

Федеральное агентство воздушного транспорта
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации»

На правах рукописи

МЕЛЬНИК Дмитрий Михайлович

**МЕТОД ВЫЯВЛЕНИЯ КРИТИЧЕСКИХ СОЧЕТАНИЙ
ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛЕТОВ ПРИ
АУДИТЕ И МОНИТОРИНГЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ АВИАЦИОННОГО
ПРЕДПРИЯТИЯ НА ОСНОВЕ НЕЧЕТКОГО
МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОГО ПОКАЗАТЕЛЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ**

05.22.14 Эксплуатация воздушного транспорта

Диссертация
на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Научный руководитель:
доктор технических наук,
профессор Куклев Евгений Алексеевич

Санкт-Петербург 2021

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	6
Глава 1. Схема и принципы кластеризации в интегрированной системе управления качеством и управления безопасностью полетов на авиационном предприятии.....	20
1.1. Нормативно-правовая база системы управления качеством и системы управления безопасностью полетов.....	20
1.2. Интерпретация схемы решения задач диссертации	23
1.3. Общая схема решения проблемы и задач диссертации.....	24
1.4.Схема кластеризации в интегрированной системе управления качеством и безопасностью полетов.....	26
1.5. Принципы кластеризации в интегрированной системе качества и безопасности полетов.....	30
1.6. Показатели качества и показатели безопасности полетов в интерфейсах модели SHELL в системе авиационного предприятия.....	32
Выводы по главе 1.....	33
Глава 2. Взаимосвязь между показателями качества и показателями безопасности полетов в интегрированной системе авиационного предприятия.....	34
2.1. Сбалансированная система показателей авиационного предприятия.....	34
2.2. Корреляционный анализ показателей на авиационном предприятии.....	37
2.3. Анализ взаимосвязи показателей качества и показателей безопасности полетов методом главных компонент.....	40
2.4. Факторы опасности поставщика услуг гражданской авиации.....	53
2.5. Виды факторов опасности поставщика услуг гражданской авиации.....	58
2.6. Типы факторов опасности поставщика услуг гражданской авиации.....	61
2.8. Оценка рисков с точки зрения системного подхода на авиационном предприятии.....	63

Выводы по главе 2.....	72
Глава 3. Метод выявления критических сочетаний элементов системы качества и безопасности полетов на авиационном предприятии.....	74
3.1. Основные методы обеспечения функционирования процессов управления.....	74
3.2. Виды мониторинга и измерения на авиационном предприятии. Кластеризация процессов	77
3.3. Оценка процессов авиационного предприятия.....	80
3.4. Профиль процессов авиационного предприятия.....	86
3.5. Методы непрерывного мониторинга на авиационном предприятии.....	90
3.6. Риски возникновения функциональных отказов элементов в интегрированной системе при оценке процессов авиационного предприятия.....	93
3.7. Интегрированная модель процесса авиационного предприятия, с точки зрения управления качеством и управления безопасностью полетов.....	95
3.8. Факторы внешней среды авиационного предприятия при оценке процессов.....	100
3.9. Схема решения задачи по поиску критических элементов в интегрированной системе управления безопасностью полетов для авиационного предприятия.....	102
3.10. Многокритериальный показатель эффективности, определенный в нечетких множествах.....	105
3.11. Проверка результатов вычислений с использованием методик «адаптивного скольжения» и «сравнения».....	107
3.12. Схема обеспечения безопасности полетов при риск-ориентированном подходе.....	108
Выводы по 3 главе.....	109

Глава 4. Выявление критических элементов на авиационном предприятии.....	111
4.1. Выявление критических элементов авиационных систем на авиационных предприятиях.....	111
4.2. Модель процессов авиационного предприятия.....	112
4.3. Классы показателей авиационного предприятия.....	112
4.4. Алгоритм поиска критических элементов системы авиационного предприятия. Нормирование показателей.....	114
4.5. Массив факторов опасности и корреляционный анализ критических элементов и рисков событий класса 1.....	117
4.6. Оценка критических элементов класса 1.....	119
4.7. Критически опасные элементы класса 2 «Организация летной работы».....	120
4.8. Критические элементы класса 3 «Поддержание летной годности воздушных судов».....	122
4.9. Критические элементы класса 4 «Наземное обслуживание».....	123
4.10. Критически опасные элементы класса 5 «Внешнее взаимодействие авиационной системы авиакомпании».....	123
4.11. Сценарий катастрофы авиационного предприятия.....	124
4.12. Уравнение катастрофы авиационного предприятия.....	125
4.13. Разработка и реализация корректирующих мероприятий по снижению уровня рисков факторов опасности.....	126
Выводы по главе 4.....	127
4. Заключение.....	128
5. Список сокращений.....	131
5. Литература.....	132
Приложение к диссертации:	
Приложение к диссертации 1 «Общее описание показателей».....	143
Приложение к диссертации 2 «Показатели качества и показатели безопасности полетов авиационного предприятия»	144

Приложение к диссертации 3 «Результаты вычисления критических элементов авиационного предприятия»	155
Приложение к диссертации 4.1 «Проверка результатов вычислений критических элементов на основе методики «адаптивное скольжение».....	165
Приложение к диссертации 4.2 «Проверка результатов вычислений критических элементов на основе методики «сравнение».....	172
Приложение к диссертации 5 «Перспективы применения метода поиска критических элементов авиационных систем организаций гражданской авиации на основе информации об авиационных событиях при осуществлении государственного надзора в области гражданской авиации».....	178

ВВЕДЕНИЕ

В диссертации рассматриваются вопросы эффективности деятельности авиационного предприятия, выполняющего коммерческие воздушные перевозки, на основе интеграции системы управления качеством (далее - СУК) и системы управления безопасностью полетов (далее - СУБП). Такую интеграцию для поставщиков обслуживания рекомендует делать ИКАО в пункте 9.7.6 «Руководства по управлению безопасностью полетов» (DOC 9859, издание 4-е, 2018) [105].

Объект исследования: интегрированная система управления качеством и безопасностью полетов на авиационном предприятии.

Миссия диссертационного исследования – найти общий критерий эффективности для СУК и СУБП во взаимосвязанной функциональной системе авиационного предприятия, в рамках интегрированного управления риском (IRM), в соответствии с концепцией ИКАО, изложенной в пункте 1.4.3 DOC 9859, издание 4-е, 2018 [105].

В работе предлагается вариант решения концепции ИКАО на основе подхода Fuzzy Sets (нечеткое множество), путем определения многокритериального показателя эффективности в нечетких множествах. Такое решение позволяет эффективно управлять безопасностью полетов воздушных судов на основе риск-ориентированного подхода.

Предмет исследования: взаимосвязь показателей в интегрированной системе авиационного предприятия.

За основу исследований приняты методы многокритериальных оценок сложных систем, предложенных профессором Е.А. Куклевым [111] (ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации»).

Актуальность темы: В настоящее время в гражданской авиации Российской Федерации для юридических лиц, выполняющих коммерческие воздушные перевозки, в федеральных авиационных правилах [87] установлены обязательные требования по разработке и внедрению в авиационных предприятиях как СУК, так и СУБП. Кроме этого, с целью совершенствования

предоставляемых услуг, работ в добровольном порядке производится сертификация организаций авиационного транспортного комплекса по международным стандартам качества ISO серии 9000 [85, 86].

При этом разработка и внедрение СУК и СУБП зачастую происходит независимо друг от друга, что, в свою очередь, создает сложность в реализации разработанных методов и принципов двух систем. Вместе с тем интеграция СУК и СУБП в отдельно взятом авиационном предприятии, создаст условия для четкого и слаженного управления как в области качества, так и в области безопасности полетов.

В пункте 9.7.6.6 документа ИКАО 9859 [105] указано, что, учитывая взаимодополняющий характер СУБП и СУК, возможна интеграция обеих систем без ущерба функционирования каждой из них. Далее предлагается обобщенный перечень основных взаимосвязей между СУК и СУБП, один из которых предполагает учет в деятельности СУК выявленных факторов опасности и средств контроля рисков при планировании и проведении внутренних проверок.

Кроме этого, в документе ИКАО 9859 [105] установлено, что успешное управление факторами риска в авиации должно быть направлено на снижение общего риска в системе, включая все задействованные функциональные системы (пункт 1.4.3). Для авиационного предприятия этот процесс содержит аналитическую оценку всей системы на самом высоком уровне и предполагает в себе «интегрированное управление факторами риска» (IRM) таких систем как СУК и СУБП.

IRM направлено на снижение общего риска организации [105]. Это достигается путем количественного и качественного анализа факторов риска, а также эффективности и воздействия процессов управления факторами риска, характерными для данной области деятельности. СУК и СУБП являются основными функциональными системами авиационного предприятия. Таким образом, их интеграция способствует эффективному внедрению и реализации IRM.

В глобальном плане обеспечения безопасности полетов, принятом в 2019 году на 40 сессии Международной организации гражданской авиации (ИКАО), поставлена желательная цель в области безопасности полетов: к 2030 году свести к нулю число погибших в происшествиях при выполнении коммерческих воздушных перевозок и в дальнейшем поддерживать такой уровень [112]. При этом конкретных методик для осуществления поставленной цели ИКАО на сегодняшний день не предлагает.

Следовательно, для достижения желательной цели в области безопасности полетов к 2030 году по сведению к нулю числа погибших в происшествиях при выполнении коммерческих воздушных перевозок и поддержанию в дальнейшем такого уровня, потребуются от мирового научного авиационного сообщества новые решения, способные значительно улучшить состояние безопасности полетов в гражданской авиации.

Одной из основных форм функционирования СУК и СУБП на авиационных предприятиях является проведение надзора, проверок, инспекций, аудитов. Технический надзор в гражданской авиации РФ существует с момента ее основания, т.е. с 09 февраля 1923 года. Наиболее известные формы проверок используются в мировой гражданской авиации в виде аудитов (ИКАО, ИАТА).

а) Традиционный подход.

Аудит деятельности авиационного предприятия в ГА применяется для определения степени соответствия установленным критериям аудита.

В настоящее время аудиты выполняются на основе методик усредненных сумм индикаторов типа «0» или «1», или выполняемости в %, от нормативного показателя (степени выполнения) заданной операции по каждому измерению процесса.

При этом усредненные суммы $\{...i_Q, i_S...\}$ в множествах M_Q, M_S получаются независимыми друг от друга и расставляются последовательно, по правилам аудита: $I_{Q*} < I_{Q**}; I_{S*} < I_{S**}$, в соотношениях между расчетными показателями (**), и критическими значениями (*), получаемыми при мониторинге M_Q, M_S . Задача по определению критичности элементов, как правило, не входит в современные

традиционные схемы аудита. А если такие задачи ставятся, то критичность определяется субъективно, без достаточных обоснований.

В представленной схеме показатели I_{Q^*}, I_{S^*} независимы друг от друга. В то же время в ИКАО обращается внимание на то, что определение взаимосвязей между показателями может решить достаточно широкий круг проблем по обеспечению безопасности полетов.

Концепция ИКАО о взаимных системных связях параметров в выделенных множествах M_Q, M_S не может быть реализована по указанной схеме, упрощенные решения не удастся найти. Здесь (традиционная схема аудита) интегральные уровни *нечеткие* (условные, экспертные) из-за ограниченности «статистик» при эпизодических сеансах мониторинга.

Подобные методы неявно отражают состояние неопределенности производимых оценок, что в свою очередь подтверждает необходимость совершенствования известных решений.

б) Современные проблемы поиска решений

1. Мощности M_Q, M_S (размерности) велики ($\gg 100$).
2. Множества M_Q, M_S коррелируются. Существуют критические сочетания элементов в интегральных усредненных значениях I_{Q^*}, I_{S^*} индикаторов.

в) Рекомендации ИКАО:

1. ИКАО предлагает выявлять подобные взаимные связи в $\{\dots i_Q, i_S \dots\}$ (например, пункт 4.3.2.4 документа ИКАО (DOC 9859), издание четвертое 2018) [105], но готовых решений не предложено в виду сложности и нечеткости.

2. В мировом сообществе принято оценивать полезность положительной деятельности на основе комплексного показателя, содержащего признаки показателей двух видов (например, надежность и безопасность).

3. В соответствии с концепцией IRM (ИКАО) *искомый многокритериальный показатель эффективности* $\hat{K}_{Q,S}$, измеряемый *через понятие «риск»*, может решить проблемы неопределенности при проведении аудитов: $\hat{K}_{Q,S} \sim K_{Q,S} = (I_{Q^*}, I_{S^*} | M_Q, M_S, \hat{R}_*)$, где \hat{R}_* - приемлемый уровень риска.

$\hat{K}_{Q,S}$, - является нечетким, учитывается в риск-ориентированном подходе (РОП) при оценке критичности сочетаний показателей из M_Q, M_S .

4. Подобный методический прием был применен в данной диссертации на основе принципов кластеризации факторов по признакам *«существования свойств функциональности избранных элементов»* с проактивной оценкой \hat{R}_* .

Таким образом, исследование по теме выявления критических сочетаний элементов в авиационной системе является актуальным и востребованным в настоящее время специалистами, занимающимися вопросами качества и безопасности полетов, и нуждается в научном обосновании методов и принципов поиска решений.

Научная задача диссертационного исследования: разработка метода выявления критических элементов авиационного предприятия на основе риск-ориентированного подхода, с использованием нечеткого многокритериального показателя эффективности в интегрированной системе управления качеством и безопасностью полетов.

Степень научной разработанности темы исследования:

Эволюция процесса обеспечения безопасности полетов в XX веке начиналась с эры технических факторов, после чего наступила эра человеческих факторов. В то время безопасность полетов предполагала предотвращение авиационных событий путем реагирования на случающиеся в авиационных транспортных системах негативные события (катастрофы, аварии, серьезные авиационные инциденты). В Министерстве Обороны СССР успешно применялись методы экспертного прогнозирования на основе корреляционного, регрессионного анализа (автор Пахомов О.В. МГТУ ГА). В начале XXI века мировая авиация переходит в организационную эру, где управление безопасностью полетов производится в дополнение к реагирующему методу, проактивным и прогностическим методами. При этом используются статистические методы управления безопасностью полетов на основе данных полетной информации, результатов внутренних и внешних аудитов (инспекций), статистических методов управления качеством [23, 46, 47, 85, 86] и

безопасностью полетов. В рамках прогностического подхода используются механизмы мониторинга для всех возможных неблагоприятных ситуаций, анализа тенденций и системных процессов и среды, о которых идет речь в документе ИКАО «Руководство по управлению безопасностью полетов» [105]. Такие подходы вполне успешно применялись и применяются в гражданской авиации в контексте организационной эры управления безопасностью полетов и изложены в научных трудах Куклева Е.А., Зубкова Б.В., Костылева А.Г., Коваленко Г.В., Балясникова В.В., Кармалева Б.А., Шарова В.Д., Лушкина А.М., в трудах зарубежных авторов: Ф. Хоукинса, Д. Ризона, С. Снука, Д. Петерсона.

В менеджменте риска в системе факторного управления безопасностью, ориентированного в том числе и на эксплуатантов, рассматривались вопросы перехода от вероятностного анализа безопасности, основанного на качественных показателях надежности, к концепции НРБ (надежность, риски, безопасность) теории системной безопасности [72]. Такие исследования проводились авторами: Северцев Н.А., Г.Н. Гипич, Е.А. Куклев, В.С. Шапкин, Аронов Н.А., Рухлинский В.М., Бурматов С.В., Орловский С.А.

В указанных исследованиях не рассматривались практические вопросы обеспечения безопасности полетов на авиационных предприятиях, разработанные на основе многокритериальных методов оценки сложных систем в нечетких множествах. Ранее применявшиеся методы по предупреждению авиационных происшествий, проактивного и прогностического подхода в управлении безопасностью полетов не рассматривали взаимосвязь основных элементов авиационной системы, построенных в нормативно-правовом поле, с рисковыми событиями повседневной деятельности. Теория нечетких множеств, теория системной безопасности не применяются в настоящее время на авиапредприятиях ГА РФ. В то время как такие методы могут предложить достаточно результативные и эффективные решения в области обеспечения безопасности полетов. Например, подобные разработки успешно применяются в NASA (США) [28].

Метод определения критических элементов системы авиационного предприятия (организации гражданской авиации) на основе рисков событий, который был разработан в ходе диссертационного исследования, основан на анализе стандартных требований ИКАО к авиационным системам, соответствует нормативно правовой базе федеральных авиационных правил в гражданской авиации РФ. Он позволяет более эффективно по сравнению с ранее применявшимися методами управлять безопасностью полетов в общесистемной эре, представляющей собой новый уровень развития науки в области интегрированного управления риском системы (с 2010 года), в соответствии с рекомендациями, установленными в 4-й редакции документа ИКАО «Руководство по управлению безопасностью полетов» 2018 г. [105].

Таким образом, степень научной разработанности проблемы диссертации состоит из трех компонентов:

1. Система управления качеством.
2. Система управления безопасностью полетов.
3. Теория системной безопасности.

В настоящее время в РФ проверка СУБП поставщиков услуг проводится в соответствии с методическими рекомендациями территориальным органам Росавиации, размещенными на официальном сайте Федерального агентства воздушного транспорта [113]. Данные рекомендации разработаны на основе НИР «Методические рекомендации по проведению оценки функционирования СУБП». В соответствии с указанными рекомендациями в ГА РФ предлагаются методики по оценке эффективности СУБП. Указанные методы оценки эффективности СУБП поставщиков услуг строятся на основе усредненных сумм разного рода индикаторов и не предполагают риск-ориентированный подход (подробно разобрано в разделе 1.1 диссертации).

Таким образом, метод выявления критических сочетаний элементов авиационных систем на основе нечеткого многокритериального показателя эффективности, разработанный в диссертации, в настоящее время является

наиболее рациональным способом оценки эффективности функционирования СУБП, поскольку предполагает в себе риск-ориентированный подход.

Целью диссертационного исследования является создание метода обнаружения и поиска критических взаимных обратных связей элементов из множеств поражающих факторов, характеризующих измеримые при аудите показатели качества и показатели безопасности полетов, в интегрированной системе управления качеством и безопасностью полетов, в соответствии с концепцией ИКАО об интегрированном управлении риском (IRM).

Для достижения поставленной цели решены следующие задачи:

1. Разработка принципов кластеризации СУК и СУБП и построение моделей связей во взаимосвязанных массивах данных при аудите и мониторинге деятельности авиационного предприятия: $M_{\Sigma} = M_Q \cup M_S$, эквивалентно

$$M_{\Sigma} \sim (M_Q, M_S).$$

2. Определение степени взаимосвязи (обратной связи) между элементами авиационной системы и установление их «критичности».

3. Взвешивание значимости по ущербам критических элементов авиационной системы на основе моделей рискованных событий при разработке корректирующих (упреждающих) мероприятий по предотвращению неблагоприятного события (по ИКАО: Mitigation of Risks).

4. Апробация разработанных алгоритмов и метода аудита на авиационном предприятии отрасли ГА РФ.

Научная новизна работы заключается в следующем:

1. Предложены принципы кластеризации параметров в интегрированной системе управления качеством и безопасностью полетов, отличающиеся от традиционных подходов измерения значений показателей в авиационных системах тем, что первоначально главная вектор-строка результатов мониторинга разбивается на две части («сламывается») по функциональным признакам модулей системы управления качеством (СУК) и системы управления безопасностью полетов (СУБП) с дополнительным разбиением на кластерные

фрагменты с каждой из двух избранных частей для анализа нечетких сценариев возникновения неблагоприятного события.

2. Предложено применить расщепление укрупненного множества показателей авиационного предприятия на несколько кластеров по критерию максимальной корреляции и функциональным признакам, что, в отличие от современных методик усреднения сумм различных параметров, позволяет определить обобщенный многокритериальный показатель интегрированной системы на основе взаимосвязи между показателями и достоверно составить «уравнение катастрофы», чтобы повысить эффективность корректирующих управлений состоянием системы для обеспечения приемлемого уровня риска.

3. Разработан метод выявления критических элементов авиационной системы, который в отличие от ныне используемых методов обеспечения безопасности полетов на основе обобщенных оценок, позволяет достоверно выявлять критические элементы авиационной системы в условиях неопределенности с применением теории нечетких множеств.

4. Применены методики «сравнения» и «адаптивного скольжения» двух видов кластерных фрагментов показателей, взятых из двухмерной «сломанной вектор-строки», обеспечивающие совпадение размерности множеств показателей, получаемых с применением общей вектор-строки на двух подмножествах разной длины, что повышает достоверность оценок разработанного метода выявления критических элементов авиационной системы.

5. Получены сценарии возникновения цепей критических элементов (по типу Дж. Ризона (ИКАО) в авиационной системе по методу наиболее достоверного «минимального сечения отказов» (по типу «теории надежности»), на примере авиационного предприятия, что в отличии от современных схем выявления факторов опасности и оценки их риска, позволяет проактивно обеспечивать безопасность полетов воздушных судов на основе риск-ориентированного подхода.

Теоретическая значимость работы определяется новизной методологии определения показателей в области качества и в области безопасности полетов, составления сценария и построения уравнения неблагоприятного события в авиационной системе авиационного предприятия на основе принципов интеграции СУК и СУБП, при применении типового корреляционного анализа, используемого в методах факторного анализа двух производных множеств.

Практическая значимость работы заключается в разработке нового метода по выявлению критических элементов авиационной системы на основе риск-ориентированного подхода. Использование данных о «критических элементах системы», включаемых в уравнение катастрофы, обеспечивает оценивание результатов влияния упреждающего управления на состояние безопасности полетов с учетом степени коррелированности с показателями качества. Практическая ценность применения риск-ориентированного подхода для управления безопасностью полетов с учетом результатов аудита и непрерывного мониторинга подтверждается внедрением разработанного метода на авиационном предприятии.

Соискателем внедрен на авиационном предприятии метод поиска критических элементов авиационной системы с оценкой уровня значимости ущерба на цепях событий в форме сценариев.

Методологией и методами исследования диссертации послужили международные стандарты по управлению качеством ISO серии 9000, документы Международной гражданской авиации (ИКАО), разработки NASA, совместные стандарты Международной некоммерческой организации по стандартизации в области электрических, электронных и смежных технологий (МЭК) и Международной организации по стандартизации (ИСО), Постановления Правительства РФ, регулирующие отношения в области качества и безопасности полетов, федеральные авиационные правила, методические разработки ведомств гражданской авиации Союза Советских Социалистических Республик, Российской Федерации, труды отечественных и зарубежных ученых, материалы международных конференций по вопросам управления качеством и

безопасностью полетов на предприятиях воздушного транспорта. В работе использовались корреляционный анализ, метод главных компонент. Использована диаграмма Парето, причинно-следственная диаграмма Исикавы.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Схема и принципы кластеризации массивов данных в интегрированной системе управления качеством и безопасностью полетов, основанные на унифицированной трактовке каждого элемента множества как факторов опасности и разделении их по функциональным признакам и областям мониторинга на показатели качества и показатели безопасности полетов.

2. Алгоритм анализа показателей качества и показателей безопасности полетов, позволяющий определять взаимосвязи между элементами множеств факторов опасности с использованием нечеткого многокритериального показателя эффективности в интегрированной системе управления качеством и безопасностью полетов на авиационном предприятии.

3. Метод выявления критических сочетаний элементов в интегрированной системе управления качеством и безопасностью полетов, основанный на риск-ориентированном подходе, что позволяет разрабатывать дополнительные корректирующие воздействия для обеспечения безопасности полетов на достоверных оценках состояния авиационной системы в полном соответствии с концепцией ИКАО об интегрированном управлении риском (IRM).

4. Результаты внедрения на авиационном предприятии метода поиска критических элементов авиационной системы с оценкой уровня значимости ущерба на цепях событий в форме сценариев, подтверждающих эффективность и практичность разработанного метода.

Соответствие содержания диссертации требованиям специальности 05.22.14 «Эксплуатация воздушного транспорта»:

п. 4. Системный анализ и управление процессами эксплуатации объектов воздушного транспорта;

п. 5. Развитие теории и методологии совершенствования методов и форм организации, систем и технологических процессов эксплуатации объектов воздушного транспорта;

п. 7. Совершенствование методов и средств управления и планирования, повышения эффективности деятельности авиапредприятий, механизации и автоматизации процессов эксплуатации воздушного транспорта.

Степень достоверности результатов. Степень обоснованности и достоверности результатов проведенных исследований обеспечены:

- использованием общепризнанных результатов, полученных отечественными и зарубежными исследователями в области теории и практики управления рисками, сопоставлением с ними самостоятельно полученных результатов;

- использованием современных методов сбора и обработки исходной информации при статистическом анализе и интерпретации полученных результатов;

- сравнением результатов вычислений со статистическими данными, характеризующими фактическое состояние системы на авиационном предприятии;

- апробацией основных результатов исследования в научных публикациях и на международных научно-технических конференциях.

Апробация результатов исследования. Материалы исследования докладывались, обсуждались и были одобрены на международных и всероссийских конференциях, что подтверждено документами их организаторов:

2-я международная конференция «Эффективность и качество на воздушном транспорте – 2012» (Москва, Центр стратегических разработок в гражданской авиации (ЦСР ГА), 15 ноября 2012 года);

Международная практическая конференция, посвященная 45-летию университета МГТУ ГА «Гражданская авиация на современном этапе развития науки, техники и общества (Москва, МГТУ ГА, 18-20 мая 2016 года);

16 Международная конференция «Авиация и космонавтика» (Москва, «МАИ», 20-24 ноября 2017 года).

2-й научно-практический семинар «Инновационные подходы модернизации аэропортовой инфраструктуры» (Санкт-Петербург, «СПГУ ГА», 30 ноября 2018 года).

V Международная научно-практическая конференция «Менеджмент качества. Транспортная и информационная безопасность, информационные технологии» (Государственная академия промышленного менеджмента им. Н.П. Пастухова (Академия Пастухова) 7-11 сентября 2020. Ярославль).

VI международный практический семинар «Безопасность полетов. Безопасность топливообеспечения» (Москва, ОНАДА, 6 апреля 2021).

II форум «Российская современная авионика - 2021» (Санкт-Петербург, АО «Навигатор» - 22-23 апреля 2021).

IV международная конференция «Деловая авиация», в рамках XV международной выставки деловой авиации RUBAE 2021 (Москва, Внуково-3, 09-10 сентября 2021).

В 4 главе диссертации описано внедрение метода на авиационном предприятии. При этом использованные данные предназначены исключительно для научных целей и взяты по условным значениям в условный период деятельности типового авиационного предприятия. Описание показателей, представленные в приложениях, основаны на действующем законодательстве РФ для авиационных предприятий, выполняющих коммерческие перевозки, а также на историческом опыте функционирования ряда авиационных предприятий.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка сокращений, списка использованной литературы, имеет пять приложений. Работа изложена на 180 страницах машинописного текста, содержит 27 рисунков, графиков и иллюстраций, 49 таблиц, 68 формул, библиографию из 121 наименования.

Личное участие автора в получении результатов. Диссертация соискателя является научной работой, написанной самостоятельно. Личный вклад состоит в определении актуальности темы, цели и задач исследования, поиске источников информации, получении и анализе исходных данных, выборе объекта и предмета исследования.

Теоретические и методические положения, выводы и рекомендации, содержащиеся в диссертации, являются результатом самостоятельного исследования соискателя, которые заключаются:

- в исследовании показателей авиационного предприятия, разделении множества показателей на показатели качества и показатели безопасности полетов;
- в осуществлении мониторинга данных показателей включая проведение внутренних проверок (аудитов, инспекций) подразделений авиационных предприятий;
- в определении методов установления обратных связей между показателями качества и показателями безопасности полетов;
- в выявлении критических сочетаний элементов системы управления качеством и системы управления безопасностью полетов;
- в составлении уравнения неблагоприятного события;
- в разработке рекомендаций по устранению бифуркации (разветвление и обрыв процесса), что позволяет утверждать об исключении возникновения неблагоприятного события в дальнейшей деятельности авиационного предприятия.

Основные теоретические и практические положения диссертации, результаты исследования докладывались на международных и российских научно-практических конференциях. По теме диссертации соискателем опубликовано 14 работ, в том числе в изданиях, определенных перечнем ВАК – 12, из них по научной специальности 05.22.14 – 4; в других изданиях – 2.

Глава 1. СХЕМА И ПРИНЦИПЫ КЛАСТЕРИЗАЦИИ В ИНТЕГРИРОВАННОЙ СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ И УПРАВЛЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ПОЛЕТОВ НА АВИАЦИОННОМ ПРЕДПРИЯТИИ

1.1. Нормативно-правовая база системы управления качеством и системы управления безопасностью полетов

В соответствии с законодательством Российской Федерации [18] важнейшей задачей федеральных органов исполнительной власти является осуществление поддержки субъектов хозяйственной деятельности, внедряющих системы качества на основе государственных стандартов [85, 86] в целях повышения конкурентоспособности предоставляемых услуг. При этом достижение уровня безопасности полетов, соответствующего международным и национальным требованиям, является одной из целей развития транспортной системы России на период до 2030 года [43].

Требования, разработанные для эксплуатантов коммерческой гражданской авиации Российской Федерации [87], подразумевают в себе наличие системы управления качеством (СУК) и системы управления безопасностью полетов (СУБП).

При этом из документов ИКАО следует, что СУК отвечает за производственную деятельность, СУБП отвечает за безопасность полетов воздушных судов.

Акцент в деятельности СУК направлен на соблюдение установленных в авиационном предприятии требований руководств, функций подразделений, должностных инструкций персонала, с целью соответствия требованиям действующего законодательства, сложившимся правилам поведения в области авиационной деятельности, политики авиационного предприятия в области качества, ожиданиям потребителей, договорным обязательствам с внешними организациями. Целью СУБП является гарантия эффективности обеспечения

безопасности полетов и поддержание безопасности полетов на приемлемом уровне (*приемлемый уровень обеспечения эффективности безопасности полетов (AloSP)*- это предусмотренный системой управления безопасностью полетов поставщика обслуживания, выраженный в виде целевого уровня и в показателях эффективности обеспечения безопасности полетов [105]).

СУБП отвечает за выявление факторов опасности, связанных с безопасностью полетов, оценку соответствующих рисков и внедрение эффективных средств контроля, в то время как СУК обеспечивает предоставление авиационных услуг, соответствующих установленным требованиям конкретного авиационного предприятия.

Интеграция СУК и СУБП в отдельно взятом авиационном предприятии создаст условия для четкого и слаженного управления как в области качества, так и в области безопасности полетов.

Само слово интеграция от латинского *integratio* – «соединение», процесс объединения частей в целое. Важным в данном исследовании является разработка принципов и методов интеграции СУК и СУБП на основе установления взаимосвязи между элементами и процессами авиационного предприятия.

Основной процедурой как в СУК, так и в СУБП является контроль установленных процессов, показателей, результатов деятельности организации. Одной из популярных и эффективных форм контроля, предусмотренной в международных стандартах [85, 86], является аудит деятельности организации.

В настоящее время проверка СУБП поставщиков услуг проводится в соответствии с методическими рекомендациями территориальным органам Росавиации, размещенными на официальном сайте Федерального агентства воздушного транспорта [113].

В указанных методических рекомендациях используется формула усредненных сумм разного рода показателей.

$$K_{\text{эфф}} = \frac{T_C * 20 + T_{CK} * 5}{(N_T - N_{TH})} + \frac{P_C * 4 + P_{CK}}{(N_C - N_{CH})} + \frac{P_P * 2 + P_{PK} * 0,5}{(N_P - N_{PH})}. \quad (1.1)$$

Таблица 1.1 – Значение коэффициента эффективности функционирования СУБП

Значения К эфф.	Уровень эффективности СУБП
10-19,0	Приемлемый
19,0-22,0	Хороший
Более 22,0	Высокий

Однако, формула расчета коэффициента эффективности функционирования СУБП, предлагаемая в методических рекомендациях, имеет ряд недостатков:

1. Не используется риск-ориентированный подход при решении вопросов обеспечения безопасности полетов.

2. Величины N_{TH}, N_{CH}, N_{PH} - не информативны, хотя в них может быть заложена опасность.

3. Представленное соотношение T_C, P_C, P_P не соответствует требованиям статьи 37 Конвенции о международной гражданской авиации (ИКАО) об обеспечении максимально достижимой степени единообразия правил, стандартов, процедур и организации договаривающихся государств.

Таким образом, данная методика представляет, прежде всего, интерес как контрольный структурируемый перечень обязательных и рекомендуемых положений с обобщенной оценкой эффективности функционирования СУБП поставщиков услуг, что безусловно оказывает методическую поддержку в организациях гражданской авиации при разработке и реализации СУБП. В то же время данная методика, как и другие методики по усреднению некоторых сумм индикаторов, неявно отражают состояние неопределенности при проведении оценок, что в свою очередь подтверждает необходимость совершенствования известных решений.

1.2. Интерпретация схемы решения задач диссертации

Аудит в гражданской авиации проводится по традиционной схеме, в которой определяется выполняемость процедур Φ_0 , как, например, представлено в добавлении В к главе 10 «Руководства по летной годности» (документ ИКАО 9760) «Процедура аудита в системы обеспечения качества в утвержденной организации технического обслуживания» [82]. При этом качество субъекта проверки K_Q - изолированный показатель качества находится как среднее арифметическое от качества всех проверенных процедур, что является главным недостатком данного подхода.

В этой традиционной схеме используется соотношение:

$$\{\varphi_1, \varphi_2\} \sim \Phi : \alpha, \alpha : \exists \Phi = \Phi_Q \cup \Phi_S \rightarrow K_{00} = \frac{1}{(n_1 + n_2)} \sum (\phi_{1i} + \varphi_{2j}), \quad (1.2)$$

где K_{00} - средний результат аудита по всему множеству показателей, составленному из двух независимых подмножеств, как принято в традиционной схеме, $\phi_{1i} + \varphi_{2j}$ - индикаторы, связанные соответственно с качеством и безопасностью полетов, Φ - множество условий, их сочетаний в которых функционирует субъект проверки.

Вместе с тем условия проведения аудита на авиационном предприятии предусматривают наличие разного рода показателей (1.3).

$$\Phi_0 = \left\{ \varphi_{0i} \mid \sum_{00} \right\}, i = 1, n \quad (1.3)$$

Корректность вычисления общего показателя качества определяется традиционным соотношением:

$$K_0 = \frac{1}{n} \sum \varphi_{0i}, \quad (1.4)$$

где φ_{0i} - индикаторы.

Предлагается произвести разделение (расщепление) общей строки показателей из K_0 на два вида: показатели качества $QMS \Rightarrow \{\varphi_1\} (Q)$ и показатели безопасности полетов $SMS \Rightarrow \{\varphi_2\} (S)$.

В рамках данной работы авиационное предприятие понимается как авиационная система, которая состоит из совокупности взаимосвязанных процедур в интегрированной системе управления качеством и безопасностью полетов.

Таким образом, комбинированный интегральный показатель K_{00} будет отражать более полную и полезную информацию о состоянии авиационной системы авиационного предприятия с точки зрения обеспечения качества и безопасности полетов.

Для определения свойств показателей по функциональным признакам следует провести кластеризацию (разделение, детализацию) процессов авиационного предприятия.

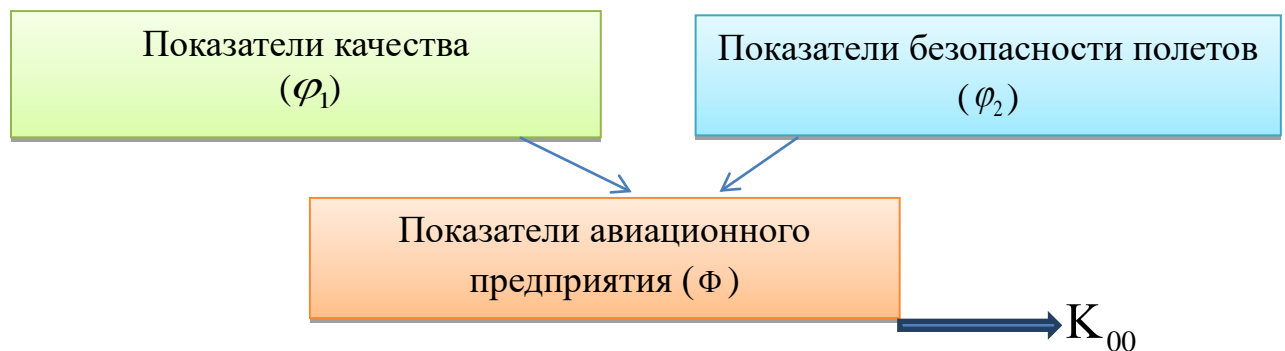


Рисунок 1.1. - Расщепление показателей качества и показателей безопасности полетов.

1.3. Общая схема решения проблемы и задач диссертации

а) **Исходная позиция:** интеграция системы СУК и СУБП предполагает в себе наличие комбинированного показателя (комбинированный показатель интегрированной авиационной системы), который зависит от изменений показателей качества и безопасности полетов:

$$K_{\Sigma} = f_{00}(Q, S | \Sigma_0, \Phi_0, \Phi_1). \quad (1.5)$$

Требуется создать по ИКАО алгоритм операции:

$$K_{\Sigma} \Rightarrow \tilde{K} \rightarrow \hat{K}_{*} = \tilde{f}_{01}(\tilde{K}), \quad (1.6)$$

где \hat{K}_{*} - критические элементы авиационной системы (такие элементы авиационной системы, цепочка из которых может привести к авиационному происшествию).

\tilde{K} - нечеткое множество в виде многих индикаторов (показателей) для групп (классов, типов) показателей качества и безопасности полетов по модулям или элементам из интегрированной системы S_{Σ} :

$$S_{\Sigma} : C_{\Sigma} = (Q, S | K_{\Sigma}, \Sigma_0, \Phi_0, \Phi_1), \quad (1.7)$$

Из этого следует, что для операций $K_{\Sigma} \rightarrow \tilde{K}_{\Sigma}$, следует выполнять: $\tilde{K}_{\Sigma} \rightarrow \hat{K}_{*}$.

Таким образом, необходимо искать соотношения для показателя аудита по риск-ориентированному подходу (ИКАО, ИСО) сначала в форме \tilde{K}_{Σ} , а затем для $\tilde{K}_{\Sigma*}$:

$$\tilde{K}_{\Sigma} = \tilde{f}_{01}(\{I_Q\}, \{I_S\} | \Sigma_0, \Phi_0, \Phi_1), \quad (1.8)$$

где $\{I_Q\}, \{I_S\}$ - множество индикаторов показателей при мониторинге в процедурах аудита.

Этапы перехода к риск-ориентированной модели включают в себя:

- Создание моделей рисков событий (сценариев, оценка ущербов, нахождение критических сценариев, сценариев по классам с функциональными признаками), в частности, по «неопределенности» Найта [32].

- Оценивание уровней интегральных рисков по IRM (ИКАО) – с учетом неопределенности и путем использования матриц оценки рисков по ИКАО с учетом неопределенности:

$$\hat{K}_{\Sigma} \in M_R(IRM) \Rightarrow \hat{K}_{\Sigma*} = \hat{R}_{\Sigma*}, \quad (1.9)$$

где $\hat{R}_{\Sigma*}$ - приемлемый риск (приемлемый уровень риска).

Таким образом, проблемы аудитов могут быть решены вполне корректно на счетном множестве параметров в интегрированной системе в рамках риск-

ориентированного подхода (ISO) [85] и интегрированного управления риском (IRM, ICAO) [105], что позволит отразить основные особенности исследуемых (измеримых) процессов при аудите по новой методике:

$$S_{\Sigma} : C_{\Sigma} = (Q, S | K_{\Sigma}, \Sigma_0, \Phi_0, \Phi_1). \quad (1.10)$$

1.4. Схема кластеризации в интегрированной системе управления качеством и безопасностью полетов

При внедрении рекомендаций ИКАО по интеграции управления качеством и безопасностью полетов авиационные предприятия могут сталкиваться с рядом проблем. Поскольку документ ИКАО [105] акцентирует внимание на схожесть организационных инструментов, как для СУК, так и для СУБП, ключевые процессы управления для СУК и СУБП должны быть одинаковы в рамках одной организации.

