индикаторов) X в вектор нечеткого множества $\bar{X}$;
- в нечеткой базе знаний заложена зависимость Y от X в форме правил <ЕСЛИ...ТО>;
- ФП необходимы для представления термов ЛП в виде нечетких множеств;
- фаззификатор осуществляет отображение четких введенных значений X в

нечеткое множество $\bar{X}$;

- блок нечеткого логического вывода, используя лингвистические правила базы знаний, формирует значения выходной переменной в виде нечеткого множества $\bar{Y}$;

- дефаззификатор преобразует полученное из блока нечеткого вывода нечеткое множество $\bar{Y}$ в четкое число Y .

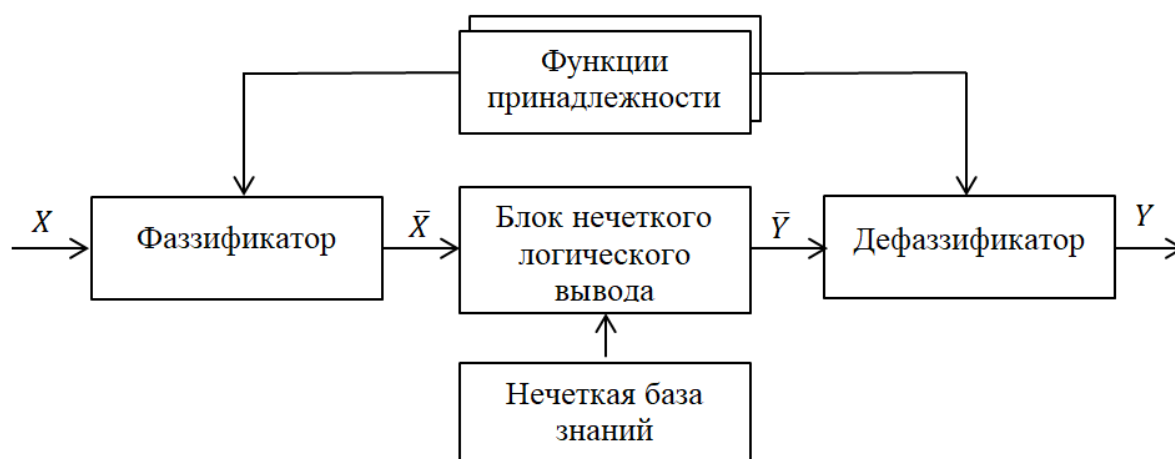


Рисунок 3.1 - Блок-схема системы нечеткого логического вывода

Такой подход был применен при построении автоматизированной системы управления рисками (АСУР) в авиакомпании Сибирь, которая подробно описана в монографии [28]. Входной переменной являлась частота проявлений факторов опасности (четкое значение), а на выходе получаем четкое значение условного показателя вероятности авиационного события в диапазоне от 1 до 5. Синглтонная база знаний в АСУР представляет собой систему из 5 нечетких правил <ЕСЛИ ...ТО>, которые формировались на основе «матрицы риска ИКАО».

ФП строились на основе экспертных оценок специалистов авиакомпании следующим образом. В работе, как подробно описано в [28], участвуют N экспертов. Каждый эксперт в анкете отмечает, считает ли он, что элемент u_i принадлежит терму A_j или нет. Если «да», то эксперт записывает 1, если «нет» - записывает 0.

После заполнения всех анкет рассчитывается принадлежность u_i нечеткому

множеству A_j :

$$\mu_{A_j}(u_i) = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N c_{j,i}^k,$$

где $c_{i,j}^k$ – ответ (1 или 0) k -го эксперта о принадлежности i -го элемента j -му нечеткому множеству.

Помимо экспертного (прямого) метода, существуют косвенные методы построения ФП, среди которых наиболее известен так называемый метод парных сравнений [66].

Метод парных сравнений (по Саати) был использован при совершенствовании СУБП организации по ТО S7-ИНЖИНИРИНГ, что отражено в диссертации разработчика этой СУБП Р.В. Еникеева [67].

Существенным недостатком такого подхода (при любом способе формирования ФП) является то, что на построение модели тратится много сил и времени, и она достаточно быстро устаревает. Меняются условия эксплуатации, парк авиационной техники, требования нормативных документов и представления работников и руководства о рисках. Соответственно, требуется периодическое обновление ФП, для чего необходимо проводить новые процедуры экспертного оценивания или новые достаточно трудоемкие расчеты методом Саати.

В обоих приведенных примерах использовались по одной ФП, имеющей 5 термов. В рассматриваемой задаче при четырех индикаторах будет четыре ФП, каждая должна иметь минимум два терма. И нужно учитывать, что на практике количество индикаторов может быть гораздо больше четырех.

Для рассматриваемой задачи, помимо трудностей с построением ФП, сложности возникают и при формировании базы знаний. Если степень проявления каждого из m индикаторов может принимать только два значения: 1 - индикатор проявился. 0 – не проявился, нечеткая база знаний будет содержать 2^m правил. Уже при 4-х индикаторах правил будет $2^4=16$. При увеличении количества индикаторов размер базы и количество термов ФП становится слишком большим. Неизбежна также высокая доля субъективизма при выполнении этих процедур.

Эти проблемы вообще характерны для построения моделей нечеткого вывода при решении практических задач подобного рода. Как отмечено в [68], основные трудности возникают из-за того, что приходится предварительно формировать компоненты моделей (ФП, базы нечетких правил). Поскольку эти компоненты зачастую выбираются субъективно, они могут быть не вполне адекватны моделируемой системе или процессу. Кроме того, для такой модели невозможно адаптация и обучение.

3.3.2 Теоретические основы построения гибридной нейро-нечеткой системы

Другим подходом к решению поставленной задачи может быть построение модели с применением нейронных сетей.

Как отмечено выше, ФП можно сформировать двумя основными способами: методом экспертной оценки и парных сравнений. Технология гибридной нейросети предлагает третий способ. В качестве ФП выбирается некая функция с параметрами, которые настраиваются с помощью нейросети.

В начале приведем определение «обычной» нейронной сети из Большой российской энциклопедия [69] «Нейронная сеть - ... это математическая модель, а также её программное или аппаратное воплощение, построенная по принципу организации и функционирования биологических нейронных сетей». Как известно, в «обычной» нейронной сети (рис. 3.2) входные сигналы x_i «взаимодействуют» с весами w_i , и сумма их произведений p_i образует вход net нейрона:

$$P_i = x_i w_i; net = p_1 + p_2; i=1,2.$$

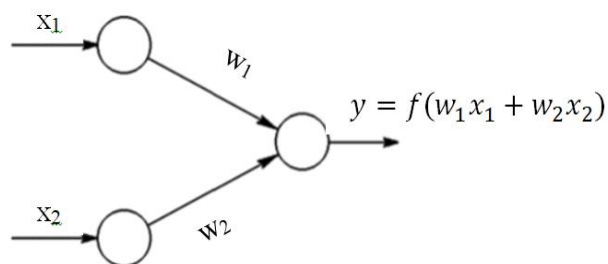


Рисунок 3.2 - Простейшая однослойная нейронная сеть

Выходной сигнал нейрона – это преобразование входа net некоторой активационной функцией f :

$$y = f(net) = f(w_1x_1 + w_2x_2).$$

В настоящее время широкое распространение получила сигмоидальная функция вида:

$$f(t) = \frac{1}{1-e^{-t}}.$$

Когда такие, по отдельности простые процессоры, соединяются в большую сеть и их взаимодействие управляется, эти сети становятся способными решать сложные задачи. Это позволяет получить огромную вычислительную мощность при хорошей отказоустойчивости.

Однако бывает сложно представить функциональные зависимости «вход – выход» объекта в явном виде, поскольку знания, накопленные сетью, распределяются между всеми ее элементами [70].

Для объединения достоинств и нивелирования недостатков методов нечеткого логического вывода и нейронных сетей китайским ученым Ж-С.Р. Янгом (*J-S. R. Jang*) в 1992 г. была предложена Адаптивная нейро - нечеткая система вывода (*Adaptive Network-based Fuzzy Inference System – ANFIS*), подробно описанная в его известной работе [71]. Это искусственная нейронная сеть, основанная на нечеткой системе вывода Сугено.

Такие структуры, которые называют «гибридными» [70, 72], соединяют нейронные сети и нечеткую логику, при этом, используя лучшие свойства обоих методов, позволяют избавиться от их недостатков. Они используют мощность вычислений и возможность обучаться от нейронных сетей и соединяют эти преимущества с нечеткими правилами выработки решений, что свойственно больше "человеческому" способу мышления.

В ANFIS вывод формируется с помощью хорошо разработанного и проверенного на практике аппарата нечеткой логики, а параметры функций принадлежности (ФП) создаются и настраиваются при реализации алгоритмов

обучения нейронной сети. Можно сказать, что ФП аппроксимируются ИНС из данных обучающей выборки.

В настоящее время гибридные системы типа ANFIS уже широко применяются в системах автоматического регулирования, например, в адаптивных регуляторах авиационного двигателя ввиду неопределенности математического описания двигателя [72].

В отличие от обычной нейронной сети в ANFIS параметры x , w , p объединяются не простым сложением и умножением, а с использованием t-нормы, t-конормы или других непрерывных операций.

Приведем определения из [73]:

t- норма, T - это двухместная функция $T: I \times I \rightarrow I$ (то есть бинарная операция над I), удовлетворяющая следующим условиям:

a) на границе I^2

$$T(x,0)=t(0,x)=0, \quad T(x,1)=T(1,x)=x;$$

b) T не убывает в любой точке, то есть

$$T(x_1, y_1) \leq T(x_2, y_2), \text{ когда } x_1 \leq x_2, y_1 \leq y_2;$$

c) T коммутативна, то есть для всех x, y на I

$$T(x, y) = T(y, x);$$

d) T ассоциативна, то есть для всех x, y на I

$$T((x, y)z) = T.$$

t-конорма, S – это двухместная функция, которая удовлетворяет условиям монотонности, коммутативности, ассоциативности и граничным условиям:

$$S(x, 0) = S(0, x) = x, \quad S(x, 1) = S(1, x) = 1.$$

Нечеткая нейронная сеть обычно строится многослойной с использованием «И», «ИЛИ» нейронов. Для нечеткого нейрона «И» сигналы x_i и веса w_i объединяются с помощью треугольной конормы $p_i = S(x_i w_i)$, $i = 1, 2$, а выход образуется с применением треугольной нормы:

$$Y = (p_1 \cdot p_2) = T(p_1 \cdot p_2) = T(S(w_1 \cdot x_1), S(w_2 \cdot x_2)).$$

При условии $T=\min$, $S=\max$ нечеткий нейрон «И» воспроизводит композицию типа min-max.

В нечетком нейроне «ИЛИ» сигналы объединяются с помощью треугольной нормы $p_i = T$, $i=1,2$, а выход образуется с применением треугольной конормы.

$$Y = (p_1 \cdot p_2) = S(p_1 \cdot p_2) = S(T(w_1 \cdot x_1), T(w_2 \cdot x_2)).$$

Если принять $T=\min$, $S=\max$, тогда нечеткий нейрон «ИЛИ» реализует композицию типа max-min.

3.3.3 Структура и принципы функционирования сети ANFIS

Рассмотрим кратко особенности построения такой сети по [70, 71, 72, 64] с учетом особенностей поставленной задачи (см. п. 3.1.1).

Типовая система ANFIS - это пятислойная нейросеть прямого распространения, при этом входы не являются слоем.

Только для пояснения, на рисунке 3.3 изображена схема системы, имеющей 2 входных параметра, 5 термов и 4 нечетких правила.

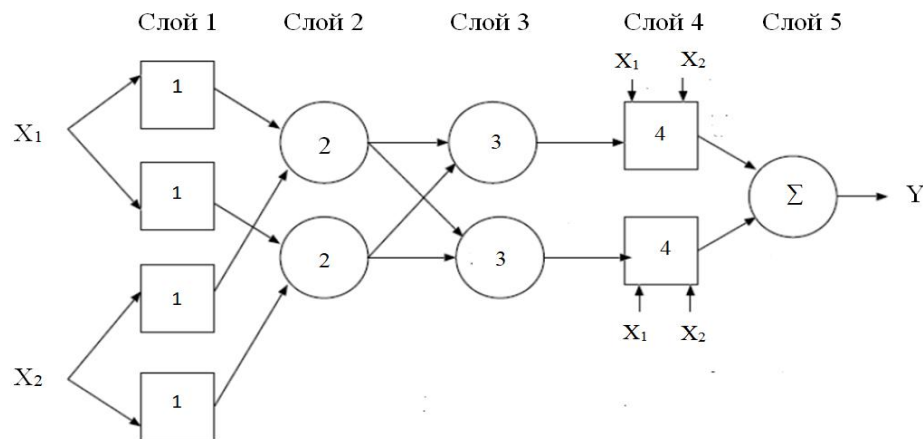


Рисунок 3.3 - Пример для пояснения структуры нечеткой нейронной сети [72]

В рассматриваемой в диссертации задаче 4 параметра, 8 термов и 16 правил, такую сеть сложно изобразить на бумаге. Ниже, на рисунке 3.8 структура сети для решаемой в диссертации задачи представлена так как она сформирована в Matlab.

Слой 1, образованный адаптивными нейронами, осуществляет

фаззификацию каждого элемента вектора входного сигнала: $X=[x_1, x_2, \dots, x_m]^T$ по установленным правилам. Для N нечетких правил вводятся условия:

$$\begin{aligned} &\text{ЕСЛИ } x_1=A_{1-1} \text{ И } x_2 = A_{2-1} \text{ И... } x_m=A_{m-1} \\ &\text{ЕСЛИ } x_1=A_{1-2} \text{ И } x_2 = A_{2-2} \text{ И... } x_m=A_{m-2} \\ &\quad \dots \\ &\text{ЕСЛИ } x_1=A_{1-N} \text{ И } x_2=A_{2-N} \text{ И... И } x_m = A_{m-N} \end{aligned} \quad (3.2)$$

Количество узлов первого слоя равно сумме мощностей терм-множеств входных переменных (количеству термов k). Входы сети соединены только со своими термами. На схеме рисунка 3.3 количество входных переменных $m=2$; количество термов для каждой из переменных 2, общее количество термов $k=4$; количество нечетких правил $N=2$.

Для решаемой в диссертации задачи $m=4$, $k=8$. $N=16$.

Слой 1 - параметрический, поскольку в нем определяются параметры ФП. Эти ФП для каждой переменной x_i и каждого правила r ($r=1 \dots N$) выражаются функцией Гаусса:

$$\mu_r(x_i) = \exp \left[- \left(\frac{x_i - c_i^r}{\sigma_i^r} \right)^{2b_i^r} \right], \quad (3.3)$$

где c_i^r , σ_i^r , b_i^r – параметры, которые создаются в процессе обучения сети. Каждый параметр характеризует свойство ФП. Так, c_i^r отвечает за отклонения ФП по горизонтальной оси, σ_i^r – за ширину функции, b_i^r – за форму кривой.

В общем случае форма может быть задана как функцией Гаусса, так и треугольной функцией или функцией в форме трапеции.

Настройка параметров выполняется по алгоритму обратного распространения ошибки российского ученого А.И. Галушкина, который широко применяемого при обучении и "обычных" нейронных сетей [74].

В общем случае эти параметры не линейны. Ж-С. Р. Яанг [71] называет их «параметрами посылки» (здесь "посылка" - это левая часть нечеткого правила (ЕСЛИ ... И ... ТО). Адаптивные нейронные сети не могут прямо использовать

обычный вывод с обратным ходом, но они могут быть обучены методами наискорейшего спуска так, чтобы распознать параметры ФП.

Слой 2 состоит из И-нейронов, выполняет агрегирование каждой отдельной переменной x_i и формирует предпосылки для каждого из N правил (3.2).

В этом слое каждый узел будет соответствовать одному из нечетких правил. Он соединен только с теми узлами слоя 1, которые создают посылки этого правила. Это значит, что каждый узел слоя 2 принимает от 1 до N сигналов. На рисунке 3.3 каждый узел принимает по 2 сигнала.

В задаче, рассматриваемой в диссертации, каждый узел принимает по 4 сигнала.

На выходе узла имеем характеристику уровня выполнения r -го нечеткого правила w_r , которая рассчитывается по формуле:

$$w_r = \mu_r(X) = \prod_{i=1}^m \exp \left[- \left(\frac{x_i - c_i^r}{\sigma_i^r} \right)^{2b_i^r} \right], \quad (3.4)$$

Слой 3 – нормализующий слой, состоящий из неадаптивных нейронов, которые рассчитывают с использованием результатов расчета по (3.4) относительную степень $\bar{w}_r$ выполнения нечеткого правила r :

$$\bar{w}_r = \frac{w_r}{\sum_{r=1}^N w_r} \quad (3.5)$$

Этот слой имеет столько же узлов, сколько и второй, на схеме их 2.

В рассматриваемой в диссертации задаче в 3-м слое должно быть $N=16$ узлов и каждый узел получает сигналы от каждого узла слоя 2. Очевидно, из-за сложности изображения на рисунке такого количества связей, Matlab не демонстрирует слой 3, на рисунке 3.8 он скрыт.

Слой 4 формирует заключения нечетких правил, т.е. определяет вклад

каждого нечеткого правила в выход сети,

В слое 4 также равно N узлов, каждый из которых соединен с одним из узлов слоя 3 и со всеми входами сети. Результат предыдущего слоя умножается на результат вычисления линейной функции, аргументами которой являются значения на входах. Параметры линейной функции подлежат последующей идентификации. Они очевидно линейны. Их Ж-С. Р. Яанг [71] называет "параметрами следствия". Следствие - это правая часть нечеткого правила (после ТО).

В модели Сугено, учитывая (3.2), представление $N=2^4=16$ нечетких правил можно записать как:

ЕСЛИ $x_1=1$ И $x_2=1$ И $x_3=1$ И $x_4=1$ ТО $f(X)=y_1$

ЕСЛИ $x_1=1$ И $x_2=1$ И $x_3=1$ И $x_4=2$ ТО $f(X)=y_2$

.....

ЕСЛИ $x_1=4$ И $x_2=4$ И $x_3=4$ И $x_4=4$ ТО $f(X)=y_n$.

В большинстве случаев заключения правил модели Сугено имеют линейные функции, но могут использоваться и нелинейные.

В слое 4 формируется значение выходной переменной посредством расчета произведений функций $f_r(X)$ и значений коэффициентов веса $\overline{w_r}$, которые по формуле (3.5) были сформированы в слое 3.

Так определяется вклад каждого из r нечетких правил в общий выход сети:

$$y_r = \overline{w_r} f_r(X). \quad (3.6)$$

Слой 4 параметрический (адаптивный), поскольку в нем коэффициенты $f_r(X)$ в процессе обучения сети изменяются.

Слой 5 агрегирует результат, полученный по разным правилам, и формирует сигнал управления y . Эта операция аналогична операции дефазификации в схеме нечеткого вывода, приведенной на рисунке 3.1.

Агрегирование заключается в суммировании:

$$y = \sum_{r=1}^N y_r = \sum_{r=1}^N \left(p_{r-0} + \sum_{i=1}^m p_{r-i} x_i \right) \frac{\prod_{i=1}^m \exp \left[- \left(\frac{x_i - c_i^r}{\sigma_i^r} \right)^{2b_i^r} \right]}{\sum_{r=1}^N \prod_{i=1}^m \exp \left[- \left(\frac{x_i - c_i^r}{\sigma_i^r} \right)^{2b_i^r} \right]}. \quad (3.7)$$

3.4 Методика построения ANFIS для решения поставленной задачи

Сеть ANFIS может быть построена разными способами, цель – получить практически применимый инструмент прогнозирования риска организации при выявленных при проверках или самопроверках в рамках СУБП организации признаках наличия одного или нескольких индикаторов риска с различными уровнями серьезности их проявления.

3.4.1 Формирование обучающей выборки

Прежде всего, необходимо сформировать обучающую выборку. Для формирования обучающего набора данных эксперты должны оценить предполагаемый уровень риска организации при различных сочетаниях проявления индикаторов.

Разработанный перечень индикаторов представлен в п. 3.2.1. Вариантом опросника может быть таблица, четыре столбца которой соответствуют индикаторам, а в каждой строке задается одно из сочетаний их проявлений.

Наиболее простым является бинарная оценка проявления индикатора: проявился индикатор – оценка «ДА», не проявился – оценка «НЕТ». Тогда задача эксперта будет состоять в том, чтобы сопоставить сочетания проявлений индикаторов и выбрать один из четырех вариантов оценки риска в соответствии с документом [14]: «Высокий», «Значительный», «Средний» или «Низкий». Необходимо учесть в вопроснике все варианты сочетаний двух вариантов ответа «Да» или «Нет» для четырех индикаторов. Таких сочетаний $2^4=16$.