В 2015 году в Российской Федерации были введены новые стандарты [85, 86], направленные на риск-ориентированное мышление и устанавливающие четкое управление взаимоотношениями организации. Несколько изменился подход и в процессах управления предприятием. В соответствии со стандартом [85] организация устанавливает методы мониторинга, измерения, анализа и оценки, необходимые для обеспечения достоверных результатов деятельности, которые могут определяться при проведении внутреннего аудита и анализа системы менеджмента качества со стороны руководства. Здесь следует обратить внимание, что в соответствии с пунктом 2.3.5.1 [86] успешные организации постоянно нацелены на улучшение. Причем это утверждение справедливо как для СУК, так и для СУБП. В авиационном предприятии улучшение является одной из основных целей организации.

С учетом рекомендации ИКАО и требований стандарта [85] предлагается следующая схема кластеризации в интегрированной системе качества и безопасности полетов авиационного предприятия (рис. 1.2).

В данной схеме показатели качества отражают производственную среду авиационного предприятия и учитывают поставленные руководством цели, задачи, тогда как показатели в области безопасности являются индикатором безопасного функционирования авиационного предприятия.

В представленной схеме учтены требования международных стандартов ИСО серии 9000, что предполагает в себе применение процессов управления, таких как мониторинг и измерение, анализ и оценка, определение возможностей для улучшения, как к показателям качества, так и к показателям безопасности полетов.

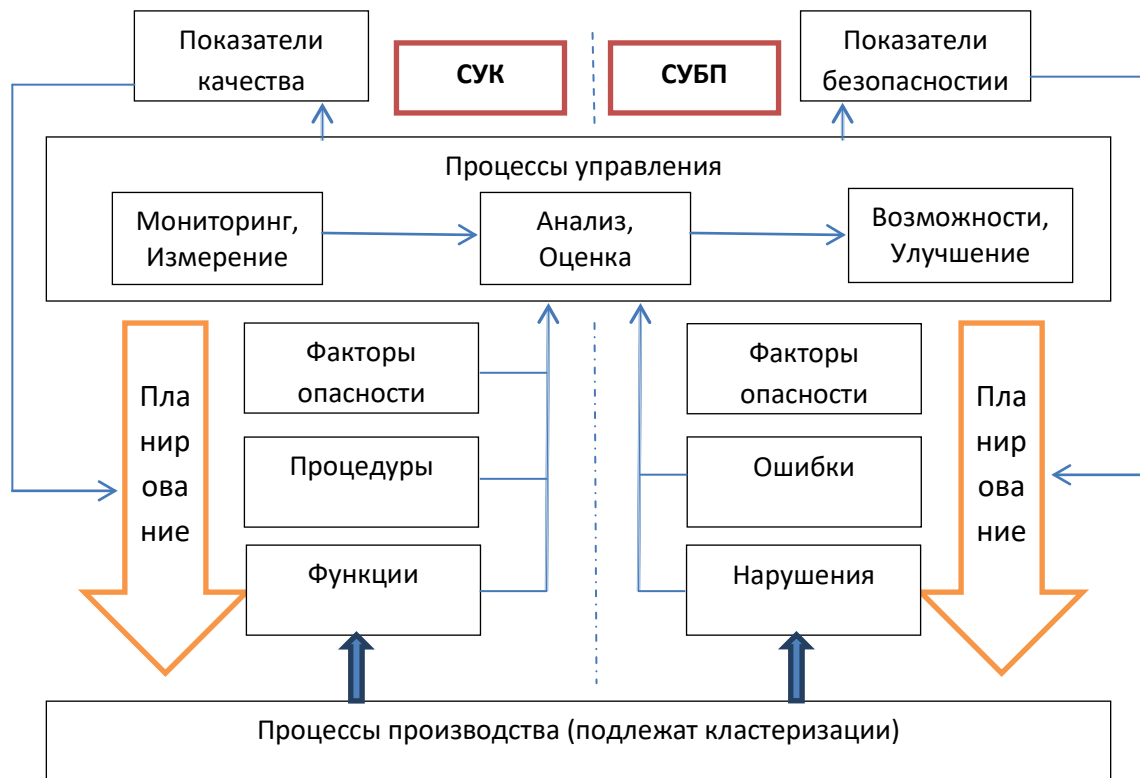


Рисунок 1.2. - Схема кластеризации в интегрированной системе качества и безопасности полетов на авиационном предприятии

Вводятся факторы опасности φ , которые имеются как в СУК (φ_1), так и в СУБП (φ_2). Принимается, что $\varphi_1: Q_i \in C_A$, $\varphi_2: S_i \in C_A$, тогда формула интеграции СУК и СУБП примет вид:

$$C_A = \left\{ Q_i \cup S_i \mid P_{mm}, P_{re}, P_{pi} \right\}, \quad (1.11)$$

где C_A - система авиационного предприятия, Q_i - показатели качества, S_i - показатели безопасности полетов воздушных судов, P_{mm} - процессы мониторинга и измерения, P_{re} - процессы анализа и оценки, P_{pi} - процессы определения возможностей для улучшения, φ_1 - факторы опасности, связанные с качеством, φ_2 - факторы опасности, связанные с безопасностью полетов.

Мониторинг (измерение) происходит во времени по двум областям (области мониторинга), следовательно, процесс мониторинга может быть описан в виде функции от времени процесса, который подвергается мониторингу (1.12):

$$f : P_{mm} \rightarrow p_i \in p_i(t) = f_i(t), \quad (1.12)$$

где P_i - номер процесса, t - период времени измеряемого процесса.

Процессы включают в себя показатели качества Q , которые характеризуют состояние авиационной системы (1.13).

$$p_i = \left\{ Q_i \left| \sum_{i=1}^n Q_i \in p_i \right. \right\}. \quad (1.13)$$

Процессы анализа и оценки можно представить в виде (1.14), приняв шкалу оценки от 0 до 1.

$$f : P_{re} \in f_i(t) \rightarrow [0,1]. \quad (1.14)$$

Осуществление изменений при обеспечении безопасности полетов можно выразить путем формирования корректировок u_i управления состояния системы (1.15).

$$\bar{u} = (u_1, u_2, u_3 \dots u_n \mid \sum_0), \quad (1.15)$$

где u_i - интегрированные изменения состояния, в зависимости от уровня риска \hat{R} , \sum_0 - условия авиационной системы.

Очевидно, эти изменения зависят от расположения факторов опасности в пространстве среды (1.16):

$$u_i = f(\varphi_{hi}, \chi_i \mid \sum_0), \quad (1.16)$$

где φ_{hi} - фактор опасности, χ_i - состояние системы, \sum_0 - условия авиационной системы с учетом факторов среды.

Таким образом, процесс выявления возможностей улучшения системы можно представить в виде (1.17).

$$f : P_{pi} = (u_1, u_2, u_3 \dots u_n \left| \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n p_i \rightarrow 1 \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n l_i \rightarrow 0 \right.), \quad (1.17)$$

где u_i - интегрированные изменения состояния системы, l_i - возможности процессов.

Основные элементы СУК (функции, процедуры) и СУБП (ошибки, нарушения) образуют факторы опасности, которые измеряются в виде риска общими процессами управления (мониторинг и измерение, анализ и оценка, определение возможностей и улучшение). Эти процессы могут быть воспроизведены в авиационном предприятии в виде внутренних аудитов, инспекций, проверок, анализа системы менеджмента качества, системы управления безопасностью полетов со стороны руководства, непрерывного мониторинга по двум областям и, как следствие, в виде мероприятий по устранению выявленных несоответствий и т.д.

При этом, непрерывный мониторинг представляет собой набор проверочных мероприятий (включая аудиты), проводимых с определенной периодичностью во времени. Что касается аудита, то в соответствии со схемой кластеризации на рисунке 1.2 данный процесс позволяет обобщить результаты непрерывного мониторинга.

Два направления планирования (в области СУК и СУБП) обеспечивают баланс между производством и безопасностью, необходимость которого подчеркивает пункт 2.4 «Управленческая дилемма» ИКАО (DOC 9859) [105]. Две области мониторинга включают в себя измерение в области качества, которое заключается в оценке целей предприятия, установленных показателей процессов, подразделений, оценке самих процессов авиационного предприятия и

измерение в области безопасности, которое заключается в оценке фактических показателей безопасности полетов.

1.5. Принципы кластеризации в интегрированной системе качества и безопасности полетов

В настоящее время основная проблема интеграции СУК и СУБП в авиационных предприятиях заключается в отсутствии причинно-следственных связей в процессах управления качеством и безопасностью полетов, таких как мониторинг и измерение, анализ и оценка, определение возможностей для улучшения. Разработка и установление взаимодействия таких процессов определены в международном стандарте [85] (пп «b» п. 4.4.1). Данная проблема может быть устранена, в первую очередь, путем установления измеримых показателей деятельности в области качества и в области безопасности полетов, без которых взаимосвязь между процессами мониторинга и измерения, анализа и оценки, определения возможностей для улучшения невозможна.

Согласно [86] качество – это степень соответствия совокупности присущих характеристик объекта требованиям. Совокупность характеристик объекта в определении из международного стандарта ИСО ставит необходимость обобщения всех характеристик, присущих конкретному объекту. Т.е. говоря об эксплуатанте, необходимо определять взаимосвязь между всеми характеристиками, образуя единую систему показателей авиационного предприятия. При этом характеристика может быть качественной или количественной. Т.е. качество может и должно измеряться. В соответствии с пунктом 2.4.2 [86] для организации важно регулярно проводить мониторинг и оценивать внедрение плана и результаты деятельности системы управления качеством. Тщательно продуманные показатели облегчают проведение мониторинга и оценки деятельности, что в свою очередь означает обязательность применения измеримых показателей авиационного предприятия в области качества.

В стандарте [23] показатели качества определены как количественная мера одного или большего числа признаков качества. При этом количественные меры признаков могут принимать различные формы, такие как результаты физических измерений, процент продукции (услуги), не соответствующей техническим условиям, показатель дефектности и т.д. В зависимости от установок руководства (политики) авиационного предприятия выбираются соответствующие признаки качества. В дальнейшем в данном исследовании выбор признака качества был установлен в определении степени соответствия процедур установленным требованиям.

Что касается СУБП, то необходимость установления показателей в области безопасности полетов уже была отмечена ранее и определена пунктом 3.1 Добавления 2 к [68], согласно которого, одним из элементов СУБП является контроль и количественная оценка эффективности обеспечения безопасности полетов. Кроме этого, в пункте 4.3.1.1 [105] предлагается устанавливать как качественные показатели, так и количественные показатели обеспечения полетов (Safety Performance Indications). При интегрированном подходе ключевые процессы как в области качества, так и в области безопасности полетов, необходимо измерять с использованием SPI, применяя при этом такие формы управления как «мониторинг и измерение, анализ и оценка, определение возможностей для улучшения», что должно быть основой как для СУК, так для СУБП.

Следовательно, первым принципом успешной интеграции СУК и СУБП является установление общих процессов управления в авиационном предприятии, таких как «мониторинг и измерение, анализ и оценка, определение возможностей для улучшения» как для СУК, так и для СУБП.

Второй принцип интеграции СУК и СУБП заключается в определении измеримых показателей качества и безопасности полетов.

Третий принцип интеграции заключается во взаимосвязи показателей безопасности от показателей качества (первичность показателей в области

качества, поскольку именно показатели в области качества определяют показатели в области безопасности полетов).

Четвертый принцип интеграции СУК и СУБП – показатели качества характеризуются **степенью выполнения процедур (процессов)**, в то время как показатели безопасности полетов характеризуются **отклонениями (ошибками, нарушениями) от установленных процедур (процессов)**.

Пятый принцип интеграции СУК и СУБП – процессы производства подлежат **кластеризации** по функциональным признакам. **Кластеризация процессов** позволяет правильно определять обратные связи между показателями по функциональным признакам.

1.6. Показатели качества и показатели безопасности полетов в интерфейсах модели SHELL в системе авиационного предприятия

Многофакторность опасных компонентов авиационного предприятия можно рассмотреть на примере модели SHELL [105]. В данной модели учтена роль человеческого фактора, воздействующего с факторами опасности, связанными с качеством и с факторами опасности, связанными с безопасностью полетов. Показатели качества, как индикаторы выполнения процедур можно отнести к интерфейсу «установок» - Sf (на рисунке 1.3 выделено зеленым цветом). В то время как остальные интерфейсы, включая Lv можно отнести к показателям безопасности полетов (на рисунке 1.3 выделено синим цветом).

Таким образом, формулу 1.11 можно дополнить интерфейсом Sf в следующем виде, что является подтверждением необходимости разделения в авиационном предприятии показателей на показатели качества и показатели безопасности полетов.

$$C_A = \{(Q_i \in Sf) \cup (S_i \in Hr, Lv, En)\}, \quad (1.18)$$

где Q_i - показатели качества, учитываемые в интерфейсе Sf, S_i - показатели безопасности полетов, учитываемые в интерфейсах Hr, Lv, En.

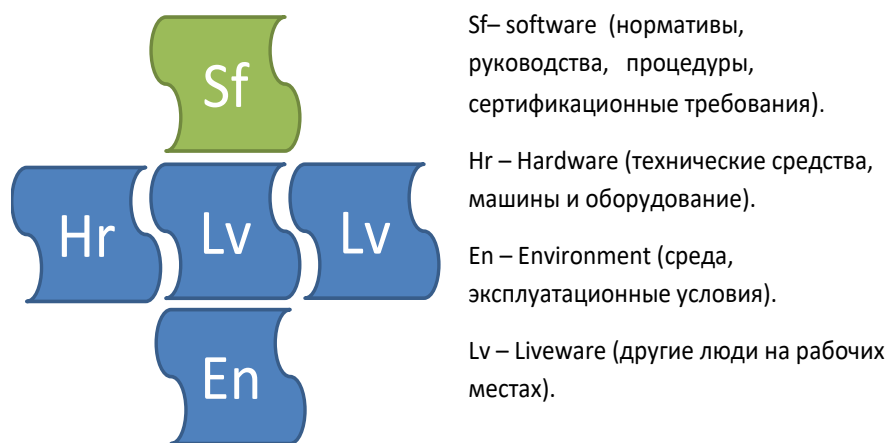


Рисунок 1.3 – Интерфейсы модели SHELL

Выводы по главе 1

1. Разработана схема кластеризации в интегрированной системе качества и безопасности полетов, устанавливающая основные элементы, их взаимосвязи и взаимодействия при интеграции системы управления качеством и системы управления безопасностью полетов.

2. Предложены пять принципов кластеризации СУК и СУБП на основе схемы кластеризации в интегрированной системе качества и безопасности полетов. Отмечается важность установления показателей качества и показателей безопасности полетов, разработан принцип установления показателей, при котором показатели качества устанавливаются по степени выполнения процедур (степень выполняемости элементов системы), а показатели безопасности полетов устанавливаются для фиксирования отклонений от установленных процедур, факторов из внешней среды, рисков событий (угроз). Это в дальнейшем позволило разработать метод поиска критических элементов авиационной системы на основе комплексного многокритериального показателя эффективности, определенного в нечетких множествах двух групп показателей.

3. Рассмотрены интерфейсы модели SHELL, в которой интерфейс Sf отнесен к показателям качества, а интерфейсы Hr, Lv, En, отнесены к показателям безопасности полетов.

Глава 2. ВЗАИМОСВЯЗЬ МЕЖДУ ПОКАЗАТЕЛЯМИ КАЧЕСТВА И ПОКАЗАТЕЛЯМИ БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛЕТОВ В ИНТЕГРИРОВАННОЙ СИСТЕМЕ АВИАЦИОННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

2.1. Сбалансированная система показателей авиационного предприятия

В настоящее время при наличии в авиационных предприятиях РФ уже двух систем – СУК и СУБП, видится необходимость в разработке показателей в области качества и в области безопасности полетов.

Из пункта 4.3 документа ИКАО 9859 «Руководство по управлению безопасностью полетов» [105] следует, что в целях измерения уровня эффективности деятельности, в организации гражданской авиации должны быть установлены показатели, которые по возможности должны выражаться в виде соотношения величин. При этом рекомендуется устанавливать качественные показатели, например в виде уровня развития какого либо процесса и количественные показатели, например количество несанкционированных выездов на ВПП.

Таким образом, ИКАО рекомендует устанавливать показатели двух видов, количественные показатели и качественные показатели, поскольку соотношение величин таких показателей может решить многие проблемы, возникающие при применении единственного подхода, который можно назвать интегрированным подходом в управлении безопасностью полетов.

В диссертационной работе установлены показатели двух видов: показатели качества и показатели безопасности полетов, что соответствует рекомендации ИКАО, данной в документе 9859 (4-е издание, 2018 года) [105], причем принцип установления показателей качества и показателей безопасности полетов также соответствует концепции, изложенной в пунктах 4.3.1.1 – 4.3.1.3 указанного документа.

Для анализа взаимосвязи между показателями качества и безопасности полетов, как вариант можно применить подход, основанный на формировании

сбалансированной системы показателей (ССП), по аналогу предложенной ССП Робертом С. Каплан и Дейвидом Р. Нортоном в [30].

Сбалансированная система показателей (Balanced Scorecard, BSC) обеспечивает интеграцию показателей в области качества и в области обеспечения безопасности полетов, с учетом причинно-следственных связей на основе факторов, формирующих указанные показатели. Это позволяет осуществлять детализированный мониторинг показателей в области качества и в области безопасности полетов, увеличить оперативность и эффективность управленческих решений при осуществлении деятельности на авиационном предприятии.

Для авиационного предприятия, осуществляющего коммерческие перевозки, сбалансированная система показателей, охватывающая основные направления деятельности эксплуатанта ВС, может принять следующий вид (рис. 2.1).

Карту ССП можно представить в виде:

$$C_A = \{C_F, C_E, C_I, C_P | Q_i \cup S_i\}, \quad (2.1)$$

где C_F - финансовая подсистема, C_E - подсистема, отвечающая за внешнее взаимодействие, C_I - подсистема, объединяющая в себе внутренние процессы, C_P - подсистема управления персоналом.

Кроме этого ССП позволяет распределить обязанности между должностными лицами по достижению конкретных показателей в области качества и безопасности полетов, установить сроки достижения спланированных целей, определить инструменты их достижения и позволяет контролировать обеспечение безопасности полетов при изменении условий производства.

В предложенной карте сбалансированных показателей авиационного предприятия показатели качества (многоугольники) взаимосвязаны с показателями безопасности (овалы), определяя зависимость всех показателей.

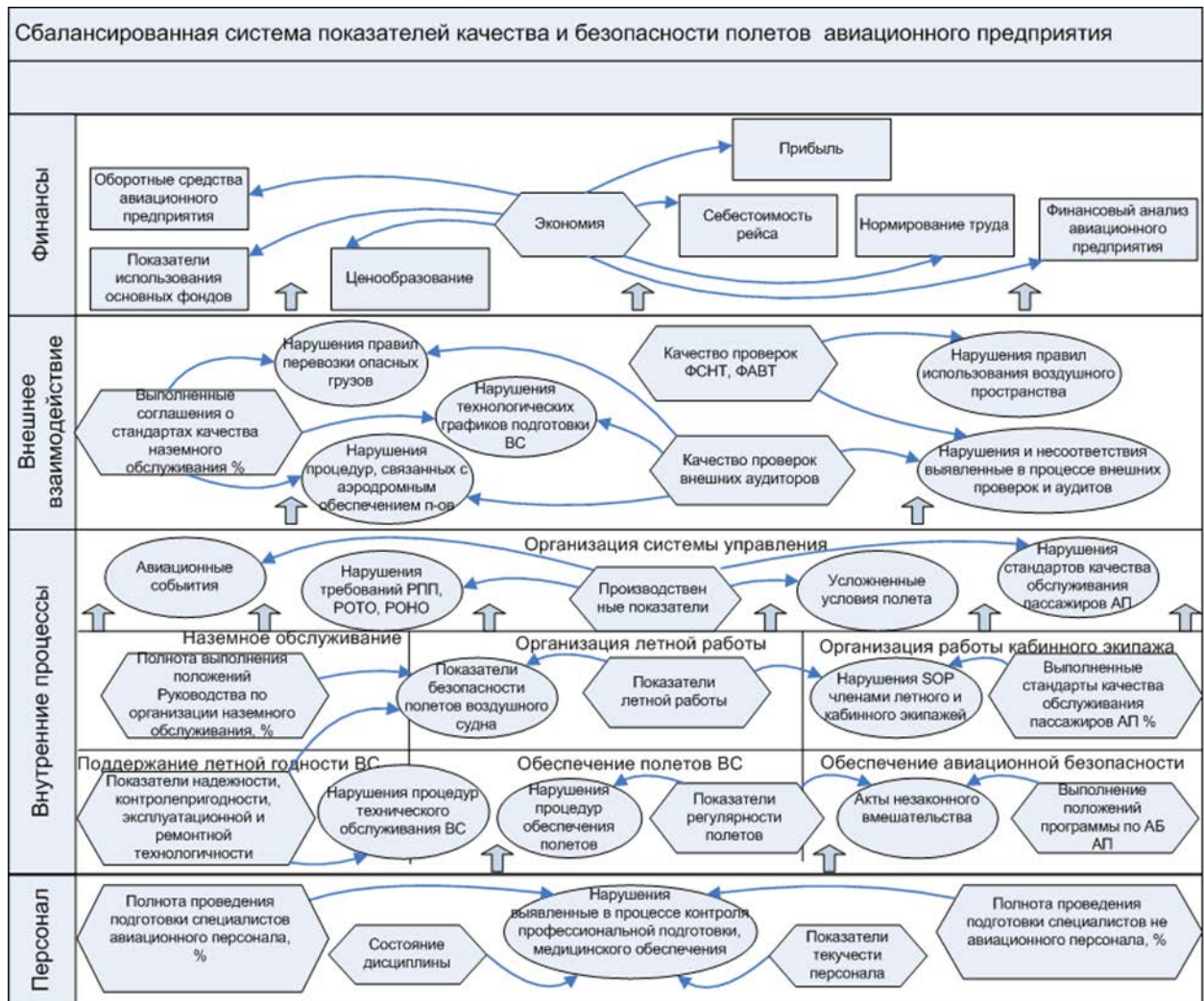


Рисунок 2.1 - Карта сбалансированных показателей качества и безопасности полетов авиационного предприятия

Предлагаемая карта определяет третий принцип интеграции СУК и СУБП, который целесообразно назвать «Взаимосвязь показателей безопасности от показателей качества».

Представленная модель ССП устанавливает первичность качества, безопасность же является обеспечивающим компонентом качества:

$$f(\varphi_1 \Rightarrow \varphi_2) \Big| P_{mn}, P_{re}, P_{pi} \rightarrow \sum_{i=n}^n P_i \quad (2.2)$$

И действительно, основная цель любого авиационного предприятия – прибыль. Т.е. производство встает на первый план. При этом обеспечение безопасности является важным, страховочным фактором в достижении

производственных задач. Именно показатели в области качества определяют показатели в области безопасности полетов.

2.2. Корреляционный анализ показателей на авиационном предприятии

Суть корреляционного анализа заключается в оценке линейной зависимости между показателями качества и показателями безопасности полетов. Если показатели качества принять за x , а показатели безопасности полетов за y , коэффициент корреляции вычисляется по формуле 2.3.

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n ((x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y}))}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad (2.3)$$

С целью корреляционного анализа условные показатели авиационного предприятия уровня «Персонал» представлены в виде таблицы 2.1.

Производя корреляционный анализ показателей из таблицы 2.1, коэффициенты корреляции между показателями, с использованием формулы 2.3. (вычисления произведены в программе Excel) примут следующие значения (таблица 2.2).

Таблица 2.1 - Показатели авиационного предприятия уровня «Персонал»

		Нарушения, выявленные в процессе контроля профессиональной подготовки, медицинского обеспечения	Количество подготовленных специалистов авиационного персонала	Количество подготовленных специалистов не авиационного персонала	Состояние дисциплины. Количество взысканий	Текучесть персонала, чел/квартал
Персонал	1 квартал	15	50	42	5	1
	2 квартал	10	75	70	4	2
	3 квартал	5	85	90	3	5
	4 квартал	3	100	95	1	2

Таблица 2.2 – Корреляционный анализ показателей уровня «Персонал»

	Столбец 1	Столбец 2	Столбец 3	Столбец 4	Столбец 5
Столбец 1	1				
Столбец 2	-0,98	1			
Столбец 3	-0,99	0,97	1		
Столбец 4	0,93	-0,95	-0,89	1	
Столбец 5	-0,59	0,45	0,63	-0,28	1

Используя значения коэффициентов корреляции, выстраивается таблица ранжирования по степени важности показателей качества, влияющих на показатель безопасности (таблица 2.3).

При этом теснота связи между показателями представлена в таблице 2.4.

Исходя из полученных результатов, можно сделать вывод, что на показатель безопасности, связанный с готовностью персонала авиационного предприятия выполнять свои обязанности, оказывает влияние в первую очередь количество подготовленных специалистов не авиационного персонала, т.е. основной контингент эксплуатанта.

Таблица 2.3 – Ранжирование показателей по степени приоритетности

	Показатели качества	Коэффициент корреляции (r) для показателя безопасности (нарушения выявленные в процессе контроля профессиональной подготовки, медицинского обеспечения)
1.	Количество подготовленных специалистов не авиационного персонала	-0,99
2.	Количество подготовленных специалистов авиационного персонала	-0,98
3.	Состояние дисциплины. Количество взысканий	0,93
4.	Текущее количество персонала, чел/квартал	-0,59

Таблица 2.4 – Теснота связи между показателями в интегрированной системе

Теснота связи	Значения коэффициента корреляции при наличии:	
	прямой связи	обратной связи
Слабая	0,1 – 0,3	(-0,1) – (-0,3)
Умеренная	0,3 – 0,5	(-0,3) – (-0,5)
Заметная	0,5 – 0,7	(-0,5) – (-0,7)
Высокая	0,7 – 0,9	(-0,7) – (-0,9)
Весьма высокая	0,9 – 0,99	(-0,9) – (-0,99)

Следующим показателем, оказывающим влияние, является количество подготовленных специалистов авиационного персонала. Несмотря на то, что к специалистам авиационного персонала установлены требования законодательства РФ в области гражданской авиации, в данном конкретном случае общий контингент авиационного предприятия (не авиационный персонал) оказывает большее влияние на рассматриваемый показатель безопасности.

На третьем месте по степени важности следует показатель качества, учитывающий состояние дисциплины – количество взысканий. Анализируя данный показатель, можно сделать вывод, что количество взысканий зависит от самого процесса внутреннего аудита, проводимого в авиационном предприятии для выявления несоответствий в области подготовки. Т.е. с увеличением несоответствий растет и количество взысканий, поскольку между показателями присутствует прямая связь. Можно сказать, что в данной ситуации проведение внутренних аудитов дисциплинирует персонал, сама степень управления дисциплиной должна быть в дальнейшем оценена руководством авиационного предприятия.

И наконец, на четвертом месте находится показатель качества – текучесть персонала, который оказывает «умеренное» влияние на показатель безопасности.

Таким образом, с помощью корреляционного анализа показателей качества и безопасности можно установить важность тех или иных показателей качества

на показатели безопасности полетов, реализуя при этом один из принципов интеграции СУК и СУБП выделение прямой зависимости показателей в области безопасности полетов от показателей в области качества.

2.3. Анализ взаимосвязи показателей качества и показателей безопасности полетов методом главных компонент

Деятельность современного авиационного предприятия гражданской авиации Российской Федерации предполагает разработку четких и ясных бизнес-процессов, наличие которых невозможно без установления измеримых показателей, формируемых для демонстрации результатов производства. Важным моментом при планировании деятельности авиационного предприятия, является разделение показателей на две составляющие – показатели качества и показатели безопасности полетов [106].

Одной из задач диссертационного исследования является поиск наиболее значимых показателей в области качества и в области безопасности полетов, а также определение их взаимосвязи для интегрированного подхода в управлении качеством и безопасностью полетов.

Международный стандарт [86] предусматривает тщательную разработку измеримых показателей деятельности для облегчения проведения мониторинга и оценки деятельности. Международной организацией гражданской авиации в документе [105] установлена необходимость в разработке показателей эффективности обеспечения безопасности полетов (Safety Performance Indications).

В настоящее время показатели в области качества и в области безопасности полетов в авиационном предприятии разрабатываются самостоятельно и утверждаются внутренними локальными актами, в Руководстве по качеству и Руководстве по управлению безопасностью полетов соответственно.

Для определения наиболее значимых показателей произведено снижение размерности пространства разнородных данных, с помощью статистического инструмента – метода главных компонент [92].

Метод главных компонент – это метод, который переводит большое количество связанных между собой (зависимых, коррелирующих) переменных в меньшее количество независимых переменных, так как большое количество переменных часто затрудняет анализ и интерпретацию информации (2.4).

$$\sum_{i=1}^n \tilde{M}_i \supset \sum_{i=1}^n \hat{M}_{00}. \quad (2.4)$$

Цель представленного исследования: доказать наличие взаимосвязи между показателями качества и показателями безопасности полетов, для чего выделить показатели как в области качества, так и в области безопасности полетов, значения которых оказывают существенное влияние на производственную деятельность [106].

$$Q | \hat{M}_Q \cup S | \hat{M}_S. \quad (2.5)$$

Показатели, которые подлежали исследованию в данной работе, имеют отношение к внутренним производственным процессам авиационного предприятия. Такие показатели могут быть сформированы в рамках сбалансированной системы показателей (ССП), аналогично предложенной ССП Робертом С. Каплан и Дейвидом Р. Нортоном в работе [30], где авторы разделяют цели предприятия на четыре уровня, отвечающие за персонал, внутренние процессы, внешнее взаимодействие и финансы.

Для анализа были взяты условные показатели качества и показатели безопасности полетов из уровня «внутренние процессы», которые могут отображаться в типовой ССП авиационного предприятия.

16 условных показателей производственных процессов, которые могут быть получены в результате внутренних аудитов авиационного предприятия на протяжении 12 месяцев, представлены в таблице 2.5.

Таблица 2.5 - Показатели качества и безопасности полетов в авиационном предприятии

Показатели авиационного предприятия		
Качество	1	Выполняемые процедуры сертификации воздушных судов, %
	2	Выполнение бизнес-плана эксплуатанта, %
	3	Выполняемые стандарты наземного обслуживания, %
	4	Регулярность полетов, %
	5	Показатели надежности %
	6	Выполнение Руководств эксплуатанта, %
	7	Выполнение программы АБ, %
Безопасность	8	Авиационные события, к-во
	9	Усложненные условия полета, к-во
	10	Нарушения стандартов качества обслуживания пассажиров, к-во
	11	Нарушения SOP членами экипажа, к-во
	12	Нарушения процедур обеспечения полетов, к-во
	13	Нарушения требований Руководств эксплуатанта, к-во
	14	Нарушения процедур технического обслуживания (РТО), к-во
	15	Отказы АТ по СОК, к-во
	16	Акты незаконного вмешательства, к-во

В таблице 2.6 представлены показатели внутренних процессов по месяцам (м) календарного года и их нормированные уровни, где x – показатели качества и показатели безопасности полетов, размещенные в одну строку.

Нормирование показателей необходимо для последующей обработки данных.

С целью получения нормированных данных, по каждому показателю x_i вычислено среднее значение (X), среднее квадратическое отклонение S (стандартное отклонение) (2.6).

Таблица 2.6 – Нормированные показатели внутренних процессов
авиационного предприятия

	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}	x_{11}	x_{12}	x_{13}	x_{14}	x_{15}	x_{16}	
Внутренние процессы	1	60	60	80	85	98	92	99	1	7	4	11	1	3	2	2	0
	2	60	62	78	90	98	90	100	0	5	5	12	1	3	2	1	0
	3	60	66	72	87	97	91	100	0	6	2	6	3	4	1	2	0
	4	61	72	75	90	99	95	100	1	8	7	9	2	5	0	1	0
	5	61	74	77	95	96	94	100	0	6	3	8	0	6	3	0	0
	6	61	72	95	96	97	96	98	2	6	5	6	0	6	2	4	0
	7	61	79	88	95	95	97	100	1	10	1	14	1	8	4	6	0
	8	62	74	78	92	95	95	99	0	5	6	8	1	4	3	1	0
	9	62	69	74	93	98	100	100	0	6	5	9	3	6	1	1	0
	10	61	60	90	95	95	100	100	1	5	1	7	2	8	2	2	0
	11	61	58	93	90	94	97	100	2	8	0	5	0	4	0	3	0
	12	59	50	88	91	98	96	100	1	6	2	3	1	6	2	1	0
X	60,75	66,29	82,33	91,58	96,67	95,25	99,67	0,75	6,50	3,42	8,17	1,25	5,25	1,83	2,00	0,00	
Нормированные данные	S	0,87	8,37	7,97	3,42	1,61	3,17	0,65	0,75	1,51	2,23	3,10	1,06	1,71	1,19	1,65	0,00
	1	-0,87	-0,75	-0,29	-1,92	0,83	-1,03	-1,02	0,33	0,33	0,26	0,91	-0,24	-1,31	0,14	0,00	0,00
	2	-0,87	-0,55	-0,54	-0,46	0,83	-1,66	0,51	-0,99	-0,99	0,71	1,24	-0,24	-1,31	0,14	-0,61	0,00
	3	-0,87	-0,01	-1,30	-1,34	0,21	-1,34	0,51	-0,99	-0,33	-0,63	-0,70	1,66	-0,73	-0,70	0,00	0,00
	4	0,29	0,68	-0,92	-0,46	1,45	-0,08	0,51	0,33	0,99	1,60	0,27	0,71	-0,15	-1,54	-0,61	0,00
	5	0,29	0,89	-0,67	1,00	-0,41	-0,39	0,51	-0,99	-0,33	-0,19	-0,05	-1,18	0,44	0,98	-1,21	0,00
	6	0,29	0,68	1,59	1,29	0,21	0,24	-2,56	1,66	-0,33	0,71	-0,70	-1,18	0,44	0,14	1,21	0,00
	7	0,29	1,50	0,71	1,00	-1,03	0,55	0,51	0,33	2,32	-1,08	1,88	-0,24	1,61	1,82	2,42	0,00
	8	1,44	0,93	-0,54	0,12	-1,03	-0,08	-1,02	-0,99	-0,99	1,16	-0,05	-0,24	-0,73	0,98	-0,61	0,00
	9	1,44	0,27	-1,05	0,41	0,83	1,50	0,51	-0,99	-0,33	0,71	0,27	1,66	0,44	-0,70	-0,61	0,00
	10	0,29	-0,75	0,96	1,00	-1,03	1,50	0,51	0,33	-0,99	-1,08	-0,38	0,71	1,61	0,14	0,00	0,00
	11	0,29	-0,96	1,34	-0,46	-1,65	0,55	0,51	1,66	0,99	-1,53	-1,02	-1,18	-0,73	-1,54	0,61	0,00
12	-2,02	-1,94	0,71	-0,17	0,83	0,24	0,51	0,33	-0,33	-0,63	-1,67	-0,24	0,44	0,14	-0,61	0,00	

$$S = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - X)^2}, \quad (2.6)$$

где X – среднее значение.

С помощью полученных данных произведено нормирование переменных по формуле (2.7).

$$n_i = (x_i - X) / S. \quad (2.7)$$

Далее построена матрица корреляции (таблица 2.7) с коэффициентами корреляции r (формула 2.3) между показателями качества $(x_1 - x_7) = x$, и показателями безопасности полетов воздушных судов $(x_8 - x_{16}) = y$.

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n ((x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y}))}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad (2.3)$$

Таблица 2.7. Матрица корреляции показателей внутренних процессов авиационного предприятия

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Столбец 1	1,00	0,67	-0,09	0,48	-0,39	0,52	-0,16	-0,10	0,03	0,29	0,22	0,07	0,23	0,04	0,06	0,00
Столбец 2	0,67	1,00	-0,25	0,45	-0,17	0,05	-0,22	-0,22	0,31	0,36	0,51	-0,01	0,25	0,39	0,29	0,00
Столбец 3	-0,09	-0,25	1,00	0,44	-0,49	0,44	-0,33	0,85	0,21	-0,50	-0,29	-0,59	0,41	0,13	0,61	0,00
Столбец 4	0,48	0,45	0,44	1,00	-0,39	0,62	-0,11	0,13	-0,03	-0,08	-0,01	-0,27	0,79	0,45	0,26	0,00
Столбец 5	-0,39	-0,17	-0,49	-0,39	1,00	-0,36	-0,03	-0,22	-0,15	0,62	0,08	0,37	-0,30	-0,31	-0,41	0,00
Столбец 6	0,52	0,05	0,44	0,62	-0,36	1,00	0,09	0,33	0,14	-0,25	-0,21	0,12	0,74	-0,04	0,23	0,00
Столбец 7	-0,16	-0,22	-0,33	-0,11	-0,03	0,09	1,00	-0,37	0,19	-0,40	0,08	0,40	0,16	-0,19	-0,25	0,00
Столбец 8	-0,10	-0,22	0,85	0,13	-0,22	0,33	-0,37	1,00	0,44	-0,31	-0,29	-0,49	0,19	-0,25	0,58	0,00
Столбец 9	0,03	0,31	0,21	-0,03	-0,15	0,14	0,19	0,44	1,00	-0,28	0,37	-0,14	0,23	0,00	0,66	0,00
Столбец 10	0,29	0,36	-0,50	-0,08	0,62	-0,25	-0,40	-0,31	-0,28	1,00	0,24	0,14	-0,36	-0,11	-0,42	0,00
Столбец 11	0,22	0,51	-0,29	-0,01	0,08	-0,21	0,08	-0,29	0,37	0,24	1,00	0,07	-0,01	0,43	0,28	0,00
Столбец 12	0,07	-0,01	-0,59	-0,27	0,37	0,12	0,40	-0,49	-0,14	0,14	0,07	1,00	0,06	-0,32	-0,21	0,00
Столбец 13	0,23	0,25	0,41	0,79	-0,30	0,74	0,16	0,19	0,23	-0,36	-0,01	0,06	1,00	0,38	0,39	0,00
Столбец 14	0,04	0,39	0,13	0,45	-0,31	-0,04	-0,19	-0,25	0,00	-0,11	0,43	-0,32	0,38	1,00	0,28	0,00
Столбец 15	0,06	0,29	0,61	0,26	-0,41	0,23	-0,25	0,58	0,66	-0,42	0,28	-0,21	0,39	0,28	1,00	0,00
Столбец 16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00

С помощью специальной программы анализа данных (инструмент программирования и выполнения вычислительных операций и экспериментов) были найдены собственные значения λ и собственные векторы.

Из 16 значений λ выбраны два значения λ (таблица 2.8), берущие на себя всю информационную нагрузку (два максимальных значения λ).

Построен точечный график (рис.2.1) на основе данных из таблицы 2.8:

- собственного укрепленного вектора, соответствующего максимальному собственному значению (из 16 векторов максимальное значение $X_{16} = 4,44$);
- собственного укрепленного вектора, соответствующего по величине собственному значению ($X_{15} = 2,89$).

Эти новые векторы берут на себя большую часть дисперсии (изменчивости) исходных векторов состояния системы, что приводит к снижению размерности исходного общего вектора системы и облегчает анализ.

В соответствии с полученным графиком производится отбор показателей, оказывающих наибольшее влияние на внутренние процессы авиационного предприятия.