Будем использовать обозначения из условия формирования базы знаний нечеткого вывода по системе Сугено, приведенные в общем виде (п. 3.2). В рассматриваемом случае количество параметров $m=4$, количество правил равно числу сочетаний проявлений индикаторов $N=16$.

Будем обозначать ответ (условие) проявления «Да» как 1, а ответ (условие) проявления «Нет» - 0. Тогда перечень возможных сочетаний проявлений индикаторов риска можно представить в виде табл. 3.4.

Таблица 3.4 Варианты сочетаний проявлений индикаторов риска

№	Индикатор-1	Индикатор-2	Индикатор-3	Индикатор-4
1	$A_{1-1}=1$	$A_{2-1}=0$	$A_{3-1}=1$	$A_{4-1}=1$
2	$A_{1-2}=0$	$A_{2-2}=0$	$A_{3-2}=1$	$A_{4-2}=1$
3	$A_{1-3}=0$	$A_{2-3}=1$	$A_{3-3}=0$	$A_{4-3}=0$
4	$A_{1-4}=1$	$A_{2-4}=1$	$A_{3-4}=0$	$A_{4-4}=0$
5	$A_{1-5}=1$	$A_{2-5}=0$	$A_{3-5}=0$	$A_{4-5}=0$
6	$A_{1-6}=0$	$A_{2-6}=0$	$A_{3-6}=0$	$A_{4-6}=1$
7	$A_{1-7}=0$	$A_{2-7}=0$	$A_{3-7}=1$	$A_{4-7}=0$
8	$A_{1-8}=0$	$A_{2-8}=1$	$A_{3-8}=1$	$A_{4-8}=0$
9	$A_{1-9}=1$	$A_{2-9}=1$	$A_{3-9}=1$	$A_{4-9}=0$
10	$A_{1-10}=1$	$A_{2-10}=0$	$A_{3-10}=0$	$A_{4-10}=1$
11	$A_{1-11}=1$	$A_{2-11}=1$	$A_{3-11}=1$	$A_{4-11}=1$
12	$A_{1-12}=1$	$A_{2-12}=1$	$A_{3-12}=0$	$A_{4-12}=1$
13	$A_{1-13}=0$	$A_{2-13}=0$	$A_{3-13}=0$	$A_{4-13}=0$
14	$A_{1-14}=0$	$A_{2-14}=1$	$A_{1-4}=1$	$A_{4-14}=1$
15	$A_{1-15}=1$	$A_{2-15}=0$	$A_{1-15}=1$	$A_{4-15}=0$
16	$A_{1-16}=0$	$A_{2-16}=1$	$A_{1-16}=0$	$A_{4-16}=1$

Таким образом, обучающая выборка соответствует базе знаний нечеткого логического вывода типа Сугено.

Форма экспертного опроса представляет собой таблицу, четыре столбца которой являются оценками проявлений индикаторов, а в пятом столбце эксперт указывает свое мнение о предполагаемом уровне риска, соответствующем сочетанию проявлений индикаторов в данной строке. Используем 4 уровня риска и для упрощения заполнения формы экспертного опроса и дальнейшей обработки результатов установим их численные значения:

«Высокий» - 4, «Значительный» - 3, «Средний» - 2, «Низкий» - 1».

Фрагмент таблицы экспертного опроса приведен в табл. 3.3, Эта таблица соответствует таблице 3.5, т.е. каждый эксперт оценивает риск для каждого из 16 возможных сочетаний проявления ФО.

Процедура опроса пяти экспертов, которыми были специалисты Росавиации и Ространснадзора, описана в нашей статье[119], результаты приведены в Приложении Г к диссертации.

Таблица 3.5 Фрагмент таблицы экспертного опроса

№	ИНДИКАТОРЫ				Уровень риска
	1. Частичное отсутствие р/л контроля	2. Отклонения от требований стажировки и проверки.	3. Недостатки документов по СУБП	4. Недостатки в поддержании состояния РТОП, связи.	
1	Да	Нет	Да	Да	
2	Нет	Нет	Да	Да	
3	Нет	Да	Нет	Нет	

3.4.2 Использование программы Matlab для построения модели риска

В данной диссертационной работе использован ANFIS-редактор пакета Matlab. поскольку этот инструмент является надежным и хорошо знакомым многим специалистам в области БП.

При построении сети в Matlab использованы пособия [75, 76]. Для загрузки данных в редактор ANFIS необходимо сформировать матрицу исходных данных. Столбцы матрицы – это значения параметров входа и выхода. Для рассматриваемой задачи вектор-столбцов 5: это проявления 4-х индикаторов плюс столбец оценки риска. Численные значения проявлений индикаторов соответствуют табл. 3.2. Уровням риска, которые назначают эксперты, присваиваются следующие численные значения:

«Высокий» - 4, «Значительный» - 3, «Средний» - 2, «Низкий» - 1.

Поскольку каждый из 5 экспертов оценивал риски по 16 вариантам проявлений индикаторов, матрица исходных данных имеет размер 80x5.

Матрица создается в MS Excel, далее набор данных для обучения формируется командой *edit* и сохраняется с расширением *dat*.

Полностью матрица исходных данных обучающей выборки приведена в Приложении Д', фрагмент приведен на рисунке 3.5.

Файл с набором данных для обучения формируется командой *edit* и сохраняется с расширением *.dat*.

Окно редактора гибридных систем вызываем командой *anfisedit* и загружаем матрицу обучающих данных.

	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	y
№					
1	1	0	1	1	4
2	0	0	1	1	2
3	0	1	0	0	2
4	1	1	0	0	2
5	1	0	0	0	4
6	0	0	0	1	1
7	0	0	1	0	1
8	0	1	1	0	3
9	1	1	1	0	4
10	1	0	0	1	3
11	1	1	1	1	4
12	1	1	0	1	3
13	0	0	0	0	1
14	0	1	1	1	4
15	1	0	1	0	3
16	0	1	0	1	3

Рисунок 3.5 - Фрагмент матрицы исходных данных обучающей выборки

В области визуализации первоначально выводятся «сырые» экспериментальные данные, а затем, при проведении обучения, - график ошибки обучения нейросети в зависимости от номера итерации процедуры обучения. Также можно вывести и результаты тестирования системы.

Генерируем структуру нечеткого вывода FIS (*Fuzzy Inference System*) типа Сугено. В диалоговом окне ввода параметров необходимо указать количество термов для каждой входной переменной и тип ФП. Выбираем по 2 ФП для каждой переменной, тип ФП Гаусса и разбиение решеткой *Grid partition*. При этом ФП

нечетких термов равномерно распределяются внутри универсума данных.

Задаем параметры обучения сети. Уровень ошибки (*Error Tolerance*) по умолчанию 0 и менять его не рекомендуется, количество циклов обучения (*Epochs*) установим 20. Гибридный (*hybrid*) метод обучения установлен по умолчанию и пособия [75. 76] не рекомендуют его менять. Этот метод является сочетанием метода наименьших квадратов и метода убывания градиента, объединяя сильные стороны каждого из этих методов. Проводим обучение сети (рис. 3.6).

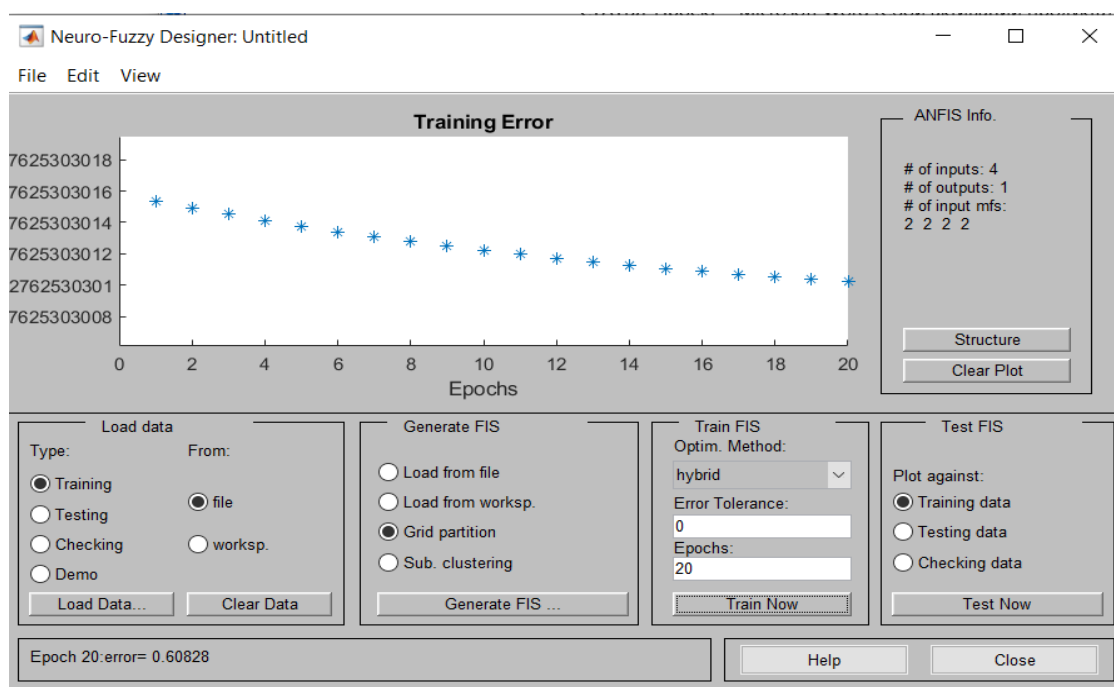


Рисунок 3.6 - Результаты обучения сети в окне редактора гибридных систем

При создании структуры FIS в редакторе *Anfis Editor* системы Matlab автоматически формируется набор нечетких логических правил в количестве, соответствующем числу связей всех термов входных переменных друг с другом, и рассчитывается как произведение числа термов для каждой входной переменной. Так как для данной задачи для каждой входной переменной имеем по 2 терма, формируется $2^4 = 16$ нечетких правил (рис. 3.7). Можно видеть, что структура левых частей нечетких правил (до *then*) соответствует табл. 3.2. Допускается редактирование правил: удаление, добавление, изменения. Просмотр структуры FIS выполняется нажатием кнопки *Structure* редактора *Anfis Info* (рис 3.8).

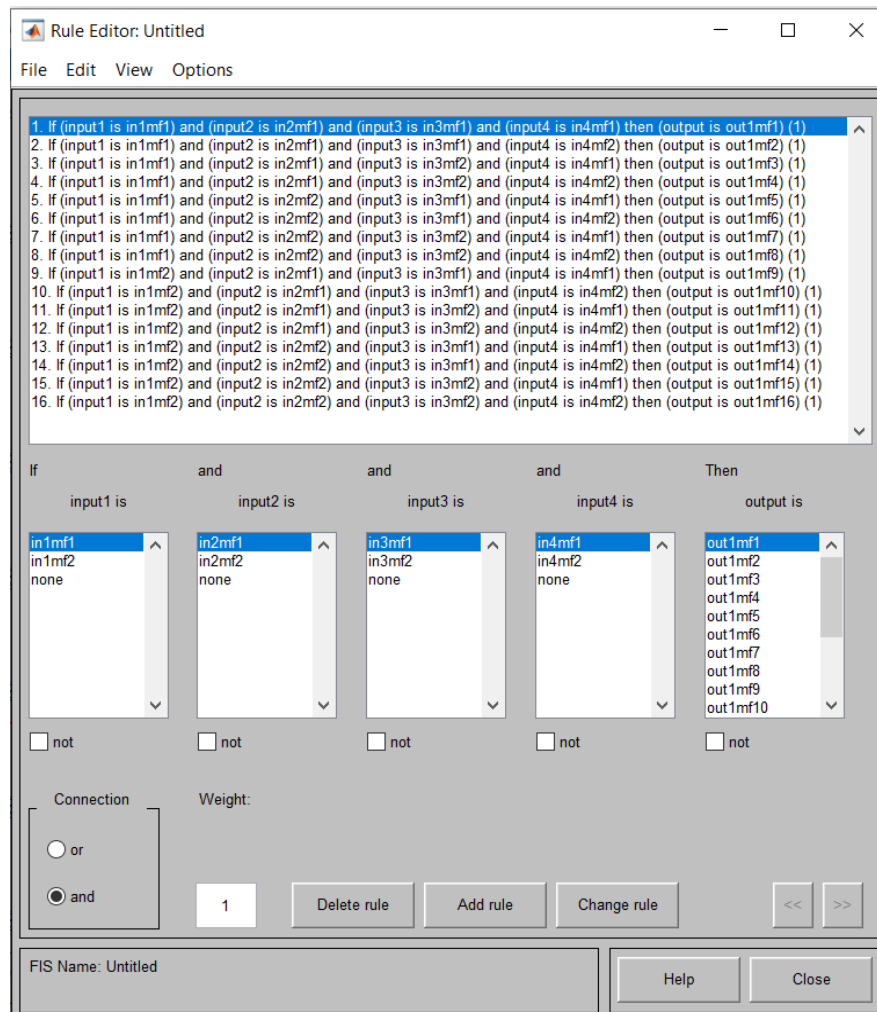


Рисунок 3.7 - Редактор правил нечеткого вывода

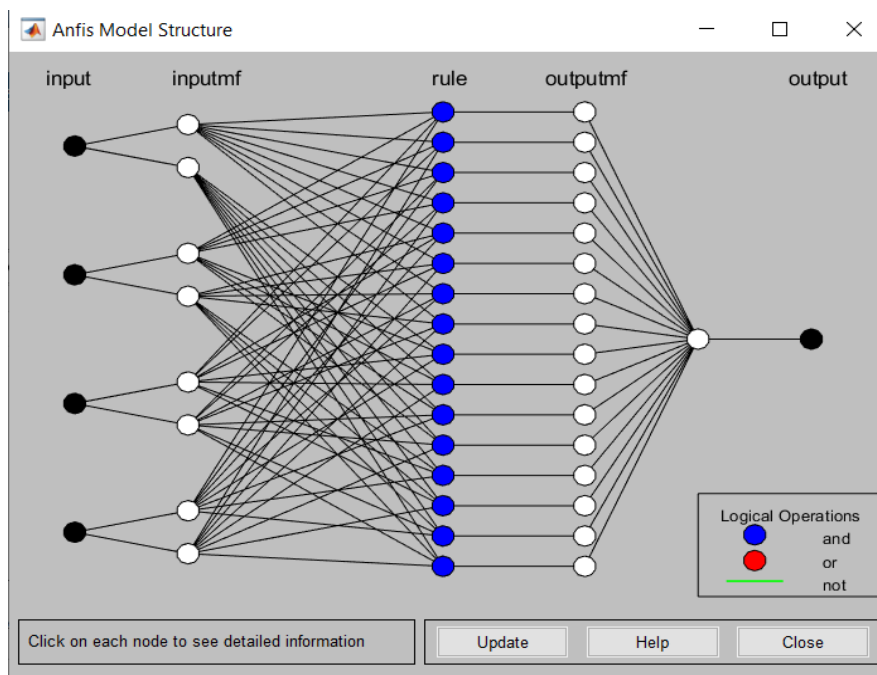


Рисунок 3.8 - Структура сгенерированной нечеткой нейронной сети

На рисунке наглядно видно количество нейронов в каждом слое, тип нейронов (в данном случае все нейроны типа "И") и видны связи между нейронами и слоями. Как отмечено выше, слой 3 Matlab не показывает из-за сложности демонстрации многочисленных линий связи слоя 3 со слоем 2 ($16^2=256$ линий)]

Решить поставленную задачу прогнозирования риска при любых сочетаниях индикаторов и любой степени их проявления позволяет использование интерфейса просмотра правил сгенерированной системы нечеткого вывода, который показан на рисунке 3.9.

В соответствии с поставленной задачей в условии (1) вводим показатель «Степень проявления индикатора риска x » как действительное число от 0 до 1, которое показывает, в какой степени данный индикатор проявил себя по результатам проверки.



Рисунок 3.9 - Вывод результатов прогнозирования рисков объекта на основе выявленных проявлений индикаторов риска

Например, если индикатор 1 четко наблюдается в своем наиболее опасном виде, то считаем, что $x_1=1$. Если же наличие индикатора 2 можно оценить, как

проявляющегося на 50%, то $x_2=0,5$ и т.д. Значение степени проявления каждого показателя x_i для каждого наблюдаемого индикатора риска устанавливает проверяющий. Так учитывается присутствующая часто на практике различная степень проявления и, соответственно, разная степень опасности имеющихся недостатков и несоответствий, их «нечеткость».

Сгенерированная и обученная нечеткая нейронная сеть позволяет, задавая значения всех $x_i=1 - 4$, получить количественную оценку прогноза риска $y=R$ в диапазоне от 1 до 4, т.е. для низкого риска до высокого. Для этого необходимо в окне *Input* в нижней левой части формы *Rule Viewer* задать подряд через пробелы значения x_i для индикаторов с 1 по 4, либо переместить в соответствующие положения красные курсоры в столбцах ФП.

Например, на рисунке 3.9 заданы значения: $x_1=1$; $x_2=0,5$; $x_3=0$; $x_4=0,25$. Эти значения (*Input* 1, 2, 3, 4) можно видеть над соответствующими столбцами ФП. Над правым крайним столбцом результатов (*Output*) имеем рассчитанную системой оценку риска $R=3,11$. Это значит, что в данном случае прогнозируемый риск несколько больше, чем значительный, однако существенно меньше, чем высокий. В общем случае интерпретация полученного результата – это задача специалиста, выполняющего контрольные функции или специалиста по СУБП при самообследовании. При этом, разумеется, необходимо учитывать ошибку системы.

Была проведена процедура валидации разработанной модели в соответствии с ГОСТ Р 5770.23 - 2020 "Компьютерные модели и моделирование. Валидация. Общие положения" и ГОСТ Р - 57700.1-2017. "Численное моделирование для разработки и сдачи в эксплуатацию высокотехнологичных промышленных изделий. Сертификация программного обеспечения", что подтвердило адекватность модели.

Отчет по процедуре валидации модели приведен в Приложении Е.

Дополнительной опцией Matlab является графический интерфейс для просмотра поверхности сгенерированной системы. На рисунке 3.10 и 3.11

представлены поверхности результата прогноза риска в координатах x_1/x_2 при двух вариантах фиксированных значений x_3 и x_4 .

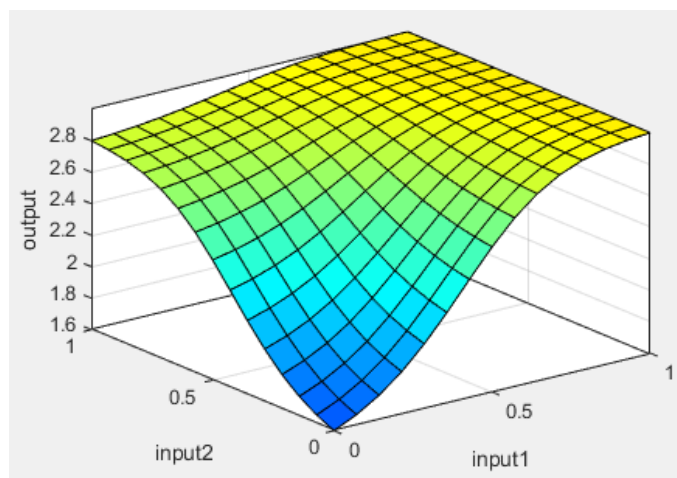


Рисунок 3.10 - Поверхность уровня риска в координатах x_1/x_2 при $x_3=x_4=0$

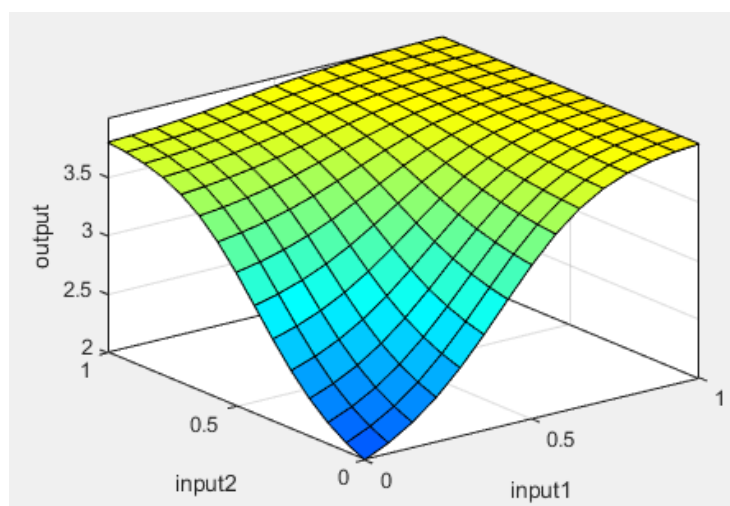


Рисунок 3.11 - Поверхность уровня риска в координатах x_1/x_2 при $x_3=x_4=1$

Выводы по главе 3

1. Недостатки имеющегося в ГА РФ перечня индикаторов риска и отсутствие методики их использования для проактивной работы по управлению рисками не позволяют в полной мере реализовать риск-ориентированный подход в надзорно-контрольной деятельности в рамках СУБП авиапредприятий.

2. В диссертационном исследовании предложена методика формирования и

оптимизации перечня индикаторов риска на основе экспертного оценивания для организации по ОВД.

3. Впервые предложена и обоснована методика использования для обработки информации о проявлениях индикаторов риска в авиапредприятии одной из технологий искусственного интеллекта - адаптивной нейро-нечеткой сети (ANFIS).

4. Показана возможность построения сети ANFIS для проактивной оценки суммарного риска, связанного с серьезностью проявления каждого из индикаторов риска, в программной среде Matlab.

5 Разработанный метод позволит повысить объективность оценки риска, обеспечивает автоматизацию процедуры оценки и, при адаптации перечня индикаторов и обучающей выборки нейросети, может применяться на любом авиапредприятии.

.

ГЛАВА 4 МОНИТОРИНГ СБАЛАНСИРОВАННОГО ПОКАЗАТЕЛЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛЕТОВ КАК КЛЮЧЕВОЙ ЭЛЕМЕНТ ОПЕРАТИВНОГО КОНТРОЛЛИНГА В ОРГАНИЗАЦИИ ПО ОВД

4.1 Оперативный контроллинг в авиационной деятельности

Контроллинг - это теоретическое и практическое направление менеджмента для создания комплексной системы управления организацией.

В работе известных экономистов Э.А. Гомонко и Т.Ф. Тарасовой [116]: приведено такое определение «**контроллинг** - единая система управления процессом достижения целей и результатов деятельности предприятия».

На рис. 4.1 приведен типовой набор разделов контроллинга.



Рисунок 4.1 - Разделы контроллинга (по [78])

В начале своего развития [79] контроллинг понимался, как система управления прибылью предприятия, но в настоящее время он объединяет риск-менеджмент, менеджмент качества (СМК), информационную поддержку, управление показателями, оценку выполнения решений.

Согласно [80] контроллинг известен в западной науке и практике управления более 100 лет, но в России это понятие не применяется широко, так как оно близко к термину «контроль». Хотя оба слова происходят от одного английского глагола *to control*, в современном понимании эти два понятия различаются.

Контроль заключается в отслеживании результатов процессов во времени.

Контроллинг позволяет контролировать процессы, а не результаты,

способен выявлять, где и когда произошел сбой и своевременно внести изменения.

В нашей статье [118] приведено мнение проф. А.И. Орлова [81] о том, что подходы контроллинга фактически применяются в нашей стране достаточно широко. Отмечается, что за последние 10 лет на конференциях Института проблем управления РАН «Управление развитием крупномасштабных систем» примерно 40% докладов касаются контроллинга.

В учебнике [82] утверждается, что, хотя термин контроллинг может и не употребляться, но в организациях всегда существуют отделы и специалисты, которые фактически выполняют задачи контроллинга.

В статье [118] отмечено, что контроллингу посвящена обширная литература. В МГТУ им. Н.Э. Баумана под руководством проф. С.Г. Фалько и проф. А.И. Орлова функционирует Научно-образовательный центр «Контроллинг и управленческие инновации» <http://cmi.bmstu.ru>.

В нашей статье по доступным источникам проведен краткий анализ применения контроллинга в управлении рисками и безопасностью.

Так, развивается «риск-контроллинг» управления экономическими рисками, который внедряется во все сферы и процессы управления [83]. В управлении безопасностью промышленных предприятий также применяются принципы контроллинга. В [84] предлагается набор показателей оперативного контроллинга безопасности для нефтяной компании. Показатели оцениваются в баллах, а их сумма формирует общий коэффициент безопасности.

В [85] предлагается в рамках контроллинга рассматривать вопросы поддержания экономической, транспортной, технологической и информационной безопасности организаций военно-промышленного комплекса.

Принципы контроллинга реализуются в деятельности любого предприятия, в том числе и авиационного. Управление БП – это часть общего процесса управления, играющая для ГА важную роль, поэтому контроллинг, как интегрированная система и новая философия управления, должен включать и

СУБП, а также системы управления авиационной, информационной, производственной и экологической безопасностью. Включение вопросов БП в контроллинг приведено в статье [77].

Поскольку контроллинг включает и СМК, может быть построена интегрированная системы управления безопасностью и качеством [118], что поможет более рационально распределять ресурсы авиапредприятия. На рис. 4.2 представлена возможная структура системы контроллинга в авиапредприятии. Выделенные элементы СУБП органично вписываются в структуру.

Различают стратегический и оперативный контроллинг.

Стратегический контроллинг призван вырабатывать цели и задачи на среднесрочную и долгосрочную перспективу, а также в разработке способов достижения целей и решения задач («делать правильное дело» [81, 118]).

Оперативный контроллинг разрабатывает своевременные мероприятия в рамках определенного ограниченного периода, направленные на устранение отклонений фактических показателей от плановых, и выполняет краткосрочное прогнозирование («делать дело правильно» [81, 118]).

Важной задачей оперативного контроллинга авиапредприятия является разработка сбалансированного показателя БП и методов его мониторинга. Эта задача актуальна и для организации по ОВД. Представляет интерес также и разработка методов прогнозирования уровня БП.

С учетом краткого анализа теоретических положений по контроллингу и опыта их применения можно сделать вывод, что внедрение принципов и философии контроллинга в ГА является перспективным направлением для повышения эффективности и безопасности авиаперевозок.



Рисунок 4.2 - Общая возможная структура контроллинга в авиапредприятии

4.2 Анализ проблемных вопросов оперативного контроллинга БП

4.2.1 Оценка фактического уровня БП как важнейший компонент СУБП

Как отмечено в нашей статье [118], подтверждением приемлемого уровня является реализация компонента 3 СУБП, который в Приложении 19 на русском языке называется «Обеспечение безопасности полетов», английское название *Safety Assurance*. В статье [86] показано, что более правильным переводом было бы «подтверждение» или «гарантия БП», поскольку главным элементом является 3.1 Контроль и количественная оценка эффективности обеспечения БП.

Дело в том, что в рамках процедуры оценки риска трудно, если вообще возможно, оценить эффективность действий по снижению риска, поскольку, как

пишет Н Левесон (*N. Leveson*) в известной работе [87] «снижена возможность изучения проблемы через опыт».

Риск – это прогноз, но это не прогноз погоды на завтра, правильность которого завтра можно проверить. При «неблагоприятном» прогнозе риска в авиапредприятии внедряются меры по его снижению. Но если негативное событие, которого опасались, не произошло, то далеко не всегда можно утверждать, что этого не случилось из-за принятых мер. Также и обратное утверждение о том, что, если бы данная мера не была внедрена, событие случилось бы, не всегда верно для редких случайных событий.

Управление риском для БП и внедрение корректирующих мер - с одной стороны, и задание показателей безопасности (SPI), их целевых (SPT), и пороговых (триггеров) уровней, мониторинг показателей и внедрение мер - с другой стороны, это две разные процедуры в СУБП (рисунок 4.3). Они, безусловно, связаны, но смешивать их в одну процедуру, как это иногда делается в авиапредприятиях, не следует, у них одна цель, но разные задачи и разные механизмы работы.

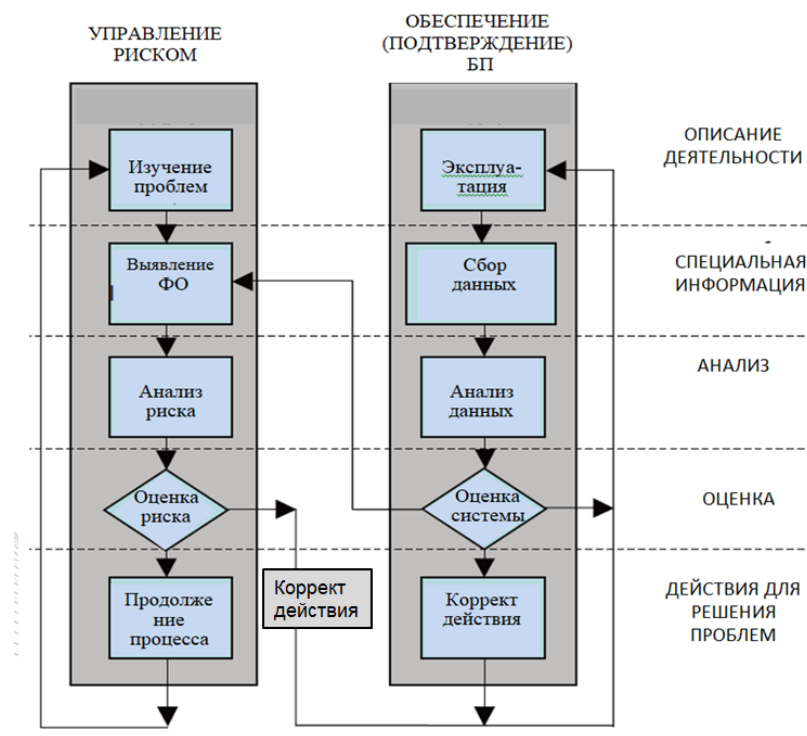


Рисунок 4.3 - Две основные процедуры СУБП

Показатели БП на государственном уровне, целевые значения и триггеры в соответствии с требованиями ИКАО устанавливаются в Государственной программе по БП (ГосПБП) для государства и транспортных систем страны, а в организациях - в рамках СУБП. Стандарт ИКАО [10, п. 3.2] требует от государств установления показателя уровня БП. Государства избегают устанавливать уровни БП в вероятностях или частоте АП и катастроф, но в некоторых странах это делается. Так, в Великобритании [88] устанавливался уровень 10,6 катастрофы на 1 млн ч налёта. А в Постановлении Правительства Казахстана⁷ установлено допустимое количество катастроф 0,00155 на 100 тыс. ч. При этом уровень, установленный Казахстаном в 2016 г., в 700 раз лучше уровня, установленного в Великобритании в 2009 г., хотя фактические значения показателя катастроф в мировой авиации за 2009–2016 гг. по данным Airbus [89, с. 14] улучшились не более, чем в 3–4 раза.

Таким образом, в разных странах по-разному подходят к установлению уровней и по-разному их обосновывают. Пример установления приемлемого уровня такого показателя приведён в документе FAA США [90]. В США на основе данных в коммерческой авиации за период 1997–2006 гг. был установлен базовый уровень 0,089 погибших на 1 млн, и с учётом линейного уменьшения к 2025 г. он должен достичь 0,044.

Как известно, Россия не заявила о невыполнении какого-либо из стандартов из Приложения 19, а в ВК РФ прямо указано, что наша государственная система управления БП основана на Стандартах ИКАО. Очевидно, что выполнение Стандарта установления целевого уровня БП необходимо. Задать его в допустимой частоте катастроф невозможно в принципе, поскольку в РФ не установлен допустимый риск на транспорте, например, в виде вероятности гибели человека в течение года [26].

⁷ Постановление Правительства Казахстана от 11.03.2016 г. № 136 [Электронный ресурс]. : <https://zakon.uchet.kz/rus/docs/P1600000136>.

В Транспортной стратегии РФ до 2030 г. в редакции распоряжения Правительства от 11.06.2014 № 1032 существовал индикатор 6 «Снижение количества происшествий на воздушном транспорте на один полёт по отношению к 2010 г.». По инновационному варианту в 2030 г. этот показатель должен составлять 50 %, а по базовому – 76 % от уровня 2010 г. Как показано в статье [91], изменение показателя по годам задано близким к линейному. Но распоряжением Правительства от 27.11.2021 № 3363-р введён вариант Транспортной стратегии, где количественных оценок уровня БП нет.

4.2.2 Показатель уровня БП в нормативных документах РФ

Документом, где установлены уровни БП в ГА России, является Постановление Правительства № 1064 [14]. Устанавливаются 30 «ключевых показателей федерального государственного контроля (надзора) в области ГА и их целевых значений». Показатели относительные и установлены на 1 млн. перевезённых пассажиров, их можно разделить на 3 группы (табл. 4.1).

Таблица 4.1 Структурированное представление целевых значений показателей БП по Постановлению Правительства РФ № 1064 [14]

Наименование ключевого показателя		Целевые значения по годам				
		2022	2023	2024	2025	2026
I. Количество погибших лиц, находившихся на борту, в результате АП на 1 млн перевезённых пассажиров						
1	Самолёты МТОМ ⁸ >5700 кг, коммерческие авиаперевозки	0,7	0,66	0,59	0,55	0,51
2	Самолёты МТОМ<5700 кг, коммерческие авиаперевозки	0,1	0,09	0,08	0,08	0,07
3	Вертолёты, коммерческие авиаперевозки	0,13	0,12	0,11	0,1	0,09
4	Самолёты МТОМ>5700 кг, авиационные работы (АР)	0,1	0,09	0,08	0,08	0,07
5	Самолёты МТОМ<5700 кг, авиационные работы	0,1	0,09	0,08	0,08	0,07
6	Вертолёты, авиационные работы	0,1	0,09	0,08	0,08	0,07

8 МТОМ – Maximum Take Off Mass – максимальная взлётная масса.

7	Самолёты МТОМ>5700 кг, авиация общего назначения (АОН)	0,1	0,09	0,08	0,08	0,07
8	Самолёты МТОМ<5700 кг, АОН	0,14	0,14	0,12	0,11	0,11
9	Вертолёты АОН	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02
10	Воздушные суда (ВС), за исключением самолётов и вертолётов	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01
II. Количество лиц, находившихся на борту, получивших вред здоровью в результате АП на 1 млн перевезённых пассажиров						
11	Самолёты МТОМ>5700 кг, коммерческие авиаперевозки	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02
12	Самолёты МТОМ<5700 кг, коммерческие авиаперевозки	0,1	0,09	0,08	0,08	0,07
13	Вертолёты, коммерческие авиаперевозки	0,1	0,09	0,08	0,08	0,07
14	Самолёты МТОМ>5700 кг, авиационные работы	0,1	0,09	0,08	0,08	0,07
15	Самолёты МТОМ<5700 кг, авиационные работы	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02
16	Вертолёты, авиационные работы	0,1	0,09	0,08	0,08	0,07
17	Самолёты МТОМ>5700 кг, АПН	0,1	0,09	0,08	0,08	0,07
18	Самолёты МТОМ<5700 кг, АОН	0,1	0,09	0,08	0,08	0,07
19	Вертолёты, АОН	0,1	0,09	0,08	0,08	0,07
20	ВС, за исключением самолётов и вертолётов	0,1	0,09	0,08	0,08	0,07
III. Количество авиационных происшествий с ВС на 1 млн перевезённых пассажиров						
21	Самолёты МТОМ>5700 кг, коммерческие авиаперевозки	0,1	0,09	0,08	0,08	0,07
22	Самолёты МТОМ<5700 кг, коммерческие авиаперевозки	0,1	0,09	0,08	0,08	0,07
23	Вертолёты, коммерческие авиаперевозки	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01
24	Самолёты МТОМ>5700 кг, авиационные работы	0,1	0,09	0,08	0,08	0,07
25	Самолёты МТОМ<5700 кг, авиационные работы	0,1	0,09	0,08	0,08	0,07
26	Вертолёты, авиационные работы	0,1	0,09	0,08	0,08	0,07
27	Самолёты МТОМ>5700 кг, АОН	0,1	0,09	0,08	0,08	0,07
28	Самолёты МТОМ<5700 кг, АОН	0,11	0,11	0,09	0,09	0,08
29	Вертолёты, авиация общего назначения	0,1	0,09	0,08	0,08	0,07
30	ВС, за исключением самолётов и вертолётов	0,1	0,09	0,08	0,08	0,07

Сравним заданные на значения показателей группы I как 0,7 - 0,51 для

самолётов с МТОМ>5700 кг, с их фактическими значениями в РФ и в мировой ГА. В табл. 4.2 использованы данные IATA [92, с. 32] и данные по БП ГА России за 10 лет, которые ежегодно публикует Росавиация.

Таблица 4.2 Значения показателя группы I в ГА РФ и мировой ГА

Год		2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
К-во погибших на 1 млн. перевезённых	IATA	0,15	0,08	0,20	0,05	0,06	0,01	0,1	0,06	0,08	0,05
	Росавиация	0,96	0,95	0,41	0,29	0,32	0,24	0,89	0,34	0,16	0,43

Можно видеть, что по этому важнейшему показателю ГА РФ отстает от мировой ГА. И то, что на этом фоне задаются в качестве целевого уровня значения, которые на порядок хуже общемировых, выглядит странно.

Количество АП на 1 млн. перевезённых (группа III табл. 1) в статистических отчетах государств и организаций, как правило, не применяется. Обычно приводятся данные по количеству АП (или катастроф) на 100 тыс. ч налёта или на 1 млн. полётов. Опираясь на анализы Росавиации, где приведено количество перевезённых пассажиров за год, фактические значения этого показателя K_F рассчитываются по формуле:

$$K_F = \frac{N_{АП}}{P} \cdot 10^6, \quad (4.1)$$

где $N_{АП}$ – количество АП за год; P – количество пассажиров, перевезённых коммерческой авиацией за тот же год.

По результатам расчётов по формуле (4.1) за 2007–2021 гг. построена диаграмма (рис. 4.4), на которую нанесены также целевые значения этого показателя из Постановления № 1064. Целевые значения на 2022–2026 гг. практически совпадают с линией экспоненциального тренда показателей за 2007–2021 гг., что можно рассматривать как обоснование из установления.

Целевые показатели группы III заданы одинаковыми почти для всех самолётов и вертолётов коммерческой ГА. Такая «уравниловка» для 8 категорий

ВС, как и отличия для двух категорий, представляются необоснованными. Проверить выполнение трудно, особенно по авиационным работам (АР) и АОН, ввиду отсутствия точных данных по пассажирам.

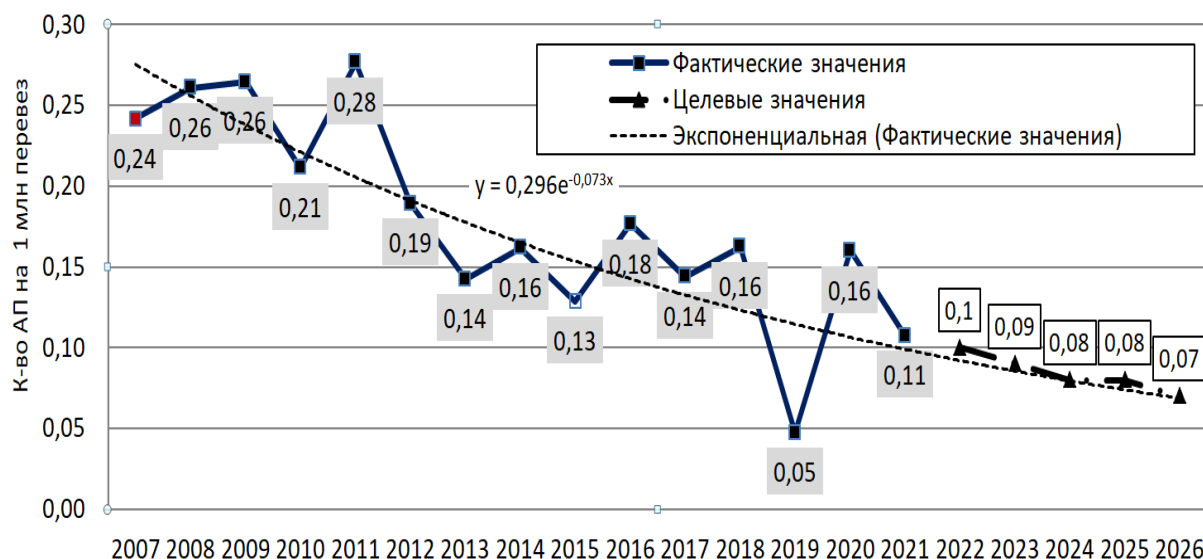


Рисунок 4.4 - Показатель «Количество АП на 1 млн. перевезённых» в ГА РФ

4.3 Методика установления целевого и пороговых уровней БП

Рекомендации ИКАО по методам оценки на уровне государства и поставщика услуг содержатся в Главе 4 РУБП ИКАО, изд. 4 [29].

Некоторые из этих рекомендаций вызывают вопросы. Например, в п.4.2.3 говорится, что цели по БП *не должны быть (do not have to be)* в отдельности конкретными, измеряемыми, достижимыми, надёжными и своевременными (SMART), если они образуют комплекс. А вот комплекс должен соответствовать SMART. Далее в п. 4.3.3.2 и в пояснении к рисунку 4-4 говорится уже не о «комплексах», а о конкретной цели «сокращение частоты выездов за пределы ВПП» и указано, что она соответствует SMART. Получается, что в комплексе могут быть цели, как соответствующие, так и не соответствующие SMART, что вызывает затруднения при применении.