Показатели качества обозначены цифрами 1-7 (круги), показатели безопасности полетов обозначены цифрами 8-16 (ромбы). Сформирована общая картина показателей, согласно которой можно приступить к анализу.

Таблица 2.8 - Максимальные собственные значения и собственные векторы

			Показатели															
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
λ	2,89	X_{15}	-0,41	-0,50	0,28	-0,25	0,01	-0,07	0,01	0,33	-0,01	-0,28	-0,37	-0,14	-0,15	-0,26	0,01	0,00
	4,44	X_{16}	0,14	0,11	0,39	0,33	-0,32	0,30	-0,09	0,30	0,21	-0,24	-0,01	-0,22	0,34	0,17	0,35	0,00

На основе полученных данных выстроен график (рис. 2.2):

Ось абсцисс интерпретирована под максимальные и минимальные значения показателей качества и показателей безопасности полетов.

Максимальные значения в области качества приняли значения «выполняемые стандарты наземного обслуживания» (3). Исходя из этого, был сделан вывод о том, что наибольшее влияние на внутренние процессы оказали выполняемые стандарты наземного обслуживания.

Минимальные значения в области качества имеют показатели, определяющие процедуры сертификации воздушных судов (1) и выполнение бизнес-плана эксплуатанта (2). Следовательно, наименьшее влияние на внутренние процессы оказали показатели качества, связанные с процедурами сертификации воздушных судов и выполнением бизнес-плана эксплуатанта.

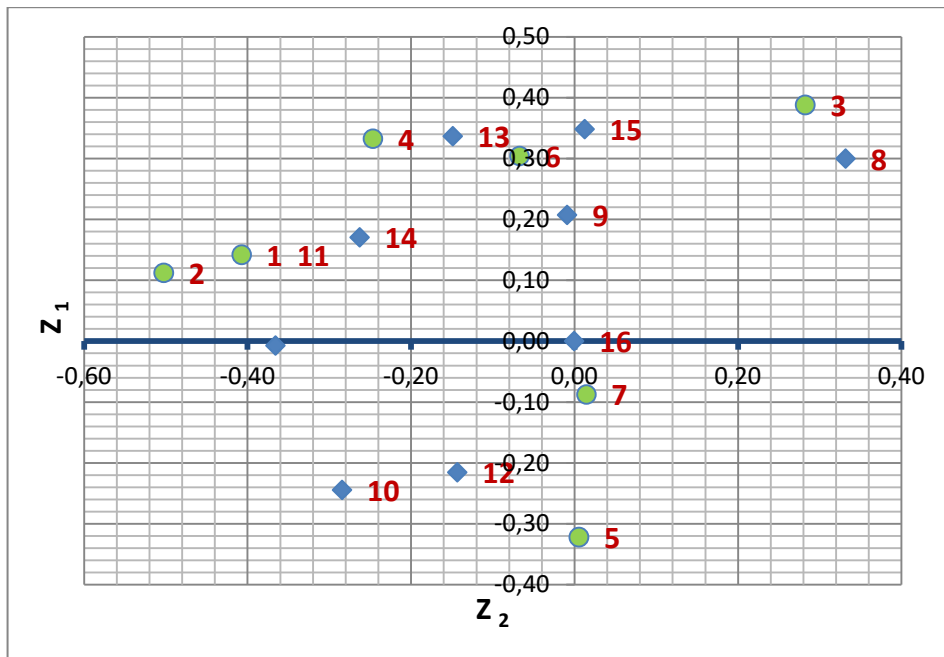


Рисунок 2.2 – График показателей внутренних процессов авиационного предприятия

Максимальные значения в области безопасности имеют значения, связанные с авиационными событиями (8). Следовательно, наибольшее влияние на внутренние процессы оказали произошедшие авиационные события.

Минимальные значения в области безопасности имеют значения, связанные с выполнением экипажами стандартных процедур SOP (11), показатели безопасности, связанные с нарушением стандартов качества обслуживания пассажиров (10) и показатели безопасности, связанные с нарушениями процедур технического обслуживания (14).

Ось ординат в представленном графике не интерпретирована и служит для обычного описания наблюдений.

Следующим шагом метода главных компонент является построение графика месячных значений показателей (график переменных) z_1 и z_2 .

Были составлены уравнения z_1 и z_2 (2.8) для первой и второй главных компонент, используя значения нормированных переменных из таблицы 2.6.

$$z_1 = x_{115}u_1 + x_{215}u_2 + x_{\dots}u_{\dots} + x_{1615}u_{16}$$

$$z_2 = x_{116}u_1 + x_{216}u_2 + x_{\dots}u_{\dots} + x_{1616}u_{16} \quad (2.8)$$

Вычисления z_1 и z_2 произведены для каждого месяца.

Полученные данные отражены в таблице 2.9.

Далее выстроен точечный график (рис. 2.3) на основе таблицы 2.9.

График переменных значений показателей внутренних процессов авиационного предприятия распределяет корреляционные нагрузки показателей по времени в течение календарного года.

Ось абсцисс имеет такое же значение, как в графике показателей и интерпретирована под результативность показателей в конкретном месяце календарного года.

Таблица 2.9 - Переменные значения показателей внутренних процессов авиационного предприятия

		Z 1	Z 2
1	ЯНВАРЬ	1,07	-1,72
2	ФЕВРАЛЬ	0,74	-0,28
3	МАРТ	-0,45	-0,47
4	АПРЕЛЬ	-0,24	0,55
5	МАЙ	0,43	0,59
6	ИЮНЬ	0,58	2,02
7	ИЮЛЬ	0,38	1,25
8	АВГУСТ	1,00	0,43
9	СЕНТЯБРЬ	-0,28	0,86
10	ОКТАБРЬ	0,20	0,41
11	НОЯБРЬ	-0,07	0,00
12	ДЕКАБРЬ	0,39	-0,16

Степень достижения показателей внутренних процессов высока была в январе (1) и в августе (8). Наименьшая степень достижения показателей внутренних процессов оказалась в марте (3).

Сравнивая два графика (рис. 2.1 и рис. 2.2), можно определить в каких месяцах календарного года создавались наиболее и наименее благоприятные условия при производстве внутренних процессов для достижения конкретных

показателей. Для этих целей используется информация со второй компоненты (ось ординат).

На показатель качества «выполняемые стандарты наземного обслуживания» оказали положительное влияние условия, созданные в июне (6). В то же время в июне (6) и июле (7) отмечен рост показателя безопасности полетов, связанного с авиационными событиями (8).

Низкая степень выполнения сертификационных процедур ВС и выполнение бизнес-плана эксплуатанта оказали отрицательное влияние на внутренние производственные процессы в апреле (4) и в сентябре (9).

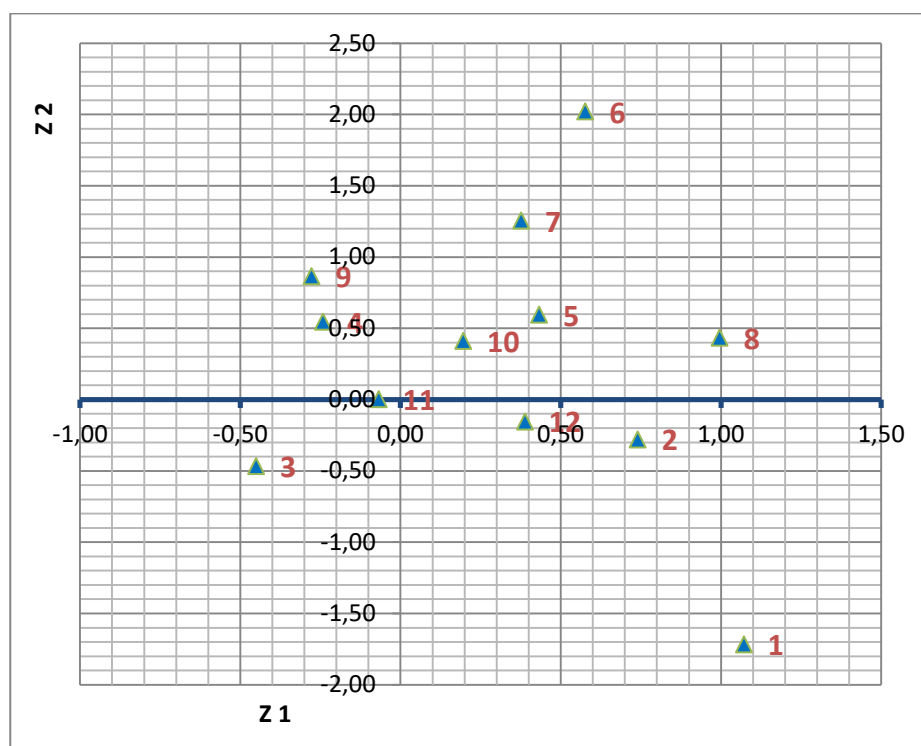


Рисунок 2.3. График переменных значений авиационного предприятия

Снижение количества нарушений стандартных процедур SOP (показатель безопасности полетов (11)) удалось уменьшить в ноябре (11) и декабре (12). Количество нарушений стандартов качества обслуживания пассажиров (10), как показатель безопасности полетов удалось снизить в январе (1). Работа по уменьшению нарушений процедур технического обслуживания (14) успешно проводилась в апреле (4), мае (5), августе (8) и сентябре (9).

Перед сравнением двух графиков, в методе главных компонент была проверена точность результатов анализа, с помощью формулы 2.9.

$$\delta_i = \frac{\lambda_i}{12} * 100, \quad (2.9)$$

где δ_i – удельный вклад i – ой главной компоненты, а 12 – размер выборки.

В данном исследовании удельный вклад 1 главной компоненты равен 28,1%, удельный вклад 2 главной компоненты равен 18,2%. Суммарные вклады по 2 главным компонентам равны 46,3%.

Таким образом, доля дисперсии первых двух компонент составляет 46,3 % (из 16 компонент). Доля дисперсии третьей и последующих компонент составила менее 12 %. Следовательно, данные из первых двух компонент могут быть использованы без существенной потери информации и анализ методом главных компонент можно считать проведенным успешно.

Как следует из рисунка 2.2, показатель качества «выполнение стандартов наземного обслуживания (№3) » тесно коррелирует с показателем безопасности полетов – «авиационные инциденты (№8)». Т.е. на количество авиационных инцидентов за прошедшие 12 месяцев повлияло низкое качество выполнения стандартов наземного обслуживания.

Таким образом, между показателем качества № 3 и показателем безопасности полетов № 8 имеется тесная связь. Коэффициент корреляции равен 0.85 (2.10)

$$r_{Q3,S8} = 0.85 \mid X_{Q3} = 83\%, \quad (2.10)$$

где X_{Q3} - среднегодовое значение выполнения стандартов наземного обслуживания.

При этом, если выполняемость стандартных процедур наземного обслуживания улучшить с 83% до 100%, значения собственных чисел и значение векторов примут новый вид (таблица 2.10).

Таблица 2.10 - Максимальные собственные значения и собственные векторы после корректирующих мероприятий

		Показатели																
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
λ	- 0,02	X_{15}	-0,92	1,09	0,0	-0,28	-0,26	0,51	0,16	0,38	-0,54	-0,02	0,21	-0,03	-0,11	-0,19	-0,20	0
	1	X_{16}	0,04	-0,49	0,0	-0,29	-0,01	0,68	-0,05	0,01	-0,09	0,08	0,61	-0,22	-0,29	0,28	-0,10	0

Как видно из рисунка 2.4 коэффициент корреляции будет стремиться к 0 (показатели 3 и 8 сместились к оси ординат), что может позволить исключить авиационные инциденты по вине низкого выполнения стандартов наземного обслуживания в будущем (2.11) и улучшить состояние безопасности полетов на авиационном предприятии.

$$r_{Q3,s8} \rightarrow 0 \mid X_{Q3} = 100\%. \quad (2.11)$$

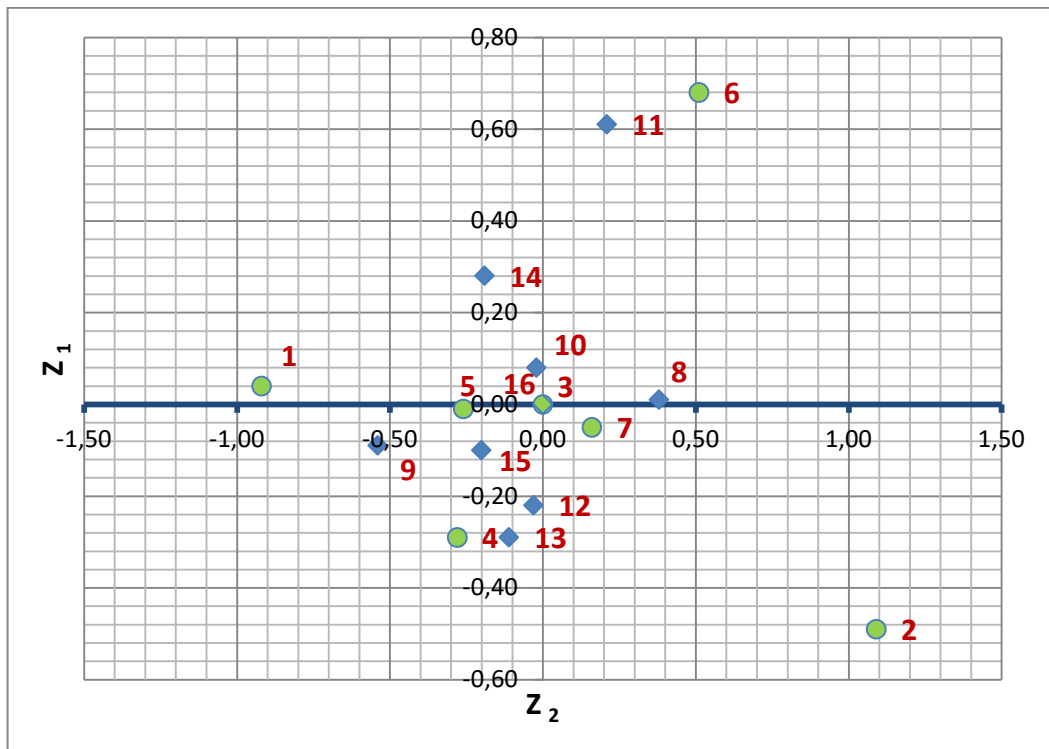


Рисунок 2.4 – График показателей внутренних процессов авиационного предприятия после корректирующих мероприятий

Из данного исследования можно сделать вывод, что показатели качества и безопасности коррелируют. Вместе с тем показатели качества и показатели

безопасности полетов соответственно определены в разных топологических пространствах параметров показателей свойств системы. Таким образом, для установления взаимосвязи между качеством и безопасностью полетов целесообразно использовать показатели качества, являющиеся результатом каких либо процессов. Таким образом, взаимосвязь между качеством и безопасностью целесообразно устанавливать с точки зрения системного подхода, определяя показатели качества в виде степени выполнения процессов.

Применение метода главных компонент структурирует показатели посредством сведения множества тестовых переменных к меньшему числу переменных, которые объясняют большую часть вариации в значениях исследуемых данных и доказывает наличие взаимосвязи между показателями качества и показателями безопасности полетов на авиационном предприятии.

В данном исследовании из 16 показателей (7 показателей качества и 9 показателей безопасности) были выявлены наиболее значимые 7 показателей, которые существенно оказывают влияние на внутренние процессы авиационного предприятия:

показатели качества (3 показателя):

- ✓ выполнение сертификационных процедур ВС (1),
- ✓ выполнение бизнес-плана эксплуатанта (2),
- ✓ выполняемые стандарты наземного обслуживания (3)

и показатели безопасности (4 показателя):

- ✓ авиационные события (8),
- ✓ количество нарушений SOP членами экипажа (11),
- ✓ количество нарушений стандартов качества обслуживания пассажиров (10),
- ✓ количество нарушений процедур технического обслуживания (14).

С помощью второго графика выявлены периоды, в которых деятельность авиационного предприятия оказывала наибольшее влияние на изменение указанных показателей.

Применение рассматриваемого метода для анализа показателей в области качества и в области безопасности полетов является залогом успешного внедрения СУК и СУБП в авиационном предприятии и с максимальной полнотой реализует один из принципов СУК «принятие решений, основанных на свидетельствах», соответствуя требованиям международных стандартов ИСО серии 9000. Данный метод, также может использоваться при анализе системы менеджмента качества руководством, который, как правило, выполняется один раз в год в авиационных предприятиях гражданской авиации РФ [106].

Разделение индикаторов деятельности авиационного предприятия на показатели качества и показатели безопасности полетов устанавливает взаимосвязь между показателями качества, являющимися индикаторами оценки процессов и показателями безопасности полетов, образующие объективные свидетельства событий, связанных с отклонениями, ошибками, нарушениями (рисковые события), что соответствует требованию национального стандарта ГОСТ Р ИСО/МЭК 15504-2-2009 «Оценка процессов», часть 2 [47] и создает условия для выполнения требования пункта 5.4.3 [105] в части слияния данных для получения более последовательных, взаимосвязанных и полезных данных с целью повышения надежности и использования этих данных.

Наличие взаимосвязи между показателями качества и безопасности полетов позволяет ввести обобщенный комплексный показатель интегрированной системы в виде нечеткого многокритериального показателя эффективности, равный коэффициенту корреляции из формул 2.10 и 2.11 и установить алгоритм анализа показателей качества и показателей безопасности полетов, состоящий из следующих процедур: разделение показателей; нормирование показателей; изменение значений показателей (формулы 2.10 и 2.11), определение нечеткого многокритериального показателя эффективности.

2.4. Факторы опасности поставщика услуг гражданской авиации

Поскольку в авиационном предприятии имеются как показатели в области безопасности полетов, так и показатели качества, связанные с ними факторы опасности существуют как в области безопасности полетов, так и в области качества. Факторы опасности, связанные с качеством, относятся к факторам обусловленным не выполнением процедур (функций, инструкций, технологий, руководств и т.д.). Остальные факторы опасности можно связать с показателями безопасности полетов. В соответствии с [79] фактор опасности - результат действия или бездействия, обстоятельство, условие или их сочетание, влияющие на безопасность полетов гражданских воздушных судов. Нормативно правовые акты в области ГА и документы ИКАО не определяют количество факторов опасности. Это задача поставщика услуг ГА РФ, поскольку находится в зависимости от целей, политики организации в области качества, организационной культуры, организационной структуры, исторического опыта и других факторов.

Например, один только пункт 5.84 [50] может предложить 21 фактор опасности по видам подготовки членов летного экипажа. При разработке воздушного судна типа Ил-86 на этапе конструирования были спрогнозированы около 5000 функциональных отказов авиационной техники и около 2500 потенциальных ошибок членов экипажа воздушного судна. Для каждого из этих факторов опасности были разработаны безопасные схемы по сохранению функционирования авиационных систем воздушного судна. В итоге Ил-86 явился одним из самых безопасных летательных аппаратов в истории авиации и лег в основу более современного воздушного судна – Ил-96.

Огромный опыт эксплуатации российской техники, опыт авиационных специалистов должен быть основой для формирования базы факторов опасности.

Согласно данным, приведенным в документе ИКАО [36], результаты проведенного в 1969 году исследования состояния безопасности в авиационной

отрасли показали, что на каждые 600 событий, в которых не было зарегистрировано телесных повреждений или материального ущерба, приходилось примерно:

- 30 инцидентов, повлекших материальный ущерб;
- 10 происшествий, повлекших серьезные телесные повреждения; и
- 1 тяжелое телесное повреждение или телесное повреждение со смертельным исходом.

Используя правило «1:600» можно уже сейчас с достаточной уверенностью установить требуемое количество факторов опасности в авиационном предприятии не менее 600 (Рис. 2.5).

Но с момента проведения данного исследования прошло более 45 лет. Авиационная деятельность претерпела значительные изменения. Появились новые системы, влияющие на безопасность полетов. Например, в настоящее время воздушные суда оборудованы системами предупреждения столкновения воздушных судов в воздухе (TCAS), системами предупреждения о близости земли (GPWS), что в свою очередь предъявляет соответствующие требования по подготовке членов летного экипажа, и требует проведение мероприятий по снижению риска при эксплуатации данных систем.



Рисунок 2.5 – Правило 1:600 (модель Хайнриха)

В редакции документа ИКАО 9859 издание 3, 2013 года [70] и издание 4, 2018 года [105], правило «1:600» 1969 года уже не включено (сама модель была

представлена в 1931 году). Хотя, конечно, данное правило заслуживает внимание и может использоваться в методических целях.

В настоящее время количество факторов опасности может быть определено по количеству требований, установленных в федеральных авиационных правилах, применяемых в конкретном виде авиационной деятельности.

Универсальные стандарты IOSA (IATA Operation Safety Audit) Международной ассоциации воздушного транспорта ИАТА (англ. International Air Transport Association, сокр. IATA) [63] воспроизводят требования конвенции о Международной гражданской авиации и включают в себя более чем 1000 требований и рекомендаций для авиационного предприятия, выполняющего коммерческие воздушные перевозки.

Невыполнение каждого требования и рекомендации IOSA - есть потенциальная опасность. Следовательно, опираясь на стандарты IOSA, можно предположить наличие как минимум 1000 факторов опасности в деятельности современного авиационного предприятия.

В производственных условиях возникают дополнительные источники опасности, ранее не прописанные, поэтому крайне важно выявлять факторы опасности, в том числе и посредством таких процессов как «мониторинг и измерение, анализ и оценка, определение возможностей для улучшения».

В настоящее время множество современных зарубежных источников определяют для авиационных компаний 1000-4000 факторов опасности. Заместитель директора Аэронавигационного управления ИКАО Винс Галотти в своем докладе *Aviation Safety, Security & the Environment: The Way Forward. Safety and Efficiency an ICAO Perspective* [101] обращает внимание на скрытые условия предпосылок к авиационным событиям в авиационном предприятии (факторов опасности), которых может быть от 1000 до 4000.

Например, национальная компания Кувейт “Kuwait Airways” имеет базу из более 3000 факторов опасности и производит при этом мониторинг каждого фактора опасности 1 раз в квартал силами 18 инспекторов.

Таким образом, количество факторов опасности является нечетким значением в нечетких множествах $\tilde{\Phi}_{00}$. При этом существуют факторы опасности как связанные с качеством, так и связанные с безопасностью полетов (2.12).

$$\sum_{i=1}^n \varphi_i = \tilde{\Phi}_{00} \Rightarrow \hat{\Phi}_{Q,S}. \quad (2.12)$$

Говоря об организационных ресурсах в авиационных предприятиях, необходимых для работы с факторами опасности, в РФ законодательством не установлены требования по численности авиационного персонала, занимающегося управлениями рисками. В соответствии с подпунктом «е» пункта 8.5.1 международного стандарта [85] организация должна осуществлять предоставление услуг в управляемых условиях, включающих в том числе назначение компетентного персонала. Для выявления факторов опасности в авиационном предприятии могут использоваться следующие источники (19 источников):

Отчеты инспекторских проверок, проведенных государственными инспекторами Ространснадзора, Росавиации;

Акты инспекторских проверок Ространснадзора (ФСНСТ);

Акты инспекторских проверок Росавиации (ФАВТ);

Отчеты инспекторских проверок, проведенных государственными инспекторами иностранных государств по программе SAFA;

Материалы внутренних проверок (аудиты) авиационного предприятия;

Материалы внешних проверок (аудиты) авиационного предприятия;

Результаты квалификационных проверок членов летного и кабинного экипажей при выполнении полетов;

Результаты внутренних проверок членов летного и кабинного экипажей при выполнении полетов по выявлению отклонений от стандартных операционных процедур (SOP) у членов летного и кабинного экипажей в рейсовых условиях;

Результаты проверки теоретической подготовки авиационного и обслуживающего персонала при подтверждении и повышении квалификации (прохождения курсов повышения квалификации), переподготовки, при прохождении программы ввода в строй;

Материалы полетной информации (средств объективного контроля);

Обязательные сообщения персонала авиационного предприятия о факторах опасности;

Добровольные, конфиденциальные сообщения персонала авиационного предприятия о факторах опасности;

Сборники, приказы, указания и информация по безопасности полетов, анализы о состоянии безопасности полетов в гражданской авиации РФ, опубликованные уполномоченным органом в области гражданской авиации;

Материалы разборов в летной службе, инженерно-авиационной службе;

Отчеты о результатах обследований в области безопасности полетов (собеседования с линейными работниками, непосредственно участвующими в производстве);

Результаты контроля готовности экипажей воздушных судов к выполнению полетов при проведении предварительной подготовки и сезонной подготовки;

Результаты тренировки членов экипажей воздушных судов на тренажере;

Анализ исторического опыта работы предприятий воздушного транспорта;

Поисковое и нормативное прогнозирование вероятности возникновения факторов опасности.

Все множество разнообразных индикаторов на авиационном предприятии можно разделить на множество факторов опасности и на множество показателей, являющихся обобщающим звеном в авиационной системе, что указывает на их ограниченность в сравнении с факторами опасности.

Таким образом, множество факторов опасности, определяемые в соответствии со вторым компонентом СУБП, согласно [68] образуются в определенных множествах, установленных показателей качества и показателей

безопасности полетов в соответствии с третьим компонентом СУБП, согласно [68]:

$$\tilde{\Phi}_{Q,S} | C_{II} \subset \hat{M}(M_S, M_Q) | C_{III}, \quad (2.13)$$

где $\tilde{\Phi}$ - множество факторов опасности, \hat{M} - множество показателей авиационной системы, C_{II} - второй компонент СУБП, согласно Приложению 19 к Конвенции о международной гражданской авиации, C_{III} - третий компонент СУБП, согласно Приложению 19 к Конвенции ИКАО.

2.5. Виды факторов опасности поставщика услуг гражданской авиации

В производственной деятельности авиационного предприятия важно понимать источники, представляющие угрозу безопасности полетов, т.е. виды факторов опасности.

Национальный стандарт Российской Федерации [69] определяет 6 основных видов факторов опасности (рис. 2.6).

1. Технические факторы опасности, связанные с возможными отказами или нарушениями штатных условий работы систем воздушного судна и /или технических средств обеспечения полетов, а так же связанные с невыполнением установленных процедур (процессов).

2. Факторы опасности, связанные с внешней средой.

3. Человеческие факторы опасности, обусловленные ограниченными возможностями человека оператора в производственной деятельности.

Человеческие факторы опасности в свою очередь подразделяются на физиологические, психологические и личностные факторы опасности.

Физиологические факторы опасности, обозначающие признаки проявления опасности, связанные с физиологическими возможностями и ограничениями человека, приводящими к отклонениям и ошибкам в его работе, в связи с усталостью и негативным влиянием условий полета.

Психологические факторы опасности, обозначающие признаки проявления опасности, связанные с психологическими возможностями и ограничениями человека в виде отклонения и ошибки в его работе, обусловленные нарушением восприятия к обработке информации.

Личностные факторы опасности, обозначающие отклонения и ошибки в деятельности человека вследствие отсутствия его должной профессиональной подготовленности.

Кроме этого, стоит обратить внимание на существование определяющего фактора опасности, ставшего непосредственным источником, или одним из непосредственных источников возникновения особой ситуации.

Одним из свойств авиационной транспортной системы является генерация факторов опасности в авиационной деятельности.

В авиации факторы опасности являются обычными элементами производственной деятельности. Авиационное событие представляет собой результат чередования факторов опасности, риски которых оказались не приемлемыми.

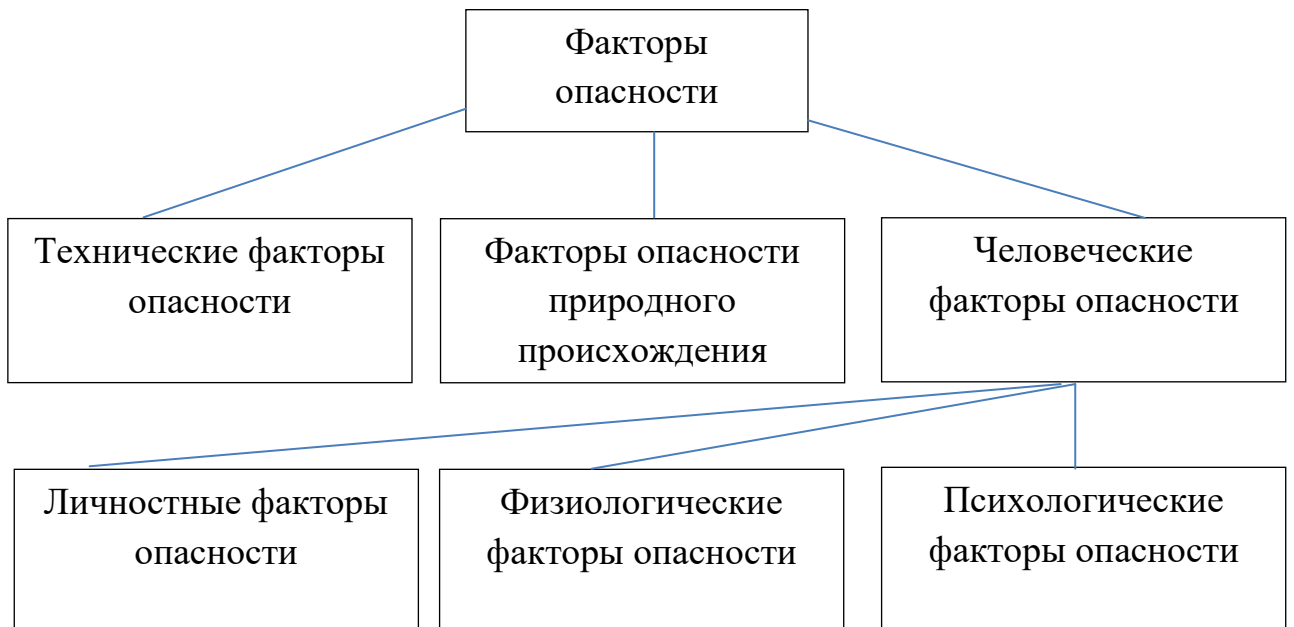


Рисунок 2.6 Виды факторов опасности

При этом существует определяющий фактор опасности, оказывающий окончательное воздействие на развитие авиационного события. Рассматривая факторы опасности, следует определять первопричину опасностей. В этой ситуации целесообразно ввести понятие «источник опасности». Источником фактора опасности может стать невыполнение процедур (установки, правил). В данной работе под термином «источник опасности» понимается обобщенность процедур, функций, условий факторов, влияющих на безопасность полетов, что в свою очередь предполагает в себе кластеризацию процессов на авиационном предприятии по функциональным признакам. Модель трансформации факторов опасности в определяющий фактор опасности представлена на рисунке 2.7.

Таким образом, общее количество факторов опасности можно представить в виде формулы генерации факторов опасности (2.14).

$$C_A = \left\{ \varphi_{Hr}, \varphi_{En}, \varphi_{Lv} (\varphi_{ph}, \varphi_{ps}, \varphi_{pe}) \rightarrow \varphi^* \right\}, \quad (2.14)$$

где C_A - система авиационного предприятия, φ_{Hr} - технический фактор опасности, φ_{En} - фактор опасности, связанный с внешней средой, φ_{Lv} - человеческий фактор опасности, φ_{ph} - физиологический фактор опасности, φ_{ps} - психологический фактор опасности, φ_{pe} - личностный фактор опасности, φ^* - критический фактор опасности (определяющий фактор опасности).

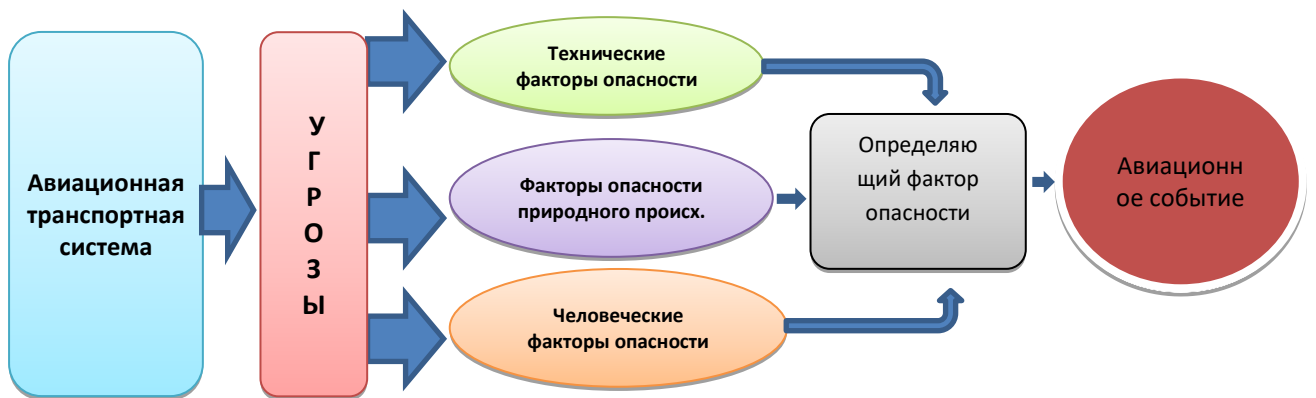


Рисунок 2.7 – Модель трансформации факторов опасности в определяющий фактор

2.6. Типы факторов опасности поставщика услуг гражданской авиации

Если виды факторов опасности определяют родовую принадлежность этих факторов к общему понятию факторы опасности, то их определенные признаки формируют представление о типах факторах опасности.

По смыслу пункта 5.5 Федеральных авиационных правил [50] факторы опасности (угрозы) могут быть фактическими и потенциальными, выявленными и скрытыми.

Ниже представлены типы факторов опасности (Рисунок 2.8).

Как следует из постановления Правительства РФ [79] фактор опасности – результат действия или бездействия, обстоятельство, условие или их сочетание, влияющие на безопасность полетов гражданских воздушных судов.

При этом фактический фактор опасности – серьезность и вероятность последствия фактора опасности, имеющие место при запланированной производственной деятельности;

Потенциальный фактор опасности – серьезность и вероятность последствия фактора опасности, имеющие место при отклонении от планируемой производственной деятельности.

Выявленный фактор опасности – фактор опасности, который был выявлен в процессе производственной деятельности, или имел место быть до внедрения системы управления безопасностью полетов. Выявленные факторы опасности должны быть задокументированы.

Скрытый фактор опасности – фактор опасности, который не выявлен, но может быть выявлен при реализации процедур по выявлению факторов опасности.

Оцененный фактор опасности – выявленный фактический или потенциальный фактор опасности, по которому группой экспертов произведена оценка риска.

Не оцененный фактор опасности – выявленный фактический или потенциальный фактор опасности, по которому группой экспертов не произведена оценка риска. Подразделяются на два вида – ФО, который был выявлен, но не оценен в связи с периодичностью работы экспертной группы и ФО, который не был выявлен, т.е. скрытый ФО.

Контролируемый фактор опасности – фактор опасности, по которому произведена оценка риска, разработаны мероприятия по поддержанию уровня риска в приемлемой зоне, либо реализованы мероприятия по уменьшению риска, данные мероприятия контролируются на предмет их соблюдения с определенной периодичностью.

Не контролируемый фактор опасности – фактор опасности, по которому либо не был произведен расчет риска, либо не контролируются мероприятия по поддержанию уровня риска на приемлемом уровне.

При понимании и внедрении типологии факторов опасности на авиационном предприятии создаются необходимые условия для управления рисками путем оценки и интеграции потребностей взаимосвязей в авиационной системе (IRM по ИКАО).

Из рисунка 2.8 видно, что множество факторов опасности может быть не найдено и угроза для безопасности полетов может стать неконтролируемой.

Таким образом, выявить и оценить все факторы опасности невозможно (только частично в рамках процесса выявления факторов опасности), но управлять рисками факторов опасности в нечетких множествах по показателям качества и безопасности полетов в рамках 3 компонента СУБП вполне допустимо и корректно, поскольку в данном случае происходит исследование всей авиационной системы.



Рисунок 2.8 – Типы факторов опасности

2.8. Оценка рисков с точки зрения системного подхода на авиационном предприятии

Каждый фактор опасности можно оценить в виде риска. В соответствии с [79], риск - это прогнозируемые вероятность и тяжесть последствий проявления одного или нескольких факторов опасности. Методика оценки риска факторов опасности подробно изложена в документе ИКАО [105], предполагает собой управление рисками опасностей при осуществлении процессов и отвечает требованию, изложенному в пункте 5.5 Федеральных авиационных правил [50], согласно которому СУБП эксплуатанта включает процессы определения фактических и потенциальных угроз для безопасности полетов и оценки соответствующих рисков. С точки зрения процессного подхода производится

изменение факторов риска (вероятность и серьезность), а риск соответствует определению, данному в [79]. Поскольку уровень качества при оценке процессов находится в диапазоне от 0 до 1, то интегральный уровень риска при оценке факторов риска \hat{R} так же целесообразно находить в диапазоне от 0 до 1, с помощью матрицы оценки рисков, представленной в [105], выражая значения рисков от 0 до 1.

Вместе с тем, в соответствии с документом ИКАО [105], одной из целей СУБП является введение дополнительных, основанных на характеристиках, элементов для более эффективного контроля факторов риска для безопасности полетов. Далее в этом документе сказано, что основанные на характеристиках элементы в рамках СУБП включают в себя процесс мониторинга и измерения показателей эффективности обеспечения безопасности полетов. Параметром для отслеживания эффективности процесса могут быть события, отражающие качество или **уровень риска процесса** (интегральный уровень риска). Следовательно, для оценки эффективности функционирования СУБП эксплуатанта может использоваться уровень риска. Основным измеримым критерием уровня риска является приемлемый уровень риска.

В соответствии со стандартом РФ [69], приемлемый уровень риска - это уровень риска, при котором никаких дальнейших действий по управлению состоянием системы не требуется (за исключением случаев, когда уровень риска можно дополнительно снизить с малыми затратами или усилиями), а приемлемость риска определена как готовность общества к принятию данного риска.

В документе ИКАО [105] представлена типовая матрица для определения степени риска (приемлемости или неприемлемости). Если уровень качества представить в виде значений от 0 до 1, то уровень риска так же целесообразно представлять в числовом значении от 0 до 1. Таким образом, матрица оценки рисков примет следующий вид (рисунок 2.9):

Здесь: зеленая зона – приемлемый уровень риска;

Желтая зона – приемлемый уровень риска, при условии выполнения определенных корректирующих мероприятий (допустимый уровень);

Красная зона – неприемлемый уровень риска, при котором необходимо исключить фактор опасности при дальнейшем производстве полетов.

		A	B	C	D	E
	множитель	1	0,8	0,6	0,4	0,2
5 часто	1	1	0,8	0,6	0,4	0,2
4 иногда	0,8	0,8	0,64	0,48	0,32	0,16
3 весьма редко	0,6	0,6	0,48	0,36	0,24	0,12
2 маловероятно	0,4	0,4	0,32	0,24	0,16	0,08
1 крайне маловер.	0,2	0,2	0,16	0,12	0,08	0,04

Рисунок 2.9 – Матрица оценки рисков

Имея инструмент оценки одного фактора опасности, учитывая то, что в авиационном предприятии факторов опасности может быть несколько десятков сотен, матрица оценки рисков дополнена количественной составляющей и представлена в следующем виде (рисунок 2.10):

		A	B	C	D	E
	множитель	1	0,8	0,6	0,4	0,2
5 часто	1	0	0	0	11	20
4 иногда	0,8	0	0	4	7	13
3 весьма редко	0,6	1	6	2	4	16
2 маловероятно	0,4	10	3	31	19	16
1 крайне маловер.	0,2	24	14	5	34	40

Рисунок 2.10 – Матрица количества факторов опасности

В представленной матрице учтено условное количество факторов опасности, которые могут оцениваться в авиационном предприятии.