Далее, на рисунке 4-5 в качестве примера приведён график мониторинга

количества катастроф. Средний уровень (*Mean of preceding period*) за предыдущие годы – 27, а отдельные значения превышают 35. Непонятно, как появился целевой уровень 8, и почему пороговые уровни (*Alert Levels*) равны 35 и 40, если они получаются добавлением одного и двух среднеквадратических отклонений (СКО) к среднему. Дается указание: «Задача состоит в удержании показателей ниже целевого», т.е. ниже 8, это при среднем уровне за эти годы, равном 27.

В [29] не приведены формулы расчёта уровней SPT и триггеров. Отметим, что опущены и другие рекомендации из 3-го издания [83]: «Контрольная карта анализа недостатков и план реализации СУБП», доб. 7 к гл. 4: и «Оценка культуры безопасности организации OSC/ORP», доб. 1 к гл. 2. С вопросом о возможности использовать рекомендации из документа, который отменён, в ИКАО обращалась авиакомпания «Волга-Днепр». В ответе директора аэронавигационной комиссии было сказано, что поставщик обслуживания может использовать рекомендации прежних изданий документов ИКАО, если нет противоречия с действующими. Поэтому можно законно использовать рекомендации из доб. 6 к гл. 5 РУБП ИКАО [93], что и делается на практике, но необходимо уточнить корректность вычислений.

Рассмотрим этот вопрос с позиций теории вероятностей. ИКАО рекомендует устанавливать целевой уровень, например, ежемесячного значения показателя, на основе среднего значения за предыдущий период 1 или 2 года и СКО. В теории вероятностей это есть точечная оценка математического ожидания (МО) $\tilde{m}$ по выборочному среднему и точечная оценка СКО $\tilde{\sigma}$ случайной величины «показатель БП»:

$$\tilde{m} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} ; \quad \tilde{\sigma} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \tilde{m})^2}{n-1}} ; \quad (4.2)$$

где x_i – ежемесячные наблюдаемые показатели;

n – количество месяцев рассматриваемого периода.

Отметим неточность в формуле расчёта СКО в РУБП ИКАО, стр. 5 доб. 6-1.

В знаменателе формулы расчёта СКО записано n , а должно быть $(n-1)$ как в формуле (4.2), что обеспечивает получение состоятельной и несмещённой оценки дисперсии и СКО.

Известно [50], что точечная оценка не позволяет оценить точность и надёжность результата, особенно при малом числе наблюдений. Корректным решением задачи является построение доверительных интервалов.

Доверительный интервал I_β для МО выражается в виде:

$$I_{\beta m} = (\tilde{m} - t_\beta \sigma_{\tilde{m}}; \tilde{m} + t_\beta \sigma_{\tilde{m}}), \quad (4.3)$$

где t_β – число, заданное равенством $\Phi(t_\beta) = (1 + \beta)/2$;

$\Phi(x)$ – функция нормального распределения с МО= 0 и дисперсией 1;

β – заданная доверительная вероятность (для $\beta=0,95$ $t_\beta=1,96$);

$\sigma_{\tilde{m}}$ – СКО оценки $\tilde{m}$, которое рассчитывается как:

$$\sigma_{\tilde{m}} = \frac{\tilde{\sigma}}{\sqrt{n}}. \quad (4.4)$$

Доверительный интервал для СКО:

$$I_{\beta \sigma} = (\sqrt{\tilde{D} - t_\beta \sigma_{\tilde{D}}}; \sqrt{\tilde{D} + t_\beta \sigma_{\tilde{D}}}), \quad (4.5)$$

где $D = \sigma^2$ – точечная оценка дисперсии,

$\sigma_{\tilde{D}}$ – это её СКО, которая определяется как:

$$\sigma_{\tilde{D}} = \sqrt{\frac{2}{n-1} \tilde{D}}. \quad (4.6)$$

Приведённое решение основано на использовании центральной предельной теоремы теории вероятностей.

Как известно, практически нормальным можно считать закон распределения суммы для оценки МО при 10–20 слагаемых, а для дисперсии – при 20–30 слагаемых. Предпочтительно для установления целевого уровня ежемесячного показателя БП использовать данные не за 1–2, а за 3 года.

Можно утверждать, что более корректным математически является

использование в качестве целевого уровня $K_{Ц}$ показателя БП не точечной оценки, а нижней границы доверительного интервала МО. Аналогично, для пороговых (*триггеры*) уровней $K_{Т1}$ и $K_{Т2}$ следует использовать нижнюю границу доверительного интервала СКО.

Из практических соображений представляется достаточным иметь 2 пороговых уровня, чтобы представить на графике светофорную модель.

На основе формул (4.3)–(4.6) после преобразований имеем:

$$K_{Ц} = \left(1 - \frac{C}{100}\right) \left(\tilde{m} - t_{\beta} \frac{\tilde{\sigma}}{\sqrt{n}}\right),$$

$$K_{Т-1} = K_{Ц} + \sqrt{\tilde{\sigma}^2 \left(1 - t_{\beta} \sqrt{\frac{2}{n-1}}\right)}, \quad K_{Т-2} = K_{Ц} + 2\sqrt{\tilde{\sigma}^2 \left(1 - t_{\beta} \sqrt{\frac{2}{n-1}}\right)}, \quad (4.7)$$

где C – величина в процентах, на которую корректируется уровень БП (при $C > 0$ целевой и пороговые уровни уменьшаются, при $C < 0$ – увеличиваются).

Методика рекомендуется для показателя на государственном и на корпоративном уровне и может применяться и в организации по ОВД.

Для сравнения расчётов по точечным и интервальным оценкам выполнены расчёты по данным ГА России за 2018–2020 гг. [118]. В качестве показателя принята рекомендация из [93] – учитывать АП и серьезные авиационные инциденты (СИ).

Тогда ежемесячный показатель $K_{БП}$ рассчитывается по формуле:

$$K_{БП} = \frac{N_{АП} + N_{СИ}}{T} \cdot 10^5, \quad (4.8)$$

где $N_{АП}$, $N_{СИ}$ – количество АП и СИ за данный месяц,

T – налёт часов за этот месяц.

Очевиден недостаток данного показателя: все АП и СИ входят в формулу с одинаковым «весом», равным 1, хотя они разные по значимости и влиянию на БП. С аналогичной проблемой сталкиваются авиапредприятия и решают её по-разному. Варианты решений рассмотрены в монографии [28], но для сравнения методов расчёта вид показателя не имеет значения.

Данные по налёту за год и количеству авиационных событий по месяцам взяты из ежегодных отчётов Росавиации. Распределение годового налёта по месяцам выполнено автором оценочно. Ежемесячные значения $K_{БП}$, рассчитанные по (4.8), – это значения случайной величины x_i в формулах (4.2). Доверительные интервалы строились для доверительной вероятности 0,95. Получены и представлены в [118] следующие результаты. Точечные оценки: $K_{Ц-точечн.}=1,193$; $K_{Т-1-точечн}=2,017$; $K_{Т-2-точечн}=2,904$.

Интервальные оценки как нижние границы доверительного интервала:

$K_{Ц\text{ интерв.}}=0,937$; $K_{Т-1-интерв}=1,538$; $K_{Т-2-интерв.}=2,138$.

Результаты расчётов целевых и пороговых значений $K_{БП}$ различаются на 20-22%, что может существенно влиять на выводы при мониторинге $K_{БП}$.

4.4 Разработка показателя безопасности полетов для организации ОВД

4.4.1 Обзор показателей БП, применяемых при ОВД

Показатели БП для ОВД можно разделить на вероятностные и статистические. Вероятностные показатели обычно представляют собой вероятности авиационных событий, а статистические – частоту событий, как количество событий на один обслуженный полет, один обслуженный час налета ВС или количество событий на некоторое число полетов или часов.

Вероятностные показатели (стратегический контроллинг) используются для оценки вероятности (часто говорят "риска") столкновения ВС на основе использования различных моделей. По результатам устанавливаются TLS (*Target Level of Safety*) – целевые уровни безопасности и требования к навигационной способности ВС, воздушному пространству, наземным и космическим средствам связи, наблюдения и контроля.

Одной из первых аналитических моделей была Модель Райха (*P. Reich*) [94], которая применялась для оценки вероятности столкновения ВС при полетах через

большие водные пространства без радиолокационного контроля. В модели рассматриваются ВС, летящие на параллельных воздушных трассах или на одной трассе на встречном или попутном курсах. По этой модели сформированы правила и требования к навигационным характеристикам ВС при полетах через Северную Атлантику по системе треков (OTS). Позже была разработана «модель ИКАО» [95], которая отличается от модели Райха тем, что в ней не требуется, чтобы оба ВС находились в горизонтальном полёте. В документах встречаются различные значения TLS для разных районов и времени, но все значения находятся в области практически невероятных событий (10^{-8} - 10^{-9}).

Наиболее полный обзор TLS приведен в документе Евроконтроля [96.]. Если за основу взять значение TLS на период 2000-2010 гг., равное 5×10^{-9} по каждому из трех пространственных измерений на 1 час полета, то по формуле вероятности хотя бы одного события имеем общий показатель. Похожие результаты приведены в статье Л.К. Щербакова [87].

Наряду с аналитическим моделированием, основанном на описании объекта системой уравнений, для оценки вероятностей событий при ОВД широко применяется имитационное моделирование. Отличие состоит в том, что в такой модели процесс ОВД представляется как совокупность нескольких процессов, при этом каждый процесс формализуется по отдельности. Такую модель можно «проиграть» во времени, как для разового испытания, так и для заданного множества испытаний.

В работе [98] с использованием имитационного моделирования разработан комплекс алгоритмов оценки БП для управляемого воздушного движения, а также алгоритм оценки вероятности нарушений минимумов эшелонирования, в том числе и при отказах систем связи и наблюдения, и при увеличении загруженности диспетчеров.

Можно ожидать, что по мере развития подобных моделей и более полного учета случайных факторов, влияющих на БП, в том числе и ошибок человека,

точность оценок уровня БП будет возрастать. Со временем станет возможным применять модели не только для разовых оценок уровня БП, но и на постоянной основе в реальном времени. Однако в настоящее время в практической работе, в том числе и для оценки эффективности СУБП, в организациях по ОВД используют в основном статистические показатели.

Статистические показатели. В настоящее время организация ОВД в соответствии со Стандартом ИКАО должна иметь SPI, SPT и триггеры. С учетом особенностей деятельности, эти показатели для ОВД всегда устанавливались на государственном уровне. Рассмотрим, какие показатели и их значения применялись в ГА РФ в разные годы.

В соответствии с Приказом от 29.09.2008 № 164 для самолетов 1-3 класса по этапам полета устанавливались следующие целевые уровни в количестве катастроф на 1 летный час:

- на маршруте $1,5 \times 10^{-8}$ в целом и 5×10^{-9} на вид эшелонирования;
- на посадке $1,0 \times 10^{-8}$;
- при вылете $0,13 \times 10^{-8}$;
- при подходе $5,35 \times 10^{-8}$;
- при полете по кругу $1,037 \times 10^{-7}$;
- при рулении $0,921 \times 10^{-8}$.

Можно видеть, что значения на маршруте в точности совпадают с приведенными выше TLS из документа Евроконтроля.

В Транспортной стратегии РФ до 2030 г., в редакции распоряжения Правительства от 11.06.2014 № 1032 существовал индикатор 7. На 1 инцидент в 2030 г. налет был установлен 110,6 тыс. ч. Но распоряжением Правительства от 27.11.2021 № 3363-р был введен новый вариант Транспортной стратегии до 2030 г., в нем этого показателя уже нет.

В настоящее время для Госкорпорации по ОрВД в Долгосрочной программы развития на 2020-2030 гг., утвержденной на заседании Комиссии Росавиации по

анализу деятельности подведомственных ФГУП (п. 5 Протокола от 10.02.2020 № 63), в числе показателей введен один показатель для БП «Ключевой показатель КП 1.3» - налет на один инцидент (табл. 4.3).

Таблица 4.3 Фрагмент таблицы 6.1 из Долгосрочной программы

Группа требований / Ключевой показатель эффективности	Ед. измере ния	Базовое значение (на 2018 год)	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Обеспечение приемлемого уровня безопасности полетов													
КП.1.3 Средняя величина налета ВС на инцидент при АНО	тыс. часов	196	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126

В действующем РУБП Госкорпорации [99] в разделе 6.4 сформулированы общие положения о мониторинге и оценке показателей БП. При этом указано, что «процедуры постоянного мониторинга показателей и регулярной оценки показателей БП различны по назначению, содержанию и задачам» (п. 6.4.2). Выделяются «6.4.3 Постоянный мониторинг» и «6.4.4 Регулярная оценка показателей БП».

Указано, что **постоянный мониторинг** проводится в подразделениях Предприятия и «состоит в постоянном контроле за характеристиками и показателями БП производственных и обеспечивающих процессов при АНО, включая состояние и функционирование ...служб ЭРТОС». Таким образом, постоянный мониторинг показателей БП должен проводиться во всех предприятиях уровня центра (отделения) ОВД.

Указано, что показатели БП, используемые при мониторинге, должны быть связаны с частыми негативными событиями низкого уровня при АНО, которые фиксируются в БД БП. Что подразумевается под «событиями низкого уровня» - не раскрывается. Какие конкретно показатели используются, как они рассчитываются, какие методы мониторинга применяются, какова периодичность мониторинга, также не указано.

Отмечено, что рекомендованные типовые формы в виде примеров

мониторинга показателей БП приведены в Приложении 3. Но Приложение 3 содержит описание работы по замечаниям к системе посадки СП-80. Никаких «типовых форм», формул, диаграмм и примеров расчета и мониторинга нет.

Регулярная оценка БП, согласно п 6.4.4 РУБП Госкорпорации [99] это «периодическая акция, выполняемая в рамках полугодовых анализов БП. Оценка показателей БП характеризует общее состояние БП, проводится по показателям, связанным с редкими событиями высокого уровня. Оценка показателей проводится на уровне филиалов и Предприятия в целом. В центрах (отделениях) ОВД такая оценка не выполняется», а «рекомендованные типовые формы» приведены в Приложении 3 к [99].

В части Приложения 3, относящейся в регулярной оценке БП, указано, что используются и абсолютные (количество событий) и относительные показатели (налет на одно событие, количество событий на 100 000 ч налета или на 100 000 обслуженных ВС). Формул и примеров расчета не приведено, но указано, что оценивается «динамика средней величины налета ВС на один АИ, по причинам, связанным с ОВД, по годам за пятилетний период». Это противоречит указанию п. 6.4.4 по периодичности оценки раз в полгода.

Приведенные в Приложении 6 к [99] три диаграммы не поясняют выполнение процедуры оценки БП. На рисунке а) Приложения 6 показана диаграмма относительных показателей БП в виде количества АИ на 100 тыс. ч. налета в филиалах и в Предприятии в целом за год. На рисунке б) Приложения 6 показаны относительные показатели БП в виде налета на один АИ, также в филиалах и в Предприятии в целом и также за один год. «Динамику показателей» по таким диаграммам оценить невозможно.

На рисунке в) Приложения 6, приведена динамика средней величины налета ВС на один АИ по причинам, связанным с обеспечением АНО в целом по Предприятию по годам с 2016 по 2022. Но эта диаграмма не соответствует заявленной периодичности мониторинг "раз в полгода", как требует п. 6.4.4.

В документе не поясняется, как установлены целевые уровни. На обоих рисунках (а) и (б) нет их численных значений, а поскольку не оцифрованы вертикальные оси диаграмм, невозможно определить значение целевого уровня.

В 5 филиалах из 14 в рассматриваемом году АИ не было. Поэтому показатель «количество АИ на 100 тыс. час» равен 0, а показатели «налет на 1 АИ» бесконечно велики, и они вообще не отображены на диаграмме. Принятые показатели не позволяют сказать что-то конкретное об уровне БП в этих организациях, либо принимается по умолчанию, что БП в этих организациях обеспечена на «идеальном уровне». Это противоречит концепции БП ИКАО и может способствовать состоянию самоуспокоенности в организации и ухудшить качество работы.

В табл. 4.4 приведены данные по количеству АИ, связанных с нарушением эшелонирования, и относительному числу АИ на 1 млн. ч, за 2012-2022 г. по ежегодным анализам БП Росавиации, а в В табл. 4.5 -данные Госкорпорации ОрВД, которые считаются относящимися к ее деятельности.

Таблица 4.4 Данные Росавиации

Год	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
N_{AI}	35	23	35	24	18	13	22	18	14	32	23
N_{AI}^{OTH}	13,8	8,7	12,3	8,3	6,3	4,2	6,5	5,2	6,4	11,2	10,0

Таблица 4.5 Данные Госкорпорации ОрВД

Год	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
$N_{АП}$	0	0	0 (1)	0	0	0 (1)	0	0	0	0
$N_{AI ОВД}$	18	23	24	12	15	18	20	13	24	19
Общ. налет, млн. часов	2,655	2,895	2,900	2,862	2,017	3,333	3,471	2,226	2,853	2,288
Налет на 1 АИ	147500	125870	120833	238500	134467	185167	173550	171231	118875	120421
К-во АИ на 1 млн. ч.	6,8	7,9	8,3	4,2	7,4	5,4	5,8	5,8	8,4	8,3

Данные по относительному количеству АИ на рисунке в) Приложения 6 [99] (0,77 на 100 т. ч. или 7,7 на 1 млн. ч.) не совпадают с данными какого-либо года из последних 11 лет. Возможно, это связано с тем, что Росавиация отдельно учитывает

инциденты из-за отказов наземных радиосредств. Отметим также, что среди АИ не выделены серьезные АИ.

Таким образом, анализ показателей, применяемых для мониторинга и оценки уровня БП в организациях ОВД ГА РФ по материалам из доступных источников, позволяет сделать следующие выводы:

- показатели БП при ОВД, которые могли бы использоваться для постоянного мониторинга уровня БП, как предусмотрено п. 6.4.3 РУБП [99], не определены, а также не представлены методы мониторинга;
- показатели относительного количества инцидентов и налета на один инцидент, приведенные в Приложении 6 РУБП [99], не позволяют в полной мере отразить уровень БП по филиалам и динамику его изменения для решения задачи п. 6.4.4 РУБП [99] по регулярной оценки уровня БП.

Актуальной становится задача разработки сбалансированного показателя БП (SPI) для организаций ОВД, объективно отражающего уровень БП, как задача оперативного контроллинга безопасности полетов.

4.4.2 Исходные данные для оценки уровня БП в организации по ОВД

К авиационным событиям, к которым могут быть причастны работники службы ОВД в соответствии с ПРАПИ-98 [п. 56, Прил.1] могут относиться:

- попадание ВС в зону опасных метеоявлений, нарушение минимума погоды при взлете, посадке или полете по маршрутам, поражение ВС разрядом атмосферного электричества, приведшее к повреждению элементов конструкции ВС, отказу двигателя или хотя бы одной из систем, повреждение ВС градом;
- столкновение ВС с птицами или другими объектами в полете, приведшее к повреждению элементов планера, двигателя или нарушения режима его работы;
- нарушение установленных правил и схем набора высоты, выхода из зоны аэродрома, снижения или захода на посадку;
- изменение плана и маршрута полета после вылета воздушного судна);

- нарушение безопасной высоты полета ВС, установленных правил эшелонирования, отклонение за пределы воздушных трасс РФ и МВЛ, а также от оси маршрута на расстояние более допустимой нормы;

- опасное сближение ВС в полете, несрабатывание системы опознавания или системы сигнализации опасного сближения, несоблюдение порядка использования воздушного пространства приграничной полосы, столкновение или угроза столкновения с объектами на земле.

По принятому в РФ перечню категорий событий [100] это события категорий MAC, ATM, NAV и WSTRW, TURB, ICE.

Категория MAC - *Mid Air Collision* - в перечне [100] определена как «Опасное сближение в воздухе/срабатывание БСПС/ или СПОС/ нарушение норм эшелонирования / угроза столкновения в воздухе / столкновение в воздухе». АС этой категории отнесены ИКАО к событиям повышенного риска. [25].

ATM - *Air Traffic Management* - навигационное обслуживание. События, связанные с организацией и обслуживанием воздушного движения, обеспечением авиационной электросвязи, предоставлением аэронавигационной и метеорологической информации.

NAV - *Navigation* - ошибки в навигации. События, связанные с неправильной навигацией воздушных судов на земле или в воздухе.

WSTRW - полет в условиях сдвига ветра, турбулентности, грозы.

ICE - обледенение. Накопление снега, льда, ледяного дождя или инея на ВС, влияет на управление ВС или летно-технические характеристики.

BIRD – столкновение/угроза столкновения с птицами.

С 2013 г. ФАВТ в своих анализах в разделе 8. Безопасность полетов при АНО приводит данные по количеству АИ по категориям MAC, ATM, и АИ и производственных происшествий по категории WSTRW. С 2020 г. в разделе 8 приводятся данные и по категории NAV, однако, судя по их количеству, не все они являются авиационными событиями по ПРАПИ-98. В таблицу 4.6 собраны эти

данные за период 2013-2022 гг. В нижних строках таблицы - данные по АИ, учитываемых в показателе Госкорпорации.

Таблица 4.6 Данные по количеству авиационных инцидентов (АИ)

Категория событий	Год									
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
MAC	23	35	24	18	13	22	18	14	34	23
ATM	9	1	3	11	4	3	5	4	7	2
WSTRW+ ICE	32	41	43	81	73	49	34	40	40	30
NAV								268	309	290
MAC+ATM+WSTRW+ ICE (аэронавигационное обслуживание)	64	77	70	110	90	74	57	58	81	55
АИ, учтены Госкорпорацией	18	23	24	12	15	18	20	13	24	19
Серьезн. АИ, учтены Госкорпорацией	3	0	3	0	0	0	0	0	0	1
АП	0	0	0	0 (1)	0	0 (1)	0	0	0	0

Можно видеть, что значительное количество АС, относящихся к АНО по статистике Росавиации, не попадает в статистику Госкорпорации по ОрВД.

Столкновения ВС в воздухе происходят В нижней строке табл. 4.8 показано, что с 2013 г. по причинам ОВД, вообще не было столкновений ВС в воздухе, но в скобках отмечены 2 катастрофы в воздушном пространстве G (8.08.2015 г. столкновение самолета и вертолета над Истринским водохранилищем и 4.08.2018. столкновение двух вертолетов в Красноярском крае).

Хотя формально Госкорпорация по ОрВД не несет ответственности за эти события, не учитывать их в статистике по безопасности использования воздушного пространства нельзя, тем более, что в отчетах МАК деятельность службы ОВД упоминается. Так, в отчете по катастрофе 8.08.2015 указано, что «выполнение полета с использованием полетно-информационного обслуживания и соблюдение требований п. 8.2.3 ФАП-293 позволило бы повысить информационную осведомленность пилотов и, возможно, предотвратить АП.»

В отчете по катастрофе 4.08.2018 в качестве причин называются отсутствие Технологии работы диспетчера ЦПИ «Игарка» об обязанностях диспетчера ПИО в отношении ВС, выполняющих полеты с п. п. Ванкор, и, как следствие, невыполнение диспетчером обязанностей по передаче экипажам ВС информации об опасности столкновения» и «пассивность диспетчера ЦПИ «Игарка» при наличии сомнений в корректности полученной по радиосвязи информации».

Было и еще одно столкновение. 08.01.2021, в районе н. п. Гостилицы столкнулись самолеты Cessna 152 RA-1488G и Piper PA-28 Cherokee RA-2659G, погибли 3 человека. В отчете указано, что в данном районе отсутствовал орган ОВД, предусмотренный аэронавигационным паспортом. Наземным движением ВС 08.01.2021 управляло лицо, не имело свидетельства диспетчера УВД.

Планом Госкорпорации по ОрВД предусмотрено недопущение таких событий, этот тип событий для показателя БП не рассматривается.

PANS-ATM [9] выделяет 4 категории опасности сближения, табл. 4.7.

Таблица 4.7 Категории опасных сближений ВС по [9]

Опасность	Определение
Категория 1	Сближение с «серьезным» нарушением, при котором интервал между воздушными судами составляет менее 20 % от минимально допустимого
Категория 2	Сближение с «большим» нарушением, при котором интервал между ВС составляет менее 50, но более 20 % от минимально допустимого
Категория 3	Сближение со «значительным» нарушением, при котором интервал между ВС составляет менее 80, но более 50 % от минимально допустимого
Категория 4	Сближение с «минимальным» нарушением, при котором интервал между ВС составляет менее 100, но более 80 % от минимально допустимого

Особо определяется критическое сближение ВС – сближение, при котором расстояние между ВС составляет менее 300...500 м в плане и менее 50 м по высоте.

В РФ в соответствии с ФАП-293 [12] выделяется опасное сближение, как не предусмотренное заданием на полет сближение ВС между собой или с другими материальными объектами на интервалы менее половины установленных, в результате которого возник риск столкновения.

Такие сближения могут классифицироваться как серьезные АИ. Общее известное правило отнесения АИ к серьезному содержится в ПРАПИ-98: серьезный АИ - это АИ, обстоятельства которого указывают на то, что едва не имело место АП. Важная «подсказка» есть в Приложении 13 ИКАО [101] к опасным АИ относятся опасные сближения, при которых для предотвращения столкновения или опасной ситуации требуется выполнить маневр уклонения.

Серьезный АИ - это почти АП, а в показателях БП Госкорпорации они учитываются также, как и просто инцидент. Очевидно, что такой показатель искажает истинную картину и динамику изменения уровня БП. в филиалах.

Следует учитывать зафиксированные замечания при проверках Ространснадзором и данные средств объективного контроля (СОК), сообщения, поступающие в Управление инспекции по БП Росавиации (УИБП). Так, в анализе БП за 2022 г. указано, что кроме инцидентов, в течение 2022 года УИБП было получено 22 сообщения о срабатывании наземной системы предупреждения опасных сближений (СПОС) (в 2021 году – 42 сообщения) и 19 сообщений о срабатывании бортовой системы предупреждения столкновений (БСПС) (в 2021 году – 18 сообщений), которые не были связаны с нарушением интервалов эшелонирования (учтены в качестве добровольных сообщений).

Кроме того, в качестве добровольных сообщений УИБП в 2022 г. было учтено 82 события, вызванных со сбоями в работе наземного радиотехнического, связного и метеорологического оборудования, не повлиявших на БП, в том числе:

- сбои в работе средств автоматизации управления воздушным движением (ложная сигнализация или индикация) – 69;
- сбой в работе радиотехнических средств обеспечения посадки – 8;
- отказы метеорологического оборудования – 4;
- недостатки в работе ATIS – 1;
- позднее переключение РТС при смене курса посадки – 1;
- неисправность (сбой в работе) связного оборудования – 1.

Это также должно учитываться в комплексном показателе БП.

Порядок проведения проверок, их виды, периодичность с учетом риск-ориентированного подхода подробно разобраны в главе 3. Очевидно, что наличие выявленных нарушений воздушного законодательства, их количество и серьезность характеризуют уровень БП в организации. Однако в настоящее время они не учитываются в показателе уровня БП.

Наибольшее количество информации по работе диспетчеров и функционированию средств навигации, наблюдения и связи организация получает в результате анализа записей средств объективного контроля – СОК. В соответствии с ФАП-297 [7] аппаратура документирования обеспечивает запись и воспроизведение речевой, радиолокационной и плановой информации в цифровом или аналоговом виде, на цифровых или магнитных носителях. Документирование информации ведется непрерывно, за счет резервирования аппаратуры и автоматического перехода на резерв.

Документируется речевая, радиолокационная, навигационная, плановая информация, поступающая по каналам авиационной электросвязи:

- диспетчерский канал(ы) связи пунктов ОВД с воздушными судами;
 - диспетчерский канал(ы) связи взаимодействия между пунктами ОВД;
 - диспетчерский канал(ы) связи РЦ ОВД с диспетчерскими пунктами, размещенными в зоне ответственности РЦ ЕС ОрВД, с соседними РЦ, со вспомогательными РЦ и с командными пунктами ВКС России;
 - каналы аварийно-спасательной сети;
- полетная и метеоинформация, передаваемая по АТИС и ВОЛМЕТ;
- громкоговорящие и телефонные каналы связи рабочих мест метеонаблюдателей, авиационной синоптической группы, руководителя полетов, старшего сменного инженера службы ЭРТОС, дежурного штурмана;
 - каналы внутренней аэропортовой радиосвязи, используемые при выполнении работ на ВПП и рулежных дорожках;

- информацию разбора, проводимого руководителем полетов;
- канал связи, обеспечивающий фоновую запись зала ОВД;
- метеоконсультации экипажей воздушных судов.

С использованием цифровых носителей документируется:

- информация от источников наблюдения, используемая диспетчерским составом службы УВД;
- плановая информация, поступающая на рабочие места диспетчеров;
- данные GNSS.

В соответствии с ФАП-297 съемные цифровые носители хранятся не менее 30 суток, съемные магнитные носители хранятся не менее 14 суток.

Объем информации СОК значителен. В качестве примера в табл. 4.8 приведены данные по результатам анализа информации СОК за 1 кв. 2020 г, по филиалам, а в табл. 4.9 - данные за 2019-2020 г. по всей организации.

Таблица 4.8 Данные СОК по филиалам ФГУП «Госкорпорация по ОрВД»

Филиал	Кол-во выписок СОК		Кол-во выявленных нарушений			
	По плану		Фактически выполнено			
	827	853	Технологии работы диспетчера	ФАП-362	ФАП-293	Другие
Аэронавигация Восточной Сибири	275	655	3	6	-	-
Аэронавигация Дальнего Востока	672	834	6	4	-	7
Аэронавигация Западной Сибири	586	604	10	18	1	4
Аэронавигация Севера Сибири	764	885	7	8	-	-
Аэронавигация Северного Урала	153	181	-	-	-	-
Аэронавигация Северо-Востока	222	200	-	1	-	-
Аэронавигация Северо-Восточной Сибири	1049	1026	-	19	2	-
Аэронавигация Северо-	256	351	7	15	2	1

Запада						
Аэронавигация Урала	915	1044	-	16	-	-
Аэронавигация Центральной Волги	559	697	-	-	-	-
Аэронавигация Центральной Сибири	1033	1446	-	3	3	-
Аэронавигация Юга	179	163	20	22	-	10
Камчатаяэронавигация	438	391	-	1	-	-
Крымаэронавигация	3747	3738	-	1	1	-
МЦ АУВД	280	404	73	65	38	17
ИТОГО	11955	13472	127	181	51	46

Часть данных СОК формируются от систем предупреждения о конфликтных ситуациях (STCA - *Short Term Conflict Alert*). Евроконтроль относит к STCA все наземные системы обеспечения БП, предназначенные для помощи диспетчеру в предотвращении столкновений аэродупреждением о фактических или потенциальных (с упреждением 2 мин) нарушениях норм эшелонирования ВС.

Таблица 4.9 Результаты анализа СОК по ФГУП «Госкорпорация по ОрВД»

Год, квартал Вид нарушения	2019					2020					Всего
	I кв	II кв	III кв	IV кв	год	I кв	II кв	III кв	IV кв	год	
Технологии работы диспетчера	183	211	149	125	668	127	103	154	77	461	1129
ФАП-362	309	238	198	200	945	181	129	201	151	662	1607
ФАП-293	40	37	48	46	171	51	25	41	42	159	330
Другие	20	30	38	43	131	46	39	47	56	188	319
ИТОГО	552	516	433	414	1915	405	296	443	326	1470	3385
Количество выписок СОК	15574	12232	12465	12897	53168	13472	13472	12724	9650	49318	102486

Различают 3 вида конфликтных ситуаций:

- 1 потенциальная рискованная ситуация ПРС (или конфликт по плану);
2. потенциальная конфликтная ситуация ПКС;
- 3 конфликтная ситуация КС (или нарушение интервалов).

При прогнозировании ПРС используются расчетные траектории движения

ВС по плану, и устанавливаются точки, где два или несколько ВС могут оказаться одновременно и на одной высоте.

При расчете ПКС и КС применяется формирование защитного объема, параметры которого в горизонтальной плоскости являются настроечными и настраиваются при пусконаладочных работах совместно с эксплуатирующей организацией по действующими руководящими документами.

Параметры в вертикальной плоскости должны соответствовать правилам вертикального эшелонирования (с учетом RVSM). Если ВС не допущено к полетам в RVSM, для расчета КС используется минимальный интервал в 600 м (2000 ф). ПРС маркируется синим кружком, который располагается после позывного ВС. При наведении маркера на формуляр отображается дополнительная строка. При ПРС на ней записано название точки, где фиксируется ПРС, высота и позывной конфликтующего ВС.

Порядок работы с информацией СОК описан в РУБП Госкорпорации по ОРВД. Анализу подлежит речевая, радиолокационная, навигационная и плановая информация, поступающая по каналам авиационной электросвязи в процессе взаимодействия персонала ОВД с экипажами ВС, смежными органами ЕС ОрВД, органами ОВД пользователей воздушного пространства, операторов аэродромов, службами ЭРТОС, подразделениями Госкорпорации и взаимодействующими организациями.

Анализ действий персонала по материалам СОК выполняется уполномоченными специалистами в филиалах (центрах, отделениях) ОВД, а также руководителями полетов (старшими диспетчерами), начальниками и заместителями начальников смен ЦПИВП РегЦ. Это позволяет выявить отклонения от нормативных требований и осуществить мероприятия по предотвращению АС. Материалы СОК используются при расследовании АС.

Анализ материалов СОК применяется также в целях выявления ФО, на наличие которых указывают систематические отклонения, которое выполняется в

два этапа. На первом этапе проводится регулярный анализ материалов СОК. В соответствии с требованиями РУБП [99] выявленные отклонения, их причины и меры по профилактике причин отклонений фиксируются в БД БП.

На втором этапе посредством анализа баз данных на глубину в 1 – 1,5 года выявляются повторяющиеся (систематические) отклонений у конкретного работника, либо на одном и том же направлении, либо в одном и том же подразделении, и определяются причины повторяемости. Выявляются факторы опасности и применяются методы управления рисками.

Рост повторяемости отклонений указывают на недостаточную эффективность СУБП. Выписки СОК, отклонения и меры по профилактике фиксируются в БД БП. Специалисты, осуществляющие анализ информации СОК в филиалах и центрах ОВД, докладывают начальникам отделов по УБП и К филиалов о всех выявленных отклонениях от предписанного порядка.

Таким образом, работа по СОК в основном сводится к работе по отдельным отклонениям, нарушениям и выявленным событиям. Данные СОК в показателе БП организации ОВД не отражаются.

4.4.3 Формирование сбалансированного показателя уровня БП

Как показал анализ, результаты которого были опубликованы в нашей статье [118], для оценки уровня БП в Госкорпорации по ОрВД и ее филиалам используются относительные показатели налета часов на один АИ и количества АИ на 100 тыс. часов налета. Серьезные инциденты учитываются наравне с другими инцидентами, хотя по степени опасности перехода в АП они существенно выше.

Например, 28.03.2023 года в зоне РЦ ЕС ОрВД Самара произошел серьезный АИ, связанный с нарушением норм вертикального и горизонтального эшелонирования между ВС Ил-76 и ВС РС-12. Минимальный горизонтальный интервал составил 1,3 км, при вертикальном 200 футов (60 м). В ходе расследования выявлены факты грубого нарушения технологий работ со стороны

диспетчерского персонала, отсутствие должного контроля со стороны руководящего состава, а также недостатки в организации работы дежурных смен. Причиной серьезного АИ явилось несоблюдение диспетчером ОВД должностных обязанностей - недостаточный контроль за воздушной обстановкой. В отношении должностных лиц, допустивших грубые нарушения обязанностей, приняты кадровые решения.

Учет таких событий с одинаковым весом, с менее серьезными при расчете SPI, как отмечено в нашей статье [118], искажает представление об уровне БП.

Если же за отчетный период в организации не произошло ни одного АИ, то показатель БП будет нулевым. В то же время эта же организация может иметь большое количество замечаний по СОК и/или при проверках ФСНСТ, а в показателе БП это учитываются.

Такая проблема существует в СУБП других поставщиков авиационных услуг и решается введением дополнительных показателей БП [118].

В авиакомпаниях (Аэрофлот, группа S7 и др.), как отмечено в нашей статье [118], используется «интегральный показатель», разработанный на кафедре БП МИИ ГА (ныне МГТУ ГА) [102] Показатель основан на отнесении события к одной из «особых ситуаций», это приемлемо для авиакомпании, но трудно переносится на организацию по ОВД.

Другой пример - показатель «риска, основанного на событии» (EBR) группы ARMS [103]. Упрощенный вариант такой оценки предложен в диссертации С.А. Толстых [104] для использования в СУБП операторов аэродромов. Расчет «коэффициента риска отклонений и событий» (КРОС) выполняется по формуле:

$$KPOC_i = \frac{0,25n_C + n_B + 2n_A}{N_i}, \quad (4.9)$$

где: КРОС_i – показатель уровня БП в i-ом периоде;

n_a, n_b и n_c - количество событий по категориям риска (А, В, С).

Но в (4.9) соотношение между весами 1:4:8 могут применяться только для незначительных и «средних» по серьезности событий. Как отмечено в нашей статье [118], рассмотренные показатели не могут быть рекомендованы в качестве SPI для организации по ОВД.

С учетом структуры отклонений от норм, нарушений и событий при ОВД, в нашей статье [118] предлагается в качестве сбалансированного SPI 4-х уровневый показатель КБП-і, на 10 тыс. обслуженных полетов за k-й временной интервал:

$$K_{БП-k} = \frac{C_1 n_1 + C_2 n_2 + C_3 n_3 + C_4 n_4}{N_k} \times 10000, \quad (4.10)$$

где n_1, n_2, n_3, n_4 - количество отклонений и событий в организации за k-й интервал по группам серьезности 1-4 (1 - минимальная серьезность, 4 - максимальная серьезность);

N_k - количество обслуженных полетов ВС.

C_1, C_2, C_3, C_4 – весовые коэффициенты.

Критерии отнесения событий к группам в статье [118] приведены в табл. 4.10

Таблица 4.10 Критерии отнесения отклонений и событий к группам серьезности

№ гр	Серьезность	Примеры	С
1	Минимальная	Незначительные отклонения в работе диспетчера от технологии или фразеологии р/обмена, несущественные ошибки в передаче информации экипажу при проверках или по данным СОК. Отказы ср-в р/связи, навигации, наблюдения со своевременным переключением на резерв. Жалобы экипажей на работу р/средств, не повлекшие изменения плана или ухода на 2 круг.	C_1
2	Средняя	Грубые ошибки диспетчером в технологии работы или фразеологии радиообмена, не приведшие к авиационному событию, но зафиксированные как ПКС по СОК, исправленные экипажем ВС или смежным РЦ. Отказы средств р/связи, навигации и наблюдения, осложнившие работу диспетчера или экипажа ВС (по докладам экипажа), но не отнесенные к АС.	C_2
3	Опасная	Авиационные инциденты. Нарушение эшелонирования и сближения ВС, не отнесенные к серьезным инцидентам. Отказы средств р/связи, навигации и наблюдения, не отнесенные к серьезным инцидентам.	C_3
4	Критическая	Серьезные авиационные инциденты Опасные сближения ВС.	C_4

		Отказы средств р/связи, навигации и наблюдения, отнесенные к серьезным инцидентам.	
--	--	--	--

Веса в (4.10) определяются на основе экспертного опроса, как описано в нашей статье [118]. Был применен экспертный опрос методом Дельфи [105].

На первом этапе, как описано в нашей статье [118], эксперты выполняют оценки независимо друг от друга, далее каждого эксперта знакомят с результатами оценки группы и проводится следующий тур. Процедура Дельфи описана в ГОСТ РФ [106], имеется обширная литература, более 600 публикаций. В [107] описан сам метод, и приведен перечень 51 источника. Отмечено, что теоретического обоснования метода нет, но метод применяется широко при решении трудно формализуемых задач.

В данной работе [118] на первом этапе была сформирована группа из 10 экспертов. С каждым экспертом работа проводилась конфиденциально и состав группы эксперты не знали. Оценки, полученные на первом туре сведены в табл. 4.11, все результаты опроса приведены в Приложении Ж.

Таблица 4.11 Результаты оценки на первом этапе метода Дельфи

эксперт	Оценки экспертов			
	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄
1	1	4	7	12
2	1	5	10	15
3	2	4	5	7
4	2	3	6	10
5	1	3	4	6
6	3	6	10	15
7	1	5	8	10
8	1	3	6	10
9	1	4	8	10
10	1	3	7	10

На втором этапе, как описано в нашей статье [118], результаты обсуждались. У экспертов 3, 4 и 6 имелись расхождения на этапе 1 для минимальной значимости

ввиду недостаточно четкого понимания задачи. Во втором туре эксперты внесли поправки, полученные оценки приняты как окончательные (табл. 4.12).

Таблица 4.12 Результаты экспертных оценок весовых коэффициентов

эксперт т	Оценки экспертов				Σ	Приведение оценок к единой шкале				Σ
	C_{i1}	C_{i2}	C_{i3}	C_{i4}		C_{i1-s}	C_{i2-s}	C_{i3-s}	C_{i4-s}	
1	1	4	7	12	24	0,04	0,17	0,29	0,50	1,00
2	1	5	10	15	31	0,03	0,16	0,32	0,48	1,00
3	1	4	6	12	23	0,04	0,17	0,26	0,52	1,00
4	1	3	6	10	20	0,05	0,15	0,30	0,50	1,00
5	1	3	4	6	14	0,07	0,21	0,29	0,43	1,00
6	2	6	10	15	33	0,06	0,18	0,30	0,45	1,00
7	1	5	8	10	24	0,04	0,21	0,33	0,42	1,00
8	1	3	6	10	20	0,05	0,15	0,30	0,50	1,00
9	1	4	8	10	23	0,04	0,17	0,35	0,43	1,00
10	1	3	7	10	21	0,05	0,14	0,33	0,48	1,00
Средние значения - $MO(C_{jM})$						0,048	0,172	0,308	0,472	
Нормированные средние C_{jN}						1,000	3,573	6,384	9,781	
Весовые коэффициенты C_j						1	4	6	10	
Среднеквадратические отклонения - СКО						0,011	0,024	0,026	0,036	
Коэффициенты вариации						0,228	0,139	0,085	0,076	

Исходных бальных оценки экспертов C_{ij} приведены к единой шкале [118]:

$$C_{ij-s} = \frac{C_{ij}}{\sum_{j=1}^4 C_{ij}}.$$

Нормированные средние значения C_{jN} каждого веса рассчитывались [118] как:

$$C_{jN} = \frac{C_{jM}}{C_{1-s}},$$

где C_{jM} - средний вес в единой шкале для j-го коэффициента,

$C_{1-s} = 0,048$ - значение веса для коэффициента C_1 в единой шкале.