При этом приемлемый уровень риска АП будет равен:

$$R_p = \frac{1}{np} \sum_{i=1}^{np} R_{pi} \leq 0,16, \quad (2.15)$$

где np – количество факторов опасности в зеленом секторе матрицы.

Допустимый или приемлемый уровень риска АП с реализацией корректирующих мероприятий по снижению уровня риска (желтый сектор) будет равен:

$$0,17 \leq R_k = \frac{1}{nk} \sum_{i=1}^{nk} R_{ki} \leq 0,48, \quad (2.16)$$

Неприемлемый уровень риска АП (красный сектор) будет равен:

$$0,49 \leq R_n = \frac{1}{nn} \sum_{i=1}^{nn} R_{ni} \leq 1, \quad (2.17)$$

Таким образом, приемлемый уровень риска АП будет находиться в диапазоне от 0 до 0,48 (4,5), а неприемлемый уровень риска будет находиться в диапазоне от 0,49 до 1. Поскольку приемлемость уровня риска, согласно [69], определяется отношением общества к опасности, то величина приемлемого уровня может меняться со временем и однозначно иметь два варианта восприятия, приемлемый уровень риска в данной методике можно принять за 0,48.

$$\hat{R} \leq 0,48. \quad (2.18)$$

Применяя данную методику, оценка риска будет соответствовать требованиям нормативно правового акта, утвержденного Постановлением Правительства РФ [79], исходя из того, что при работе с каждым фактором опасности производится оценка риска на основании вероятности и серьезности опасности.

В то же время оценивается ограниченное количество факторов опасности. Как было указано ранее, факторов опасности может быть сотни. Следовательно, целесообразно находить значения риска в нечетких множествах.

Рассматривая риск как прогнозируемую меру количества опасности для возможного дискретного события [72], необходим подход в определении риска с

точки зрения системы авиационного предприятия (установление ограничений в менеджменте взаимоотношений) [72]:

$$\tilde{R} = (\mu_1, \mu_2, \tilde{H}_R | \Sigma_0), \quad (2.19)$$

где μ_1 – мера риска 1-ого рода (неопределенность появления негативного результата – степень риска), \tilde{H}_R – мера последствий или ущерба (цена риска); μ_2 – мера риска 2-ого рода (проявление факторов, за счет системных ошибок и угроз состоянию системы), Σ_0 – условия опыта, или ситуация при эксплуатации системы [72]. Целесообразно производить оценку риска с точки зрения системы авиационного предприятия, с учетом внешней среды и эксплуатационного опыта авиационного предприятия.

Таким образом, с целью определения приемлемого уровня риска \hat{R} с точки зрения системного подхода можно провести соотношение, при котором $\hat{R} \rightarrow \tilde{R}$ (интегральный уровень риска по конкретным значениям переходит в уровень риска, определенный в нечетких множествах, что может исключить ошибки при малых статистических данных).

В нормативно правовом акте [79] установлено определение риска как вероятность и серьезность одного или нескольких факторов опасности, подходящее прежде всего для разработчиков и производителей авиационной техники, а ИКАО рассматривает управление риска уже с точки зрения системного подхода, в основе которого лежит анализ риска как возможности наступления ущерба, в данной работе были определены два вида риска – с точки зрения процессного подхода и с точки зрения системного подхода (таблица 2.10).

На схеме показана прямолинейная зависимость факторов риска от уровня качества, что соответствует определению риска, указанному в нормативном правовом акте [79] (вероятность и серьезность опасности) и экспоненциальная зависимость уровня риска авиационного предприятия \tilde{R} , определяющая риск, как прогнозируемую меру количества опасности для возможного дискретного события (определенный в нечетких множествах).

Исходя из таблицы 2.11, был составлен рисунок 2.11 зависимости уровня риска от уровня качества в авиационном предприятии. При этом Σ_0 – характеристика \tilde{R} , обусловленная совокупностью практически усвоенных знаний в области управления качеством, в части зависимости дефектов от прямых и косвенных расходов на качество, экспоненциальной зависимостью показателей безопасности от показателей качества, а также знаний, полученных в ходе практических наблюдений.

Таблица 2.11 – Управление риском на авиационном предприятии

Риск		
Определение	Прогнозируемые вероятность и тяжесть последствий проявления одного или нескольких факторов опасности.	Прогнозируемая мера количества опасности для возможного дискретного события в области неопределенности.
Источник	Постановление Правительства РФ № 1215 [79]	Теория системной безопасности [72]
Вид измерения	Факторы риска (множество)	Уровни риска (нечеткое множество)
Количество	до 5000	Приемлемый, допустимый, фактический, в желтой, зеленой, красной зонах, пороговый и др.
Условия выявления	Фактические и потенциальные опасности	Опыт, внешняя среда
Зависимость от качества	Прямая	Близко к экспоненциальной, скачкообразная
Подход по ИСО серии 9000	Процессный	Системный (установление ограничений в менеджменте взаимоотношений)
Подход по ИКАО (приложение 19)	Управление рисками для безопасности полетов (второй компонент СУБП)	Обеспечение безопасности полетов (третий компонент СУБП) в сфере нечетких множеств
Контроль эффективности управления безопасностью полетов	По показателям качества	По показателям безопасности полетов
Риск-ориентированное мышление (п. 0.1 [85])	Внедрение действий, связанных с возможностями (установление связи с рисками)	Внедрение действий, связанных с рисками (установление связи с возможностями)
Нормативно правовая база методов управления	Пункт 5.5 ФАП-128 – наличие процессов определения фактических и потенциальных угроз [50]	Пункт 1.4.3 документа ИКАО «Руководство по управлению безопасностью полетов» (DOC 9859) – успешное управление факторами риска в авиации должно быть направлено на снижение общего риска системы [105]

В соответствии с определенным уровнем качества на графике построена область приемлемого уровня риска ($R \in [0;0.16]$ - зеленая зона, $R \in [0.16;0.48]$ - желтая зона).

В то время как приемлемый уровень качества – уровень качества, который при оценке процессов имеет границу определенную первоначальным замыслом, соответствует планируемому уровню качества.

При уменьшении уровня качества, уровень риска увеличивается. Чем больше изменчивость качества от планируемого уровня, тем выше уровень риска.

Поскольку концепция СУБП учитывает отличия от уровня, определенного первоначальным замыслом (теория «практического сдвига» Скотта А. Снука) [105], необходимо четко рассчитывать приемлемый уровень риска (соответствует оптимальному уровню качества, при котором затраты на качество приносят максимальную полезность), зону практического сдвига, где можно осуществлять управление рисками, и зону, где необходимо принимать экстренные меры для обеспечения безопасности полетов (опасная зона).

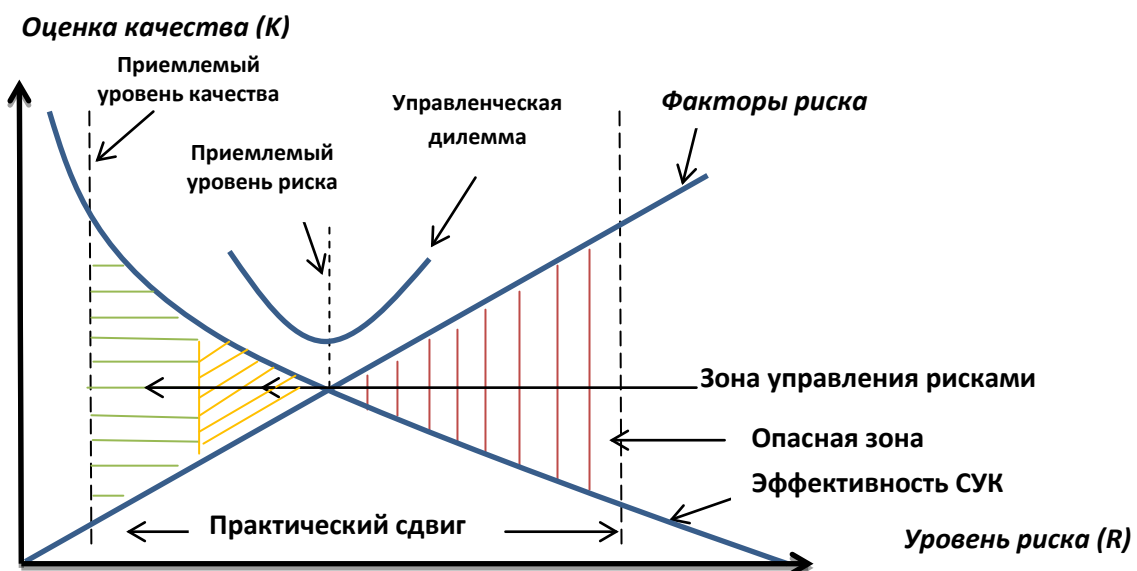


Рисунок 2.11 Зависимость уровня рисков от уровня качества на авиационном предприятии

Угол наклона прямолинейной зависимости пропорционален приемлемому уровню рисков, который может задаваться руководством авиационного предприятия в соответствии с требованием государства, либо в соответствии с общественным мнением, и обозначается в виде коэффициента, который может быть найден через определение уровня качества.

Построенная схема воспроизводит уже известные теории зависимости уровня качества от финансовых затрат, зависимость уровня надежности от затрат на качество, [40, 103]. При этом элементы, выстроенные на схеме, соответствуют общим понятиям управления риском, рассматриваемым в документах ИКАО и в теории системной безопасности.

Методом аппроксимации (с использованием Excel) для схемы на рисунке 2.11 зависимость уровня рисков от уровня качества может принять следующий вид:

$$\begin{cases} \tilde{R} = 1.009e^{-2.735K-0.009} \\ \hat{R} = -0,981K + 1 \end{cases} \quad (2.20)$$

Таким образом, приемлемый уровень риска (0,48) будет соответствовать качеству, равному 0,37. Соответственно, значения качества ниже 0,37 соответствуют уровню риска, находящемуся в красной зоне. Рабочая зона управления рисками находится в зеленой и желтой зонах и соответствует значению от 0,37 до 1.

Прямолинейная зависимость, указанная на рисунке до приемлемого уровня риска, предполагает оценку риска по степени вероятности и серьезности. В то время как с улучшением качества процессов, после приемлемого уровня рисков, вероятность возникновения неблагоприятного события определить невозможно. Поскольку актуальность вычисления риска возникает в красной зоне для предотвращения неблагоприятного события, вероятностные показатели событий не имеют никакого значения. Следовательно, определение «риск» целесообразно сформировать как степень и мера предполагаемого (прогнозируемого) количества вреда (опасности).

Зависимость уровня риска от качества при системном подходе до приемлемого уровня риска, при снижении качества является близко к экспоненциальной. А после приемлемого уровня риска – скачкообразная, что соответствует теории катастроф, в которой катастрофа обозначена в виде скачка при плавных системных изменениях [16] (*катастрофа - это скачкообразное изменение, возникающее в виде внезапного ответа системы на плавное изменение внутренних и внешних условий*).

Преимущество данного метода оценки уровня риска через уровень качества заключается в следующем. Поскольку риск есть состояние неопределенности, то в условиях управления безопасностью полетов скрытые (латентные) факторы могут быть не найдены по ряду причин (низкая организационная культура авиационного предприятия, недостаточная компетентность персонала в СУБП, сложность выявления факторов опасности и др.). Поэтому с точки зрения системы, целесообразность проведения контроля над уровнем риска, в соответствие с определенным значением уровня качества, является важным при интегрированном подходе в области СУК и СУБП.

Вместе с тем рисунок 2.11 и соотношение 2.20 используются в данной работе прежде всего для понимания механизма возникновения неблагоприятного события и с практической точки зрения устраняют некоторые противоречия нормативно-правового характера в отношении управления риском, вызванные функциональными различиями между разработчиками и производителями авиационной техники и авиационными предприятиями, уже использующими указанную технику по назначению.

В то же время из рисунков 2.2 и 2,4, а также из соотношений (2.10, 2.11) следует, что воздействие СУК на СУБП происходит через область неопределенности. Индикаторы множества элементов, найденные в области неопределенности, формируют уровень риска системы, либо общий риск системы. При этом множество критических элементов системы формируют неприемлемый риск системы, который можно выразить в виде уравнения катастрофы, построение которого будет подробно описано в 4 главе.

Выводы по главе 2

1. С помощью метода главных компонент доказана взаимосвязь между показателями качества и показателями безопасности полетов на авиационном предприятии. Введено понятие нечеткого многокритериального показателя эффективности.

2. Определен алгоритм анализа показателей качества и показателей безопасности полетов, позволяющий определять взаимосвязи между элементами множеств факторов опасности с использованием нечеткого многокритериального показателя эффективности в интегрированной системе управления качеством и безопасностью полетов на авиационном предприятии.

3. Воздействие СУК на СУБП происходит через область неопределенности.

4. В рамках системы управления безопасностью полетов (СУБП) разобраны факторы опасности в организациях гражданской авиации РФ, на примере авиационного предприятия. Определены виды и типы факторов опасности. Построена модель трансформации факторов опасности в определяющий фактор опасности, способствующий авиационному событию. Рассмотрена взаимосвязь между 2 и 3 компонентами СУБП (согласно приложению 19 к Конвенции о международной гражданской авиации). Выявить и оценить все факторы опасности невозможно, но управлять рисками факторов опасности в нечетких множествах по показателям качества и безопасности полетов в рамках 3 компонента СУБП вполне допустимо и корректно.

5. Определены риски, выявляемые как при процессном подходе, так и при системном подходе. Определены их основные отличия. Рассмотрено понятие «интегрированное управление риском», на примере авиационного предприятия, как это рекомендует ИКАО в издании 4 документа 9859 «Руководство по управлению безопасностью полетов» при оценке и интеграции потребностей взаимосвязей в авиационной системе (IRM).

6. Предложен рисунок с графической зависимостью уровня риска от уровня качества, отражающей механизм возникновения неблагоприятного события, где также установлена зона управления риском, показана управленческая дилемма и приемлемый уровень риска авиационной системы.

Глава 3. МЕТОД ВЫЯВЛЕНИЯ КРИТИЧЕСКИХ СОЧЕТАНИЙ ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМЫ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛЕТОВ НА АВИАЦИОННОМ ПРЕДПРИЯТИИ

3.1 Основные методы обеспечения функционирования процессов управления

Как было отмечено во второй главе диссертации, существует множество разнообразных факторов опасности как в самой авиационной системе, так и в ее окружении (внешняя среда). При этом согласно [79] факторы опасности подлежат оценке в виде риска (риск – прогнозируемая вероятность и тяжесть последствий проявления одного или нескольких факторов опасности). С точки зрения системного подхода, риск в данной работе принимается как прогнозируемая мера количества опасности для возможного дискретного события. Таким образом, множество факторов опасности $\tilde{\Phi}_{Q,S}$ можно оценить на предмет наличия риска \tilde{R} в авиационной системе. Производить мониторинг множества факторов опасности затруднительно. Следовательно, необходим поиск критических элементов в нечетких множествах авиационной системы (3.1).

$$\tilde{\Phi}_{Q,S} \rightarrow \tilde{R} \mid \hat{K}_{Q,S}, \Sigma_0, Q, S, \quad (3.1)$$

где $\hat{K}_{Q,S}$ - многокритериальный показатель эффективности, определенный в нечетких множествах (факторная нагрузка между показателем качества и показателем безопасности полетов).

Выявление критических элементов авиационной системы возможно на основе многокритериального показателя эффективности, определенного в нечетких множествах. Задача найти такой общий показатель. Это возможно при интеграции СУК и СУБП на авиационном предприятии.

Говоря о методах, при которых происходит интеграция СУК и СУБП, необходимо, прежде всего, ориентироваться на принципы интеграции СУК и СУБП, изложенные в первой главе.

При такой интеграции возможен поиск критических элементов авиационной системы. Критические элементы авиационной системы – это такие элементы, цепочка из которых может привести к неблагоприятному событию, такому как катастрофа, авария, серьезный авиационный инцидент, чрезвычайное происшествие. Принимается, что $Q \sim \beta$. Тогда условие неблагоприятного события можно записать (3.2).

$$\beta_1^* \wedge \beta_2^* \wedge \beta_3^* \dots \beta_n^* = 1, \quad (3.2)$$

где β_i^* - критические элементы авиационной системы.

Управленческие решения, направленные на функционирование интегрированных СУК и СУБП, должны быть основаны на единой концепции системы управления организацией. Из множества методов управления, встречающихся в организации, авиационные предприятия применяют (могут применять) методы, изложенные в таблице 3.1. Здесь процессы управления авиационным предприятием сформированы в соответствии с принципом «установление общих процессов управления как в системе управления качеством, так и в системе управления безопасностью полетов.

Таблица 3.1 – Основные методы обеспечения функционирования процессов управления

Процессы управления	Основные методы обеспечения функционирования процессов управления	
	Система управления качеством	Система управления безопасностью полетов
Мониторинг и измерение	1. Ежедневные, еженедельные совещания, доклады; 2. Внутренние и внешние аудиты системы управления качеством; 3. Самооценка авиационного предприятия; 4. Измерение атрибутов процессов. 5. Контрольные и надзорные	1. Ежедневные, еженедельные совещания, доклады; 2. Анализ результатов внутренних и внешних аудитов; 3. Анализ средств объективного контроля; 4. Обязательные, добровольные и конфиденциальные сообщения от персонала авиационного предприятия;

	<p>мероприятия федеральных органов исполнительной власти.</p> <p>6. Информация от потребителей авиационных услуг;</p> <p>7. Информация от поставщиков обслуживания.</p> <p>8. Информация от СМИ.</p> <p>9. Применение статистических методов управления качеством;</p> <p>10. Использование бейчмаркинга в рамках политики конкурентного преимущества.</p>	<p>5. Контрольные и надзорные мероприятия федеральных органов исполнительной власти.</p> <p>6. Инспекционные проверки в рамках системы управления безопасностью полетов эксплуатанта;</p> <p>7. Постоянное выявление факторов опасности;</p> <p>8. Мониторинг уровня рисков факторов опасности из имеющейся базы данных.</p>
Анализ и оценка	<p>1. Анализ достижения целей в области качества;</p> <p>2. Анализ результативности и эффективности процессов;</p> <p>3. Оценка процессов;</p> <p>4. Анализ системы управления качеством со стороны руководства;</p> <p>5. Пересмотр политики качества авиационного предприятия.</p> <p>6. Анализ и оценка выделения необходимых ресурсов в области качества;</p> <p>7. Контроль выполнения предупреждающих и корректирующих мероприятий;</p>	<p>1. Оценка эффективности обеспечения безопасности полетов;</p> <p>2. Анализ системы управления безопасностью полетов.</p> <p>3. Пересмотр политики в области безопасности полетов;</p> <p>4. Анализ и оценка выделяемых ресурсов для обеспечения безопасности полетов.</p> <p>5. Анализ текущего уровня рисков факторов опасности.</p> <p>6. Анализ эффективности применяемых мер по снижению уровня рисков.</p> <p>7. Оценка рисков выявленных факторов опасности.</p>
Определение возможностей и улучшение	<p>1. Определение профиля процессов;</p> <p>2. Определение возможностей авиационного предприятия;</p> <p>3. Распределение ресурсов в авиационном предприятии;</p> <p>4. Разработка инноваций;</p> <p>5. Проведение исследований в назначенных областях деятельности;</p> <p>6. Повышение уровня квалификации персонала;</p> <p>7. Формирование организационной культуры авиационного предприятия.</p>	<p>1. Популяризация безопасности полетов;</p> <p>2. Установление организационной культуры в области обеспечения безопасности полетов.</p> <p>3. Повышения квалификации персонала в области СУБП;</p> <p>4. Контроль отрицательных рисков при внедрении элементов улучшения;</p> <p>5. Выполнение требований уполномоченных органов в области гражданской авиации;</p> <p>6. Определение новых методов для выявления факторов опасности.</p>

В связи с тем, что одним из принципов успешной интеграции СУК и СУБП является установление показателей в области качества и безопасности полетов, то в работе предлагается расщепить (разделить) множество показателей

на показатели качества и показатели безопасности полетов для их мониторинга и измерения.

3.2. Виды мониторинга и измерения на авиационном предприятии.

Кластеризация процессов.

Из международного стандарта [85] следует, что организация должна:

- устанавливать цели в области качества для соответствующих функций, уровней, а также процессов, необходимых для системы менеджмента качества;
- определять процессы, необходимые для системы менеджмента качества, и их применение в рамках организации;
- определять соответствующие показатели результатов деятельности, необходимые для обеспечения результативного функционирования этих процессов и управления ими.

В авиационном предприятии целесообразно установить измеримые цели, вытекающие из политик в области качества, а также в области безопасности полетов и показатели каждого установленного процесса (показатели в области качества и показатели в области безопасности полетов). При этом измеримые цели в области качества, помимо результативности, отражают и эффективность системы управления качеством авиационного предприятия.

Согласно подпункту «g» пункта 4.4.1 [85] организация, помимо вышеперечисленного, должна производить оценку самих процессов. Для авиационного предприятия это третий вид мониторинга и измерения (оценка процессов). Такая систематизация мониторинга и измерения необходима для успешного решения задачи по взаимодействию процессов авиационного предприятия, а значит для успешного внедрения и реализации СУК и СУБП.

В соответствии со стандартом ИСО серии 9000 процесс - это совокупность взаимосвязанных и (или) взаимодействующих видов деятельности, использующих входы для получения намеченного результата.

Таким образом, для успешного функционирования СУК и СУБП необходимы три вида мониторинга и измерения.

1. Измерение целей авиационного предприятия их результативности и эффективности;
2. Измерение результативности (показателей) процессов авиационного предприятия;
3. Измерение процессов авиационного предприятия.

В соответствии с принципом интеграции СУК и СУБП, выполняемость процедур определяется оценкой процессов, что является основной составляющей для взаимосвязи с показателями безопасности полетов.

При этом согласно формуле (3.3) показатели качества являются составляющими процессов.

$$p_i = \{Q_i \mid \sum_{i=1}^n Q_i \in p_i\}. \quad (3.3)$$

Таким образом, для управления безопасностью полетов целесообразно измерять процессы авиационного предприятия. Т.е. необходима детализация процессов, распределение основных направлений деятельности по классам, т.е. кластеризация.

В качестве примера измерения по третьему виду можно взять процессы по аналогу разделов стандартов IOSA [63]: В данной главе вводятся процессы со следующей кластеризацией (p_i):

$$P = \{p_1, p_2, p_3, p_4, p_5, p_6, p_7, p_8, p_9\} = \sum_{i=1}^9 P_i. \quad (3.4)$$

где:

- p_1 – Организация авиационного предприятия и система управления;
- p_2 – Организация летной работы;
- p_3 – Поддержание летной годности;
- p_4 – Диспетчерское обеспечение полетов, контроль полетов ВС;
- p_5 – Наземное обеспечение полетов;

p_6 – Организация работы кабинного экипажа;

p_7 – Деятельность по перевозке грузов;

p_8 – Мероприятия по авиационной безопасности.

Для конкретного авиационного предприятия может быть введен дополнительный процесс, например, если это эксплуатант, выполняющий деловые перевозки, то девятым процессом может быть «сервис воздушных судов»:

p_9 – Сервис воздушных судов.

Причем для первых двух измерений должны существовать конкретные показатели, как в области качества, так и в области безопасности полетов, для третьего вида мониторинга и измерения, оценка процессов производится уже как для интегрированных СУК и СУБП и должна охватывать всю организационную среду авиационного предприятия.

Следовательно, на уровень качества влияет достижение целевых значений авиационного предприятия, результативность процессов и их безупречное функционирование.

Мониторинг процессов происходит во времени, следовательно, процесс мониторинга может быть описан в виде функции от времени процесса, который подвергается мониторингу:

$$p_i = p_i(t) = f_i(t), \quad (3.5)$$

где p_i - номер процесса, t – период времени измеряемого процесса.

Процессы состоят из подпроцессов, процедур x_i и включают в себя показатели качества (например, представленные во второй главе), которые характеризуют состояние элементов системы.

$$P_i = \left\{ x_i \mid \sum_{i=1}^n x_i \in P_i \right\}. \quad (3.6)$$

При этом важным этапом при мониторинге процессов является кластеризация процессов, т.е. разделение процессов по функциональным признакам:

$$P \rightarrow \left\{ \sum_{i=1}^n p_i \right\}. \quad (3.7)$$

При таком условии обеспечивается достоверность дальнейших вычислений.

3.3. Оценка процессов авиационного предприятия

В соответствии с ГОСТ Р ИСО/МЭК 15504-1-2009 «Оценка процессов» часть 1 «Концепция и словарь» [46] процесс оценки (assessment process) - это определение того, в какой степени стандартные процессы организации вносят вклад в достижение ее бизнес-целей и помогают организации сфокусироваться на необходимости непрерывного улучшения процессов.

Оценка процесса состоит, как минимум, из следующих действий:

1. Планирование деятельности, которая должна быть выполнена;
2. Сбор данных, объективных свидетельств того, что процесс соответствует установленным критериям;
3. Подтверждение того, что собранные данные объективны, достаточны и согласованы;
4. Присвоение рейтингов атрибутам процесса;
5. Составление отчета.

При этом атрибут процесса – есть измеримая характеристика возможности процесса, а рейтинг атрибута – оценка степени достижения атрибута оцениваемого процесса.

Под возможностями в данной работе понимаются статистические показатели собственной изменчивости процессов [23].

В авиационном предприятии при интегрированном подходе в области СУК и СУБП предполагается оценивать 10 атрибутов в каждом процессе по следующим уровням (таблица 3.2) [97]:

Таблица 3.2 – Оценка процессов на авиационном предприятии

Уровни процесса	Атрибуты процесса	Критерии процесса для определения рейтинга
Уровень 0	Неполный процесс	Не смог достичь своего назначения
Уровень 1	Осуществленный процесс	Достиг своего назначения
Уровень 2	Управление осуществлением	<ol style="list-style-type: none"> 1. Идентифицированы цели процесса; 2. Осуществление процесса планируется и проводится его мониторинг; 3. Осуществление процесса регулируется для соответствия планам; 4. Определены, распределены и доведены до сведения ответственность и полномочия; 5. Идентифицированы, доступны, выделены и используются ресурсы и информация; 6. Интерфейсы между участвующими сторонами управляются с целью обеспечить как эффективное взаимодействие, так и четкое распределение ответственности.
	Управление результатами процесса	<ol style="list-style-type: none"> 1. Определены результаты процесса; 2. Определены требования к документации и контролю над результатами процесса; 3. Результативность процесса контролируется в соответствие с запланированным порядком; 4. Определены факторы внешней среды процесса.
Уровень 3	Определение процесса	<ol style="list-style-type: none"> 1. Разработаны руководства, технологии, инструкции, регламенты, определена иерархия ответственности за безопасность полетов; 2. Определена последовательность и взаимодействие стандартного процесса с другими процессами; 3. Определены функции персонала процесса, назначены ведущие сотрудники, ответственные за обеспечение безопасности полетов; 4. Определена инфраструктура и рабочая среда процесса; 5. Определены методы для проведения мониторинга эффективности и применимости процесса.
	Выполнение процесса	<ol style="list-style-type: none"> 1. Разработанные руководства, технологии, инструкции, регламенты, документация СУБП внедрены, исполняются; 2. Персоналом выполняются возложенные

		<p>функции;</p> <p>3. Персонал компетентен, имеет надлежащую подготовку;</p> <p>4. Необходимые для осуществления процесса ресурсы, информация выделены, доступны и используются, разработана и применима координация планирования мероприятий на случай аварийной обстановки;</p> <p>5. Инфраструктура и рабочая среда доступны, управляемы и сопровождаемы;</p> <p>6. Соответствующие данные по пониманию процесса, его применимости и эффективности, а также для понимания его улучшения собраны, проанализированы.</p>
Уровень 4	Измерение процесса	<p>1. Установлены информационные потребности процесса. Политика в области качества и в области безопасности полетов доведены до персонала.</p> <p>2. Определена роль процесса в организационной среде предприятия, степень влияния на цели организации;</p> <p>3. Идентифицированы и определены частота проведения внутренних и внешних аудитов оцениваемого процесса.</p> <p>4. Собраны и проанализированы результаты процесса, произведено выявление фактических и потенциальных опасностей (факторов опасности);</p> <p>5. Собранные результаты использованы для управления процессом, произведена оценка рисков факторов опасности;</p> <p>6. Производится мониторинг факторов внешней среды процесса.</p>
	Контроль процесса	<p>1. Выполняются корректирующие и предупреждающие действия, в том числе и по уменьшению рисков для безопасности полетов, осуществляются изменения;</p> <p>2. Несоответствия анализируются, выявляются их причины;</p> <p>3. Производится мониторинг мероприятий по снижению уровней рисков;</p> <p>4. Производится оценка эффективности СУБП;</p> <p>5. Производится оценка факторов внешней среды процесса.</p>
Уровень 5	Инновация процесса	<p>1. Определены цели улучшения процесса;</p> <p>2. Определены возможности процесса;</p> <p>3. Предложены новые методы, технологии и концепции процесса, производится совершенствование СУБП;</p> <p>4. Установлена стратегия улучшения процесса с учетом обеспечения безопасности полетов;</p> <p>5. Производятся анализ положительного опыта в</p>

		авиационной деятельности и обмен информацией по безопасности полетов.
	Оптимизация процесса	<ol style="list-style-type: none"> 1. Произведена оценка рисков при реализации возможностей для улучшения; 2. Установлены пределы улучшения с целью решения управленческой дилеммы между производством и безопасностью; 3. Улучшения анализируются; 4. Предпринимаются корректирующие и предупреждающие мероприятия при появлении неприемлемого риска; 5. Производится оценка эффективности корректирующих и предупреждающих мероприятий по снижению уровня рисков.

Каждый атрибут процесса должен получить рейтинговую оценку по шкале рейтингов.

Шкала рейтингов:

Н – не достигнут – 0-15% достижения (0-,015).

Ч – частично достигнут – 15-50% достижения (0,15-0,5).

В – в основном достигнут – 50-85% достижения (0,5-0,85).

П – полностью достигнут – 85-100% достижения (0,85-1).

Набор рейтингов образует профиль процессов.

Как видно, предложенная методика оценки процессов учитывает интеграцию СУК и СУБП и может оказать помощь авиационному предприятию при реализации процессного подхода в управлении организацией.

Рейтинговая оценка атрибутов процесса 0-3 уровней может производиться в ходе плановых, внеплановых, внутренних и внешних аудитов авиационного предприятия в рамках системы качества. Рейтинговую оценку атрибутов процесса 4-5 уровней целесообразно производить в виде самооценки предприятия, а так же в процессе анализа системы управления качеством со стороны руководства.

При такой оценке процессов СУБП интегрируется с СУК, в соответствии с требованиями Приложения 19 к Конвенции о международной гражданской авиации [68], как представлено в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Соответствие требованиям Приложения 19 к Конвенции о международной гражданской авиации

Приложение 19 к Конвенции		Уровни процесса	Атрибуты процесса
Компоненты СУБП	Элементы СУБП		
Политика и цели обеспечения безопасности полетов	Обязательства и ответственность руководства	2	Управление осуществлением (4)
	Иерархия ответственности за безопасность полетов	3	Определение процесса (1)
	Назначение ведущих сотрудников, ответственных за безопасность полетов	3	Определение процесса (3)
	Координация планирования мероприятий на случай аварийной обстановки	3	Выполнение процесса (4)
	Документация по СУБП	3	Выполнение процесса (1)
Управление рисками для безопасности полетов	Выявление источников опасности	4	Измерение процесса (4)
	Оценка и уменьшение рисков для безопасности полетов	4	Измерение процесса (5), Контроль процесса (1)
Обеспечение безопасности полетов	Контроль и количественная оценка эффективности обеспечения безопасности полетов	4	Контроль процесса (4)
	Осуществление изменений	4	Контроль процесса (1)
	Постоянное совершенствование СУБП	5	Инновация процесса (3)
Популяризация вопросов безопасности полетов	Подготовка кадров и обучение	3	Выполнение процесса (2)
	Обмен информации о безопасности полетов	5	Инновация процесса (5)

Следовательно, метод оценки процессов в авиационном предприятии полностью соответствует 4 компонентам и 12 элементам СУБП, как это требует Приложение 19 [68].

Для отображения общей картины оценки процессов выстраивается набор рейтингов процессов в виде профиля процессов, который целесообразно отображать с помощью диаграммы Парето, где наглядно выстроены рейтинги процессов от процесса, получившего меньшую оценку, к процессу,

получившему большую оценку. В данном случае взяты условные результаты оценки процессов экспериментальным способом (таблица 3.4).

Таблица 3.4 – Критерии процессов при их оценке

		Критерии процесса																		
У	А	№	1		2		3		4		5		6		7		8		9	
0	1	1	1	1,00	1	1,00	1	1,00	1	1,00	1	1,00	1	1,00	1	1,00	1	1,00	1	1,00
1	2	2	1	1,00	1	1,00	1	1,00	1	1,00	1	1,00	1	1,00	1	1,00	1	1,00	1	1,00
		3	0,15		0,15		0,85		0,5		0,85		1		1		1		1	
		4	0,85		0,5		0,5		0,5		1		0,85		1		1		1	
		5	0,15		0,85		0,85		0,85		1		1		0,85		1		1	
		6	0,15		1		1		1		1		1		1		1		1	
		7	0,15		0,15		0,85		0,85		0,5		0,85		1		1		1	
	3	8	0,15	0,27	0,5	0,53	0,85	0,82	0,5	0,70	0,85	0,87	0,5	0,87	1	0,98	0,85	0,98	1	1,00
2	4	9	0,15		0,5		0,5		1		1		0,85		0,85		1		1	
		10	0,15		0,15		0,15		0,5		1		0,85		0,85		1		1	
		11	0	0,10	0	0,22	0	0,22	0	0,50	0,5	0,83	0,85	0,85	0,5	0,73	0,85	0,95	0,85	0,95
		12	0,15		0,15		0,85		0,5		0,85		0,85		0,85		0,85		0,85	
		13	0,15		0,5		0,5		0,5		0,5		0,85		0,85		1		0,85	
		14	0,15		0,85		0,85		0,85		0,85		0,85		0,85		0,85		0,85	
		15	0,5		0,85		0,85		0,85		0,85		0,85		0,85		0,85		0,85	
		16	0,15		0,5		0,5		0,85		0,85		1		0,85		1		1	
		17	0,15		0,15		0,15		0,5		1		0,5		1		0,85		1	
		18	0	0,18	0,5	0,50	0,5	0,60	0,5	0,65	0,5	0,77	0,5	0,77	0,85	0,87	0,5	0,84	0,5	0,84
3	6	19	0,5		0,5		0,85		0,5		0,5		0,5		1		1		1	
		20	0,15		0,85		0,85		0,85		0,85		0,85		0,85		0,85		0,85	
		21	0,15		1		1		1		1		1		1		1		1	
		22	0,15		1		1		1		1		1		1		1		1	
		23	0,15		0,15		0,5		0,15		0,5		0,5		0,85		1		1	
		24	0		0,5		0,85		0,85		0,5		0,5		0,5		1		1	
		25	0	0,16	0,5	0,64	0,5	0,79	0,85	0,74	0,85	0,74	1	0,76	1	0,89	0,85	0,96	1	0,98
		26	0,15		0,15		0,15		0,5		0,15		0,5		0,85		1		1	
		27	0,15		0,5		0,5		0,85		0,5		0,5		0,85		1		1	
		28	0,15		0,15		0,85		0,85		0,5		1		0,85		1		1	
		29	0,15		0,15		0,5		1		0,85		0,85		1		1		1	
		30	0,15		0,15		0,15		1		0,5		0,85		1		1		1	
		31	0	0,13	0,5	0,27	0,85	0,50	0,5	0,78	0,85	0,56	0,85	0,76	0,85	0,90	1	1,00	1	1,00
		32	0		0,5		0,5		0,5		0,85		0,85		0,85		1		0,85	
4	8	33	0,15		0,85		0,85		1		0,85		0,85		0,85		0,85		0,85	
		34	0		0,5		0,5		0,5		1		1		0,85		0,85		0,85	
		35	0,15		1		1		1		0,85		1		1		1		1	
		36	0,15		1		1		1		1		1		1		1		1	
		37	0	0,08	0,5	0,73	0,5	0,73	0,5	0,75	0,5	0,84	0,5	0,87	0,5	0,84	0,5	0,87	0,5	0,84
		38	0		0,15		0,15		0,15		0,85		0,85		0,5		1		0,85	
5	10	39	0		0,15		0,15		0,5		0,15		1		0,5		0,5		0,85	
		40	0		0,15		0,15		0,15		1		1		0,15		0,5		0,5	
		41	0		0		0,5		0,5		0,15		0,5		0,85		1		1	
		42	0	0,00	0,15	0,12	0,15	0,22	0,15	0,29	0,15	0,46	0,15	0,70	0,15	0,43	0,15	0,63	0,15	0,67
		43	0		0		0		0,15		0,15		0,5		0,85		0,85		1	
		44	0		0		0		0,15		0		0,15		0,5		0,5		1	
		45	0		0		0		0		0		0,15		0,5		0,5		0,5	
		46	0		0		0		0		0		0		1		0,15		0,15	
		47	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,06	0	0,03	0	0,16	0,15	0,60	0	0,40	0,15	0,56
		Оценка процессов			0,29		0,50		0,59		0,65		0,71		0,77		0,82		0,86	

Диаграмма Парето позволяет осуществлять поиск проблем в деятельности авиационного предприятия при процессном подходе. В данном случае, на диаграмме показаны 80% процессов (5, 9, 3, 4 процессы), которые не требуют каких либо изменений, и 20 % процессов (2, 1, 7, 6, 8 процессы), в которых желательно производить изменения (управление процессами).

3.4. Профиль процессов авиационного предприятия

Статистические показатели собственной изменчивости процессов определяют возможности процессов. Следовательно, диаграмма Парето представляет собой также профиль возможностей процессов.

Условные значения оценки процессов авиационного предприятия, полученные экспертным методом, отражены в таблице 3.4 «Критерии процессов при их оценке».

На диаграмме распределены процессы авиационного предприятия от «низких» профилей процессов до «высоких» профилей процессов. Представлены, для примера, 9 оцененных процессов авиационного предприятия. В основу модели оценки вложено суммирование рейтингов атрибутов каждого процесса, при этом полностью достигнутый рейтинг атрибута процесса равен 0,1 (в каждом процессе 10 атрибутов). Если атрибут имеет несколько характеристик (критериев), то определяется среднее арифметическое число. Таким образом, максимальная оценка процесса равна 1. Важно получить объективную оценку процессов, отражающую эффективность системы управления качеством в авиационном предприятии.

По полученным данным был построен профиль процессов по принципу Парето (рис. 3.1).