Согласованность экспертов оценивается коэффициентом вариации.

По табл. 4.11 согласованность хорошая. Выделить экспертов с мнениями, отличающимися от общего, позволяет расчет эвклидова расстояния в 4-х мерном пространстве оценок:

$$D_i = \sqrt{(C_{1M} - C_{i1})^2 + (C_{2M} - C_{i2})^2 + (C_{3M} - C_{i3})^2 + (C_{4M} - C_{i4})^2}. \quad (4.11)$$

Результаты расчета по формуле (4.11) сведены в табл. 4.13.

Таблица 4.13. Эвклидово расстояние мнений экспертов от среднего в группе

Эксперт	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Di	0,034	0,027	0,069	0,037	0,068	0,024	0,071	0,037	0,055	0,039

Суммарно наиболее отличны от средних оценки экспертов 3, 5, 7.

Итоговая формула расчета $K_{БП-k}$ -получена после подстановки полученных результатов в формулу (4.10):

$$K_{БП-k} = \frac{n_1 + 4n_2 + 6n_3 + 10n_4}{N_k} \times 10000 \quad (4.12)$$

Расчеты по (4.12) следует выполнять регулярно для службы ОВД и для службы РТОП с представлением их на экране мониторинга.

4.5 Методы мониторинга показателя безопасности полетов при оперативном контроллинге организации по ОВД

Анализ отклонений является важной задачей оперативного контроллинга [108]. При мониторинге выявляются отклонения от запланированных значений, и необходимо решить, являются ли отклонения допустимыми или они значительны и необходимы корректирующие действия. Основные виды мониторинга, как описано в нашей статье [118]: непосредственный мониторинг показателя; простое и взвешенное скользящего среднего; карты Шухарта и метод кумулятивных сумм.

При непосредственном мониторинге на экран наносится целевой уровень (SPT) и 2 или 3 пороговых уровня (триггеры). Эти уровни могут быть рассчитаны по методике, описанной в п.4.2. В качестве примера на рисунке 4.5 приведен график мониторинга показателя БП за 2023 г. одной из организаций по ОВД. Исходные данные приведены в табл.4.14 и 4.15.

Таблица 4.14 Данные по БП организации по ОВД за 2022 год.

Уровень событий	янв	фев	мар	апр	май	июн	июл	авг	сен	окт	ноя	дек
1	3	0	0	0	0	2	0	6	0	3	0	3

2	25	18	15	12	15	21	8	15	15	22	15	23
3	2	0	0	0	0	1	0	3	0	1	0	2
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Обслуж. полетов	60240	48983	36884	35504	44070	51809	58192	60423	58165	51915	42860	45489
Кбп	19,09	14,70	16,27	13,52	13,61	17,76	5,50	13,90	10,32	18,68	14,00	23,52

По данным за 2022 г. рассчитаны $K_{ц}=12,9$, $K_{п1}=16,2$, $K_{п2}=19,6$.

Таблица 4.15 Данные по БП организации по ОВД за 2023 год.

Уровень событий	январь	фев	мар	апр	май	июн	июл	авг	сен	окт	ноя
1	0	3	0	1	9	6	8	23	0	0	0
2	12	15	13	22	25	20	16	15	22	17	21
3	0	1	0	1	2	1	1	3	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Обслужен. полетов	43747	38947	44589	45522	51739	55954	59558	61342	61897	57930	55890
Кбп	10,97	17,72	11,66	20,87	23,39	16,44	13,10	16,47	14,22	11,74	15,03

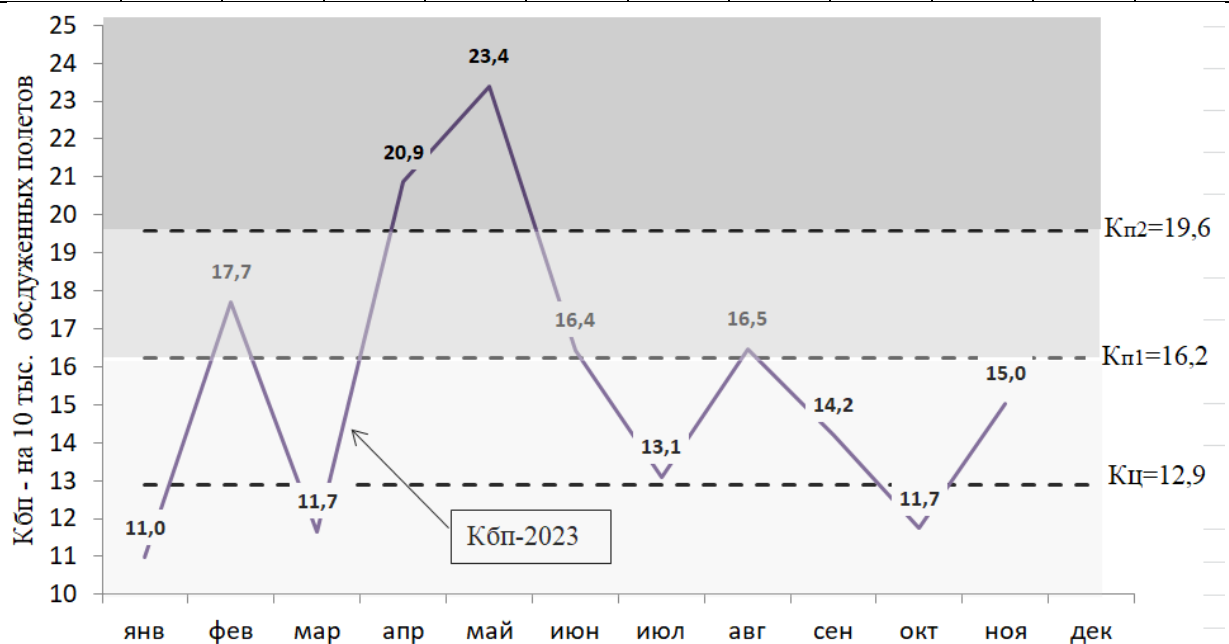


Рисунок 4.5 - Непосредственный мониторинг показателя БП в организации ОВД

На диаграмме можно видеть превышения порогов, но график пилообразной формы недостаточно информативен, чтобы выявить тенденцию. В подобных случаях успешно применяются методы скользящего среднего [109].

В подобных случаях успешно применяются методы скользящего среднего. Если задать период сглаживания в 1 квартал, показатель, который буде представлен на графике мониторинга, как показатель за i -й месяц, для скользящего среднего K_C^i рассчитывается как [118]:

$$K_C^i = \frac{w_{i2}K_{БП}^{i2} + w_{i1}K_{БП}^{i1} + w_iK_{БП}^i}{3}, \quad (4.13)$$

где: $K_{БП}^i$ – показатель i -го месяца; $K_{БП}^{i2}$, и $K_{БП}^{i1}$ – показатели за 2 последние месяца перед i -м;

w_{i2} , w_{i1} , w_i – весовые коэффициенты, обычно $w_{i2} + w_{i1} + w_i = 3$.

На рисунке 4.6 приведены диаграммы простого и взвешенного среднего по тем же данным, что и на рис. 4.5. Веса следующие: $w_{i2}=0,75$, $w_{i1} = 1$, $w_i = 1,25$.

Сравнивая диаграммы рис. 4.5 и 4.6, можно видеть, что применение скользящего среднего дает плавную картину изменения Кбп. Простое и взвешенное скользящее среднее применяется в авиакомпаниях РФ [27, 110].

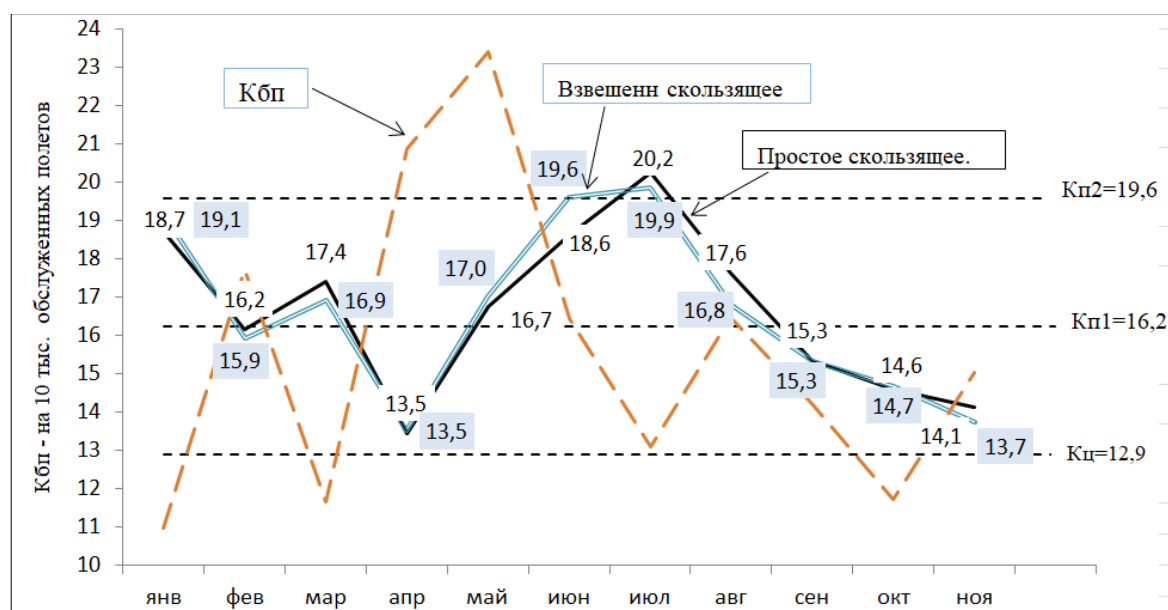


Рисунок 4.6 – Примеры мониторинга показателя БП скользящим средним

В контроллинге промышленных предприятий, как описано в нашей статье [118], применяют методы контрольных карт Шухарта и карт кумулятивных сумм [59] для выявления «разладок» - отклонений параметров продукции от целевых значений. Использование контрольных карт в управлении авиакомпаний описан в

[111].

Для оценки изменения уровня БП подходит "кумулятивный-метод", основанный на учете кумулятивных сумм, описанный в ГОСТ Р [112].

Расчет кумулятивных сумм по [59] в принятых обозначениях имеет вид:

$$S_r = \sum_{i=1}^r (K_{БПi} - K_{П1}) = S_{r-1} + (K_r - K_{П1}). \quad (4.14)$$

На основе расчетов по (4.14) по данным табл. 4.14 построена диаграмма, рис. 4.7. Нормативный уровень (в данном случае это $K_{П1}$) соответствует 0, относительно которого и представлены изменения накапливаемых значений $K_{БП}$.

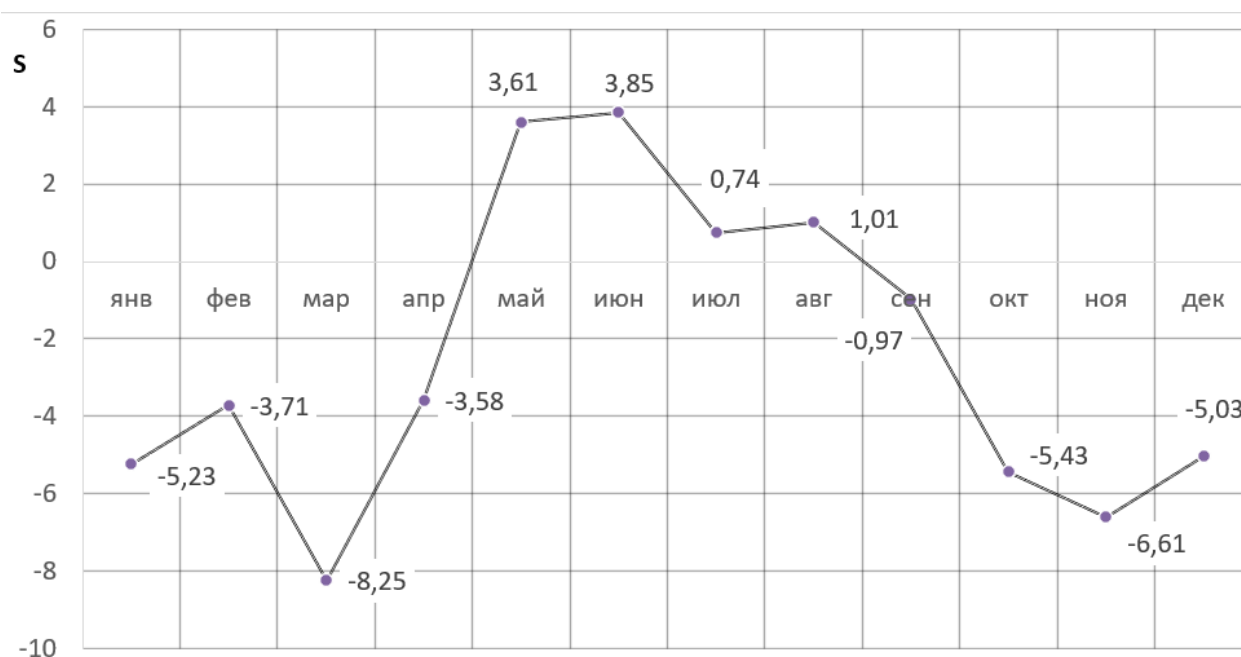


Рисунок 4.7 - Карта кумулятивных сумм показателя Кбп за 2023 г.

Для количественной оценки в [112] рекомендуется специальные шаблоны, но они хорошо работают для оценки разладки в технологическом процессе или качества продукции. Они фиксируют отклонения от целевых значений и в сторону уменьшения. Для Кбп это означало бы «сверхвысокий» уровень БП, поэтому, как описано в статье [118], для показателя БП эти шаблоны применяться не могут.

Оценить изменения параметры БП можно по наклону кривой. Положительный наклон говорит об ухудшении уровня БП, отрицательный – о его улучшении. В данном случае в периоды январь - февраль, март-июнь и ноябрь-декабрь линия графика имеет положительный наклон, что говорит об ухудшении

БП в эти периоды. Наихудшие показатели были в мае и июне. Корректирующие мероприятия были необходимы в мае, июне, июле и августе, когда кумулятивные суммы имели положительные значения. Возможно, это связано с увеличением количества полетов и повышенной нагрузкой на систему ОВД.

В остальные периоды года разброс значений показателя БП был в допустимых пределах и дополнительных мероприятий не требовалось.

4.6 Прогнозирование показателя уровня безопасности полетов

Прогнозирование показателя БП в авиационной деятельности, как описано в нашей статье [118], всегда являлось важной задачей, которая также входит в круг задач контроллинга. Решению данной задачи на основе построения различных трендов и «пирамид риска» уделено много внимания в работах проф. А.Г. Гузия [110, 113]. Показано, что такое прогнозирование дает практические результаты на уровне авиакомпаний. Разработан метод экспертной корректировки прогноза, который применяется в авиакомпании «Волга-Днепр» с 2005 г. [40].

Имеются разработки по применению для прогнозирования регрессионных моделей с учетом эффекта от внедрения управленческих решений [104, 114]. В диссертационной работе рассмотрено использование для решения задачи двух методов краткосрочного прогнозирования: по принципу экспоненциального сглаживания данных и методом Хольта.

Метод экспоненциального сглаживания, как описано в нашей статье [118], используется для прогнозирования на 1 период вперед. Формула расчета из [115]:

$$K_{r+1}^n = \alpha K_r^\Phi + (1 - \alpha)U, \quad (4.15)$$

где K_{r+1}^n - прогнозируемое значение показателя на следующий период;

K_r^Φ - фактическое значение показателя за текущий период;

α - параметр сглаживания, $\alpha = \frac{2}{n+1}$, где n - число наблюдений в интервале сглаживания. Прогнозируем Кбп по месяцам 2023 г. по данным за 12 месяцев 2022

г., при этом α изменяется от $\alpha = \frac{2}{12+1} = 0,167$ до $\alpha = \frac{2}{24+1} = 0,008$.

U - экспоненциально взвешенная средняя.

По [115] параметр U - это среднее значение показателя в предыдущем периоде, и при прогнозировании по месяцам 2023 г. U будет изменяться от среднего за 12 месяцев 2022 г. до среднего за 23 месяца, как описано в статье [118].

Результата расчета сведены в таблицу 4.16. Рассчитаны относительные погрешности прогноза $\varepsilon_r = \left| \frac{K_r^\phi - K_r^\pi}{K_r^\phi} \right|$, они используются для расчета средней погрешности MAPE (*Mean Absolute Percentage Error* [117]):

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_1^n \varepsilon_r \cdot 100. \quad (4.16)$$

Таблица 4.16 Данные 2022 г. и прогнозирование в 2023 г.

Фактические данные 2022 г.												
	янв	фев	мар	апр	май	июн	июл	авг	сен	окт	ноя	дек
K_r^ϕ	19,09	14,70	16,27	13,52	13,61	17,76	5,50	13,90	10,32	18,68	14,00	23,52
Фактические данные и прогноз на 2023 г. MAPE=20,67%												
K_r^ϕ	10,97	17,72	11,66	20,87	23,39	16,44	13,10	16,47	14,22	11,74	15,03	17,78
K_r^π	16,48	14,22	15,33	14,36	15,80	16,48	15,74	15,28	15,66	15,39	15,03	15,30
ε_r	0,50	0,20	0,32	0,31	0,32	0,00	0,20	0,07	0,10	0,31	0,00	0,14

Прогноз по [115], как описано в нашей статье [118], признается отличным при $10\% > MAPE$, хорошим при $10\% < MAPE < 20\%$ и удовлетворительным при $20\% < MAPE < 30\%$, т. е. данный прогноз весьма близок к хорошему уровню.

Прогнозирование уровня БП методом Хольта по [115] выполняется, как описано в статье [118], на основе экспоненциального сглаживания с учетом тренда.

Значения экспоненциально сглаженного ряда $K_r^{пс}$:

$$K_r^{пс} = \alpha K_{r-1}^\phi + (1 - \alpha)(K_{r-1}^{пс} - T_{r-1}), \quad (4.17)$$

где T_{r-1} - величина тренда за предыдущий период.

Для первого периода $K_r^\pi = K_r^\phi$, далее расчет ведется с учетом тренда:

$$T_r = \beta + (1 - \beta T_{r-1}),$$

$$K_r^{\Pi} = K_{r-1}^{\Pi} + T_r \quad (4.18)$$

где β - коэффициент сглаживания тренда, α и β выбираются в интервале от 0 до 1.

Первоначально, как описано в нашей статье [118], $\alpha = \beta = 0,5$. Результаты расчета - в табл. 4.17.

Прогноз [118], можно улучшить с помощью функции MS Excel "Поиск решения"⁹. Подбираются оптимальные $\alpha=0,16$ и $\beta=0,65$, что минимизирует целевую функцию MAPE. Получен хороший прогноз с MAPE=15,29.

Интерфейс программы - на рисунке 4.9, а уточненный прогноз - в табл. 4.18.