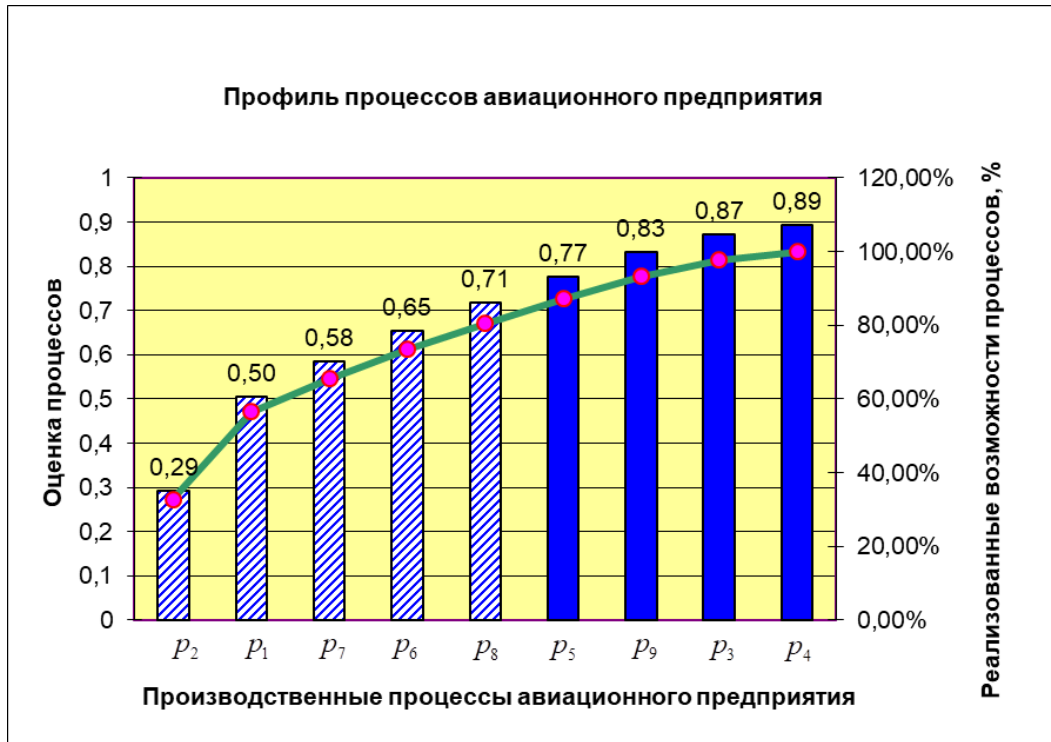


Рисунок 3.1 – Профиль процессов авиационного предприятия

Исходя из вышеизложенного, общее качество (K) процессов авиационного предприятия может быть представлено в виде среднего арифметического числа:

$$\bar{K} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n K_i, \quad (3.8)$$

где n – количество процессов.

При этом возможность (l) каждого отдельного процесса примет вид:

$$l_i = (K_{max} - K_i) + \varepsilon, \quad (3.9)$$

где K_{max} – оценка качества процесса, получившего максимальную оценку, ε – составляющая, обусловленная неслучайными причинами [23].

При этом среднее арифметическое значение возможностей авиационного предприятия находится как:

$$\bar{l} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n l_i. \quad (3.10)$$

Оценку процесса можно производить, используя индекс возможностей процесса равный l_i (3.9), по следующей методике:

- 1) $1 < li \leq 0,8$ вполне удовлетворительно
- 2) $0,8 < li \leq 0,2$ адекватно;
- 3) $0,2 < li \leq 0$ неадекватно.

При оценке «вполне удовлетворительно» воздействий на процесс производить нецелесообразно, за исключением установления новых показателей процессов.

При оценке «адекватно» может иметь место анализ функций исполнителей процесса (положение о подразделении, должностные инструкции), возможно установление новых показателей процессов, возможен пересмотр механизма предоставления ресурсов.

При оценке «неадекватно» необходим пересмотр функций исполнителей процесса (положение о подразделении, должностные инструкции), анализ показателей и анализ механизма предоставления ресурсов.

Таким образом, индекс возможностей процесса характеризует следующие составляющие: показатели процессов, полнота и качество выполнения функций процесса (подразделений), ресурсы, а также механизм распределения ресурсов (алгоритм и адекватность решений по распределению ресурсов).

Определение возможностей авиационного предприятия может применяться в механизме оценки и предоставления ресурсов, необходимых для реализации политики в области безопасности полетов авиационного предприятия, как это требуется в федеральных авиационных правилах [87]. В соответствии с международными стандартами [85, 86] риски и возможности есть взаимосвязанные величины, и реализация возможностей может привести к отклонению от запланированных результатов процессов, что, в свою очередь, может привести к увеличению уровня рисков.

Таким образом, представленный метод оценки процессов, в отличие от прежних методов, предполагающих оценку организации по среднему качеству, подразумевает выявление слабых звеньев в процессах, рациональное использование имеющихся ресурсов авиационного предприятия и позволяет оценивать каждый процесс через степень влияния на безопасность [97, 107].

Из анализа формулы (3.8), найденной на основании рисунка 3.1, следует, что все множество измерений в одиночном аудите (избранном) трактуется как строка случайных значений некоторых величин (x, y, z), измерение которых проводится по следующей формуле:

$$f_i \in (t) \rightarrow [0,1], \quad (3.11)$$

где f_i – функция процесса аудита, t – период времени измеряемого процесса.

Таким образом, эти величины случайные, находящиеся в диапазоне от 0 до 1, поэтому их можно применить для оценки взаимовлияния и взаимосвязи показателей качества и показателей безопасности полетов на основе элементарных методов корреляционного анализа. Это значит, что можно попарно рассматривать множество показателей качества и показателей безопасности полетов. При этом, размерности могут не совпадать, но это решается методом анализа усеченных множеств, что допустимо при разделении показателей на классы (практические примеры представлены в 4 главе).

Практика расследования авиационных происшествий показывает, что критические элементы авиационной системы могут располагаться в любом процессе профиля (рис. 3.1). Так, например, при любом авиационном происшествии, случившемся в современную эпоху, авиационное предприятие может представить документы, свидетельствующие о надлежащем качестве всех своих процессов, что подтверждается актами Росавиации, Ространснадзора, иными проверочными документами. Бифуркация может произойти в любом процессе профиля независимо от оценки его качества. Поэтому важно определить в авиационной системе место разрыва цепочки предполагаемого неблагоприятного события, для чего необходим поиск критических элементов в профиле на рисунке 3.1, что можно осуществить на основе интеграции СУК и СУБП.

Ценность интеграции СУК и СУБП заключается в расщеплении показателей на два подмножества для последующего их анализа, который

целесообразно проводить ежемесячно, что в свою очередь способствует повышению достоверности расчетов.

Такой подход позволяет построить уравнение катастрофы (представлено в 4 главе) с точки зрения безопасности полетов и оценить степень доминирования процессов из диаграммы Парето с точки зрения управления качеством [97, 116].

3.5. Методы непрерывного мониторинга на авиационном предприятии

Методы непрерывного мониторинга основываются на международных стандартах ИСО серии 9000 [85,86], совместном стандарте ИСО/МЭК «Оценка процессов» [47], национальном стандарте РФ «Руководящие указания по аудиту систем менеджмента качества [29]. Механизм непрерывного мониторинга для государственных властей гражданской авиации изложен в документе ИКАО 9735 «Руководство по непрерывному мониторингу в рамках Универсальной программы проверок организации контроля за обеспечением безопасности полетов» [78]. По аналогии с указанным документом, эффективность таких систем, как СУК и СУБП, может быть измерена в авиационном предприятии по следующей классической формуле:

$$K_{эфф}(\%) = \frac{P}{N} * 100, \quad (3.12)$$

где P – количество выполняемых требований, N – общее количество требований.

При этом неэффективность СУК и СУБП может быть измерена как

$$L(\%) = 100 - K_{эфф}, \quad (3.13)$$

Неэффективность СУК также может быть обозначена как количество опасности.

В тоже время для каждой опасности существует источник опасности. Например, для опасности «столкновение с птицами в полете» существует источник опасности – «свалка мусора». Для опасностей, связанных с невыполнением обязательных видов подготовки, предусмотренных пунктом 5.84

ФАП-128 [50] существует источник опасности, например «процесс в авиационном учебном центре».

Таким образом, источник опасности – совокупность обстоятельств, параметров, характеристик, процедур, способствующих возникновению факторов опасности.

Следовательно, опасности возникают как с точки зрения качества в виде невыполнения процедур, так и с точки зрения безопасности полетов, в виде отклонений, ошибок, возникающих при выполнении процедур. Для выявления фактических и потенциальных факторов опасности (угроз, опасностей) в авиационном предприятии устанавливаются специальные процедуры. В обобщенном плане они могут заключаться в непрерывном мониторинге деятельности авиационного предприятия.

Таким образом, непрерывный мониторинг - это определение статуса процедур авиационной системы на предмет оценки опасности.

Информация для непрерывного мониторинга может быть взята из следующих источников:

Протоколы еженедельных совещаний, в рамках реализации Руководства по управлению деятельностью эксплуатанта;

Аудиты (внутренние, внешние);

Материалы расследования авиационных событий согласно ПРАПИ-98 [19];

Материалы внутренних служебных расследований неклассифицированных авиационных событий;

Обязательные и добровольные сообщения от персонала;

Материалы полетной информации;

Программы надежности авиационной техники;

Материалы квалификационных проверок, проверок на тренажере;

Акты инспекторских проверок (инспекций) воздушных судов;

Материалы производственных совещаний;

Материалы проверок ФАВТ, ФСНСТ.

Из анализа формул 3.11, 3.12, 3.13, с точки зрения управления качеством, как процессы (процедуры), так и опасности можно измерить от 0 до 1.

Т.е. конечным результатом процесса непрерывного мониторинга является определение выполняемости процедуры. Определение выполняемости процедуры может производиться по шкале рейтингов, изложенной в главе 3.3 настоящей диссертации.

С точки зрения системы управления безопасностью полетов рисковые события, происходящие в производственной деятельности эксплуатанта, также можно измерить в виде опасности от 0 до 1.

Опасности, закладываемые в СУК, и опасности, возникающие в СУБП, можно найти с помощью инверсии показателей качества и показателей безопасности полетов. Поскольку между показателями качества Q и показателями безопасности полетов S имеются обратные связи, интеграция СУК и СУБП является важным методом в определении критических элементов авиационной системы.

Определение критических элементов в интегрированной системе СУК и СУБП заключается в вычислении опасностей из показателей Q и S и расположения их в одну строку. Ежемесячный мониторинг Q и S позволяет образовать матрицу, состоящую из количества строк, равных количеству ежемесячных точек непрерывного мониторинга. Строки полученной матрицы расщепляются на два множества – показатели Q и S . Методом инверсии происходит преобразование числовых данных Q и S в количество опасности. В дальнейшем поиск обратных связей происходит классическим методом корреляционного анализа, который вычисляет тесные корреляционные связи, равные значениям более 0,8 (0,9), что при применении матрицы оценки риска (от 0 до 1) (приведена в главе 4) позволяет вычислять критические элементы авиационной системы. На основе найденных критических элементов системы разрабатывается сценарий катастрофы и находится уравнение катастрофы.

3.6. Риски возникновения функциональных отказов элементов в интегрированной системе при оценке процессов авиационного предприятия

Из анализа ранее приведенных документов по стандартному проведению аудитов, основная процедура процесса мониторинга состояния авиационных предприятий на соответствие требованиям ИКАО к качеству деятельности основана на первичной идеологии [78, 82] (действующей до настоящего времени), согласно которой происходит выполнение определенных стандартов и проверка нормативов по показателю K_{E0} .

$$K_{E0} = \frac{N_{ВП}}{N_{\Sigma\Pi}} \quad (3.14)$$

где $N_{ВП}$ - число «удовлетворительных оценок» (по шкале «удовлетворительно/неудовлетворительно»), $N_{\Sigma\Pi}$ - общее количество оценок, предписанных для контроля в программе аудита по концепции «летней годности».

Таким образом, соответствующий коэффициент K_{E0} всегда можно рассчитать для каждой области аудита и в целом для всего авиационного предприятия.

Помимо K_{E0} , для некоторых анализов рассчитывается также показатель *неэффективной реализации* системы управления качеством по формуле (3.15).

$$K_{R0} = 1 - K_{E0} \quad (3.15)$$

В (3.14), (3.15) включаются последовательно в виде единой строки, как показатели качества, так и показатели безопасности полетов. Суть проблемы, затронутой в данной главе, состоит в том, что в (3.14), набор всех показателей составляет некоторую единую «матрицу-строку» (транспортированный столбец). Поэтому показатель типа K_{E0} является средним арифметическим

значением вектора, доступным для измерения на фиксированном множестве некоторых параметров p_c мощностью $N_{\Sigma \Pi}$ из (3.14) [116].

Изложенная идеология в гражданской авиации является преобладающей. Вместе с тем, в связи с публикацией документа ИКАО от 2018 [105], в котором предлагается осуществлять управление безопасностью полетов на основе взаимозависимостей показателей функциональной системы путем оценки и интеграции потребностей авиационной системы, должны появиться дополнительные рекомендации по оценке авиационных систем. В этой связи предлагается вариант решения проблем ИКАО на основе подхода «Fuzzy Sets», в частности разработанного достаточно детально в публикации [111].

Введенные в такой форме коэффициенты K_{E0} и K_{R0} недостаточно информативны в виду «сильного усреднения» при больших массивах данных (мощность множества $N_{\Sigma \Pi} \rightarrow \infty$), и отсутствия показателей связанности (коэффициентов взаимовлияния) при проявлении обратных связей между показателями качества (Q) и показателями безопасности полетов (S). Повышение информативности состояния системы авиационного предприятия возможно при определении взаимных связей между Q и S . Польза интеграции системы управления качеством (СУК) и системы управления безопасностью полетов (СУБП) достаточно подробно описана в документе ИКАО [105]. Но из-за сложности связей процессов СУК и СУБП конкретных методик в указанном документе не представлено.

Вторая причина отмеченных недостатков типовых технологий и процедур мониторинга (и, очевидно, аудита) обусловлена свойством неопределенности информации по указанным основаниям.

Поиск критических элементов авиационной системы связан с оценкой приемлемости риска для множества элементов авиационной системы. Природа риска, рассматривалась в теории неопределенности Найта [32], согласно которой риск можно считать измеримой неопределенностью. Практически такое же определение предлагают стандарты ИСО серии 9000 [85,86]. Состояние

неопределенности проявляется при оценивании ожидаемого результата. С точки зрения обеспечения требуемой безопасности полетов, негативное изменение выражается в причинении вреда жизни, здоровью граждан, окружающей среде.

В соответствии с найденной мерой неопределенности, возможно судить о степени риска, т.е. о неопределенной мере возможного вреда.

Таким образом, с точки зрения безопасности полетов риск можно представить как степень и мера предполагаемого (прогнозируемого) количества вреда (опасности) в области неопределенности [116].

3.7. Интегрированная модель процесса авиационного предприятия, с точки зрения управления качеством и управления безопасностью полетов

При выявлении критических элементов в интегрированной системе авиационного предприятия важно понимать среду, в которой такие элементы могут существовать. Важными компонентами интегрированной системы являются процессы, процедуры. В соответствии с принципами кластеризации интегрированной системы, процессы подлежат оценке, что в свою очередь является основой для вычисления многокритериального показателя эффективности, с помощью которого можно найти критические элементы. В данном разделе второй главы рассмотрены вопросы характеристик и критериев процесса, для понимания механизма выявления критических элементов авиационной системы.

Если рассматривать предприятие воздушного транспорта с точки зрения процессного подхода, определяя при этом взаимосвязь и взаимодействие процессов производства, то очевидно, что основные черты и принципы построения каждого процесса не должны отличаться друг от друга в конкретной выбранной организации.

Следовательно, для формирования эксплуатационного контекста авиационного предприятия, предусматривающего интеграцию СУК и СУБП и включающего в себя политику в области качества и в области безопасности

полетов, а также разработанные и внедренные правила, процедуры, руководства, можно предложить типовую модель производственного процесса, на основе которой будет выстраиваться бизнес модель всей организации.

В вопросах интеграции СУК и СУБП крайне важна роль организационной культуры авиационного предприятия и, как следствие, культуры безопасности полетов, в основу которых заложены личностные отношения между персоналом организации, являющимся основополагающим ресурсом в установлении и функционировании любого процесса.

Международная организация гражданской авиации (ИКАО) в качестве концептуальной модели объяснения роли человеческого фактора в авиации приняла за основу модель SHELL Френка Хоукинса [105]. Данная модель используется для обоснования решающей роли человеческого фактора, лежащего в основе взаимодействия человека с основными компонентами авиационной транспортной системы, такими как установленные процедуры в руководствах эксплуатанта, среда для функционирования процессов, рабочее оборудование, авиационная техника и другие технические средства.

Учитывая рекомендации ИКАО [105], а также требования международных стандартов ИСО серии 9000 при проектировании производства авиационных услуг, модель SHELL должна стать основой для становления организационной культуры авиационного предприятия, и, как следствие, культуры в области безопасности полетов. С тем чтобы, с одной стороны, обеспечивалось четкое взаимодействие между компонентами SHELL в рамках процессного подхода, с другой стороны, обеспечивалось управление данным компонентами с точки зрения безопасности полетов, в том числе и посредством выявления факторов опасностей и оценки их рисков.

Одним словом, модель SHELL может быть предложена как основополагающая структура типового процесса авиационного предприятия с точки зрения обеспечения безопасности полетов.

Что касается обеспечения качества, то, пожалуй, главным и основополагающим фактором при разработке и реализации системы управления

качеством является процессный подход. В данной главе в качестве основы для моделирования типового процесса авиационного предприятия предложена причинно-следственная диаграмма Исикавы. Каоро Исикава предложил ряд идей по организации производства, воплощённых на многих современных предприятиях по всему миру. Предложенная профессором Исикава схема выявляет слабые звенья и определяет пути улучшения качества производственных процессов. В диаграмме прослеживаются четкие связи между причинными факторами и последствием, т.е. результатом процесса.

В своей книге [11] Каоро Исикава предлагает модель, в которой наиболее оптимальным и наглядным образом совмещены человеческие ресурсы, окружающая среда, методы производства, иные ресурсы, необходимые для функционирования процесса.

Совершенно очевидно, что, как в модели SHELL, так и в причинно-следственной диаграмме Исикавы, отражены общие производственные факторы, управление которыми может обеспечить как качество авиационных услуг, так и безопасность полетов.

Таким образом, имея в виде основы компоненты модели SHELL и диаграмму Исикавы, можно предложить следующий вариант интеграции СУК и СУБП при разработке типового процесса авиационного предприятия (рисунок 3.2). Модель типового процесса представляет интеграцию СУК и СУБП в авиационном предприятии [99].

Здесь процесс обеспечения безопасности полетов может быть установлен как в форме задачи конкретного процесса (например, Задача 1), так и в виде отдельного процесса авиационного предприятия, либо в их сочетании, в соответствии с видением руководства, изложенного в политике в области безопасности полетов.

Стандарт [85] особое внимание уделяет одной из области СМК «Среда организации». Само понятие «Среда организации» введено в использование в стандартах ISO серии 9000 в 2015 году и устанавливает важную роль внешнему взаимодействию организации.

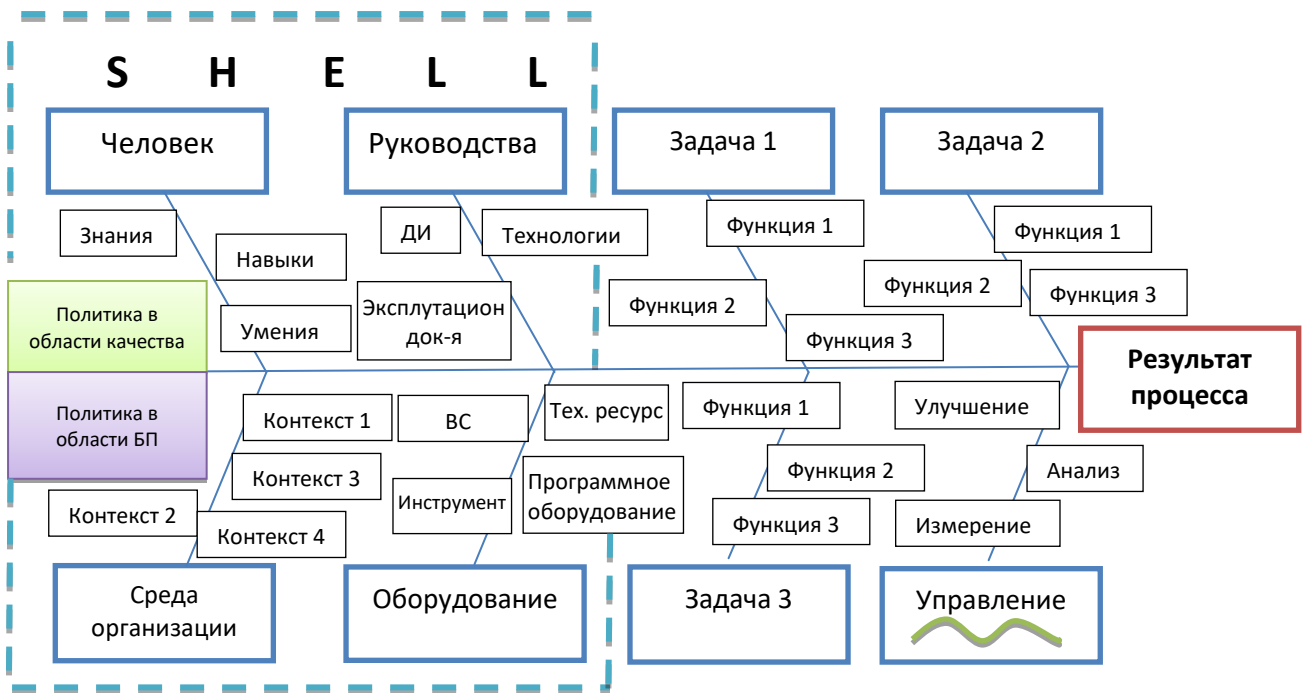


Рисунок 3.2 – Модель типового процесса авиационного предприятия

Вопросы организационной среды предприятия воздушного транспорта в обеспечении безопасности полетов ранее фигурировали в документах Международной организации гражданской авиации. В циркуляре ИКАО [33] рассматриваются 4 контекста организации в рамках организационной культуры авиационного предприятия:

1. Эксплуатационный контекст;
2. Экономический и политический контекст;
3. Географический и физический контекст;
4. Социальный контекст.

Например, при взаимодействии авиационного предприятия с государственными органами исполнительной власти (министерство, служба, агентство) можно учитывать элементы взаимодействия всех 4 контекстов, в зависимости от конкретного случая взаимодействия.

Модель типового процесса может служить основой для исследования и формирования бизнес модели авиационного предприятия, восприняв реальную ситуацию производственной деятельности (3.16).

$$C_A = \sum_{i=1}^n C_i \subseteq Sf, Hr, Lv, Lv \left| \sum_{i=1}^n T, \quad (3.16)$$

где C_A - система авиационного предприятия, C_i - подсистемы авиационного предприятия, T – задачи авиационного предприятия, Sf, Hr, Lv, Lv - компоненты модели SHELL.

Функции процесса исходят из поставленных задач, формирующихся на основе целей предприятия в области качества и безопасности полетов. Стратегические цели установлены в политике организации в области качества и в области безопасности полетов. Основные компоненты модели SHELL распределяют входы процесса по поставленным задачам.

Элементы компонентов «Оборудование» и «Руководства» представлены в модели в виде характерных примеров и могут дополняться, изменяться в зависимости от производственных задач.

Изгиб в окне «Управление» воспроизводит интерфейсы модели SHELL и подчеркивает необходимость управления основными компонентами модели.

Таким образом, представленная модель типового процесса авиационного предприятия структурирует деятельность, способствует распределению задач, установлению функций, создает условия для оценки процесса, повышения его результативности и эффективности. Управление процессом осуществляется путем мониторинга, измерения, анализа и оценки, определения возможностей для улучшения, с учетом положительных и отрицательных рисков для производственной деятельности.

С точки зрения управления безопасностью полетов производится выявление факторов опасности как при взаимодействии компонентов модели SHELL, так и при функционировании процесса, с оценкой соответствующих рисков и последующими мероприятиями по управлению рисками. Такое управление создает препятствие условиям, при которых возможна провокация одного или нескольких неожиданных небезопасных действий, ведущих к авиационному событию (модель первичных факторов Джеймса Ризона [105]) и

формирует культурное взаимодействие персонала предприятия воздушного транспорта при управлении угрозами (опасностями) и ошибками (модель управления угрозой и ошибкой ТЕМ).

Таким образом, исследование возможностей авиационного предприятия на основе модели типового процесса может стать залогом успешной интеграции СУК и СУБП.

Данную модель можно использовать при составлении инструкции для специалистов авиационного и обслуживающего персонала в авиационном предприятии.

Составление должностных инструкций с учетом типовой модели авиационного процесса позволит исключить пробелы в формировании обязанностей персонала по поставленным задачам, сформирует функции с учетом аспектов человеческого фактора и создаст благоприятные условия для обеспечения безопасности полетов [99].

Представленная типовая модель процесса авиационного предприятия подчеркивает важность кластеризации процессов при нахождении критических элементов системы.

3.8. Факторы внешней среды авиационного предприятия при оценке процессов

На оценку процессов авиационного предприятия оказывают влияние факторы внешней среды. В соответствии с международным стандартом РФ [74] пониманию внешней среды может способствовать рассмотрение факторов, связанных с законодательной, технологической, конкурентной, рыночной, культурной, социальной и экономической средой на международном, национальном, региональном или местном уровне. В авиационном предприятии внешнее взаимодействие представляет собой сочетание законодательного, технологического, конкурентного, рыночного, организационно-культурного контекстов (таб. 3.5).

Таблица 3.5 – Среда авиационного предприятия

Среда авиационного предприятия	Объект взаимодействия	Механизм взаимодействия	Элементы взаимодействия в соответствии с моделью Джеймса Ризона
Законодательная	Министерство Транспорта РФ, Законодательные органы иностранных государств	Международные договора Российской Федерации, Воздушный кодекс, Постановления правительства РФ, Федеральные авиационные правила, нормативные акты иностранных государств	Нормативные положения
Технологическая	Федеральное агентство воздушного транспорта, Федеральная служба по надзору в сфере транспорта, Уполномоченные органы в области авиации иностранных государств,	Приказы, распоряжения, указания, акты плановых, внеплановых проверок, инспекторские предписания, руководства, технологии, инструкции, документация по эксплуатации авиационной техники	Нормативные положения
Конкурентная	Авиационная транспортная система, авиационные предприятия	Конференции, бенчмаркинг, средства массовой информации	Организация
Рыночная	Рынки оказания услуг, финансы, потребители, поставщики обслуживания, аренда, лизинг	Сертификаты, лицензии, разрешения уполномоченных органов, контракты, договора, соглашения	Организация
Организационно-культурная (социальная, экономическая, географическая)	Рынки персонала, персонал, местность оказания услуг, производственные помещения, оборудование,	Условия работы, Руководства, должностные инструкции, оплата труда, сертификаты лицензии	Организация, Люди, Техника, Рабочее место, Подготовка

	технические средства, авиационная техника, материалы, учебные центры	специалистов	
--	--	--------------	--

Организационно-культурный контекст также формируется и факторами внутренней среды организации, такими как ценности, культура, знания и результаты деятельности организации. Следовательно, организационно-культурный контекст является базовой составляющей для формирования организационных процессов в системе управления безопасностью полетов, в соответствии с моделью Джеймса Ризона [105].

3.9. Схема решения задачи по поиску критических элементов в интегрированной системе управления безопасностью полетов для авиационного предприятия

Выявление критических элементов авиационного предприятия возможно на основе анализа данных, полученных при проведении внутренних аудитов. Согласно концепции ИКАО об аудите, вводятся показатели качества Q и показатели безопасности полетов S . Подобная задача не связана напрямую с созданием СУБП, с алгоритмами и стратегиями управления рисками и с обеспечением приемлемого уровня безопасности. Традиционная схема поиска «слабых» элементов (незначимых) строится на основе «анализа прошлых лет», путем измерения уровней некоторых процессов при классическом аудите.

Здесь предлагается модернизированная схема аудита и анализа на основе значений рисков возникновения последствий при изменении показателей безопасности полетов, в зависимости от «уровня» несоответствий показателей качества. С этой целью условные показатели, указанные в таблице, размещаются в одну строку, подвергаются ежемесячному мониторингу в течение календарного года, затем нормируются в диапазоне от -1 до $+1$. Далее возможно установление степени взаимосвязи между Q , S , по которой можно

судить о проблемах в тех или иных процедурах, или процессах, на основе предлагаемой ниже схемы решения задачи.

Традиционный подход мониторинга и измерения предполагает построение профиля процессов.

Все множество измерений x_i и y_i в одиночном аудите (избранном) процесса P_i трактуется как строка случайных значений некоторых величин (x_i, y_i) :

$$f_i \in (t) \rightarrow [0,1], \quad (3.11)$$

где f_i – функция процесса аудита, t – период времени измеряемого процесса.

Оценка процессов производится в порядке, описанном в главе 3.3 данной работы. Формулу оценки так же можно представить в виде соотношения (3.17):

$$p_i = 1 - (Q_i^* / \sum Q_i), \quad (3.17)$$

где $\sum Q_i$ – общее количество процедур в процессе, Q_i^* – количество невыполненных процедур в процессе.

При этом возможности процессов l_i можно записать как:

$$l_i = 1 - p_i. \quad (3.18)$$

Согласно концепции ИКАО, в организационной эре безопасности полетов существует общий риск авиационной системы, который определяется через оценку, интеграцию потребностей и взаимозависимостей функциональной системы и обозначается термином «интегрированное управление факторами риска» (IRM). При этом согласно положениям международных стандартов ИСО серии 9000, возможности и риски можно записать как:

$$\sum_{i=1}^n l_i(M_Q) \subseteq \hat{R}(M_S) \supset R(S), \quad (3.19)$$

где \hat{R} - общий риск системы, R - возможное событие, M_Q - множество показателей качества, M_S - множество показателей безопасности полетов, S - показатель безопасности полетов.

Таким образом, в диссертации риск рассматривается прежде всего, как прогнозируемая мера количества опасности для возможного дискретного события в условиях неопределенности.

Цель данного исследования состоит в том, чтобы компенсировать неопределенность значений типового профиля процессов на более важную для авиационного предприятия схему анализа критичности элементов из-за различия уровня рисков, которые порождаются вследствие нарушения качества системы. Для чего была разработана новая процедура.

Первый этап новой процедуры: Производится расщепление матрицы строки на две независимые строки. Основание для этого в том, что показатели Q и S изменяются независимо в двух системах.

Второй этап: Приведение показателей Q и S к единому виду нормировки по двум типам. Тип 1 - «*невыполнение процедур*», тип 2 - «*отклонения от установленных процедур*».

При этом возникают основания вводить согласно [82] и ИКАО [105] понятия угрозы Z_R , рискового события R , фактора опасности $\varphi_i \in Z_R$ и интегрального уровня риска \hat{R} .

В традиционной схеме оценке качества процессов, значения множества объективных критериев аудита Φ_0 представляет собой набор численных значений из единой строки данных (3.20):

$$\Phi_0 = \{ \varphi_{0i} | \sum_{00} \}, i = 1, n \quad (3.20)$$

где φ_{0i} - показатели, отражающие степень соответствия критериям аудита 1(%), или в отношении к «1».

В данной схеме предлагается для успешной интеграции СУК и СУБП разделить показатели авиационной системы на показатели качества и показатели безопасности полетов и привести к единому виду, а именно к угрозам и опасностям, обусловленным Q , S . Причем, как отмечалось ранее, показатели качества $Q \Rightarrow \{\varphi_1\}$ характеризуются степенью выполнения процедур (процессов), в то время как показатели безопасности полетов $S \Rightarrow \{\varphi_2\}$ характеризуются отклонениями (ошибками, нарушениями) от установленных процедур (процессов).

Тогда множество элементов массива системы будет состоять как из показателей качества, так и из показателей безопасности полетов, которые можно будет измерить при осуществлении мониторинга авиационной системы [116].

3.10. Многокритериальный показатель эффективности, определенный в нечетких множествах

Многокритериальный показатель эффективности, определенный в нечетких множествах, характеризует факторную нагрузку между факторами опасностей, связанными с качеством, и факторами опасности, связанными с безопасностью полетов.

Величины, характеризующие факторы опасности, как в показателях качества, так и в показателях безопасности полетов, были выстроены в две строки, по опасностям с точки зрения качества и с точки зрения безопасности полетов.

В итоге образовался массив факторов опасности двух видов:

1 вид – факторы опасности, связанные с угрозами, выявляемыми в ходе непрерывного мониторинга деятельности авиационной системы (Q);

2 вид – факторы опасности, проявляющиеся в ходе текущей деятельности в виде отклонений от установленных правил, процедур (S).

Для нахождения критических элементов авиационной системы предлагается оценить обратные связи между φ_1 , φ_2 , путем проведения типового корреляционного анализа [111], используемого в методах факторного анализа двух производных множеств (может выполняться в Excel) (3.21.):

$$K_{Q,S} = \frac{\sum_{i=1}^n ((\varphi_{Q_i} - \overline{\varphi_Q})(\varphi_{S_i} - \overline{\varphi_S}))}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (\varphi_{Q_i} - \overline{\varphi_Q})^2 \sum_{i=1}^n (\varphi_{S_i} - \overline{\varphi_S})^2}}, \quad (3.21)$$

где $K_{Q,S}$ - многокритериальный показатель эффективности, определенный в нечетких множествах.

На основе специально разработанной для целей метода матрицы оценки рисков (рисунок 3.3) находится критическое значение многокритериального показателя эффективности $K_{Q,S}^*$.

Оценка нечеткого уровня риска (\hat{R}) возникновения опасных событий			Категория ущерба				
			A	B	C	D	E
Степень опасности		Множитель	1	0,8	0,6	0,4	0,2
	1-я	1	1	0,8	0,6	0,4	0,2
	2-я	0,8	0,8	0,64	0,48	0,32	0,16
	3-я	0,6	0,6	0,48	0,36	0,24	0,12
	4-я	0,4	0,4	0,32	0,24	0,16	0,08
	5-я	0,2	0,2	0,16	0,16	0,08	0,04

Рисунок 3.3 – Матрица значений многокритериального показателя эффективности

Таким образом, значения многокритериального показателя эффективности $K_{Q,S}^* \geq 0.8$ указывают на наличие критических элементов в авиационной системе.

Поскольку существует возможность принятия различных значений факторов опасности, в зависимости от состояния авиационной системы, значения, приводящие к 0 в знаменателе (3.21) свидетельствуют о слабой связи между показателями в значениях, близких к 0.

После нахождения критических элементов составляется уравнение катастрофы. Оно конструируется по методу минимального сечения, в виде конъюнкций критических элементов системы авиационного предприятия, приводящих к отклонениям от установленных процедур, либо к уязвимости системы под воздействием внешних факторов (подробно рассмотрено на практическом примере в 4 главе).

3.11. Проверка результатов вычислений с использованием методик «адаптивного скольжения» и «сравнения»

Корректность вычислений следует проверить с использованием методик «адаптивного скольжения» или «сравнения», поскольку существует возможность погрешности при осуществлении корреляции строк матрицы с разной длиной.

а) Исходная строка:



б) После разбиения на две части (новая схема)

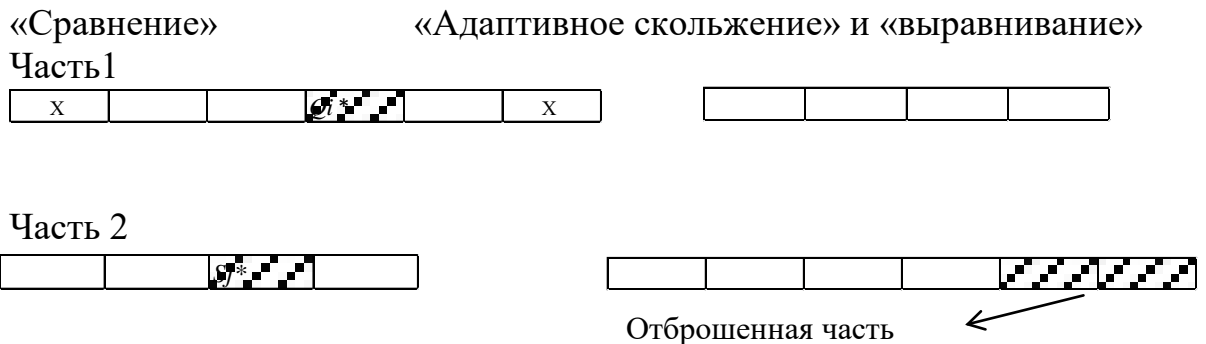


Рисунок 3.4 – Методики «адаптивное скольжение» и «сравнение»

В методике «адаптивное скольжение» поочередно отбрасываются части длинной строки таким образом, что бы дальнейшие проверочные действия выполнялись со строками одинаковой длины.

В методике «сравнения» значения справа и слева от найденного критического элемента отбрасываются и проводятся вычисления парных корреляций параметров из строк равной длины.

3.12. Схема обеспечения безопасности полетов при риск-ориентированном подходе

В соответствии с [68], система управления безопасностью полетов поставщика услуг представляет собой системный подход к управлению безопасностью полетов, включая необходимую организационную структуру, иерархию ответственности, руководящие принципы и процедуры. СУБП состоит из 4 компонентов (политика и ответственность в области безопасности полетов, выявление факторов опасности и оценка их рисков, обеспечение безопасностью полетов и популяризация безопасности полетов воздушных судов). При этом 3 компонент СУБП «обеспечение безопасности полетов» включает в себя элемент «осуществление изменений», который является ключевым элементом обеспечения безопасности полетов в рамках СУБП и должен осуществляться на основе риск-ориентированного мышления.

Обеспечение безопасности полетов воздушных судов авиационной системой можно выразить через \bar{u} :

$$\bar{u} = (u_1, u_2, u_3 \dots u_n | \sum^0), \quad (3.22)$$

где u_i – вид обеспечения, \sum^0 – условия авиационной системы.

При этом вид обеспечения можно представить как:

$$u_i = f(\varphi_i, \chi_i | \sum^0), \quad (3.23)$$

где φ_i – фактор опасности, χ_i – расположение в пространстве среды, системы, \sum^0 – условия авиационной системы.

Таким образом, сочетание (3.22, 3.23) представляет собой схему обеспечения безопасности полетов при риск-ориентированном подходе [116].

Выводы по 3 главе

1. Предложен метод оценки процессов и доказана необходимость кластеризации процессов. На примере оценки 9 процессов авиационного предприятия построен профиль процессов. Такой подход предлагает рационально использовать ресурсы авиационного предприятия, позволяет определять причины низкого функционирования процессов, процедур и связанные с ними факторы опасности по конкретному направлению деятельности, что в отличие от применяемых в настоящее время подходов «по среднему качеству» способствует риск-ориентированному мышлению для улучшения качества и безопасности полетов.

2. Разработана интегрированная модель процесса на примере авиационного предприятия, которая учитывает как элементы, отвечающие за качество, так и элементы, отвечающие за безопасность полетов. С помощью такой модели возможно эффективное моделирование (разработка) процессов, процедур, посредством установки элементов авиационной системы для их последующей оценки.

3. Предложена схема решения задачи по поиску отказов элементов в интегрированной системе управления безопасностью полетов для авиационного предприятия на основе разделения (расщепления) показателей качества и показателей безопасности полетов и их корреляционного анализа.

4. Предложены методики адаптивного скольжения и сравнения для проверки результатов вычислений.

5. Предложена схема обеспечения безопасности полетов при риск-ориентированном подходе, что для третьего компонента СУБП является новым способом осуществления изменений при управлении безопасностью полетов воздушных судов.

Третья глава обобщает результаты исследования диссертации, в ходе чего решена задача по разработке **метода выявления критических сочетаний элементов системы качества и безопасности полетов, который включает в себя:**

- разделение (расщепление) показателей авиационного предприятия на показатели качества и показатели безопасности полетов.
- кластеризацию интегрированной (СУК, СУБП) системы авиационного предприятия.
- установление порядка непрерывного мониторинга процессов авиационного предприятия.
- установление показателей качества и показателей безопасности полетов в единую строку матрицы для непрерывного мониторинга.
- нормирование показателей качества и показателей безопасности полетов в единое топологическое пространство данных факторов опасности (инверсия для показателей качества).
- определение парных корреляционных значений опасностей, с использованием нечеткого многокритериального показателя эффективности.
- определение критических элементов системы на основе тесноты связей между показателями качества и показателями безопасности полетов, с использованием матрицы оценки рисков.
- проверку результатов вычислений с использованием методик «адаптивного скольжения» или «сравнения».
- составление уравнения катастрофы (неблагоприятного события: аварии, авиационного происшествия, чрезвычайного происшествия).
- проведение корректирующих мероприятий в соответствии со схемой обеспечения безопасности полетов при риск-ориентированном подходе.
- проверку эффективности корректирующих мероприятий, путем повторного аудита и вычисления многокритериальных показателей эффективности элементов системы.