Таблица 4.17 Первоначальное прогнозирование методом Хольта. MAPE=20,64%

	янв	фев	мар	апр	май	июн	июл	авг	сен	окт	ноя	дек
K_r^{Φ}	10,97	17,72	11,66	20,87	23,39	16,44	13,10	16,47	14,22	11,74	15,03	17,78
$K_r^{\Pi c}$	10,97	14,35	12,16	16,64	18,96	16,59	14,88	16,12	15,08	13,63	14,80	16,23
T_r	0,00	1,69	-0,25	2,12	2,22	-0,08	-0,89	0,17	-0,43	-0,94	0,11	0,77
K_r^{Π}	10,97	10,97	16,03	11,91	18,75	21,17	16,52	13,99	16,30	14,65	12,68	14,92
$K_r^{\Phi} - K_r^{\Pi}$	0,00	6,75	-4,37	8,96	4,64	-4,73	-3,42	2,48	-2,08	-2,91	2,35	2,86
ε_r	0,00	0,38	0,38	0,45	0,20	0,29	0,26	0,15	0,15	0,25	0,16	0,16

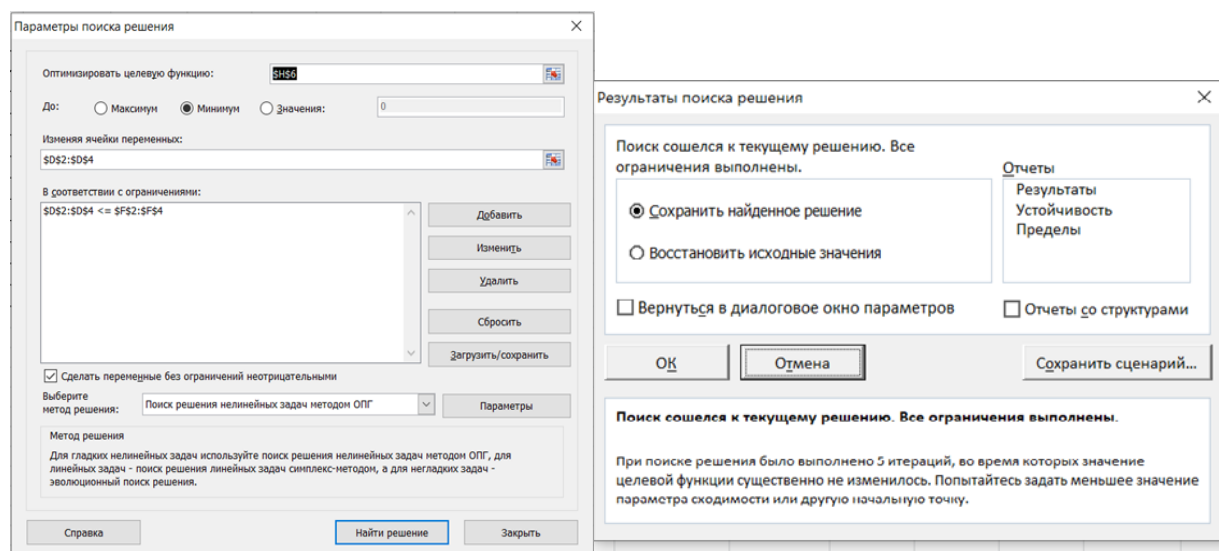


Рисунок 4.9 - Интерфейс программной функции Excel «Поиск решения»

⁹ Руководство по использованию функции MS Excel "Поиск решения"

URL: <https://microexcel.ru/funkczija-poisk-resheniya/?ysclid=lqtb1wapdo508027718#poisk-resheniya-exc-1>.

Таблица 4.18 Прогнозирование методом Хольта с оптимизацией коэффициентов
MAPE=15,29%

	янв	фев	мар	апр	май	июн	июл	авг	сент	окт	ноя	дек
K_r^ϕ	10,97	17,72	11,66	20,87	23,39	16,44	13,10	16,47	14,22	11,74	15,03	17,78
$K_r^{пс}$	10,97	12,03	11,39	13,02	13,81	13,50	13,35	13,89	13,67	13,39	13,81	14,26
T_r	0,00	0,69	-0,17	1,00	0,86	0,10	-0,06	0,33	-0,03	-0,19	0,20	0,36
$K_r^п$	10,97	10,97	12,72	11,22	14,02	14,68	13,60	13,29	14,22	13,64	13,20	14,01
$K_r^\phi - K_r^п$	0,00	6,75	-1,06	9,65	9,37	1,76	-0,50	3,18	0,00	-1,90	1,83	3,77
ε_r	0,00	0,38	0,09	0,46	0,40	0,11	0,04	0,19	0,00	0,16	0,12	0,21

На рисунке 4.10 представлена диаграмма фактического Кбп и результаты применения двух методов его краткосрочного прогнозирования.

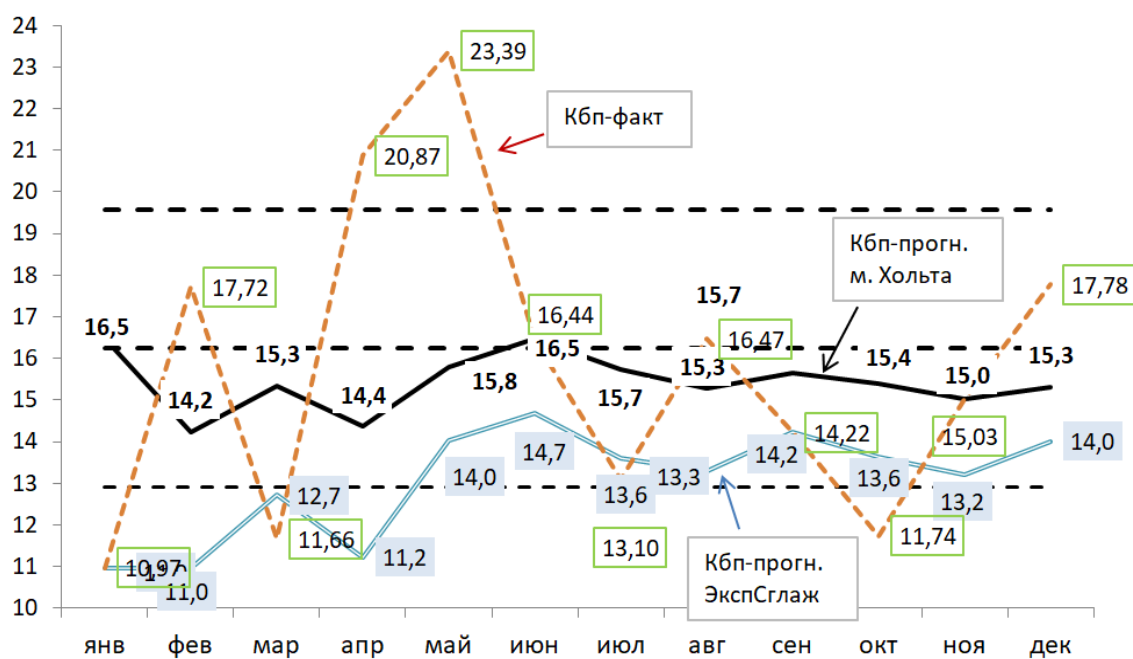


Рисунок 4.10 - Результаты прогнозирования Кбп двумя способами

Выводы по главе 4

1. Разработанный метод расчета и мониторинга показателя БП является важным элементом контроллинга организации ОВД - единой системы управления деятельностью предприятия.

2. Анализ показал, что:

- ключевые показатели БП, установленные в ГА РФ, не имеют убедительного обоснования, например, заданные значения важного показателя - числа погибших на миллион перевезенных - значительно хуже фактического значения в ГА РФ и на порядок хуже его фактического уровня в мировой ГА;

- принятые в СУБП Госкорпорации по ОрВД численные показатели БП на основе статистики авиационных событий (АС) не отражают объективно состояние БП, поскольку не учитывается степень серьезности АС, а указания в РУБП по ведению мониторинга противоречивы;

- необходимо привести к единообразию порядок учета АС, связанных с ОВД, по категориям событий в системах учета Росавиации и Госкорпорации по ОрВД.

3. Предложены поправки в методику расчета целевого и пороговых уровней показателя БП, рекомендуемую ИКАО, в части уточнения формулы расчета СКО и использования не точечных, а интервальных оценок.

4. Разработан сбалансированный показатель уровня БП в организации по ОВД.

5. Показана возможность и преимущества использования для мониторинга предлагаемого показателя методов простого и взвешенного скользящего среднего и метода кумулятивных сумм.

6. Разработана методика применения для краткосрочного прогнозирования уровня БП метода экспоненциального сглаживания и метода Хольта с оценкой точности прогноза по реальным данным организации по ОВД.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате работы цель диссертационного исследования достигнута в полном объеме: решена научная задача разработки методов оценки эффективности СУБП организации по ОВД в целях совершенствования ее функционирования для предотвращения авиационных происшествий и повышения уровня БП при АНО.

Получены следующие основные результаты.

1. Разработан новый метод проведения проверки СУБП организации ОВД, который, в отличие от действующих, учитывает возможность оценки частичного внедрения требований Воздушного законодательства РФ, а также выполнение в организации Стандартов ИКАО, которые пока не внедрены в РФ, и рекомендаций международных организаций.

2. Разработан с использованием современных технологий экспертного оценивания количественный показатель эффективности СУБП, который позволяет ранжировать организации по уровню «зрелости» СУБП и стимулирует их на более полное внедрения SARPs ИКАО и передовых мировых практик по управлению безопасностью полетов.

3. Впервые в практике управления БП применена разработанная автором нейро-нечеткая модель (сеть ANFIS) оценки рисков с использованием значений степени проявления индикаторов риска, выявленных при проверке или при самообследовании в организации по ОВД. Модель повышает возможности проактивное управления рисками в рамках современного риск-ориентированного подхода к надзорно-контрольной деятельности.

4. Показана возможность построения сети ANFIS для проактивной оценки суммарного риска в программной среде Matlab, что позволяет автоматизировать процедуры оценки и применить методику в любом авиапредприятии.

5. Разработан метод расчета и мониторинга нового сбалансированного показателя уровня БП (SPI), при этом обоснованы поправки в методику расчета

целевого (SPT) и пороговых уровней БП, рекомендуемую ИКАО.

6. Предложены различные методы мониторинга SPI и краткосрочного прогнозирования, которые рассматриваются как элементы оперативного контроллинга - перспективного направления в развитии теории и практики управления авиапредприятием.

7. Внедрение методов оценки эффективности СУБП в организациях по ОВД позволит повысить роль СУБП в обеспечении БП и достичь снижения количества отклонений от установленных правил оценочно на 10-15%.

8. Дальнейшая разработка темы может вестись по следующим направлениям:

- продолжать работу по формированию контрольных вопросов проверки СУБП организации ОВД с учетом изменений в нормативных документах;
- расширить набор индикаторов риска с привлечением опытных специалистов в области АНО в качестве экспертов;
- рассмотреть возможность разработки специального ПО для разработанной модели ANFIS, применимой в деятельности организации по ОВД, с целью дальнейшей автоматизации процедур оценки риска;
- популяризировать полученные в диссертации результаты, в том числе принципы и философию контроллинга, как современного подхода к управлению предприятием;
- использовать полученные результаты исследования для совершенствования учебного процесса подготовки студентов и слушателей курсов повышения квалификации МГТУ ГА.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

АИ - авиационный инцидент

АК – авиакомпания

АО — акционерное общество

АНО - аэронавигационное обслуживание

АП - авиационное происшествие

АСУР - автоматизированной системы управления рисками

АС – авиационное событие

БП – безопасность полетов

ВАК – высшая аттестационная комиссия

ВПП – взлетно-посадочная полоса

ВС – воздушное судно

ГА – гражданская авиация

ГосПБП - Государственной программы по безопасности полетов

ГОСТ - государственный стандарт

ЕврАзЭС — Евразийское экономическое сообщество

ИКАО – международная организация гражданской авиации

ИСО - международная организация по стандартизации

ИБП – инспекция по безопасности полетов

ИВП — использование воздушного пространства

КВП – контрольный вопрос проверки

КПК – курсы повышения квалификации

КРОС - коэффициента риска отклонений и событий

ЛП – лингвистическая переменная

ЛПР - лицо принимающее решение

МР — методические рекомендации

МЭК - международная электротехническая комиссия

НИР – научно-исследовательская работа

ОАО — открытое акционерное общество

ОВД - обслуживание воздушного движения на основе наблюдения

ОВИ - огни высокой интенсивности

ООО — общество с ограниченной ответственностью

ОМИ — огни малой интенсивности

ПРАПИ – правила расследования авиационных происшествий и инцидентов

ПИО — полётно - информационное обслуживание

ПКС – потенциально конфликтная ситуация

ПП – постановление Правительства РФ

ПРС - потенциальная рискованная ситуация

РАН — Российская академия наук

РУБП – руководство по управлению безопасностью полетов

РеГЦ — региональный центр

РТОП- радиотехническое обеспечение полетов

РТС - радиотехнических средства

РФ – Российская Федерация

СУБД – система управления базами данных

СУБП - система управления безопасностью полетов

СОК - средств объективного контроля

ТО - техническое обслуживание

ТОГБУ — Тамбовское областное государственное бюджетное учреждение

УБП и К — управление безопасности полетов и качества

УВД – управление воздушным движением

ЦФО — Центральный федеральный округ

ФАВТ – Федеральное агентство воздушного транспорта

ФАП – федеральные авиационные правила

ФГУП — федеральное государственное унитарное предприятие

ФЗ – федеральный закон

ФО – фактор опасности

ФП – функция принадлежности

ФСНСТ - Федеральная служба по надзору в сфере транспорта

ФЗ — Федеральный закон

ЦП ИВП центр планирования использования воздушного пространства

ЭРТОС - эксплуатация радиотехнического оборудования и связь

ANFIS - адаптивная сеть на основе системы нечеткого вывода

ARMS - управление рисками авиакомпании

ATM - организация воздушного движения

ATIS - служба автоматической передачи информации в районе аэродрома

DME - всенаправленный дальномерный радиомаяк

FIS – система нечеткого вывода

GBAS - наземная система функционального дополнения

MAPE - абсолютная средняя ошибка в процентах

QNH - атмосферное давление, приведенное к уровню моря

RNAV - зональная навигация

RNP - требуемые навигационные характеристики

RVSM - сокращенные интервалы вертикального эшелонирования

SARPs - Стандарты и Рекомендуемые практики ИКАО

SPI - показатель уровня БП

SPT - целевое значение показателя уровня БП

SRBS - подход к осуществлению надзора на основе оценки риска для БП

TLS - целевой уровень БП для ОВД

VOR/DME- наземный азимутально - дальномерный радиомаяк.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Воздушный кодекс Российской Федерации № 60-ФЗ [Текст] / [Федер. закон: принят Гос. Думой 19 марта 1997 г. одобрен Советом Федерации 5 марта 1997 г.].
2. О Единой системе организации воздушного движения Российской Федерации. [Текст] / Федер. закон: [принят Постановлением Правительства РФ от 28 августа 2015 г. N 901].
3. Госкорпорация по ОРВД [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://gkovd.ru/activities/>.
4. Об утверждении Положения об оперативных органах единой Системы организации воздушного движения Российской Федерации и типовых структурных схем оперативных органов единой Системы организации воздушного движения Российской Федерации. [Текст] / Приказ ФАВТ от 25.12.2019 № 1414-п.
5. Приложение 11 к Конвенции о международной гражданской авиации. Обслуживание воздушного движения [Текст] / Международная организация гражданской авиации (ИКАО). – Издание четырнадцать, 2016.
6. Федеральные правила использования воздушного пространства [Текст] / Постановление Правительства РФ от 11.03.2010 № 138.
7. Федеральные авиационные правила «Радиотехническое обеспечение полетов воздушных судов и авиационная электросвязь в гражданской авиации» [Текст] / Приказ Минтранса РФ от 20.10.2014 № 297 (ФАП-297).
8. Приложение 10 к Конвенции о международной гражданской авиации. Авиационная электросвязь [Текст] / Международная организация гражданской авиации (ИКАО). т. 1 - 6-е изд. 2006 г., т. 2 -7-е изд. 2007 г., т. 3 – 2-е изд. 2007 г.
9. Правила аэронавигационного обслуживания. Организация воздушного движения [Текст] / Doc. 4444 PANS-ATM ИКАО, изд. 16.- 2016 - 508 стр.
10. Приложение 19 к Конвенции о международной гражданской авиации. Управление безопасностью полетов [Текст] / Международная организация

гражданской авиации (ИКАО). – 2-е изд., 2016 – 44 с.

11. Правила разработки и применения систем управления безопасностью полетов воздушных судов, а также сбора и анализа данных о факторах операционной деятельности и рисках, создающих угрозу безопасности полетов гражданских воздушных судов, хранения этих данных и обмена ими в соответствии с международными стандартами Международной организации гражданской авиации и признании утратившими силу некоторых актов Правительства РФ [Текст] / Постановление Правительства РФ от 12.04.2022 № 642.

12. Федеральные авиационные правила «Требования к юридическим лицам, осуществляющим аэронавигационное обслуживание полетов воздушных судов пользователей воздушного пространства РФ. Форма и порядок выдачи документа, подтверждающего соответствие юридических лиц указанным требованиям» [Текст] / Приказ Минтранса РФ от 14.07.2015 г. № 216 (ФАП-216).

13. Федеральные авиационные правила «Организация воздушного движения в Российской Федерации» [Текст] / Приказ Минтранса РФ от 25.11.2011 № 293 (ФАП-293).

14. Положение о федеральном государственном контроле (надзоре) в области гражданской авиации [Текст] / Постановление Правительства РФ от 30.06.2021 № 1064.

15. О государственном контроле (надзоре) и муниципальном контроле в РФ [Текст] / Федеральный закон от 31.07.2020 № 248-ФЗ.

16. Руководство по организации контроля за обеспечением безопасности полетов. Часть А «Создание государственной системы контроля за обеспечением безопасности полетов и управление этой системой» [Текст] / Doc. 9734 – AN/959, ИКАО, 2-е изд., 2006. – 51 с.

17. Руководство по процедурам эксплуатационной инспекции, сертификации и постоянного надзора [Текст] / Doc. 8335 – AN/879, ИКАО, 5-е изд., 2010.

18. Braithwaite, J. Responsive Regulation: Transcending the Deregulation Debate.

New York: Oxford University Press, 1992. / John Braithwaite Responsive Regulation: Transcending the Deregulation Debate.

19. Braithwaite, J. Responsive Regulation and Developing Economies World Development – 2006 – Vol. 34, № 5. – P. 884–898, 2006.: DOI:10.1016/j.worlddev.2005.04.021.

20. Ahmad N. Responsive Regulation and Resiliency: The Renewable Fuel Standard and Advanced Biofuels // Virginia Environmental Law Journal. 2018. Vol. 36, Iss. 2. P. 40. URL: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3106907. (дата обращения: 04.07.2023).

21. Куниен, В.А. Риск-ориентированный подход в контрольно-надзорной деятельности: международный опыт и особенности применения в российских условиях. [Текст] / В.А. Куниен, И.В. Уварова. Экономика и управление., 2019. – № 2 (160) – С. 59–68.

22. Соловьев, А.И. Риск-ориентированный подход в системе государственного контроля и надзора в налоговой сфере. [Текст] / А.И. Соловьев; Экономика. Налоги. Право. – 2017. – Т. 10. – № 6 – С. 139–146.

23. Авдийский, В.И. Экономическая безопасность современной России: риск-ориентированный подход к ее обеспечению [Текст] / В.И. Авдийский, В.М. Безденежных; Экономика. Налоги. Право. – 2016. – Т. 9. – № 3 – С. 6–132.

24. Дос. 10004: Глобальный план безопасности полетов. [Текст] / ИКАО 2014–2016. – ИКАО, 2013. – 76 с.

25. Дос. 10004: Глобальный план безопасности полетов. [Текст] / ИКАО 2023–2025. – ИКАО, 2022. – 58 с.

26. Безопасность России. Правовые, социально-экономические и научно-технические аспекты. Анализ рисков и управление безопасностью. (Методические рекомендации). [Текст] / Рук. авт. коллектива Н. А. Махутов, К. Б. Пуликовский, С. К. Шойгу. – М.: МГФ «Знание», 2008. – 672 с.

27. Дос. 10084: Руководство по оценке факторов риска для полетов гражданских воздушных судов над зонами конфликтов или вблизи их. [Текст] /

ИКАО, 3-е изд., 2023.

28. Sharov V.D., Vorobyov V.V., Zatuchny D.A. Risk Management Methods in the Aviation Enterprise. Springer Link, 2021. – 146 p. URL: <https://www.springer.com/book/9789813360167>. (дата обращения: 07.10.2023).

29. Doc. 9859: Руководство по управлению безопасностью полётов [Текст] / (РУБП). ИКАО, 4-е изд. 2018. – 218 с.

30. ГОСТ Р 58771-2019 Менеджмент риска. Технологии оценки риска. Москва: Издательство Стандартиформ, 2020.

31. Об утверждении форм проверочных листов, применяемых при осуществлении федерального государственного транспортного надзора в области ГА, использования воздушного пространства РФ, аэронавигационного обслуживания пользователей воздушного пространства РФ. [Текст] / Приказ ФСНСТ от 14.09.2017 № ВБ-888фс

32. Шаповал, А.Н. Анализ состояния БП при предоставлении ОВД в ОЗП 2022–2023. [Текст] / Доклад на совещании, апрель 2023 г.

33. Safety Management Systems Assessment Guide TP 14326E, 05/2005. – URL: <http://www.caa.lv/upload/userfiles/files/SMS/Transport%20Canada/TP14326E%20SMS%20assessment%20guide.pdf>. (дата обращения: 07.10.2023).

34. EASA Management System assessment tool v.01-06, 2017 URL: <https://www.easa.europa.eu/en/document-library/general-publications/management-system-assessment-tool>. (дата обращения: 07.10.2023).

35. U.S. Department of Transportation FAA, September 2017 Determining the Effectiveness of SMS. DOT/FAA/TC-17/24, [Электронный ресурс] <http://www.tc.faa.gov/its/worldpac/techrpt/tc17-24.pdf>. (дата обращения: 07.10.2023).

36. Моргунов, Е.П. Краткое описание метода Data Envelopment Analysis. / Е.П. Моргунов, О.Н. Моргунова. Версия 0.1 URL: http://morgunov.org/docs/DEA_intro.pdf. (дата обращения: 07.10.2023).

37. Об утверждении форм проверочных листов (списков контрольных

вопросов, ответы на которые свидетельствуют о соблюдении или несоблюдении контролируемым лицом обязательных требований), применяемых ФСНСТ и ее территориальными органами при осуществлении федерального государственного контроля (надзора) в области ГА. [Текст] / Приказ ФСНСТ от 27.01.2022 N ВБ-51 фс.

38. Методические рекомендации территориальным органам Росавиации по проверкам СУБП поставщиков услуг (части I, II, III, IV), утв. Заместителем руководителя ФАВТ 13.12.2019.

39. Орлов, А.И. Организационно-экономическое моделирование. [Текст] / Учебник: в 3 ч. / А.И. Орлов. – М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011, Ч.2; Экспертные оценки. – 486 с.

40. Гузий, А.Г. Методология экспертного исследования состояния социотехнических систем. [Текст] / А.Г. Гузий, Ю.А. Майорова – М.: Издательство Физматлит, 2022. – 208 с.

41. Орлов, А.И. Опыт экспертного оценивания условных вероятностей редких событий при разработке автоматизированной системы прогнозирования и предотвращения авиационных происшествий. [Текст] / А.И. Орлов, Ю.Г. Савинов, А.Ю. Богданов – Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2012. Том 14. № 4(2). - С. 501-506.

42. Хрусталева, С.А. Математические методы оценки эффективности управленческих решений. [Текст] / С.А. Хрусталева, А.И. Орлов, В.Д. Шаров. // «Заводская лаборатория. Диагностика материалов», 2013 – Т. 79, №11. – С. 67–72.

43. Подиновский, В.В. Введение в теорию важности критериев в многокритериальных задачах принятия решений. [Текст] / В.В. Подиновский. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 64 с.

44. Анохин, А.М. Методы определения коэффициентов важности критериев. [Текст] / А.М. Анохин, В.А. Глотов, В.В. Павельев, А.М. Черкашин // Автоматика и телемеханика. – 1997. – № 8. – С. 3–35.

45. Лобанов, А.С. Основные понятия квалиметрии. [Текст] / А.С. Лобанов //

Научно-техническая информация. Сер. 1, Организация и методика информационной работы. 2013. – № 5. – С. 11–22.

46. Азгальдов, Г.Г. Квалиметрия для всех: [Текст] / учеб. пособие / Г.Г. Азгальдов, А.В. Костин, В.В. Садовов ; М.: Издательский Дом ИнформЗнание, 2012. – 165 с.

47. Патругин, Ю. А. Балльное шкалирование признаков [Текст] / Ю.А. Патругин // Экономика и мат. методы. – 1970. – Т. 6, № 6. – С. 887–893.

48. Чекмарев, А.П. Квалиметрия и управление качеством. [Текст] / Ч1 Квалиметрия: учебное пособие / А.Н. Чекмарев. - Самара. Изд-во Самарский государственный аэрокосмический университет имени С. П. Королёва, 2010. – 172 с.

49. Белов, В.М. Метод балльных оценок показателей коэффициентов весомости. [Текст] / В.М. Белов // Вестник Московского гос. агроинженерного университета им. В.П. Горячкина». – 2010. – №4 (35). – С. 15–19. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metod-ballnoy-otsenki-pokazateleykoeffitsientov-vesomosti?ysclid=lppklaofp904218090>. (дата обращения: 05.05.2023).

50. Вентцель, Е.С. Теория вероятностей. [Текст] // учебник для вузов. – 10-е изд. Е.С. Вентцель. – М.: Издательство Высшая школа, 2006. – 575 с.

51. Пиганов, М.Н. Экспертные оценки в управлении качеством радиоэлектронных средств. [Текст] / Учебное пособие М.Н. Пиганов, Г.А. Поддипнов. - Самарский государственный аэрокосмический университет имени С.П. Королёва, 2004. – 122 с.

52. Литвак, Б.Г. Экспертные технологии в управлении: учебное пособие. [Текст] / Б.Г. Литвак. — М.: Дело, 2004.— 400 с.

53. Гурман, В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика. [Текст] / учебник для вузов. 12-е изд. В.Е. Гурман. – М.: Издательство Юрайт, 2020. – 479 с.

54. О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля. [Текст] / Федеральный закон от 26.12.2008 № 294.

55. Об утверждении перечня индикаторов риска нарушения обязательных

требований при осуществлении федерального государственного контроля (надзора) в области ГА. [Текст] / Приказ Минтранса от 30.11 2021 № 423.

56. Правила расследования авиационных происшествий и инцидентов с гражданскими воздушными судами в Российской Федерации. [Текст] / Постановлением Правительства РФ от 18.06.1998 № 609 (ПРАПИ-98).

57. Порядок функционирования непрерывной системы профессиональной подготовки, включая вопросы освидетельствования, стажировки, порядка допуска к работе, периодичности повышения квалификации руководящего и диспетчерского персонала. [Текст] / Приказ Минтранса РФ от 14.04.2010 № 93.

58. Федеральные авиационные правила «Порядок осуществления радиосвязи в воздушном пространстве РФ». [Текст] / Приказ Минтранса РФ от 26.09.2012 № 362 (ФАП-362).

59. Орлов, А.И. Искусственный интеллект: статистические методы анализа данных: учебник. [Текст] / А.И. Орлов – М.: Издательство Ай Пи Ар Медиа, 2022. – 843 с.

60. M. Hadjimichael. A fuzzy expert system for aviation risk assessment. // Expert Systems with Applications, V. 36, – no. 3, – P. 6512–6519, (2009), DOI:[10.1016/j.eswa.2008.07.081](https://doi.org/10.1016/j.eswa.2008.07.081).

61. K. Jenab, J. Pineau. Automation of Air Traffic Management Using Fuzzy Logic Algorithm to Integrate Unmanned Aerial Systems into the National Airspace. // International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE) V. 8, – No. 5, – P. 3169–3178 (2018) DOI:[10.11591/ijece.v8i5.pp3169-3178](https://doi.org/10.11591/ijece.v8i5.pp3169-3178).

62. Sharov V.D., Vorob'ev V.V. Fuzzy risk assessment of aviation events. // Scientific Bulletin of MSTUCA,. Vol. 20, – No. 03, 2017 P. 6–12. URL: <https://avia.mstuca.ru/jour/article/view/1075/950>. (дата обращения: 07.10.2023).

63. Орлов, А.И. Задачи оптимизации и нечеткие переменные. [Текст] / А.И. Орлов — Москва: Издательство Знание, 1980. – 64 с.

64. Штовба, С.Д. Проектирование нечетких систем средствами MATLAB. [Текст] / С.Д. Штовба – М.: Горячая линия. Телеком, 2007. – 288 с.

65. Емельянов, С.Г. Интеллектуальные системы на основе нечеткой логики и

мягких арифметических операций. [Текст] / С.Г. Емельянов, М.В. Титов, М.В. Бобырь – Москва: Издательство АРГАМАК-МЕДИА. 2014. – 341 с.

66. Ротштейн, А.П. Интеллектуальные технологии идентификации: нечеткая логика, генетические алгоритмы, нейронные сети. [Текст] / А.П. Ротштейн – Винница: Издательство УНИВЕРСУМ, 1999. – 320 с.

67. Еникеев, Р.В. Методика управления безопасностью полетов в организациях по техническому обслуживанию воздушных судов. [Текст] / Диссертация к.т.н., 2016., МГТУ ГА.

68. Борисов, В.В. Нечеткие модели и сети. [Текст] / В.В. Борисов, В.В. Круглов, А.С. Федулов – М.: Горячая линия – Телеком, 2007. – 284 с. URL: https://www.rulit.me/data/programs/resources/pdf/Borisov_Nechetkie-modeli-i-seti_RuLit_Me_676022.pdf. (дата обращения: 07.10.2023).

69. Осипов, Ю.С. Большая российская энциклопедия: [в 35 т.] гл. ред. Ю.С. Осипов. [Текст] / Москва. Большая российская энциклопедия, 2004 – 2017.

70. Рутковская, Д. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы. [Текст] / Д. Рутковская, М. Пилиньский, Л. Рутковский – М.: Горячая линия – Телеком, 2006. – 452 с.

71. J-S. R. Jang ANFIS: Adaptive-network-based Fuzzy Inference System. // IEEE Transactionson System Manand Cybernetics 23(3), 1993. p. 665–685. DOI:[10.1109/21.256541](https://doi.org/10.1109/21.256541)

72. Хижняков, Ю.Н. Алгоритмы нечеткого, нейронного и нечетко-нейронного управления в системах реального времени. [Текст] / Ю.Н. Хижняков - Издательство Пермского Государственного университета., 2013. – 160 с.

73. Броневиц А.Г. Нечеткие модели анализа данных и принятия решений. Учебное пособие [Текст] / А.Г. Броневиц, А.Е. Лепский - Москва: Издательский дом Высшей школы экономики, 2022. – 264 с.

74. Галушкин, А.И. Нейронные сети: основы теории [Текст] / А.И. Галушкин – М.: Горячая линия-Телеком, 2010. – 496 с.

75. Горбаченко, В.И. Интеллектуальные системы: нечеткие системы и сети.

Учебное пособие для вузов [Текст] / В.И. Горбаченко, Б.С. Ахметов, О.Ю. Кузнецова. – 2-е изд. — Москва: Издательство Юрайт, 2019. – 105 с. URL: <https://urait.ru/bcode/444125>. (дата обращения: 07.09.2023).

76. Богатилов, В.Н. Построение систем управления на основе нейронных сетей: [Текст] / Учебно-методическое пособие. В.Н. Богатилов, Л.В. Дранишников, А.Е. Пророков. – Апатиты: Издательство КФ ПетрГУ, 2011. – 41 с. URL: <http://www.dstu.dp.ua/Portal/Data/3/19/3-19-b9.pdf>. (дата обращения: 07.10.2023).

77. Морданов, М.А. Система контроллинга как основа эффективного управления рисками деятельности отечественных авиакомпаний. [Текст] / М.А. Мординов // Экономическая теория, анализ, практика. 2020, №: 6. – С. 150–162. DOI 10.24411/2071-6435-2020-10059.

78. Пономарева, Е.В. Контроллинг на предприятии. Учебное пособие. [Текст] / Е.В. Пономарева. - СПб.: Издательство Санкт-Петербургского университета управления и экономики, 2012. – 188 с.

79. Манн, Р. Контроллинг для начинающих. Перевод с немецкого: Р. Манн, Э. Майер. – М.: Издательство Финансы и статистика, 1992. – 208 с.

80. Потылицина Е.А. Генезис понятия «контроллинг». // Экономика, управление и учет на предприятии. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/genezis-ponyatiya-kontrolling?ysclid=lqz2ojj7i210105725> (дата обращения: 07.10.2023).

81. Орлов, А.И. Выявление отклонений в контроллинге (на примере мониторинга уровня безопасности полетов). [Текст] / Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №01(095). С. 184–203. – URL: <http://ej.kubagro.ru/2014/01/pdf/08.pdf> (дата обращения: 07.10.2023).

82. Карминский, А.М. Контроллинг. [Текст] / учебник. А.М. Карминский, С.Г. Фалько, А.А. Жевага, Н.Ю. Иванова; под ред. А.М. Карминского, С.Г. Фалько. – 3-е изд., дораб. – М.: Издательский Дом «ФОРУМ»: ИНФРА-М, 2013. – 336 с.

83. Гришунин, С.В., Муханова Н.В., Сулосева С.В. Разработка концепции

риск-контроллинга для промышленного предприятия. // Организатор производства, 2018. – Т. 26, №1. – С. 45–56. DOI: 10.25065/1810-1894-2018-26-1-45-56.

84. Муталов С.В., Мусина Д.Р. Формирование системы контроллинга промышленной безопасности в нефтегазовой компании. [Текст] / Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело», 2014, №4 С. 341-352. URL: https://ogbus.ru/files/ogbus/issues/4_2014/ogbus_4_2014_p341-352_MutalovSV_ru.pdf (дата обращения: 02.09.2023).

85. Калинин, В.В. Контроллинг, как инструмент обеспечения экономической и технологической безопасности высокотехнологических компаний оборонно-промышленного комплекса РФ. [Текст] / В.В. Калинин. Вестник Алтайской академии экономики и права., 2019. – № 2-2. – С. 273–278; URL: <https://vaael.ru/ru/article/view?id=323&ysclid=lr4gypwziq467381539> (дата обращения: 02.09.2023).

86. Шаров, В.Д. Анализ недостатков в описании процедур управления риском безопасности полетов в документах ИКАО. [Текст] / В.Д. Шаров, Б.П. Елисеев, В.В. Воробьев. // Научный вестник МГТУ ГА, 2019, Т. 22, (2), – С. 49–61. URL: <https://doi.org/10.26467/2079-0619-2019-22-2-49-61>. (дата обращения: 01.09.2023).

87. Leveson N.G. Engineering a Safer World. - The MIT Press Cambridge, Massachusetts, London, England, 2011.

88. CAP-784 State Safety Programme for the UK. 2009. – 60 с. URL: <https://www.afeonline.com/shop/caa-cap-784.html> (дата обращения: 01.09.2023).

89. A Statistical Analysis of Commercial Aviation Accidents 1958-2021. - Airbus, 2022. р. 36 URL: <https://accidentstats.airbus.com/sites/default/files/2022-02/Statistical-Analysis-of-Commercial-Aviation-Accidents-1958-2021.pdf>. (дата обращения: 01.09.2023).

90. Federal Aviation Administration FY2022 Portfolio of Goals. – 127 p. URL: https://www.faa.gov/sites/faa.gov/files/2022/04fy22_portfolio_goals.pdf. (дата обращения: 01.09.2023).

91. Шаров, В.Д. Оценка эффективности СУБП поставщика услуг. [Текст] / В.Д. Шаров, В.П. Каюмов, С.А. Толстых // Научный вестник ГосНИИ ГА., 2020. № 30 (341). – С. 117–128.
92. 2021 Safety Report, IATA, Issued April 2022, Ed. 58. 269 p. URL: https://www.iata.org/contentassets/bd3288d6f2394d9ca3b8fa23548cb8bf/iata_safety_report_2021.pdf. (дата обращения: 02.09.2023).
93. Doc. 9859. Руководство по управлению безопасностью полётов (РУБП). – ИКАО, 3-е изд., 2013. – 300 с.
94. Reich P.G. Analysis of long-range air traffic systems – Separation Standards I // The Journal of Navigation, Volume 50, Issue 3, September 1997, P. 436–447 DOI: <https://doi.org/10.1017/S0373463300019068>.
95. Doc. 9689. Руководство по методике планирования воздушного пространства для определения минимумов эшелонирования. - ИКАО, 1998.
96. Safety Minima Study. Review of Existing Standards and Practices/ Eurocontrol, 2000. – 44 p. URL: <https://skybrary.aero/bookshelf/src-doc-1-safety-minima-study-review-existing-standards-and-practices>. (дата обращения: 01.10.2023)
97. Щербakov, Л.К. Проблема обоснования национального уровня БП при ОрВД и возможные пути ее решения в РФ., 2005 [Текст] / Архив научных работ и статей, связанных с организацией воздушного движения в РФ. URL: <https://ovdrf.ru/page/182>. (дата обращения: 01.09.2023).
98. Обухов, Ю.В. Имитационные модели, алгоритмы и программы для анализа безопасности полетов в системе управления воздушным движением. [Текст] // Диссертация к.т.н., М., ФГУП ГосНИИ АС, 2019. – 132 с.
99. Руководство по управлению безопасностью полетов ФГУП «Госкорпорация по ОрВД», [Текст] / Приказ ФГУП «Госкорпорация по ОрВД» от 15.12.2022 № 772-П.
100. Категории Авиационных Событий, ФАВТ, версия 1.6, 2016 – 30 с.
101. Приложение 13 к Конвенции о международной гражданской авиации. Расследование авиационных происшествий и инцидентов [Текст] /ИКАО, Изд. 12,

2020. – 80 с.

102. Большедворская, Л.Г. Безопасность полетов гражданских воздушных судов. [Текст] / Учебник Л.Г. Большедворская, В.В. Воробьев, Б.В. Зубков и др. АПР, 2021. – 440 с.

103. Nisula J. Operational Risk Assessment. Next Generation Methodology, 2009, URL: <https://skybrary.aero/bookshelf/operational-risk-assessment-next-generation-methodology-presentation-jari-nisula-behalf-th>. (дата обращения: 01.09.2023).

104. Толстых, С.А. Методика управления безопасностью полетов в деятельности операторов аэродромов. [Текст] / Диссертация к.т.н., МГТУ ГА, 2022. – 128 с.

105. Прохоров, А.М. Большой энциклопедический словарь, гл. ред. А.М. Прохоров – Москва: Сов. Энциклопедия; Санкт-Петербург: Фонд «Ленинградская галерея», 2002. – 1628 с.

106. ГОСТ Р - 58771-2019. Менеджмент риска. Технологии оценки риска. [Текст] / Москва, Издательство Стандартиформ, 2020. – 90 с.

107. A. Habibi. A. Sarafrazi, S. Izdyar Delphi Technique Theoretical Framework in Qualitative Research/ The International Journal Of Engineering And Science (UES)/ V.3, Issue 4, 2019 – P. 8–13. URL: <https://parsmodir.com/wp-content/uploads/2018/11/Delphi2014-En.pdf>. (дата обращения: 01.08.2023)

108. Орлов, А.И. Как проверить соответствие факта плану. [Текст] / Международная конференция «Чарновские чтения» МГТУ им Н.Э. Баумана, декабрь 2023 г.

109. Орлова, И.В. Экономико-математическое моделирование. Практическое пособие по решению задач. [Текст] /. учебник для вузов И.В. Орлова - Москва, 2014. – 144 с.

110. Система управления безопасностью полетов эксплуатанта воздушных судов. [Текст] / Курс обучения персонала авиакомпании. Под ред. д-ра техн. наук, проф. А.Г. Гузия. – М.: Издание Академия Жуковского, 2021. – 182 с.

111. Орлов, А.И. Выявление отклонений в контроллинге (на примере мониторинга

уровня безопасности полетов) [Текст] / А.И. Орлов, В.Д. Шаров // Политематический сетевой электронный научный журнал Научный журнал КубГАУ – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №01 (095). С. 184–203.: URL: <http://ej.kubagro.ru/2014/01/pdf/08.pdf>. (дата обращения: 01.09.2023).

112. ГОСТ Р ИСО 7870-4-2013 Статистические методы. Контрольные карты. Ч.4 Карты кумулятивных сумм.

113. Гузий, А.Г. Количественное оценивание показателей текущего уровня безопасности полетов эксплуатанта воздушных судов. [Текст] : А.Г. Гузий, А.М. Лушкин // Проблемы безопасности полетов. – 2008. – № 10 – С. 3–12.

114. Бойко, Н.С. Прогнозирование показателей безопасности полетов с учетом внедрения управленческого решения на основе регрессионных моделей. [Текст] / Н.С. Бойко, А.В. Лошаков // Вестник Ульяновского государственного технического университета., 2022 – № 2. – С. 74–76.

115. Бутакова, М.М. Методы экономического прогнозирования. [Текст] / учебное пособие М.М. Бутакова – 2-е изд., испр. – М. Клорус., 2000. – 168 с.

116. Гомонко, Э.А. Управление затратами на предприятии: учебник. [Текст] / Э.А. Гомонко, Т. Ф. Тарасова – М.: КНОРУС, 2010. – 320 с.

117. S. Kim, H. Kim A new metric of absolute percentage error for intermittent demand forecasts. // International Journal of Forecasting, 2016, 32 (3), p. 669–679. DOI:10.1016/j.ijforecast.2015.12.003.

118. Образцов, Р.А., Анализ сбалансированного показателя безопасности полетов как ключевой элемент оперативного контроллинга в организации по ОВД. [Текст] / Р.А. Образцов, В.Д. Шаров // Научный вестник МГТУ ГА. 2024; 27(3): С. 67-80.DOI: <https://doi.org/10.26467/2079-0619-2024-27-3-67-80>

119. Образцов, Р.А. О применении нечетких нейронных сетей в рамках риск-ориентированного подхода к контрольно-надзорной деятельности в гражданской авиации [Текст] / Р.А. Образцов, В.Д. Шаров // Научный Вестник МГТУ ГА. 2023. Т. 26, No 1. С. 58–71. DOI: 10.26467/2079-0619-2023-26-1-58-71.