Глава 4. ВЫЯВЛЕНИЕ КРИТИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ НА АВИАЦИОННОМ ПРЕДПРИЯТИИ

4.1 Выявление критических элементов авиационных систем на авиационных предприятиях

Один из принципов успешной интеграции системы управления качеством и системы управления безопасностью полетов на авиационном предприятии является установление показателей как в области качества, так и в области безопасности полетов.

Поскольку фундаментальной основой качества является проектирование, а безопасность производства характеризуется выполнением норм, установленных проектированием, принцип формирования показателей качества предполагает оценку степени выполнения задач и функций производства, а принцип формирования показателей безопасности предполагает оценку отклонений от безопасного функционирования авиационной системы. Т.е. показатели качества характеризуются степенью выполнения установленных стандартов (норм, правил), в то время как показатели безопасности характеризуются отклонениями от установленных стандартов (норм, правил), связанными с ошибками и нарушениями. Качество оценивается по принципу «выполнено» / «не выполнено», безопасность оценивается по принципу «опасно» / «не опасно». Вместе с тем при слиянии показателей качества и показателей безопасности полетов можно получить более последовательные и взаимосвязанные данные, что повысит надежность, удобство их использования, как указано в пункте 5.4.3 документа ИКАО [105]. Один из вариантов слияния данных в одно топологическое пространство есть выделение опасности, как из показателей качества, так и из показателей безопасности полетов.

4.2. Модель процессов авиационного предприятия.

Для обобщения показателей качества и безопасности полетов была использована модель процессов авиационного предприятия (рисунок 4.1). Данная модель соответствует сертификационным требованиям к юридическим лицам, осуществляющим коммерческие воздушные перевозки [87].

На основании представленной модели процессов, для эффективного анализа показателей качества и показателей безопасности полетов указанные показатели были разделены на классы и применен кластерный подход при анализе показателей.

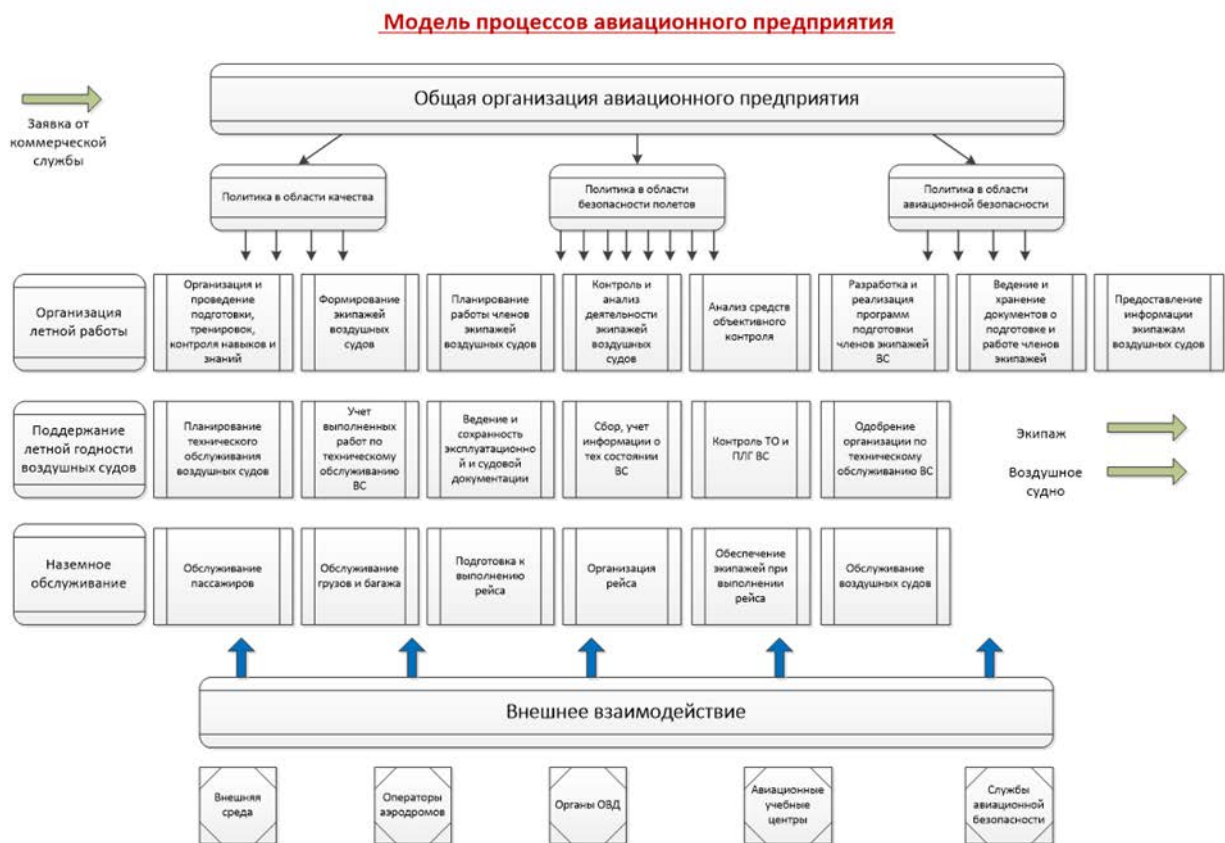


Рисунок 4.1. – Модель процессов авиационного предприятия

4.3. Классы показателей авиационного предприятия.

Были выделены 5 классов системы авиационного предприятия (АП):

1. «Общая организация» (класс 1);

2. «Организация летной работы» (класс 2);
3. «Поддержание летной годности воздушных судов» (класс 3);
4. «Наземное обслуживание» (класс 4);
5. «Внешнее взаимодействие» (класс 5).

Для каждого класса описаны показатели качества и показатели безопасности полетов, в соответствии с таблицей 4.1.

Показатели качества характеризуются степенью выполнения процедур (процессов), в то время как показатели безопасности полетов характеризуются отклонениями (ошибками, нарушениями) от установленных процедур (процессов).

Таблица 4.1.- Классы показателей АП

Классы	Количество показателей	
	Показатели качества (Q)	Показатели безопасности полетов (S)
1 Класс	13	1
2 Класс	60	22
3 Класс	32	16
4 Класс	39	20
5 Класс	22	13
Всего:	166	72

Показатели качества основаны на требованиях документов Международной организации гражданской авиации (ИКАО), федеральных авиационных правил. Показатели безопасности полетов подобраны с учетом исторического опыта эксплуатации авиационной техники в авиационных предприятиях.

При том, что $\varphi_1 \sim Q$, $\varphi_2 \sim S$, Формула некоторого индикатора или интегрального показателя эффективности качества и безопасности K в авиационном предприятии (комбинированный показатель интегрированной системы) имеет вид:

$$K_{00} = f(S, Q). \quad (4.1)$$

Тогда индикаторы критических элементов можно представить в виде:

$$K_{12*} \sim (\varphi_1, \varphi_2 | K_{00}) = \beta^*. \quad (4.2)$$

Описание показателей авиационного предприятия представлено в приложении 1-2.

Нумерация показателей произведена по следующему принципу (таблица 4.2).

Таким образом, все элементы АП описаны в виде Q и имеют свой уникальный номер β , что соответствует требованию [85], согласно которому организация должна определять процессы, необходимые для системы менеджмента качества, и их применение в рамках организации.

Таблица 4.2. – Нумерация показателей качества и показателей безопасности полетов

	Вид показателя	Класс	Подкласс (источник опасности (z))	Номер показателя (β)
Качество	Q	Q _i	Q _{ij}	Q _{ijn}
Безопасность	S	S _i	S _{ij}	S _{ijn}

При этом разного рода негативные проявления системы (внутренние и внешние) характеризуются рисковыми событиями S .

Следовательно, недостатки в Q оказывают влияние на S . Наиболее значимые Q оказывающие влияние на S и есть критические элементы системы, алгоритм поиска которых представлен ниже.

4.4. Алгоритм поиска критических элементов системы авиационного предприятия. Нормирование показателей

Задача по поиску критических элементов в каждом классе решается по следующему алгоритму:

1. *Показатели качества* измеряются в процессе внутренних аудитов, самооценки авиационного предприятия в рамках непрерывного мониторинга состояния безопасности полетов. Такой мониторинг обобщается ежемесячно на заседаниях рабочих групп по безопасности полетов, в соответствии с

Руководством по управлению безопасностью полетов АП. Таким образом, каждый показатель оценивается ежемесячно в течение календарного года по следующей шкале:

Н – не достигнут – 0-20% достижения (0,0,2).

Ч – частично достигнут – 20-50% достижения (0,2-0,5).

В – в основном достигнут – 50-80% достижения (0,5-0,8).

П – полностью достигнут – 80-100% достижения (0,8-1).

2. *Показатели безопасности полетов* считаются ежемесячно в течение 12 месяцев календарного года в виде количества отклонений от установленных процедур (процессов), зафиксированных в каждом месяце.

Результаты для Класса 1 представлены в таблице 4.3.

Таблица 4.3. – Значения показателей качества и показателей безопасности полетов класса 1

Месяцы	Q1.1.1	Q1.1.2	Q1.1.3	Q1.1.4	Q1.2.1	Q1.2.2	Q1.2.3	Q1.2.4	Q1.2.5	Q1.2.6	Q1.2.7	Q1.2.8	Q1.3.1	Q1.3.2	Q1.3.3	S1.1
1	0,3	0,5	0,5	0,5	0	0,3	0,3	0,3	0,3	0,5	0,3	0,8	1	1	1	0
2	0,3	0,5	0,5	0,5	0	0,3	0,3	0,3	0,8	0,5	0,3	0,8	1	1	0,5	0
3	0,3	0,5	0,5	0,5	0	0,3	0,3	0,3	0,5	0,5	0,3	0,8	1	1	0,8	0
4	0,3	0,5	0,8	0,3	0	0,3	0,5	0,3	0,5	0,5	0,3	0,8	1	1	0,8	0
5	0,3	0,5	0,8	0,3	0	0,5	0,5	0,3	0,5	0,5	0,3	1	1	1	0,8	1
6	0,3	0,5	0,5	0,5	0,3	0,8	0,5	0	0,5	0,5	0,5	1	1	1	0,8	0
7	0,3	0,5	0,5	0,3	0,3	1	0,3	0,3	0,5	0,5	0,5	1	1	1	0,8	0
8	0,3	0,5	0,5	0,3	0,3	1	0,3	0,5	0,5	0,5	0,5	1	1	1	1	1
9	0,3	0,5	0,8	0,5	0,3	1	0,5	0,5	0,3	0,5	0,5	1	1	1	1	0
10	0,3	0,5	0,8	0,3	0,3	1	0,5	0,3	0	0,5	0,5	0,5	1	1	0,8	1
11	0,3	0,5	0,3	0,3	0,3	0,3	0,5	0,3	0,3	0,5	0,5	1	1	1	0,8	0
12	0,3	0,5	0,5	0,3	0,3	0,3	0,5	0,3	0,3	0,5	0,5	1	1	1	1	0
CA	0,30	0,50	0,58	0,38	0,18	0,59	0,42	0,31	0,42	0,50	0,42	0,89	1,00	1,00	0,84	---

3. После чего производится нормирование показателей к величинам, характеризующим количество опасности для формирования единого топологического пространства данных следующим образом:

- для показателей качества производится инверсия и вычисляется степень невыполнения процедуры. Например, если процедура оценена по шкале (пункт 2) как 0,8, то степень невыполнения процедуры равна 0,2.

- для показателей безопасности полетов – производится структурирование величин от 0 до 1; для класса 1 степень невыполнения процедуры (процедур) оценивается экспертным методом, путем оценивания опасности от 0 до 1. Например, если после расследования авиационного события были выявлены десять и более нарушений, ошибок, то степень невыполнения процедур равна 1, если выявлено 1 нарушение (ошибка), то степень невыполнения процедур равна 0,1.

- для показателей безопасности полетов Классов 2-5 нормирование (структурирование) проводилось по принципу:

1-3 отклонения/месяц (ошибка, угроза) = 0,3.

3-5 отклонений/месяц (ошибка, угроза) = 0,5.

5-8 отклонений/месяц (ошибка, угроза) = 0,8.

8 и более отклонений/месяц (ошибка, угроза) = 1.

Таблица нормирования показателей качества и безопасности полетов в единое топологическое пространство данных приведена в таблице 4.4.

Таблица 4.4.- Нормирование показателей качества и показателей безопасности полетов воздушных судов

Оценка показателей качества (процесса, процедуры) Q	Оценка показателей безопасности полетов, S	Нормирование опасности (φ)
не достигнут – 0-20% достижения	Количество отклонений/месяц – 8 и более	0,8 – 1
частично достигнут – 20-50% достижения (0,2-0,5)	Количество отклонений/месяц – 5-8	0,5 – 0,8
в основном достигнут – 50-70% достижения (0,5-0,7)	Количество отклонений/месяц – 3-5	0,3 – 0,5
полностью достигнут – 70-100% достижения (0,7-1)	Количество отклонений/месяц – до 3	0 – 0,3

Таким образом, из показателей качества и показателей безопасности полетов были найдены величины, характеризующие факторы опасности (φ), приведенные в единое топологическое пространство данных, что в дальнейшем позволило производить корректные вычисления.

4.5. Массив факторов опасности и корреляционный анализ критических элементов и рисков событий класса 1

В итоге образовался массив факторов опасности двух видов:

1 вид – факторы опасности, связанные с невыполнением процедур, выявляемых в ходе непрерывного мониторинга деятельности авиационной системы;

2 вид – факторы опасности, проявляющиеся в ходе текущей деятельности в виде отклонений от установленных правил, процедур (отклонений от нормального функционирования процедур).

При этом факторы опасности, образованные от Q и S выстроены в одну строку, что соответствует месячному измерению. Количество строк обозначает количество месячных измерений.

Для Класса 1 факторы опасности представлены в таблице 4.5:

Таблица 4.5. – Массив факторов опасности класса 1

Месяцы	Q1.1.1	Q1.1.2	Q1.1.3	Q1.1.4	Q1.2.1	Q1.2.2	Q1.2.3	Q1.2.4	Q1.2.5	Q1.2.6	Q1.2.7	Q1.2.8	Q1.3.3	S1.1
1	0,7	0,5	0,5	0,5	1	0,7	0,7	0,7	0,7	0,5	0,7	0,2	0	0
2	0,7	0,5	0,5	0,5	1	0,7	0,7	0,7	0,2	0,5	0,7	0,2	0,5	0
3	0,7	0,5	0,5	0,5	1	0,7	0,7	0,7	0,5	0,5	0,7	0,2	0,2	0
4	0,7	0,5	0,2	0,3	1	0,7	0,5	0,7	0,5	0,5	0,7	0,2	0,2	0
5	0,7	0,5	0,2	0,3	1	0,5	0,5	0,7	0,5	0,5	0,7	0	0,2	0,8
6	0,7	0,5	0,5	0,5	0,7	0,2	0,5	1	0,5	0,5	0,5	0	0,2	0
7	0,7	0,5	0,5	0,7	0,7	0	0,7	0,7	0,5	0,5	0,5	0	0,2	0
8	0,7	0,5	0,5	0,7	0,7	0	0,7	0,5	0,5	0,5	0,5	0	0	0,5
9	0,7	0,5	0,2	0,5	0,7	0	0,5	0,5	0,7	0,5	0,5	0	0	0
10	0,7	0,5	0,2	0,7	0,7	0	0,5	0,7	1	0,5	0,5	0,5	0,2	0,3
11	0,7	0,5	0,7	0,7	0,7	0,7	0,5	0,7	0,7	0,5	0,5	0	0,2	0
12	0,7	0,5	0,5	0,7	0,7	0,7	0,5	0,7	0,7	0,5	0,5	0	0	0
β	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	

Значения в таблице определяют количество опасности φ . Задача определить, какие элементы системы β подвергаются наибольшему воздействию от φ .

Для этого были определены корреляционные связи между парными значениями φ_Q и φ_S , и найден многокритериальный показатель эффективности с использованием формулы 4.3:

$$K_{Q,S} = \frac{\sum_{i=1}^n ((\varphi_{Q_i} - \overline{\varphi_Q})(\varphi_{S_i} - \overline{\varphi_S}))}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (\varphi_{Q_i} - \overline{\varphi_Q})^2 \sum_{i=1}^n (\varphi_{S_i} - \overline{\varphi_S})^2}}, \quad (4.3)$$

где Q – показатели качества, S – показатели безопасности полетов, φ - факторы опасности. Период мониторинга показателей Q , S установлен в 1 календарный месяц.

Для класса 1 построена следующая матрица, где β – системный номер элемента (рисунок 4.2).

Затем была решена задача по выявлению критических элементов (факторов опасности, связанных с показателями качества (Q), повлиявших на отклонения от нормальных условий текущей деятельности, т.е. на показатели безопасности полетов (S), (для класса 1 установлен один показатель S – количество авиационных событий в месяц)).

По результатам вычислений видно, что положительные корреляционные связи (многокритериальный показатель эффективности), повлиявшие на авиационные события (рисковые события) связаны с показателями Q1.2.1 и Q1.2.7 (предположительно критические элементы № 5 и № 11).

Из чего следует вывод о возможных проблемах в следующих областях:

Корпоративная культура безопасности полетов в АП;

Доведение информации по безопасности полетов до авиационного персонала.

Соответственно, рискованные события могут происходить по следующим причинам:

- Низкая корпоративная культура безопасности полетов в АП;

- Недостаточная информированность авиационного персонала по вопросам безопасности полетов.

	Q1.1.1	Q1.1.2	Q1.1.3	Q1.1.4	Q1.2.1	Q1.2.2	Q1.2.3	Q1.2.4	Q1.2.5	Q1.2.6	Q1.2.7	Q1.2.8	Q1.3.3	S1.1
Q1.1.1	1,00													
Q1.1.2	0,00	1,00												
Q1.1.3	0,00	0,00	1,00											
Q1.1.4	0,00	0,00	0,53	1,00										
Q1.2.1	0,00	0,00	-0,19	-0,76	1,00									
Q1.2.2	0,00	0,00	0,30	-0,37	0,66	1,00								
Q1.2.3	0,00	0,00	0,43	0,18	0,31	0,03	1,00							
Q1.2.4	0,00	0,00	0,22	-0,17	0,06	0,22	-0,23	1,00						
Q1.2.5	0,00	0,00	-0,24	0,40	-0,47	-0,28	-0,47	-0,12	1,00					
Q1.2.6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00				
Q1.2.7	0,00	0,00	-0,19	-0,76	1,00	0,66	0,31	0,06	-0,47	0,00	1,00			
Q1.2.8	0,00	0,00	-0,35	-0,02	0,29	0,05	0,07	0,05	0,36	0,00	0,29	1,00		
Q1.3.3	0,00	0,00	0,07	-0,23	0,38	0,25	0,13	0,39	-0,54	0,00	0,38	0,30	1,00	
S1.1	0,00	0,00	-0,40	-0,18	0,09	-0,26	-0,11	-0,24	0,03	0,00	0,09	-0,05	-0,08	1,00
	Q1.1.1	Q1.1.2	Q1.1.3	Q1.1.4	Q1.2.1	Q1.2.2	Q1.2.3	Q1.2.4	Q1.2.5	Q1.2.6	Q1.2.7	Q1.2.8	Q1.3.3	S1.1
β	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	

Рисунок 4.2. – Матрица корреляции класса 1

Для определения являются ли найденные элементы критическими производится оценка этих элементов.

4.6. Оценка критических элементов класса 1

Для оценки элементов, связанных с низкой корпоративной культурой АП и с недостаточным информированием авиационного персонала по вопросам безопасности полетов, многокритериальный показатель эффективности был оценен на предмет приемлемости риска, с использованием специально разработанной для данного метода матрицы оценки риска (рисунок 4.3).

Из матрицы видно, что оба фактора опасности могут иметь риск либо 4Е, либо 5D. Если принимается во внимание максимальная категория ущерба, то риск факторов опасности оценивается как 5D, если принимается во внимание максимальная степень опасности, то риск оценивается как 4Е. В любом случае **многокритериальный показатель эффективности находится в приемлемой**

зоне и никаких управляющих мероприятий по снижению рисков в авиационной подсистеме класса 1 производить не следует.

Оценка нечеткого уровня риска (\hat{R}) возникновения опасных событий			Категория ущерба				
			A	B	C	D	E
Степень опасности		Множитель	1	0,8	0,6	0,4	0,2
	1-я	1	1	0,8	0,6	0,4	0,2
	2-я	0,8	0,8	0,64	0,48	0,32	0,16
	3-я	0,6	0,6	0,48	0,36	0,24	0,12
	4-я	0,4	0,4	0,32	0,24	0,16	0,08
	5-я	0,2	0,2	0,16	0,16	0,08	0,04

Рисунок 4.3. – Матрица оценки нечеткого уровня риска

Таким образом, нечеткие уровни рисков класса 1 находятся в приемлемом уровне и не требуют каких либо корректирующих мероприятий. Следовательно, найденные элементы в классе 1 не являются критическими и в 1 классе авиационной системы критические элементы отсутствуют.

4.7. Критически опасные элементы класса 2 «Организация летной работы»

По алгоритму, аналогичному представленному ранее, был произведен поиск критических элементов класса 2 (приложение № 3 к диссертации).

Были расположены показатели Q и S в одну строку, после чего произведено нормирование значений в соответствии с таблицей 4.4.

Фрагмент таблицы с нормированными значениями Q , S (φ_Q, φ_S) представлен ниже (рисунок 4.4). Матрица корреляции, с выделенным фрагментом парных корреляций φ_Q, φ_S представлен ниже (рисунок 4.5).

На рисунке 4.5. показан фрагмент матрицы корреляции со значениями многокритериального показателя эффективности между показателями качества и показателями безопасности полетов.

67	68	69	70	71	72	73							
Q2.7.6	Q2.7.7	Q2.7.8	Q2.8.1	Q2.8.2	Q2.8.3	Q2.8.4	S2.1.1	S2.1.2	S2.1.3	S2.1.4	S2.2.1	S2.2.2	S2.2.3
0	0	0	0,2	0	0	0,2	0,3	0	0	0	0	0,3	0,5
0	0	0	0,2	0	0	0,2	0,5	0	0	0	0	0,5	0,5
0	0	0	0,2	0	0,5	0,2	0,8	0	0	0	0	0	0,5
0	0	0	0,2	0	0,5	0,5	1	0	0	0	0	0,3	1
0	0	0	0,2	0	0,5	0,2	1	0,8	1	1	0,5	1	1
0	0	0	0,2	0	0,5	0,5	1	1	0,5	1	0	0,8	0,8
0	0	0	0	0	0,2	0,7	0,8	0	1	0,3	0	1	0,5
0	0	0	0	0	0	0,7	0,8	0	0	0	0	0,3	1
0	0	0	0	0	0	0,5	0,5	0	0	0	0	0,3	0,3
0	0	0	0	0	0	0	0,3	0	0	0	0	0	0,3
0	0	0	0	0	0	0,5	0,5	0	0	0	0	0	0,3
0	0	0	0	0	0	0,5	0,3	0	0	0	0	0,3	0,3

Рисунок 4.4. – Фрагмент таблицы с нормированными значениями Q и S класса 2

S2.3.6	0,10	-0,14	-0,11	0,71	0,27	0,00	-0,10	0,70	0,00
S2.4.1	0,00	-0,18	-0,11	0,41	0,11	0,00	-0,05	0,70	0,00
S2.4.2	-0,21	0,00	0,02	0,43	-0,17	0,00	-0,08	0,70	0,00
S2.4.3	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
S2.4.4	0,00	0,30	-0,11	0,00	-0,33	0,00	-0,35	0,70	0,00
S2.5.1	0,12	-0,32	0,44	0,12	0,29	0,00	0,22	0,70	0,00
S2.5.2	-0,17	0,23	0,48	0,03	-0,39	0,00	-0,10	0,70	0,00
S2.5.3	0,44	0,10	0,43	0,44	0,36	0,00	-0,10	0,70	0,00
S2.5.4	0,45	0,19	0,81	0,45	0,37	0,00	0,14	0,70	0,00
	Q2.1.1	Q2.1.2	Q2.1.3	Q2.1.4	Q2.1.5	Q2.1.6	Q2.1.7	Q2.1.8	Q2.1.9
B	14	15	16	17	18	19	20	21	22

Рисунок 4.5. – Фрагмент матрицы корреляции класса 2

Таблица 4.6. – Критические элементы класса 2

№	Описание критических элементов класса 2
Q2.1.3	Низкое качество тренажерной подготовки членов летных экипажей.
Q2.3.6	Задолженность по основным отпускам у членов экипажей.
Q2.5.2	Низкое качество сбора и обобщения отклонений в технике пилотирования и в работе с авиационной техникой членов летных экипажей по материалам полетной информации (по типам ВС, КВС, маршрутам, аэродромам, по сезонам выполнения полетов).
Q2.7.1	Низкое качество ведения заданий на полет членов экипажей
Q2.7.2	Низкое качество ведения рабочих планов полета в полете и заполнения полетной документации.
Q2.8.3	Низкое качество расчета полета, предоставляемого в рабочем плане полета.

Таким образом, было выявлено 6 критических элементов (красные ячейки) класса 2 (зеленая строка по горизонтали), имеющие значение многокритериального показателя эффективности более 0,8.

Описание критических элементов класса 2 представлено в таблице 4.6.

4.8. Критические элементы класса 3 «Поддержание летной годности воздушных судов»

По алгоритму, аналогичному ранее описанному был найден критический элемент класса 3, под номером показателя Q3.3.1, системный номер элемента 84. Фрагмент матрицы корреляции представлен на рисунке 4.6.

В таблице 4.7. представлено описание критического элемента класса 3.

S3.1.1	0,36	-0,09	-0,09	-0,09	0,13	0,00	-0,13	0,00	-0,11	-0,09	-0,17
S3.1.2	0,48	0,43	0,43	0,43	-0,16	0,00	0,16	0,00	-0,13	0,43	0,82
S3.2.1	0,44	0,19	0,19	0,19	-0,28	0,00	0,04	0,00	-0,10	0,19	0,46
S3.2.2	0,29	0,52	0,52	0,52	-0,26	0,00	0,26	0,00	-0,07	0,52	0,11
S3.2.3	-0,24	-0,21	-0,21	0,43	0,32	0,00	0,16	0,00	0,38	-0,21	0,00
S3.2.4	-0,50	0,21	0,21	0,21	-0,31	0,00	0,31	0,00	0,25	0,21	-0,47
S3.2.5	-0,41	0,50	0,50	0,02	-0,74	0,00	0,04	0,00	-0,35	0,50	-0,20
S3.3.1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S3.3.2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S3.4.1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S3.4.2	0,36	-0,09	-0,09	-0,09	0,13	0,00	-0,13	0,00	-0,11	-0,09	-0,17
S3.4.3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S3.4.4	0,29	-0,17	-0,17	-0,17	-0,26	0,00	-0,26	0,00	-0,21	-0,17	0,11
S3.4.5	0,36	-0,09	-0,09	-0,09	0,13	0,00	-0,13	0,00	-0,11	-0,09	-0,17
S3.4.6	-0,25	-0,09	-0,09	-0,09	-0,67	0,00	-0,13	0,00	-0,11	-0,09	-0,17
S3.4.7	0,36	-0,09	-0,09	-0,09	0,13	0,00	-0,13	0,00	-0,11	-0,09	-0,17
	Q3.1.1	Q3.1.2	Q3.1.3	Q3.1.4	Q3.1.5	Q3.1.6	Q3.1.7	Q3.1.8	Q3.2.1	Q3.2.2	Q3.3.1
β	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84

Рисунок 4.6. – Фрагмент матрицы корреляции и критический элемент класса 3

Таблица 4.7. - Критический элемент класса 3

№	Описание критического элемента класса 3
Q3.3.1	Низкое качество использования бортовых журналов воздушного судна (TLB)

4.9. Критические элементы класса 4 «Наземное обслуживание»

По алгоритму, аналогичному представленному ранее был произведен поиск критических элементов класса 4. Фрагмент матрицы корреляции представлен ниже (рисунок 4.7).

В данной матрице класса 4 значений многокритериального показателя эффективности от 0,8 до 1 нет. Следовательно, критические элементы в классе 4 отсутствуют.

S4.2.1	-0,66	-0,66	0,09	0,23	0,00	0,00	0,00	-0,20	-0,49	0,23
S4.2.2	-0,20	0,06	0,23	0,49	0,00	0,00	0,00	-0,08	-0,28	-0,36
S4.2.3	-0,11	0,24	-0,15	0,36	0,00	0,00	0,00	0,08	-0,25	0,13
S4.2.4	0,11	-0,03	0,14	0,52	0,00	0,00	0,00	-0,36	0,52	0,18
S4.2.5	0,24	-0,34	-0,32	0,36	0,00	0,00	0,00	-0,38	-0,25	0,40
S4.3.1	-0,18	-0,18	-0,17	0,67	0,00	0,00	0,00	-0,20	-0,13	0,11
S4.3.2	-0,23	0,03	0,47	-0,17	0,00	0,00	0,00	-0,26	0,52	-0,52
S4.3.3	-0,16	-0,62	0,13	-0,30	0,00	0,00	0,00	-0,18	-0,30	0,10
S4. 4.1	-0,23	0,03	-0,22	-0,17	0,00	0,00	0,00	-0,26	0,52	-0,08
S4. 4.2	0,33	-0,29	-0,27	-0,21	0,00	0,00	0,00	-0,32	-0,21	0,17
S4. 4.3	-0,23	-0,23	0,47	0,52	0,00	0,00	0,00	-0,26	-0,17	0,37
S4. 5.1	0,24	-0,11	0,28	-0,25	0,00	0,00	0,00	0,08	0,36	0,18
S4. 5.2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S4. 5.3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S4. 5.4	0,43	-0,23	0,47	-0,17	0,00	0,00	0,00	-0,26	-0,17	-0,21
	Q4.1.1	Q4.1.2	Q4.1.3	Q4.1.4	Q4.1.5	Q4.2.1	Q4.2.2	Q4.3.1	Q4.3.2	Q4.3.3
β	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115

Рисунок 4.7 – Фрагмент матрицы корреляции класса 4

4.10. Критически опасные элементы класса 5

«Внешнее взаимодействие авиационной системы авиационного предприятия»

По алгоритму, аналогичному представленному ранее был найден критический элемент класса 5. Фрагмент матрицы корреляции представлен ниже (рисунок 4.8).

Ниже представлено описание критического элемента класса 5 (таблица 4.8).

Таблица 4.8. – Критический элемент класса 5

№	Описание критического элемента класса 5									
Q5.3.3	Низкое качество предоставления аэронавигационной информации									
S5.1.1	0,00	0,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,32	0,00	0,00
S5.1.2	0,00	-0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,21	0,00	0,00
S5.1.3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S5.2.1	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,21	0,00	0,00
S5.2.2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S5.2.3	0,00	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00
S5.2.4	0,00	0,43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,13	0,00	0,00
S5.2.5	0,00	-0,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00
S5.2.6	0,00	-0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00
S5.2.7	0,00	0,43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,13	0,00	0,00
S5.3.1	0,00	-0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,43	0,00	0,00
S5.3.2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S5.3.3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Q5.3.2	Q5.3.3	Q5.3.4	Q5.4.1	Q5.4.2	Q5.5.1	Q5.5.2	Q5.5.3	Q5.6.1	Q5.6.2
β	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166

Рисунок 4.8.- Фрагмент матрицы корреляции класса 5

4.11. Сценарий катастрофы авиационного предприятия

Обобщив данные классов 1 – 5, были найдены критические элементы авиационной системы АП в количестве 8 критических элементов (КЭ) (приложение 3 к диссертации).

Результаты вычислений были проверены для класса 2 – методом адаптивного скольжения, для классов 3 и 5 – методом сравнения, в соответствии с главой 3.11. По полученным данным установлено, что вычисления выполнены правильно, достоверность полученных данных подтверждена математическим способом (приложение 4 к диссертации).

Критические элементы были ранжированы по первоочередности возникновения опасности, после чего был составлен сценарий катастрофы:

$$G_{i^*} = \{Q5.3.3, Q2.3.6, Q2.1.3, Q2.5.2, Q2.7.1, Q2.7.2, Q2.8.3, Q3.3.1 | Z5.3, Z2.3, Z2.1, Z2.5, Z2.7, Z2.8, Z3.3\}, \quad (4.4)$$

где G_{i^*} - сценарий катастрофы, Q – показатели качества, Z – источники опасности.

4.12. Уравнение катастрофы авиационного предприятия

Уравнение катастрофы конструируется по методу минимального сечения – в виде конъюнкций критических элементов системы Авиакомпании, приводящих к отклонениям от установленных процедур, либо к уязвимости системы под воздействием внешних факторов.

При этом для сценария G_{i^*} задано свое (неповторимое) уравнение, составленное в виде набора (конъюнкций) логических признаков факторов опасности β (таблица 4.9).

$$R \rightarrow L_R \Rightarrow U_R = (\beta_{158} \wedge \beta_{35} \wedge \beta_{16} \wedge \beta_{43} \wedge \beta_{62} \wedge \beta_{63} \wedge \beta_{72} \wedge \beta_{84}) = 1, \quad (4.5)$$

где L_R - структура цепи сценария, U_R - условие катастрофы.

Условие $U_R = 1$ обозначает возникновение катастрофы.

Это обозначает, что при вполне определенном источнике опасности Z , возникающем в точке уязвимости и определяющем нечеткую длину интервала уязвимости, в конце каждого интервала происходит бифуркация (разветвление и обрыв процесса) в виде события R – неудачи (катастрофы, аварии), или не возникновения этого события, но возникновения события обратного – в виде удачи (шанса выживания).

Таким образом, прогнозируемое количество опасности \hat{R} всегда соответствует выделенной угрозе, и оно должно быть найдено заранее до прогнозируемого момента времени возникновения бифуркации, т.е. до события R [116, 117].

При этом, уровень риска, включающий в себя набор значений многокритериального показателя эффективности в диапазоне от 0,8 до 1 будет называться неприемлемым уровнем риска авиационной системы.

4.13. Разработка и реализация корректирующих мероприятий по снижению уровня рисков факторов опасности

По факторам опасности из уравнения катастрофы были разработаны и реализованы в АП корректирующие мероприятия для снижения неприемлемого уровня риска авиационной системы в допустимый (желтый) или приемлемый (зеленый), путем перевода значений многокритериального показателя эффективности в диапазон от 0 до 0,8.

В ходе проведенных корректирующих мероприятий, в конкретном сценарии катастрофы было устранена бифуркация (разветвление и обрыв процесса), что позволяет утверждать об исключении возникновения события R – неудачи (катастрофы, аварии) в дальнейшей производственной деятельности АП (4.6).

$$R \rightarrow L_R \Rightarrow U_R = 0. \quad (4.6)$$

Соотношение (4.6) проверяется в ходе очередного аудита деятельности авиационного предприятия, для оценки эффективности обеспечения безопасности полетов.

Возникновение бифуркации оказывает негативное влияние на всю авиационную систему. Разрыв процесса, приведший к авиационному происшествию, оказывает болезненное влияние на дальнейшую производственную деятельность авиационного предприятия. Поэтому крайне важно помимо действий, указанных в пунктах 4.11-4.13 настоящей главы выполнять требование ИКАО по координации планирования мероприятий на случай аварийной обстановки [68]. Как правило, на авиационных предприятиях данное требование выполняется путем разработки и апробации «Плана на случай аварийной обстановки».

Выводы по главе 4

1. Установлены классы показателей для авиационного предприятия. В каждом классе представлены показатели качества и показатели безопасности полетов (приложение № 1, № 2).

2. Апробирован метод выявления критических элементов с использованием многокритериального показателя эффективности на авиационном предприятии.

3. Определен сценарий катастрофы и составлено уравнение катастрофы авиационного предприятия.

4. На основе корректирующих мероприятий, проведенных по итогам анализа уравнения катастрофы, была устранена бифуркация (разветвление и обрыв процесса), что позволяет утверждать об исключении возникновения события R – неудачи (катастрофы, аварии, чрезвычайного происшествия, серьезного авиационного инцидента) в дальнейшей производственной деятельности авиационного предприятия.

5. При очередном аудите подтверждена эффективность обеспечения безопасности полетов при применении метода поиска критических элементов авиационной системы.

Разработанный метод поиска критических элементов системы на основе рисков событий при кластерном анализе авиационной системы предлагает на практике решать проблемы оценки редких событий на основе анализа нечетких множеств (Fuzzy Sets) из теории системной безопасности в организациях гражданской авиации РФ.

Примечание: Данные по вычислению критических элементов в формате Excel для авиационного предприятия приводятся в приложении 3.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Общий вывод (основные итоги выполненной работы):

При оценке процессов авиационного предприятия, управление безопасностью осуществляется путем контроля состояния системы, что является наиболее целесообразным подходом при интеграции СУК и СУБП, поскольку управление отдельными факторами риска системы объективно почти невозможно, т.к. факторы - это внешние независимые воздействия. Если внезапно появляется потенциальный фактор опасности, заложенный в систему, или появляющийся извне, то система должна самостоятельно среагировать на возникший риск фактора опасности. Это возможно только путем выстраивания элементов системы в упорядоченную конструкцию, представляющую собой разделенные по классам элементы, являющиеся показателями качества процессов. В результате чего могут быть найдены критические элементы системы путем вычисления многокритериального показателя эффективности, определенного в нечетких множествах. Такой подход предусматривает собой интегрированное управление рисками системы (IRM), в соответствии с рекомендациями, изложенными в 4-м издании документа ИКАО «Руководство по управлению безопасностью полетов» [105].

В ходе решения научной задачи в диссертационной работе получены следующие научные результаты:

1. Установлены пять принципов кластеризации в интегрированной системе управления качеством и управления безопасностью полетов, основанные на применении подхода к оцениванию рисков по концепции ИКАО (IRM) и на разделении показателей авиационного предприятия на показатели качества и показатели безопасности полетов по функциональным признакам и областям мониторинга.

2. Установлена взаимосвязь между показателями качества и показателями безопасности полетов с использованием многокритериального показателя эффективности, определенного в нечетких множествах, что позволяет

проактивно выявлять критические элементы в интегрированной системе управления качеством и безопасностью полетов на авиационном предприятии.

3. Разработан метод выявления критических сочетаний элементов в интегрированной системе управления качеством и безопасностью полетов, позволяющий проводить достоверные оценки состояния авиационной системы для эффективного обеспечения безопасности полетов, на основе риск-ориентированного подхода, в соответствии с концепцией ИКАО об интегрированном управлении риском (IRM).

4. Составлен сценарий и сконструировано уравнение катастрофы на авиационном предприятии. Реализована схема управления безопасностью полетов при риск-ориентированном подходе, что позволяет исключать возможные прогнозируемые авиационные происшествия в планируемой производственной деятельности авиационного предприятия.

Выводы-рекомендации:

Разработанные принципы и методы интеграции СУК и СУБП универсальны и применимы в разных сферах авиационной деятельности. Предложенные управленческие подходы имеют высокую перспективу для внедрения в отрасли гражданской авиации, поскольку, с одной стороны, предполагают строгое следование требованиям документов Международной гражданской авиации, нормативно-правовым требованиям гражданской авиации РФ, с другой стороны, открывают реальную возможность в организациях гражданской авиации осуществлять обеспечение безопасности полетов на основе теории нечетких множеств (Fuzzy Sets). Это создает условия для упреждающего воздействия на критические элементы с учетом оценки риска состояния авиационной системы, и соответствует современному подходу в общесистемной эре обеспечения безопасности полетов.

Кроме этого, предложенный метод имеет перспективы внедрения и в федеральных органах исполнительной власти РФ, являющихся уполномоченными органами в области гражданской авиации. При слиянии данных, обрабатываемых в Федеральной службе по надзору в сфере транспорта,

и данных, получаемых Федеральным агентством воздушного транспорта, возможно получение последовательных, взаимосвязанных и полезных данных о критических элементах авиационных систем поставщиков услуг (организаций гражданской авиации). Что, в свою очередь, может увеличить эффективность принятия управленческих решений по повышению безопасности полетов воздушных судов, как со стороны уполномоченных органов в области гражданской авиации, так и со стороны организаций гражданской авиации (Приложение 5).

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

- АП – авиационное предприятие
- СУК – система управления качеством
- СУБП – система управления безопасностью полетов
- ISO – International Organization for Standardization
- Q – показатели качества
- S – показатели безопасности полетов
- ИКАО – международная организация гражданской авиации
- ГОСТ – государственный стандарт
- НРБ – надежность, риски, безопасность
- МЭК – Международная электротехническая комиссия
- ИСО – Международная организация по стандартизации
- ССП – сбалансированная система показателей
- ФАП – федеральные авиационные правила
- РПП – руководство по производству полетов
- QPI – quality performance indication
- SPI – safety performance indication
- КВС – командир воздушного судна
- ВС – воздушное судно
- SAFA – safety assessment foreign aircraft (Европейская оценка безопасности полетов воздушных судов)
- ОЗП – осенне-зимний период
- TLB – technical log book (бортовой журнал воздушного судна)
- СМК – система менеджмента качества
- МГТУ ГА - Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет гражданской авиации»
- TEM – threat and errors management (управление угрозами и ошибками)
- NASA – National Aeronautics and Space Administration (Национальное управление по аэронавтике и исследованию космического пространства США)

ЛИТЕРАТУРА

1. Конвенция о международной гражданской авиации, Чикаго, 1944.
2. Методика анализа надежности авиационной техники в эксплуатационных предприятиях ГА, введенной в действие указанием МГА от 13.12.79 № 23.1.7-122.
3. Peterson, D. Analyzing Safety Performance, Garland STPM Press, New York, U.S. 1980.
4. Орловский С.А. «Проблемы принятия решений при нечеткой исходной информации», М.: – Наука, 1981.
5. Методика составления анализа организации летной работы и состояния безопасности полетов в подразделениях, авиапредприятиях, управлениях гражданской авиации». Утверждена заместителем Министра ГА СССР И.Ф. Васиным, 21 октября 1982 г. № 3.13-353.
6. Рекомендации по составлению анализов состояния безопасности полетов в Управлениях и авиапредприятиях гражданской авиации». Утверждены заместителем Министра ГА СССР И.Ф. Васиным, 21 декабря 1982.
7. Документ ИКАО 9422-AN/923. Руководство по предотвращению авиационных происшествий. – Монреаль: ИКАО, 1984.
8. Руководство по организации летной работы в гражданской авиации, утвержденное приказом Министерства гражданской авиации СССР от 29 января 1987 г. № 25.
9. Зубков Б.В., Минаев Е.Р. «Основы безопасности полетов», Москва, Транспорт, 1987.
10. Приказ МГА СССР от 10.01.1990 № 6 «Об утверждении и введении в действие Руководства по обеспечению и учету регулярности полетов воздушных судов гражданской авиации» (РРП ГА-90).
11. Исикава Каоро «Японские методы управления качеством», М. Экономика, 1988.

12. «Руководство по предотвращению летных происшествий в авиации вооруженных сил СССР», приказ Главнокомандующего ВВС, от 31 октября 1990 г. № 245.
13. «Наставление по технической эксплуатации и ремонту авиационной техники в гражданской авиации России» (НТЭРАТ ГА-93).
14. Авиационные правила. Часть 25. Нормы летной годности самолетов транспортной категории, введенные в действие приказом Министерства транспорта Российской Федерации от 05.07.1994 № 48.
15. Гражданский кодекс РФ, от 30 ноября 1994 г. № 51-ФЗ.
16. Арнольд В.И. «Теория катастроф», М.: – Наука, 1995.
17. Воздушный кодекс Российской Федерации, от 19.03.1997 № 60-ФЗ.
18. Постановление Правительства Российской Федерации от 2 февраля 1998 г. № 113 «О некоторых мерах направленных на совершенствования систем обеспечения качества продукции и услуг» (в ред. Постановлений Правительства РФ от 02.08.2005 № 486, от 14.12.2006 № 767, от 17.08.2010 № 629).
19. «Правила расследования авиационных происшествий и инцидентов с гражданскими воздушными судами в Российской Федерации», утвержденных Постановлением Правительства Российской Федерации от 18 июня 1998 г. № 609.
20. Федеральный закон от 08.01.1998 № 10-ФЗ «О государственном регулировании развития авиации».
21. Reason, J. Achieving a safe culture: Theory and practice. *Work&Stress*, 12(3). 1998.
22. McCarthy J., Schwartz N. Modeling Risk with the Flight Operation Risk Assessment System (FORAS). – Conference ICAO in Rio de Janeiro, Brazil, Nov. 1999.
23. ГОСТ Р 50779.11-2000 (ИСО 3534.2-93) Статистические методы. Статистическое управление качеством. Термины и определения.

24. Snook, S.A. Friendly fire: The accidental shootdown of U.S. Black Hawks over Northern Iraq. Princeton, NJ: Princeton University Press. 2000.
25. ИКАО «Руководство по сертификации аэродромов» (DOC 9774). Изд. 1-е ИКАО, 2001.
26. ИКАО «Основные принципы учета человеческого фактора в руководстве по проведению проверок безопасности полетов» (DOC 9806), 2002.
27. ИКАО DOC 9803 «Line Operation Safety Audit», 2002.
28. Probabilistic Risk Assessment Procedures Guide for NASA Managers and Practitioners – Office of Safety and Mission Assurance NASA. – Washington, DC 20546 – August, 2002.
29. Национальный стандарт РФ ГОСТ Р ИСО 19011-2003 «Руководящие указания по аудиту систем менеджмента качества и/или систем экологического менеджмента».
30. С. Каплан и Дейвид Р. Нортон «Сбалансированная система показателей. От стратегии к действиям», изд. ЗАО «Олимп-Бизнес», Москва, 2003.
31. Гусева А.А. «Анализ элементов внешней среды предприятия», Санкт-Петербург: Нестор, 2003.
32. Фрэнк Хейнеман Найт. Риск, неопределенность и прибыль. – М.: Дело, 2003.
33. Циркуляр ИКАО № 302-AN/175 «Сборник материалов «Человеческий фактор № 16», 2004.
34. Петрушко И.Н., «Внутренняя среда организации. Социальная ответственность», Москва, издательство МЭИ, 2004.
35. Кармалеев, Б. А. Методика оценки рисков авиационных событий при летной эксплуатации воздушных судов гражданской авиации. Научный вестник СПбГУ ГА, 2005.
36. ИКАО «Руководство по управлению безопасностью полетов» (DOC 9859), издание 1, 2006.
37. Герасимова Е.Б., Герасимов Б.И., Сизикин А.Ю. «Управление качеством», Москва, «ФОРУМ-ИНФРА-М», 2007.

38. Ильин И.А. «О русском национализме» (Сборник статей), Москва: Российский Фонд Культуры, 2007.
39. Северцев Н.А., Куклев Е.А. Фундаментальные основы теории системной безопасности – М.: ВЦ РАН им. А.А. Дородницына, 2008.
40. Аристов О.В. «Управление качеством», Москва, «ИНФРА-М», 2008.
41. Ершов А.К. «Управление качеством», Москва «Логос», 2008.
42. Валевиц Р.П., Пароля О.Б. «Управление качеством товаров и услуг», Минск, БГЭУ, 2008.
43. Распоряжение Правительства РФ от 22.11.2008 № 1734-р «О Транспортной стратегии Российской Федерации».
44. Аронов И.З. и др. Надежность и безопасность технических систем. – М., 2009.
45. Зубков Б.В. Поляков П.М, Кармызов М.В. «Управление безопасностью полетов», МГТУ ГА, 2009.
46. ГОСТ Р ИСО/МЭК 15504-1-2009 «Оценка процессов» часть 1 «Концепция и словарь».
47. ГОСТ Р ИСО/МЭК 15504-2-2009 «Оценка процессов» часть 2 «Проведение оценки».
48. Губенко А.В., Смуров М.Ю., Черкашин Д.С. «Экономика воздушного транспорта», - СПб.: Питер Пресс, 2009.
49. Алиев Т.И. «Основы моделирования дискретных систем», СПбГУ ИТМО, Санкт-Петербург, 2009.
50. Федеральные авиационные правила «Подготовка и выполнение полетов в гражданской авиации Российской Федерации» утвержденных приказом Минтранса России от 31 июля 2009 года № 128.
51. Шеванкевич М.Г., «Ключевые вопросы управления организацией (предприятием). Внешняя среда: Монография», - Балаклаво: Издание Балаклавского института экономики и бизнеса, СГСЭУ, 2009.
52. Шадрин А.П. «Повышение надежности системы менеджмента качества организации на основе анализа функционирования процессов в условиях

меняющейся внутренней и внешней среды», Диссертация кандидата технических наук, Новоуральск, 2009.

53. Приложение 14 к Конвенции о международной гражданской авиации «Аэродромы, том 1. Проектирование и эксплуатация аэродромов», ИКАО, 2009.

54. M-Fufita. Frequency of Rare Event Occurrences. ATN/CNS. Tokyo. Japan. EIWAC: 2009.

55. Приложение 8 к Конвенции о международной гражданской авиации «Летная годность воздушных судов», ИКАО, 2010.

56. Чернов В.Г. «Основы теории нечетких множеств», учебное пособие ГОУ ВО «Владимирский государственный университет», 2010.

57. Матвеев Г.Н., «Метод упреждающего управления безопасностью полетов воздушных судов в авиационных предприятиях»: диссертация кандидата технических наук: ФГУП ГосНИИ ГА. - Москва, 2010.

58. Безопасность полетов, учебное пособие, Новосибирский государственный технический университет, 2010.

59. В. Филина, «Повышение безопасности полетов наземными службами аэропорта за счет интеграции системы менеджмента качества», Диссертация кандидата технических наук, Самара 2010.

60. Постановление Правительства РФ от 9 июня 2010 года № 409 «Об осуществлении должностными лицами Федеральной службы по надзору в сфере транспорта контрольных функций».

61. Остервальдер А., Пинье И. «Построение бизнес-моделей», Москва: Альпина-Паблицер, 2011.

62. Исайкин М.А. «Исследование качества высшего инженерного образования по данным анкетирования студентов с помощью метода нелинейных главных компонент (NLPCA)», часть сборника «Прикладная эконометрика» № 1 (21) 2011.

63. Стандарты IOSA (IATA Operation Safety Audit) Международной ассоциации воздушного транспорта ИАТА (англ. International Air Transport Association, сокр. IATA); 6 издание 2012.

64. Основы государственной политики Российской Федерации в области авиационной деятельности на период до 2020 года», утвержденные Президентом Российской Федерации от 01.04.2012 № Пр-804.
65. Смуров М.Ю., Куклев Е.А., Евдокимов В.Г., Гипич Г.Н. «Разработка инструментов оценивания рисков возникновения АНВ в САБ аэропортового комплекса». Транспорт Российской Федерации. №2(39) – 2012.- стр. 28-31.
66. Amer M. Younossy, Ten things You Should Know about SMS. SM ICG.- Washington, 2012.
67. CAST Safety Strategy. “Boeing” BCA Engineering (“Commercial Aviation Safety Team & Collaborative Approach to Safety”). 2012.
68. Приложение 19 к Конвенции о международной гражданской авиации «Руководство по управлению безопасностью полетов», 2013.
69. ГОСТ Р 55846–2013 «Система менеджмента безопасности авиационной деятельности. Приемлемый риск».
70. ИКАО «Руководство по управлению безопасностью полетов» (DOC 9859), издание 3, 2013.
71. ГОСТ Р 55585-2013 «Система управления безопасностью полетов воздушных судов. Термины и определения».
72. Гипич Г.Н., Евдокимов В.Г., Куклев Е.А., Шапкин В.С. «Риски и безопасность авиационных систем», Москва, ФГУП ГосНИИ ГА, 2013.
73. Овсянников Г.Н. Факторный анализ в доступном изложении. Изучение многопараметрических систем и процессов, Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2013.
74. ГОСТ Р 55860-2013 «Система менеджмента безопасности авиационной деятельности. Общие принципы построения СМБ на всех этапах жизненного цикла авиационной техники. Структурная схема и функции модулей типовой СМБ. Общие положения». Москва. Стандартинформ, 2014.
75. ГОСТ Р 56079-2014 Изделия авиационной техники. Безопасность полета, надежность, контролепригодность, эксплуатационная и ремонтная технологичность. Номенклатура показателей.

76. ГОСТ Р 56080-2014 Изделия авиационной техники. Комплексные программы обеспечения безопасности полета, надежности, контролепригодности, эксплуатационной и ремонтной технологичности. Общие требования.
77. Зубков Б.В., Прозоров С.Е. Безопасность полетов: учебник. – Ульяновск, 2013.
78. «Руководство по непрерывному мониторингу в рамках Универсальной программы проверок организации контроля за обеспечением безопасности полетов», документ ИКАО 9735, издание 4, 2014.
79. Постановление Правительства РФ от 18.11.2014 №1215 «О порядке разработки и применения систем управления безопасностью полетов воздушных судов, а также сбора и анализа данных о факторах опасности и риска, создающих угрозу безопасности полетов гражданских воздушных судов, хранения этих данных и обмена ими».
80. ГОСТ Р 56081-2014 «Изделия авиационной техники, безопасность полета, надежность, контролепригодность, эксплуатационная и ремонтная технологичность. Порядок нормирования и контроля показателей».
81. ИКАО «Руководство по программам анализа полетных данных» (DOC 10000). Изд. 1-е ИКАО, 2014.
82. ИКАО «Руководство по летной годности» (DOC 9760). Изд. 3-е ИКАО, 2014.
83. Федеральные авиационные правила «Предоставление метеорологической информации для обеспечения полетов воздушных судов», утвержденные приказом Минтранса России от 3 марта 2014 года № 60.
84. Blanchard, D. P. and R. W. Youngblood, “Risk-Informed Safety Margin Characterization Case Study: Use of Prevention Analysis in the Selection of Electrical Equipment to Be Subjected to Environmental Qualification,” PSAM 12, 2014.
85. ГОСТ Р ИСО 9001-2015 «Системы менеджмента качества. Требования».
86. ГОСТ Р ИСО 9000-2015 «Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь».
87. Федеральные авиационные правила «Требования к юридическим лицам, индивидуальным предпринимателям, осуществляющим коммерческие

воздушные перевозки. Форма и порядок выдачи документа, подтверждающего соответствие юридических лиц, индивидуальных предпринимателей, осуществляющих коммерческие воздушные перевозки, требованиям федеральных авиационных правил», утвержденные приказом Минтранса России от 13 августа 2015 № 246.

88. ИКАО «Руководство по дистанционно пилотируемым авиационным системам» (DOC 10019). Изд. 1-е ИКАО, 2015.

89. ИКАО «Руководство по аэропортовым службам. Часть 1» (DOC 9137). Изд. 4-е ИКАО, 2015.

90. Федеральные авиационные правила «Требования к юридическим лицам, индивидуальным предпринимателям, осуществляющим техническое обслуживание гражданских воздушных судов. Форма и порядок выдачи документа, подтверждающего соответствие юридических лиц, индивидуальных предпринимателей, осуществляющих техническое обслуживание гражданских воздушных судов, требованиям федеральных авиационных правил», утвержденные приказом Минтранса России от 25 сентября 2015 г. № 285.

91. Бурматов С.В., Гипич, Г.Н. Евдокимов В.Г., Куклев Е.А., Шапкин В.С. «Единый подход к менеджменту риска в системе факторного управления безопасностью авиационной деятельности», Москва, ОАО «Авиатехприемка», ФГУП ГосНИИ ГА, 2015.

92. Такахаси С., Ироха И. Занимательная статистика. Факторный анализ, - М.: ДМК Пресс, 2015.

93. Федеральные авиационные правила «Требования к операторам аэродромов гражданской авиации. Форма и порядок выдачи документа, подтверждающего соответствие операторов аэродромов гражданской авиации требованиям федеральных авиационных правил», утвержденные приказом Минтранса России, от 25 сентября 2015 г. № 286.

94. Мельник Д.М. «Система управления качеством и система управления безопасностью полетов в производственной деятельности эксплуатантов

гражданской авиации РФ». Ежеквартальный аналитический журнал «Управление риском», № 3, 2015, - стр. 33-40.

95. Мельник Д.М. «Принципы интеграции системы управления качеством и системы управления безопасностью полетов в авиационном предприятии». Журнал о науке, экономике и практике «Транспорт Российской Федерации», № 6(61), 2015, - стр. 47-50.

96. Шаров В.Д. «Методология управления риском безопасности полетов на уровне авиапредприятия». Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. ФГБОУ ВО МГТУ ГА, Москва, 2016.

97. Мельник Д.М. «Оценка процессов в авиационном предприятии», Научно-производственный и культурно-образовательный журнал «Качество и жизнь» № 3, 2016, - стр. 80-84.

98. Мельник Д.М. «Интеграция системы управления качеством и системы управления безопасностью полетов в современном авиационном предприятии». Ежемесячный научно-практический журнал «Качество Инновации Образование», № 8-10, 2016, - стр. 71-79.

99. Мельник Д.М. «Интегрированная модель процесса авиационного предприятия, с точки зрения управления качеством и управления безопасностью полетов», Т-Сопт: Телекоммуникации и транспорт.-2016.-№ 10. - стр. 52-55.

100. Мельник Д.М. «Оценка эффективности функционирования системы управления безопасностью полетов в современном авиационном предприятии». Вестник Санкт-Петербургского государственного университета гражданской авиации, № 4 (13), 2016 год, стр.- 66-76.

101. Vince Galotti Chief/Air Traffic Management ICAO. The Way Forward. Safety and Efficiency an ICAO Perspective, 2017.

102. ГОСТ Р 58045-2017 «Менеджмент риска при обеспечении качества на стадиях жизненного цикла. Методы оценки и критерии приемлемости риска».

103. Герасимова О.О, Каруш С.А. «Методы анализа и надежности риска». Учебное пособие. ФГБОУ ВО Томский государственный архитектурно-строительный университет, Томск, издательство ТГАСУ, 2017, 63 стр.

104. Draft Guide for Incorporating Human Reliability Analysis into Probabilistic Risk Assessments for Nuclear Power Generating Stations and Other Nuclear Facilities, IEEE-1082/D8, New York City: Institute for Electrical and Electronics Engineers, 2017.
105. ИКАО «Руководство по управлению безопасностью полетов» (DOC 9859), издание 4, 2018.
106. Мельник Д.М. «Анализ показателей качества и безопасности полетов авиационного предприятия». Вестник Санкт-Петербургского государственного университета гражданской авиации, № 4 (21), 2018, стр.- 5-19.
107. Мельник Д.М. «Взаимосвязь уровня рисков и уровня качества процессов в авиационном предприятии». Журнал о науке, экономике и практике «Транспорт Российской Федерации», № 6(79), 2018, - стр. 35-39.
108. Приказ Минтруда России от 10.09.2019 № 612н «Об утверждении профессионального стандарта «Аэродромный работник гражданской авиации».
109. Коникова Е.В. «Комплексная система управления наземным обслуживанием воздушных судов. Монография». ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации», Санкт-Петербург, 2019.
110. Мельник Д.М. «Интегрированное управление рисками в авиационных предприятиях». Журнал о науке, экономике и практике «Транспорт Российской Федерации», № 4(83), 2019, - стр. 28-32.
111. Kuklev E. et al. Flight Safety & Aviation Risk. Singapore: Springer, 2019.
112. Анализ состояния безопасности полетов в гражданской авиации Российской Федерации в 2019 году, Федеральное агентство воздушного транспорта, 2020 г.
113. Методические рекомендации территориальным органам Росавиации по проверкам СУБП поставщиков услуг: <https://favt.gov.ru/dejatelnost-bezopasnost-poletov-subp-normativ-metodolog-obespech/>.
114. ГОСТ Р ИСО 31000-2019 «Менеджмент риска. Принципы и руководство».
115. ГОСТ 58771-2019 «Менеджмент риска».

116. Куклев Е.А., Конилова Е.В., Мельник Д.М. «Риски функциональных отказов элементов в интегрированной системе управления безопасностью полетов для авиационного предприятия», Журнал о науке, экономике и практике «Транспорт Российской Федерации», № 3(88), 2020, - стр. 36-40.
117. Куклев Е.А., Конилова Е.В., Мельник Д.М. «Поиск критических элементов авиационных систем на примере оператора аэродрома». Вестник Санкт-Петербургского государственного университета гражданской авиации, № 3, 2020, - стр. 5-15.
118. Мельник Д.М. «Поиск критических элементов в интегрированной системе управления качеством и безопасностью полетов воздушных судов». Ежемесячный научно-практический журнал «Качество, инновации, образование», № 5, 2020 год, стр. 41-50;
119. VIII Национальная выставка и форум инфраструктуры гражданской авиации NAIS конференция «Актуальные вопросы системы управления безопасностью полетов (СУБП) оператора аэродрома»: <https://www.nais-russia.com/ru-ru/news/post-show-nais-2021.html>.
120. Мельник Д.М. «Выявление критических элементов авиационного предприятия на основе анализа результатов расследования авиационных событий». Журнал: Транспортная стратегия – XXI век, № 47, 2021, стр. 28-31.
121. Балясников В.В., Куклев Е.А., Мельник Д.М. «Определение критических сочетаний элементов в области неопределенности состояний авиационной системы на примере Авиакомпании «Сириус-Аэро». Спецвыпуск «Деловая авиация» – приложение к журналу «Транспортная стратегия XXI век», № 1(48), 2021, стр. 44-50.

Приложение 1
«Общее описание показателей»

**Показатели качества и показатели безопасности полетов
авиационного предприятия**

*Таблица III. Классы показателей качества и безопасности полетов
авиационного предприятия*

Классы	Название класса	Количество показателей	
		Показатели качества (Q)	Показатели безопасности полетов (S)
1 Класс	Показатели общей организации	13	1
2 Класс	Показатели организации летной работы	60	22
3 Класс	Показатели поддержания летной годности воздушных судов	32	16
4 Класс	Показатели наземного обслуживания ВС	39	20
5 Класс	Показатели внешнего взаимодействия	22	13
Всего:		166	72

Показатели качества установлены в соответствии с требованиями документов Международной организации гражданской авиации, федеральными авиационными правилами РФ. Приказами Минтранса России.

Показатели безопасности полетов установлены в соответствии с историческим опытом производственной деятельности типового авиационного предприятия.

Показатели качества и показатели безопасности полетов авиационного предприятия
1 Класс. Показатели общей деятельности авиационного предприятия.

Показатели качества Q1. Имеют 3 группы (16 показателей).

1 группа отражает степень достижения целей авиационного предприятия в области качества, в соответствии с Политикой авиационного предприятия в области качества Q1.1.

Q1.1.1: степень достижения 1 цели АП в области качества.

Q1.1.2: степень достижения 2 цели АП в области качества.

Q1.1.3: степень достижения 3 цели АП в области качества.

Q1.1.4: степень достижения 4 цели АП в области качества.

2 группа отражает степень соблюдения принципов авиационного предприятия в области безопасности полетов, в соответствии с Политикой авиационного предприятия в области безопасности полетов. Q1.2.

Q1.2.1: степень соблюдения 1 принципа Политики АП в области БП.

Q1.2.2: степень соблюдения 2 принципа Политики АП в области БП.

Q1.2.3: степень соблюдения 3 принципа Политики АП в области БП.

Q1.2.4: степень соблюдения 4 принципа Политики АП в области БП.

Q1.2.5: степень соблюдения 5 принципа Политики АП в области БП.

Q1.2.6: степень соблюдения 6 принципа Политики АП в области БП.

Q1.2.7: степень соблюдения 7 принципа Политики АП в области БП.

Q1.2.8: степень соблюдения 8 принципа Политики АП в области БП.

3 группа отражает степень выполнения требований внутренних нормативных документов в области авиационной безопасности (АБ), Q1.3.

Q1.3.1: степень выполнения программы АБ АП.

Q1.3.2: степень выполнения программы подготовки персонала АБ.

Q1.3.3: степень выполнения предполетного досмотра ВС на аэродромах местных воздушных линиях, посадочных площадках, на которых отсутствует служба авиационной безопасности.

Q1.3.4: степень выполнения процедуры приема-передачи воздушных судов.

Показатели безопасности полетов S1. Имеют 1 группу (1 показатель).

S1.1: количество авиационных событий, классифицируемых ПРАПИ-98 на 1000 полетов.

2 класс. Показатели организации летной работы.

Показатели качества Q2. Имеют 8 групп (60 показателей):

- 1 группа. Организация и проведение подготовки, тренировок, контроля навыков и знаний, Q2.1.
- Q2.1.1: допуск членов летных экипажей воздушных судов, в соответствии с пунктом 5.84 ФАП-128.
- Q2.1.2: проведение периодической наземной подготовки перед проведением тренажерной сессии.
- Q2.1.3: проведение тренажерной подготовки членов летных экипажей.
- Q2.1.4: тренировка членов летных экипажей, в аварийной обстановке или в ситуации, требующей аварийной эвакуации людей.
- Q2.1.5: тренировка членов летных экипажей на тренажере в нештатных и аварийных ситуациях.
- Q2.1.6: проведение предварительной подготовки к полетам членов летных экипажей.
- Q2.1.7: проведение предполетной подготовки к полетам членов летных экипажей.
- Q2.1.8: учет уровня квалификации пилотов и учет способа учета квалификации пилотов.
- Q2.1.9: выполнение функций в аварийной обстановке, требующей эвакуации пассажиров членами кабинных экипажей.
- Q2.1.10: допуск членов кабинных экипажей к выполнению полетов в соответствии с пунктом 5.99 ФАП-128.
- 2 группа. Формирование экипажей воздушных судов, Q2.2.
- Q2.2.1: контроль уровня подготовки членов экипажей.
- Q2.2.2: контроль утомляемости членов экипажей.
- Q2.2.3: включение в план-наряд членов летных экипажей.
- Q2.2.4: включение в план-наряд членов кабинных экипажей.
- Q2.2.5: учет возрастных показателей членов экипажей.
- Q2.2.6: учет психологической совместимости членов экипажей.
- 3 группа. Планирование работы членов экипажей воздушных судов, Q2.3.
- Q2.3.1: составление планов подготовки групповых и индивидуальных членов экипажей.
- Q2.3.2: планирование всех видов проверок, назначение проверяющих на проведение квалификационных проверок.
- Q2.3.3: планирование медицинских осмотров, комиссий, предусмотренных ФАП-50.
- Q2.3.4: планирование сезонной подготовки.
- Q2.3.5: суточное планирование экипажей воздушных судов, с учетом нормирования рабочего времени.
- Q2.3.6: планирование отпусков членов экипажей.
- 4 группа. Контроль и анализ деятельности экипажей воздушных судов, Q2.4.

Q2.4.1: проведение анализа организации летной работы.

Q2.4.2. проведение послеполетных разборов.

Q2.4.3. проведение разборов полетов членов летных экипажей в подразделениях.

Q2.4.4. проведение разборов полетов членов кабинных экипажей в подразделениях.

Q2.4.5: проведение квалификационных проверок членов летных экипажей.

Q2.4.6: проведение квалификационных проверок членов кабинных экипажей.

5 группа. Анализ данных средств объективного контроля, Q2.5.

Q2.5.1: выявление отклонений в технике пилотирования и в работе с авиационной техникой с использованием экспресс-анализа программы расшифровки полетной информации.

Q2.5.2: сбор и обобщение отклонений в технике пилотирования и в работе с авиационной техникой (по типам ВС, КВС, маршрутам, аэродромам, по сезонам выполнения полетов).

Q2.5.3: учет и обобщение отклонений для каждого КВС.

Q2.5.4: проведение корректирующих мероприятий в отношении пилотов, допустивших отклонение в технике пилотирования и в работе с авиационной техникой.

Q2.5.5: анализ записей речевых самописцев в соответствии с программой анализа полетных данных.

Q2.5.6: актуализация программы анализа полетных данных эксплуатанта.

6 группа. Разработка и реализация программ подготовки членов экипажей воздушных судов, Q2.6.

Q2.6.1: подготовка специалистов авиационного персонала в АУЦ.

Q2.6.2: подготовка специалистов авиационного персонала на базе эксплуатанта.

Q2.6.3: самостоятельная подготовка авиационного персонала с использованием информационной системы эксплуатанта.

Q2.6.4: начальная подготовка членов летных экипажей.

Q2.6.5: начальная подготовка членов кабинных экипажей.

Q2.6.6: переподготовка на новый тип ВС членов летных экипажей.

Q2.6.7: переподготовка на новый тип ВС членов кабинных экипажей.

Q2.6.8: реализация программ подготовки членов летных экипажей.

Q2.6.9: реализация программ подготовки членов кабинных экипажей.

Q2.6.10: подготовка членов летных экипажей в области человеческого фактора (CRM).

Q2.6.11: подготовка членов кабинных экипажей в области человеческого фактора (CRM).

Q2.6.12: подготовка членов летных экипажей английскому языку.

Q2.6.13: подготовка инструкторского состава членов летных экипажей.

Q2.6.14: подготовка инструкторского состава членов кабинных экипажей.

7. Ведение и хранение документов о подготовке членов экипажей и контроле знаний и навыков, а также работе членов экипажей, Q2.7.

Q2.7.1: ведение заданий на полет членов экипажей.

Q2.7.2: ведение рабочих планов полета и полетной документации.

Q2.7.3: хранения заданий на полет с полетной документацией.

Q2.7.4: ведение летных дел членов летных экипажей.

Q2.7.5: ведение летных дел членов кабинных экипажей.

Q2.7.6: ведение летных книжек членов летных экипажей.

Q2.7.7: ведение летных книжек членов кабинных экипажей.

Q2.7.8: учет подготовки членов экипажей в информационной системе.

8. Предоставление информации экипажам воздушных судов, Q2.8.

Q2.8.1: предоставление аэронавигационной информации.

Q2.8.2: предоставление метеорологической информации.

Q2.8.3: предоставление рабочего плана полета, расчета полета.

Q2.8.4: предоставление информации экипажу при возникновении нештатных и аварийных ситуаций.

Показатели безопасности полетов, S2. Имеют 5 групп (22 показателя).

1 группа. Отклонения при подготовке к полетам, S2.1.

S2.1.1: количество случаев не выполнения предварительной подготовки.

S2.1.2: количество случаев не выполнения предполетной подготовки к полетам (частичное выполнение предполетной подготовки).

S2.1.3: количество случаев не выполнения предвзлетного брифинга.

S2.1.4: количество случаев не выполнения пред посадочного брифинга.

2 группа. Отклонения, связанные с техническими компетенциями пилотов, S2.2.

S2.2.1: количество отклонений в технике пилотирования в автоматическом режиме.

S2.2.2: количество отклонений в технике пилотирования в ручном режиме.

S2.2.2: количество отклонений в эксплуатации авиационной техники.

S2.2.3: количество случаев не выполнения стандартных операционных процедур.

S2.2.4: количество случаев пропущенных карт контрольных проверок.

3 группа. Отклонения, связанные с нетехническими компетенциями пилотов, S2.3.

S2.3.1: количество отклонений связанных с ситуационной осведомленностью (не способность предвидеть сложности и угрозы в полете).

S2.3.2: количество отклонений связанных с управлением рабочей нагрузкой и временем (наличие дефицита времени в полете).

S2.3.3: количество нарушений правил ведения радиообмена.

S2.3.4: количество отклонений связанных с ошибочным восприятием информации между членами экипажа в полете (коммуникационные ошибки).

S2.3.5: количество случаев не правильного принятия решения в полете.

S2.3.6: количество случаев связанных с низкими лидерскими качествами (отсутствие контроля за эмоциями, не учет индивидуальных особенностей пилота, отсутствие командной работы).

4 группа. Отклонения, связанные с предоставлением информации, S2.4.

S2.4.1: количество ошибок в рабочем плане полета (разница между фактическими и расчетными данными по топливу, весу, центровке).

S2.4.2: количество случаев предоставления не достоверной (устаревшей) аэронавигационной информации (не использование такой информации при подготовке и выполнению полетов).

S2.4.3: количество случаев предоставления недостоверной (ошибочной) метеорологической информации.

S2.4.4: количество ошибок в расчете взлетно-посадочных характеристик.

5 группа. Отклонения, связанные с нарушением норм налета и отдыха. S2.5.

S2.5.1: количество случаев, связанных с превышением полетной смены;

S2.5.2: количество случаев, связанных с не предоставлением установленного времени отдыха между полетными сменами.

S2.5.3: количество случаев, связанных с не предоставлением отпуска членам экипажей.

S2.5.4: иные случаи нарушения приказа № 139 Минтранса России.

3 Класс. Показатели поддержания летной годности воздушных судов.

Показатели качества Q3. Имеют 6 групп (32 показателя).

1 Группа. Планирование технического обслуживания воздушных судов Q3.1.

Q3.1.1: выполнение программы технического обслуживания.

Q3.1.2: контроль за выполнением директив летной годности.

Q3.1.3: выполнение основных модификаций.

Q3.1.4: выполнение необязательных модификаций.

Q3.1.5: выполнение программы надежности.

Q3.1.6: анализ контрольных показателей надежности.

Q3.1.7: проведение корректирующих действий.

Q3.1.8: проведение совещаний по надежности.

2 Группа. Учет выполненных работ по техническому обслуживанию воздушных судов Q3.2.

Q3.2.1: ведение записей по поддержанию летной годности.

Q3.2.2: хранение записей по поддержанию летной годности.

3 Группа. Ведение и сохранность бортовой документации Q3.3.

Q3.3.1: использование бортовых журналов воздушных судов (TLB).

Q3.3.2: использование бортовых журналов пассажирской кабины (CLB).

Q3.3.3: применение перечня минимально исправного оборудования (MEL).

Q3.3.4: внесение изменений в перечень минимально исправного оборудования (MEL).

Q3.3.5: управление техническими публикациями (поддержание актуальности, обновление).

4 Группа. Сбор и учет информации о техническом состоянии ВС. Q3.4.

Q3.4.1: получение информации о дефектах.

Q3.4.2: оценка дефектов и их документирование.

Q3.4.3: расшифровка и анализ данных параметрических самописцев.

Q3.4.4: расшифровка и анализ данных речевых самописцев.

5 Группа. Контроль технического обслуживания и поддержания летной годности воздушных судов Q3.5.

Q3.5.1: проведение аудита качества технического департамента.

Q3.5.2: проведение аудита воздушных судов.

Q3.5.3: устранение несоответствий по проведенным аудитам.

Q3.5.4: проведение аудитов подрядных организаций.

Q3.5.5: устранение несоответствий по проведенным аудитам подрядных организаций.

Q3.5.6: проведение оценки ПЛГ со стороны руководства.

Q3.5.7: поддержание квалификации сотрудников по ПЛГ.

6 Группа. Одобрение организации по техническому обслуживанию. Q3.6.

Q3.6.1: выполнение требований к помещениям.

Q3.6.2: выполнение требований к персоналу.

Q3.6.3: выполнение требований к оборудованию, материалам, инструментам.

Q3.6.4: актуальность и полнота документации по ТО.

Q3.6.5: проведение производственного планирования.

Q3.6.6: ведение записей по ТО.

Показатели безопасности полетов, S3. Имеют 4 группы (16 показателей).

Группа 1. Общие отклонения S3.1.

S3.1.1: любой отказ, сбой или дефект, в результате которого возникла угроза безопасности полетов;

S3.1.2: любой отказ, сбой или дефект, в результате которого могла возникнуть угроза безопасности полётов, или который потенциально мог бы привести к возникновению ситуации, угрожающей БП.

Группа 2. Отклонения по конструкции воздушного судна S3.2.

S3.2.1: выход из строя элемента силовой конструкции планера ВС или основных структурных элементов;

S3.2.2: растрескивание, деформация, коррозия, дефект либо повреждение силовых элементов конструкции или основных структурных элементов ВС;

S3.2.3: любая часть ВС, которая могла бы представлять угрозу безопасности ВС или людей вследствие её отрыва от ВС во время полёта или нахождения на земле;

S3.2.4: дефект или повреждение элементов конструкции, ВС.

S3.2.5: дефект или повреждение элементов планера воздушного судна.

Группа 3. Отклонения по силовой установке воздушного судна S3.3.

S3.3.1: неконтролируемая потеря тяги/мощности, отключение или отказ любого двигателя;

S3.3.2: неконтролируемый отказ компрессора, турбин двигателя;

Группа 4. Отклонения в системах и оборудовании воздушных судов S3.4.

S3.4.1: пожар или взрыв;

S3.4.2: появление дыма, токсичных или удушливых паров внутри ВС;

S3.4.3: утечка топлива, приведшая к значительной потере топлива или появлению угрозы возгорания;

S3.4.4: сбой в работе топливной системы, в значительной степени влияющий на подачу и/или распределение топлива в топливной системе;

S3.4.5: срабатывание пожарной сигнализации.

S3.4.6: самопроизвольный выпуск/уборка шасси или раскрытие/закрытие створок люка ниши шасси;

S3.4.7: значительная потеря тормозного усилия.

4 Класс. Показатели наземного обслуживания (производственной деятельности).

Показатели качества, Q4. Имеют 6 групп (39 показателей).

1 группа. Обслуживание пассажиров, Q4.1.

Q4.1.1: информирование пассажиров.

Q4.1.2: контроль за регистрацией пассажиров в аэропорту.

Q4.1.3: организация посадки пассажиров в воздушное судно.

Q4.1.4: обеспечение выхода пассажиров из воздушного судна.

Q4.1.5: предоставление пассажирам комплекса услуг на борту воздушного судна.

2 группа. Обработка багажа и груза, Q4.2.

Q4.2.1: согласование количества багажа, перевозимого в салоне воздушного судна, а так же иных условий перевозки багажа, предусмотренных пунктом 25 ФАП-82.

Q4.2.2: контроль за оформлением багажа и груза к перевозке.

3 группа. Обслуживание воздушного судна, Q4.3.

Q4.3.1: противообледенительная обработка воздушного судна.

Q4.3.2: заправка топливом.

Q4.3.3: заправка техническими жидкостями.

Q4.3.4: загрузка воздушного судна.

Q4.3.5: контроль загрузки воздушного судна.

Q4.3.6: сервисное обеспечение воздушного судна.

Q4.3.7: уборка воздушного судна.

Q4.3.8: мойка воздушного судна.

Q4.3.9: буксировка воздушного судна.

Q4.3.10: использование наземного источника питания.

Q4.3.11: выполнение технологического графика подготовки ВС к вылету в базовом аэропорту.

Q4.3.12: выполнение технологического графика подготовки ВС к вылету во внебазовом аэропорту.

4 группа. Подготовка к выполнению полета, Q4.4.

Q4.4.1: предварительное согласование выполнения рейса.

Q4.4.2: составление суточного плана полета.

Q4.4.3: внесение рейса в информационную систему.

Q4.4.4: запрос разрешений авиационных властей, аэропортов по маршруту полета, на прием/выпуск ВС, организацию наземного обслуживания, обслуживания пассажиров.

Q4.4.5: организация бортового питания пассажирам.

Q4.4.6: предоставление счетов на оплату аэропортовых сборов, услуг.

Q4.4.7: формирование перевозочной документации (задание на полет, РАХ манифест, груз накладная, информация об ОГ).

Q4.4.8: подача FPL в орган ОВД.

Q4.4.9: предоставление брифинга для экипажа по наземному обслуживанию.

5 группа. Организация рейса, Q4.5.

Q4.5.1: организация вылета.

Q4.5.2: контроль за выполнением полета.

Q4.5.3: изменение графика или маршрута полета в процессе его выполнения.

Q4.5.4: изменение количества пассажиров в процессе организации рейса.

Q4.5.5: изменение количества багажа в процессе организации рейса.

Q4.5.6: организация прилета ВС.

Q4.5.7: послеполетные работы.

6 группа. Обеспечение экипажей при выполнении полетов, Q4.6.

Q4.6.1: гостиничное обеспечение.

Q4.6.2: обеспечение транспортом во внебазовых аэропортах.

Q4.6.3: обеспечение транспортом в базовых аэропортах.

Q4.6.4: обеспечение рационом питания экипажей.

Показатели безопасности полетов, S4. Имеют 5 групп (20 показателей).

1 группа. Задержки рейсов, S4.1.

S4.1.1: задержки пассажиров.

S4.1.2: задержки по вине аэропортовых служб.

S4.1.3: задержки, связанные с метеоусловиями.

S4.1.4: задержки, связанные с обеспечением экипажей.

S4.1.5: задержки по вине экипажей.

2 группа. Перевозка не согласованного багажа на борту ВС, S4.2.

S4.2.1: перевозка не согласованного багажа в салоне ВС.

S4.2.2: не согласованная перевозка багажа, вес которого превышает установленную норму.

S4.2.3: не согласованная перевозка багажа, габариты одного места которого в упакованном виде превышают двести три сантиметра в сумме трех измерений (негабаритный багаж).

S4.2.4: не согласованная перевозка багажа, вес одного места которого превышает тридцать два килограмма (тяжеловесный багаж).

S4.2.5: несоответствие заявленного к перевозке багажа фактическому.

3 группа. Отклонения в предоставлении услуг экипажам, S4.3.

S4.3.1: количество случаев предоставления гостиничных услуг не надлежащего качества.

S4.3.2: количество случаев не предоставления (задержки) транспорта.

S4.3.3: количество случаев не предоставления питания экипажам.

4 группа. Отклонения в наземном обслуживании рейса, S4.4.

S4.4.1: количество отклонений от технологического графика обслуживания воздушного судна.

S4.4.2: количество нарушений от стандартов обслуживания пассажиров.

S4.4.3: количество случаев предоставления топлива и технической жидкостей, оборудования не надлежащего качества.

5 группа. Ошибки в предоставлении информации, S4.5.

S4.5.1: количество ошибок в перевозочной документации.

S4.5.2: количество ошибок в брифинге экипажу по наземному обслуживанию.

S4.5.3: количество ошибок при оформлении и подачи FPL в орган ОВД.

S4.5.4: количество случаев не оплаченных счетов по оказанным услугам.

5 Класс. Показатели внешнего взаимодействия.

Показатели качества, Q5. Имеют 6 групп (22 показателя).

1 Группа. Взаимодействие с внешней средой.

Q5.1.1: анализ информации по метеорологическому обеспечению полетов.

Q5.1.2: анализ информации по орнитологическому обеспечению полетов.

Q5.1.3: анализ информации по медицинскому обеспечению полетов.

2 Группа. Взаимодействие с аэродромными/аэропортовыми службами.

Q5.2.1: оценка качества покрытия ВПП используемых аэродромов.

Q5.2.2: оценка качества разметки на ВПП и РД.

Q5.2.3: оценка качества уборки поверхности ВПП от осадков используемых аэродромов.

Q5.2.4: оценка качества обслуживания пассажиров, в соответствии с договорными условиями (SLA).

Q5.2.5: оценка качества выполнения технологических графиков обслуживания воздушных судов.

Q5.2.6: оценка качества предоставления сводно-загрузочной ведомости для членов летных экипажей.

Q5.2.7: оценка качества аварийно-спасательного обеспечения полетов.

Q5.2.8: ведение претензионной работы с операторами аэродромов.

3 Группа. Взаимодействие с органами ОВД.

Q5.3.1: оценка качества управления воздушным движением органами ОВД.

Q5.3.2: оценка качества взаимодействия диспетчеров УВД с экипажами ВС.

Q5.3.3: оценка качества предоставления аэронавигационной информации.

Q5.3.4: оценка качества поисково-спасательного обеспечения полетов.

4 Группа. Взаимодействие с организациями, обеспечивающими полеты.

Q5.4.1: оценка качества предоставления расчета полета (SITA, LIDO).

Q5.4.2: оценка качества предоставления аэронавигационных данных.

5. Группа. Подготовка авиационного персонала в авиационных учебных центрах.

Q5.5.1: оценка качества подготовки авиационного персонала в зарубежных АУЦ.

Q5.5.2: оценка качества подготовки авиационного персонала в отечественных АУЦ.

Q5.5.3: оценка качества подготовки членов экипажей в тренажерных центрах.

6 Группа. Выполнение программы авиационной безопасности.

Q5.6.1: оценка качества обеспечения авиационной безопасности в аэропортах.

Q5.6.2: оценка готовности членов экипажей к актам незаконного вмешательства.

Показатели безопасности полетов, S5. Имеют 3 группы (13 показателей).

1. Группа. Показатели безопасности полетов, связанные с внешней средой.

S5.1.1: количество попаданий ВС в опасные для полетов метеоусловия.

S5.1.2: количество столкновений ВС с птицами, животными.

S5.1.3: количество случаев потери работоспособности членами экипажей.

2 Группа. Показатели безопасности, связанные с аэродромным/аэропортовым обеспечением.

S5.2.1: количество грубых посадок, связанных с неудовлетворительным состоянием ВПП.

S5.2.2: количество уходов на 2 круг по причине неудовлетворительного состояния ВПП, наличия посторонних объектов на ВПП.

S5.2.3: количество задержек рейсов по причине аэродромных/аэропортовых служб.

S5.2.4: количество отклонений от стандартов качества обслуживания пассажиров.

S5.2.5: количество сбойных ситуаций при технологическом обслуживании рейсов.

S5.2.6: количество не предоставления сводно-загрузочной ведомости (неточности в СЗВ).

S5.2.7: количество претензий к операторам аэродромов.

3 Группа. Показатели безопасности полетов при организации воздушного движения.

S5.3.1: количество нарушений правил эшелонирования со стороны органов ОВД.

S5.3.2: количество нарушений правил радиообмена Диспетчер УВД – экипаж ВС.

S5.3.3: количество ошибок в аэронавигационной информации (расчете полета), предоставляемой экипажам ВС.

«Результаты вычислений критических элементов авиационного предприятия»

Таблица значений факторов опасности Класса 1

Приложение 3.1.1. Факторы опасности класса 1 "Общая организация"

Месяцы	Q1.1.1	Q1.1.2	Q1.1.3	Q1.1.4	Q1.2.1	Q1.2.2	Q1.2.3	Q1.2.4	Q1.2.5	Q1.2.6	Q1.2.7	Q1.2.8	Q1.3.3	S1.1
1	0,7	0,5	0,5	0,5	1	0,7	0,7	0,7	0,7	0,5	0,7	0,2	0	0
2	0,7	0,5	0,5	0,5	1	0,7	0,7	0,7	0,2	0,5	0,7	0,2	0,5	0
3	0,7	0,5	0,5	0,5	1	0,7	0,7	0,7	0,5	0,5	0,7	0,2	0,2	0
4	0,7	0,5	0,2	0,3	1	0,7	0,5	0,7	0,5	0,5	0,7	0,2	0,2	0
5	0,7	0,5	0,2	0,3	1	0,5	0,5	0,7	0,5	0,5	0,7	0	0,2	0,8
6	0,7	0,5	0,5	0,5	0,7	0,2	0,5	1	0,5	0,5	0,5	0	0,2	0
7	0,7	0,5	0,5	0,7	0,7	0	0,7	0,7	0,5	0,5	0,5	0	0,2	0
8	0,7	0,5	0,5	0,7	0,7	0	0,7	0,5	0,5	0,5	0,5	0	0	0,5
9	0,7	0,5	0,2	0,5	0,7	0	0,5	0,5	0,7	0,5	0,5	0	0	0
10	0,7	0,5	0,2	0,7	0,7	0	0,5	0,7	1	0,5	0,5	0,5	0,2	0,3
11	0,7	0,5	0,7	0,7	0,7	0,7	0,5	0,7	0,7	0,5	0,5	0	0,2	0
12	0,7	0,5	0,5	0,7	0,7	0,7	0,5	0,7	0,7	0,5	0,5	0	0	0
β	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	

Приложение 3.1.2. Критические элементы класса 1 "Общая организация"

	Q1.1.1	Q1.1.2	Q1.1.3	Q1.1.4	Q1.2.1	Q1.2.2	Q1.2.3	Q1.2.4	Q1.2.5	Q1.2.6	Q1.2.7	Q1.2.8	Q1.3.3	S1.1
Q1.1.1	1,00													
Q1.1.2	0,00	1,00												
Q1.1.3	0,00	0,00	1,00											
Q1.1.4	0,00	0,00	0,53	1,00										
Q1.2.1	0,00	0,00	-0,19	-0,76	1,00									
Q1.2.2	0,00	0,00	0,30	-0,37	0,66	1,00								
Q1.2.3	0,00	0,00	0,43	0,18	0,31	0,03	1,00							
Q1.2.4	0,00	0,00	0,22	-0,17	0,06	0,22	-0,23	1,00						
Q1.2.5	0,00	0,00	-0,24	0,40	-0,47	-0,28	-0,47	-0,12	1,00					
Q1.2.6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00				
Q1.2.7	0,00	0,00	-0,19	-0,76	1,00	0,66	0,31	0,06	-0,47	0,00	1,00			
Q1.2.8	0,00	0,00	-0,35	-0,02	0,29	0,05	0,07	0,05	0,36	0,00	0,29	1,00		
Q1.3.3	0,00	0,00	0,07	-0,23	0,38	0,25	0,13	0,39	-0,54	0,00	0,38	0,30	1,00	
S1.1	0,00	0,00	-0,40	-0,18	0,09	-0,26	-0,11	-0,24	0,03	0,00	0,09	-0,05	-0,08	1,00
	Q1.1.1	Q1.1.2	Q1.1.3	Q1.1.4	Q1.2.1	Q1.2.2	Q1.2.3	Q1.2.4	Q1.2.5	Q1.2.6	Q1.2.7	Q1.2.8	Q1.3.3	S1.1
β	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	

Таблица значений критических элементов Класса 5

Приложение 3.5.2. Критические элементы класса 5 "Внешнее взаимодействие"

	Q5.1.1	Q5.1.2	Q5.1.3	Q5.2.1	Q5.2.2	Q5.2.3	Q5.2.4	Q5.2.5	Q5.2.6	Q5.2.7	Q5.2.8	Q5.3.1	Q5.3.2	Q5.3.3	Q5.3.4	Q5.4.1	Q5.4.2	Q5.5.1	Q5.5.2	Q5.5.3	Q5.6.1	Q5.6.2	
Q5.1.1	1,00																						
Q5.1.2	0,00	1,00																					
Q5.1.3	0,00	0,00	1,00																				
Q5.2.1	0,00	0,00	0,00	1,00																			
Q5.2.2	0,00	0,00	0,00	0,60	1,00																		
Q5.2.3	0,00	0,00	0,00	0,40	0,60	1,00																	
Q5.2.4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00																
Q5.2.5	0,00	0,00	0,00	0,40	0,60	1,00	0,00	1,00															
Q5.2.6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-1,00	0,00	1,00														
Q5.2.7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00													
Q5.2.8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	-1,00	0,00	1,00												
Q5.3.1	0,00	0,00	0,00	0,36	0,45	0,13	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00	1,00											
Q5.3.2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00										
Q5.3.3	0,00	0,00	0,00	0,67	0,40	-0,13	0,00	-0,13	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	1,00									
Q5.3.4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00								
Q5.4.1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00							
Q5.4.2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00						
Q5.5.1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00					
Q5.5.2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00				
Q5.5.3	0,00	0,00	0,00	0,16	0,16	0,63	0,00	0,63	0,00	0,00	0,00	-0,06	0,00	-0,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00			
Q5.6.1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00		
Q5.6.2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	
S5.1.1	0,00	0,00	0,00	0,40	0,10	-0,20	0,00	-0,20	0,00	0,00	0,00	-0,21	0,00	0,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,32	0,00	0,00
S5.1.2	0,00	0,00	0,00	-0,13	-0,27	-0,13	0,00	-0,13	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	-0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,21	0,00	0,00
S5.1.3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S5.2.1	0,00	0,00	0,00	0,67	0,40	-0,13	0,00	-0,13	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,21	0,00	0,00
S5.2.2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S5.2.3	0,00	0,00	0,00	0,23	0,11	0,23	0,00	0,23	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00
S5.2.4	0,00	0,00	0,00	0,16	0,16	0,16	0,00	0,16	0,00	0,00	0,00	-0,33	0,00	0,43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,13	0,00	0,00
S5.2.5	0,00	0,00	0,00	0,16	-0,08	0,16	0,00	0,16	0,00	0,00	0,00	0,39	0,00	-0,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00
S5.2.6	0,00	0,00	0,00	-0,30	-0,09	0,02	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	-0,55	0,00	-0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00
S5.2.7	0,00	0,00	0,00	0,16	-0,24	-0,32	0,00	-0,32	0,00	0,00	0,00	-0,33	0,00	0,43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,13	0,00	0,00
S5.3.1	0,00	0,00	0,00	-0,13	0,40	0,67	0,00	0,67	0,00	0,00	0,00	-0,29	0,00	-0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,43	0,00	0,00	0,00
S5.3.2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S5.3.3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Q5.1.1	Q5.1.2	Q5.1.3	Q5.2.1	Q5.2.2	Q5.2.3	Q5.2.4	Q5.2.5	Q5.2.6	Q5.2.7	Q5.2.8	Q5.3.1	Q5.3.2	Q5.3.3	Q5.3.4	Q5.4.1	Q5.4.2	Q5.5.1	Q5.5.2	Q5.5.3	Q5.6.1	Q5.6.2	
β	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	

Матрица корреляции значений Класса 2 от 14 до 35

Приложение 4.1: 3 Лист - Матрица корреляции 14-35

	Q2.1.1	Q2.1.2	Q2.1.3	Q2.1.4	Q2.1.5	Q2.1.6	Q2.1.7	Q2.1.8	Q2.1.9	Q2.1.10	Q2.2.1	Q2.2.2	Q2.2.3	Q2.2.4	Q2.2.5	Q2.2.6	Q2.3.1	Q2.3.2	Q2.3.3	Q2.3.4	Q2.3.5	Q2.3.6	
Q2.1.1	1,00																						
Q2.1.2	0,22	1,00																					
Q2.1.3	0,04	0,08	1,00																				
Q2.1.4	0,63	-0,06	0,04	1,00																			
Q2.1.5	0,82	-0,06	0,04	0,82	1,00																		
Q2.1.6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00																	
Q2.1.7	0,37	-0,29	-0,21	0,37	0,45	0,00	1,00																
Q2.1.8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00															
Q2.1.9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-1,00	0,00	0,00	1,00														
Q2.1.10	-0,21	0,00	0,02	0,43	-0,17	0,00	-0,08	0,00	0,00	1,00													
Q2.2.1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00												
Q2.2.2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00											
Q2.2.3	-0,21	0,00	0,02	0,43	-0,17	0,00	-0,08	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00										
Q2.2.4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00									
Q2.2.5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00								
Q2.2.6	0,84	0,21	0,05	0,84	0,68	0,00	0,31	0,00	0,00	0,36	0,00	0,00	0,36	0,00	0,00	1,00							
Q2.3.1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00						
Q2.3.2	-0,33	-0,02	-0,52	-0,57	-0,44	0,00	-0,12	0,00	0,00	-0,27	0,00	0,00	-0,27	0,00	0,00	-0,47	0,00	1,00					
Q2.3.3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00				
Q2.3.4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00			
Q2.3.5	-0,21	0,00	-0,21	-0,21	-0,17	0,00	-0,39	0,00	0,00	-0,09	0,00	0,00	-0,09	0,00	0,00	-0,25	0,00	0,12	0,00	0,00	1,00		
Q2.3.6	0,50	0,22	0,49	0,50	0,41	0,00	0,09	0,00	0,00	0,21	0,00	0,00	0,21	0,00	0,00	0,60	0,00	-0,75	0,00	0,00	0,21	1,00	
S2.1.1	0,00	0,57	0,34	0,13	-0,11	0,00	-0,29	0,00	0,00	0,39	0,00	0,00	0,39	0,00	0,00	0,22	0,00	-0,48	0,00	0,00	0,17	0,66	
S2.1.2	-0,31	0,00	0,03	0,10	-0,26	0,00	0,27	0,00	0,00	0,58	0,00	0,00	0,58	0,00	0,00	0,03	0,00	-0,40	0,00	0,00	-0,13	0,31	
S2.1.3	-0,39	0,00	0,70	0,08	-0,32	0,00	-0,20	0,00	0,00	0,63	0,00	0,00	0,63	0,00	0,00	-0,02	0,00	-0,50	0,00	0,00	-0,17	0,39	
S2.1.4	-0,37	0,00	0,24	0,11	-0,30	0,00	0,15	0,00	0,00	0,66	0,00	0,00	0,66	0,00	0,00	0,02	0,00	-0,47	0,00	0,00	-0,16	0,37	
S2.2.1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
S2.2.2	-0,26	-0,21	0,64	0,26	-0,06	0,00	0,01	0,00	0,00	0,53	0,00	0,00	0,53	0,00	0,00	0,05	0,00	-0,61	0,00	0,00	-0,09	0,51	
S2.2.3	0,11	0,31	0,09	0,43	0,17	0,00	-0,12	0,00	0,00	0,45	0,00	0,00	0,45	0,00	0,00	0,36	0,00	-0,55	0,00	0,00	0,45	0,72	
S2.2.4	-0,17	-0,15	0,31	-0,39	-0,35	0,00	-0,21	0,00	0,00	-0,10	0,00	0,00	-0,10	0,00	0,00	-0,22	0,00	-0,25	0,00	0,00	-0,10	0,17	
S2.3.1	-0,17	0,51	0,40	-0,02	-0,06	0,00	-0,53	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	-0,13	0,00	-0,17	0,00	0,00	0,05	0,17	
S2.3.2	-0,41	0,53	0,29	-0,16	-0,37	0,00	-0,31	0,00	0,00	0,30	0,00	0,00	0,30	0,00	0,00	-0,22	0,00	0,04	0,00	0,00	-0,12	0,04	
S2.3.3	-0,41	0,00	0,62	0,00	-0,33	0,00	-0,05	0,00	0,00	0,52	0,00	0,00	0,52	0,00	0,00	-0,10	0,00	-0,53	0,00	0,00	-0,17	0,41	
S2.3.4	-0,14	-0,57	-0,44	0,18	0,15	0,00	0,38	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	-0,09	0,00	-0,08	0,00	0,00	0,08	-0,07	
S2.3.5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
S2.3.6	0,10	-0,14	-0,11	0,71	0,27	0,00	-0,10	0,00	0,00	0,79	0,00	0,00	0,79	0,00	0,00	0,54	0,00	-0,42	0,00	0,00	0,14	0,35	
S2.4.1	0,00	-0,18	-0,11	0,41	0,11	0,00	-0,05	0,00	0,00	0,52	0,00	0,00	0,52	0,00	0,00	0,29	0,00	-0,44	0,00	0,00	0,52	0,41	
S2.4.2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
S2.4.3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
S2.4.4	0,00	0,30	-0,11	0,00	-0,33	0,00	-0,35	0,00	0,00	0,52	0,00	0,00	0,52	0,00	0,00	0,29	0,00	-0,02	0,00	0,00	0,52	0,41	
S2.5.1	0,12	-0,32	0,44	0,12	0,29	0,00	0,22	0,00	0,00	-0,25	0,00	0,00	-0,25	0,00	0,00	-0,03	0,00	-0,47	0,00	0,00	0,36	0,60	
S2.5.2	-0,17	0,23	0,48	0,03	-0,39	0,00	-0,10	0,00	0,00	0,67	0,00	0,00	0,67	0,00	0,00	0,21	0,00	-0,43	0,00	0,00	-0,20	0,48	
S2.5.3	0,44	0,10	0,43	0,44	0,36	0,00	-0,10	0,00	0,00	0,19	0,00	0,00	0,19	0,00	0,00	0,53	0,00	-0,76	0,00	0,00	0,19	0,88	
S2.5.4	0,45	0,19	0,81	0,45	0,37	0,00	0,14	0,00	0,00	0,19	0,00	0,00	0,19	0,00	0,00	0,54	0,00	-0,77	0,00	0,00	-0,34	0,79	
Q2.1.1	Q2.1.2	Q2.1.3	Q2.1.4	Q2.1.5	Q2.1.6	Q2.1.7	Q2.1.8	Q2.1.9	Q2.1.10	Q2.2.1	Q2.2.2	Q2.2.3	Q2.2.4	Q2.2.5	Q2.2.6	Q2.3.1	Q2.3.2	Q2.3.3	Q2.3.4	Q2.3.5	Q2.3.6		

Матрица корреляции значений Класса от 36 до 57

Приложение 4.1: 5 Лист - Матрица корреляции 36-57

	Q2.4.1	Q2.4.2	Q2.4.3	Q2.4.4	Q2.4.5	Q2.4.6	Q2.5.1	Q2.5.2	Q2.5.3	Q2.5.4	Q2.5.5	Q2.5.6	Q2.6.1	Q2.6.2	Q2.6.3	Q2.6.4	Q2.6.5	Q2.6.6	Q2.6.7	Q2.6.8	Q2.6.9	Q2.6.10	
Q2.4.1	1,00																						
Q2.4.2	0,00	1,00																					
Q2.4.3	-0,37	0,00	1,00																				
Q2.4.4	0,00	0,00	0,00	1,00																			
Q2.4.5	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00																		
Q2.4.6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00																	
Q2.5.1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00																
Q2.5.2	0,11	0,00	-0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00															
Q2.5.3	0,28	0,00	0,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00														
Q2.5.4	0,61	0,00	-0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,27	0,68	1,00												
Q2.5.5	0,27	0,00	-0,77	0,00	0,00	0,00	0,00	0,23	-0,19	0,39	1,00												
Q2.5.6	0,50	0,00	-0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,36	0,60	0,91	0,52	1,00											
Q2.6.1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00										
Q2.6.2	0,59	0,00	-0,32	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,29	0,71	0,96	0,41	0,95	0,00	1,00									
Q2.6.3	0,65	0,00	-0,61	0,00	0,00	0,00	0,00	0,32	0,21	0,64	0,78	0,67	0,00	0,71	1,00								
Q2.6.4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00							
Q2.6.5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00						
Q2.6.6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00					
Q2.6.7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00				
Q2.6.8	0,83	0,00	-0,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,40	0,00	0,42	0,19	0,22	0,00	0,35	0,57	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00			
Q2.6.9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00		
Q2.6.10	0,83	0,00	-0,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,40	0,00	0,42	0,19	0,22	0,00	0,35	0,57	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	1,00	
S2.1.1	-0,19	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,53	-0,43	-0,63	-0,46	-0,83	0,00	-0,66	-0,38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12	0,00	0,12
S2.1.2	0,12	0,00	-0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	-0,44	-0,30	-0,31	-0,40	0,00	-0,31	-0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,44	0,00	0,44	
S2.1.3	-0,09	0,00	0,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,54	-0,11	-0,37	-0,44	-0,49	0,00	-0,39	-0,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,11	
S2.1.4	0,07	0,00	-0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,57	-0,38	-0,35	-0,38	-0,46	0,00	-0,37	-0,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,38	0,00	0,38	
S2.2.1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
S2.2.2	-0,20	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,47	-0,24	-0,57	-0,50	-0,54	0,00	-0,51	-0,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
S2.2.3	-0,22	0,00	0,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,61	-0,48	-0,69	-0,38	-0,81	0,00	-0,72	-0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12	0,00	0,12	
S2.2.4	-0,55	0,00	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,23	-0,07	-0,25	-0,43	-0,23	0,00	-0,17	-0,51	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,41	0,00	-0,41	
S2.3.1	0,07	0,00	0,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30	0,10	-0,16	-0,33	-0,36	0,00	-0,17	-0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,24	0,00	0,24	
S2.3.2	0,37	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,40	0,06	0,02	-0,30	-0,26	0,00	-0,04	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,52	0,00	0,52	
S2.3.3	-0,05	0,00	0,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,43	-0,19	-0,39	-0,56	-0,52	0,00	-0,41	-0,37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,19	0,00	0,19	
S2.3.4	0,01	0,00	-0,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	-0,15	0,04	-0,03	0,11	0,00	0,07	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,35	0,00	0,35	
S2.3.5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
S2.3.6	-0,25	0,00	-0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,81	-0,39	-0,39	0,23	-0,30	0,00	-0,35	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,04	0,00	-0,04	
S2.4.1	-0,27	0,00	0,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,43	-0,19	-0,39	-0,11	-0,34	0,00	-0,41	-0,21	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,19	0,00	-0,19	
S2.4.2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
S2.4.3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
S2.4.4	-0,27	0,00	0,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,43	-0,19	-0,39	-0,11	-0,52	0,00	-0,41	-0,21	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,19	0,00	-0,19	
S2.5.1	-0,52	0,00	0,53	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,34	-0,17	-0,57	-0,68	-0,45	0,00	-0,60	-0,86	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,51	0,00	-0,51	
S2.5.2	-0,13	0,00	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,56	-0,39	-0,46	-0,28	-0,61	0,00	-0,48	-0,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,10	
S2.5.3	-0,78	0,00	0,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	-0,62	-0,92	-0,36	-0,84	0,00	-0,88	-0,66	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,55	0,00	-0,55	
S2.5.4	-0,45	0,00	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,26	-0,64	-0,76	-0,25	-0,74	0,00	-0,79	-0,52	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,24	0,00	-0,24	
	Q2.4.1	Q2.4.2	Q2.4.3	Q2.4.4	Q2.4.5	Q2.4.6	Q2.5.1	Q2.5.2	Q2.5.3	Q2.5.4	Q2.5.5	Q2.5.6	Q2.6.1	Q2.6.2	Q2.6.3	Q2.6.4	Q2.6.5	Q2.6.6	Q2.6.7	Q2.6.8	Q2.6.9	Q2.6.10	

Матрица корреляции значений Класса 2 от 52 до 73, S – 22 значения

Приложение 4.1: 7 Лист - Матрица корреляции 52-73

	Q2.6.5	Q2.6.6	Q2.6.7	Q2.6.8	Q2.6.9	Q2.6.10	Q2.6.11	Q2.6.12	Q2.6.13	Q2.6.14	Q2.7.1	Q2.7.2	Q2.7.3	Q2.7.4	Q2.7.5	Q2.7.6	Q2.7.7	Q2.7.8	Q2.8.1	Q2.8.2	Q2.8.3	Q2.8.4	
Q2.6.5	1,00																						
Q2.6.6	0,00	1,00																					
Q2.6.7	0,00	0,00	1,00																				
Q2.6.8	0,00	0,00	0,00	1,00																			
Q2.6.9	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00																		
Q2.6.10	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	1,00																	
Q2.6.11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00																
Q2.6.12	0,00	0,00	0,00	-0,17	0,00	-0,17	0,00	1,00															
Q2.6.13	0,00	0,00	0,00	0,85	0,00	0,85	0,00	-0,03	1,00														
Q2.6.14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00													
Q2.7.1	0,00	0,00	0,00	0,09	0,00	0,09	0,00	-0,27	0,18	0,00	1,00												
Q2.7.2	0,00	0,00	0,00	0,12	0,00	0,12	0,00	-0,16	0,23	0,00	0,90	1,00											
Q2.7.3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00										
Q2.7.4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00									
Q2.7.5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00								
Q2.7.6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00							
Q2.7.7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00						
Q2.7.8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00					
Q2.8.1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,85	0,17	0,00	0,09	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00				
Q2.8.2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00			
Q2.8.3	0,00	0,00	0,00	0,29	0,00	0,29	0,00	0,43	0,43	0,00	0,44	0,49	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,65	0,00	1,00		
Q2.8.4	0,00	0,00	0,00	-0,12	0,00	-0,12	0,00	-0,52	0,19	0,00	0,35	0,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,43	0,00	-0,04	1,00	
S2.1.1	0,00	0,00	0,00	0,12	0,00	0,12	0,00	0,22	0,35	0,00	0,53	0,66	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,43	0,00	0,85	0,34	
S2.1.2	0,00	0,00	0,00	0,44	0,00	0,44	0,00	0,03	0,53	0,00	0,63	0,74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,44	0,00	0,61	-0,05	
S2.1.3	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,11	0,00	-0,02	0,20	0,00	0,82	0,92	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,47	0,18	
S2.1.4	0,00	0,00	0,00	0,38	0,00	0,38	0,00	0,02	0,47	0,00	0,74	0,87	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,38	0,00	0,62	0,01	
S2.2.1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
S2.2.2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,20	0,00	0,80	0,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,24	0,00	0,39	0,27	
S2.2.3	0,00	0,00	0,00	0,12	0,00	0,12	0,00	0,36	0,30	0,00	0,24	0,51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,48	0,00	0,61	-0,22	
S2.2.4	0,00	0,00	0,00	-0,41	0,00	-0,41	0,00	-0,22	-0,36	0,00	0,55	0,41	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,26	0,12	
S2.3.1	0,00	0,00	0,00	0,24	0,00	0,24	0,00	-0,13	0,35	0,00	0,36	0,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,10	0,00	0,44	0,59	
S2.3.2	0,00	0,00	0,00	0,52	0,00	0,52	0,00	-0,22	0,60	0,00	0,53	0,54	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,06	0,00	0,53	0,39	
S2.3.3	0,00	0,00	0,00	0,19	0,00	0,19	0,00	-0,10	0,29	0,00	0,93	0,97	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,19	0,00	0,54	0,20	
S2.3.4	0,00	0,00	0,00	0,35	0,00	0,35	0,00	-0,09	0,11	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	0,00	-0,04	-0,29	
S2.3.5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
S2.3.6	0,00	0,00	0,00	-0,04	0,00	-0,04	0,00	0,54	0,10	0,00	-0,13	0,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,39	0,00	0,20	-0,19	
S2.4.1	0,00	0,00	0,00	-0,19	0,00	-0,19	0,00	0,29	-0,10	0,00	-0,10	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,19	0,00	-0,04	-0,07	
S2.4.2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
S2.4.3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
S2.4.4	0,00	0,00	0,00	-0,19	0,00	-0,19	0,00	0,29	-0,10	0,00	-0,10	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,19	0,00	0,38	-0,07	
S2.5.1	0,00	0,00	0,00	-0,51	0,00	-0,51	0,00	-0,03	-0,37	0,00	0,45	0,39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17	0,00	-0,16	0,27	
S2.5.2	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,10	0,00	0,21	0,21	0,00	0,67	0,79	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,39	0,00	0,74	-0,06	
S2.5.3	0,00	0,00	0,00	-0,55	0,00	-0,55	0,00	0,53	-0,26	0,00	0,33	0,41	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,62	0,00	0,50	0,14	
S2.5.4	0,00	0,00	0,00	-0,24	0,00	-0,24	0,00	0,54	-0,06	0,00	0,60	0,51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,64	0,00	0,59	-0,02	
	Q2.6.5	Q2.6.6	Q2.6.7	Q2.6.8	Q2.6.9	Q2.6.10	Q2.6.11	Q2.6.12	Q2.6.13	Q2.6.14	Q2.7.1	Q2.7.2	Q2.7.3	Q2.7.4	Q2.7.5	Q2.7.6	Q2.7.7	Q2.7.8	Q2.8.1	Q2.8.2	Q2.8.3	Q2.8.4	

Матрица корреляции значений Класса 3 от 76 до 91

Приложение 4.2: 3 Лист - Матрица корреляции 76-91

	Q3.1.3	Q3.1.4	Q3.1.5	Q3.1.6	Q3.1.7	Q3.1.8	Q3.2.1	Q3.2.2	Q3.3.1	Q3.3.2	Q3.3.3	Q3.3.4	Q3.3.5	Q3.4.1	Q3.4.2	Q3.4.3
Q3.1.3	1,00															
Q3.1.4	-0,09	1,00														
Q3.1.5	-0,67	0,13	1,00													
Q3.1.6	0,00	0,00	0,00	1,00												
Q3.1.7	-0,13	0,67	0,20	0,00	1,00											
Q3.1.8	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	1,00										
Q3.2.1	0,11	-0,11	0,00	0,00	-0,16	0,00	1,00									
Q3.2.2	1,00	-0,09	-0,67	0,00	-0,13	0,00	0,11	1,00								
Q3.3.1	-0,17	0,52	0,26	0,00	0,26	0,00	-0,21	-0,17	1,00							
Q3.3.2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00						
Q3.3.3	-0,09	1,00	0,13	0,00	0,67	0,00	-0,11	-0,09	0,52	0,00	1,00					
Q3.3.4	-0,09	-0,09	0,13	0,00	-0,13	0,00	-0,11	-0,09	0,52	0,00	-0,09	1,00				
Q3.3.5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00			
Q3.4.1	-0,09	-0,09	0,13	0,00	-0,13	0,00	-0,11	-0,09	0,52	0,00	-0,09	1,00	0,00	1,00		
Q3.4.2	-0,09	1,00	0,13	0,00	0,67	0,00	-0,11	-0,09	0,52	0,00	1,00	-0,09	0,00	-0,09	1,00	
Q3.4.3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
S3.1.1	-0,09	-0,09	0,13	0,00	-0,13	0,00	-0,11	-0,09	-0,17	0,00	-0,09	-0,09	0,00	-0,09	-0,09	0,00
S3.1.2	0,43	0,43	-0,16	0,00	0,16	0,00	-0,13	0,43	0,82	0,00	0,43	0,43	0,00	0,43	0,43	0,00
S3.2.1	0,19	0,19	-0,28	0,00	0,04	0,00	-0,10	0,19	0,46	0,00	0,19	0,67	0,00	0,67	0,19	0,00
S3.2.2	0,52	0,52	-0,26	0,00	0,26	0,00	-0,07	0,52	0,11	0,00	0,52	-0,17	0,00	-0,17	0,52	0,00
S3.2.3	-0,21	0,43	0,32	0,00	0,16	0,00	0,38	-0,21	0,00	0,00	0,43	-0,21	0,00	-0,21	0,43	0,00
S3.2.4	0,21	0,21	-0,31	0,00	0,31	0,00	0,25	0,21	-0,47	0,00	0,21	-0,36	0,00	-0,36	0,21	0,00
S3.2.5	0,50	0,02	-0,74	0,00	0,04	0,00	-0,35	0,50	-0,20	0,00	0,02	-0,17	0,00	-0,17	0,02	0,00
S3.3.1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S3.3.2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S3.4.1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S3.4.2	-0,09	-0,09	0,13	0,00	-0,13	0,00	-0,11	-0,09	-0,17	0,00	-0,09	-0,09	0,00	-0,09	-0,09	0,00
S3.4.3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S3.4.4	-0,17	-0,17	-0,26	0,00	-0,26	0,00	-0,21	-0,17	0,11	0,00	-0,17	0,52	0,00	0,52	-0,17	0,00
S3.4.5	-0,09	-0,09	0,13	0,00	-0,13	0,00	-0,11	-0,09	-0,17	0,00	-0,09	-0,09	0,00	-0,09	-0,09	0,00
S3.4.6	-0,09	-0,09	-0,67	0,00	-0,13	0,00	-0,11	-0,09	-0,17	0,00	-0,09	-0,09	0,00	-0,09	-0,09	0,00
S3.4.7	-0,09	-0,09	0,13	0,00	-0,13	0,00	-0,11	-0,09	-0,17	0,00	-0,09	-0,09	0,00	-0,09	-0,09	0,00
	Q3.1.3	Q3.1.4	Q3.1.5	Q3.1.6	Q3.1.7	Q3.1.8	Q3.2.1	Q3.2.2	Q3.3.1	Q3.3.2	Q3.3.3	Q3.3.4	Q3.3.5	Q3.4.1	Q3.4.2	Q3.4.3
	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91

Исходные значения факторов опасности Класса 5

Приложение 4.2: 4 Лист - Исходные значения класса 5 "Внешнее взаимодействие".

	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166																
Месяцы	Q5.1.1	Q5.1.2	Q5.1.3	Q5.2.1	Q5.2.2	Q5.2.3	Q5.2.4	Q5.2.5	Q5.2.6	Q5.2.7	Q5.2.8	Q5.3.1	Q5.3.2	Q5.3.3	Q5.3.4	Q5.4.1	Q5.4.2	Q5.5.1	Q5.5.2	Q5.5.3	Q5.6.1	Q5.6.2	S5.1.1	S5.1.2	S5.1.3	S5.2.1	S5.2.2	S5.2.3	S5.2.4	S5.2.5	S5.2.6	S5.2.7	S5.3.1	S5.3.2	S5.3.3			
1	0	0	0	0,2	0	0,5	0,2	0	0,7	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0,3	0	0	0	0	
2	0	0	0	0,2	0	0,5	0,2	0	0,7	0	0,2	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0,3	0,8	0	0	0	0		
3	0	0	0	0,2	0,5	0,7	0,2	0,2	0,7	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0,3	0,3	0	0,8	0	0,3	0	0	0		
4	0	0	0	0,5	0,5	0,7	0,2	0,2	0,7	0	0,2	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0,3	0	0,3	0,3	0	0,3	0	0	0	0	
5	0	0	0	0,5	0,5	0,5	0,2	0	0,7	0	0,2	0,2	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0	0	0,3	0	0,3	0,3	0	0,5	0,3	0	0	0	0	
6	0	0	0	0,2	0,2	0,5	0,2	0	0,7	0	0,2	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0	0,3	0,5	0	0	0	0	0	0	0	
7	0	0	0	0,2	0	0,5	0,2	0	0,7	0	0,2	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0	0	0,3	0	0,5	0	0	0	0	0	0	
8	0	0	0	0,2	0	0,5	0,2	0	0,7	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0	0	0	0	0,3	0,5	0,3	0	0	0	0	0	0	
9	0	0	0	0,2	0	0,5	0,2	0	0,7	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0,3	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	
10	0	0	0	0,2	0,2	0,5	0,2	0	0,7	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
11	0	0	0	0,2	0,5	0,5	0,2	0	0,7	0	0,2	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0,2	0	0,5	0,2	0	0,7	0	0,2	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0	0	0,3	0,3	0	0	0	0	0	0

Матрица корреляции значений Класса 5 от 154 до 166

Приложение 4.2: 6 Лист - Матрица корреляции 154-166

	Q5.2.7	Q5.2.8	Q5.3.1	Q5.3.2	Q5.3.3	Q5.3.4	Q5.4.1	Q5.4.2	Q5.5.1	Q5.5.2	Q5.5.3	Q5.6.1	Q5.6.2	
Q5.2.7	1,00													
Q5.2.8	0,00	1,00												
Q5.3.1	0,00	0,00	1,00											
Q5.3.2	0,00	0,00	0,00	1,00										
Q5.3.3	0,00	0,00	0,01	0,00	1,00									
Q5.3.4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00								
Q5.4.1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00							
Q5.4.2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00						
Q5.5.1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00					
Q5.5.2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00				
Q5.5.3	0,00	0,00	-0,06	0,00	-0,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00			
Q5.6.1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00		
Q5.6.2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	
S5.1.1	0,00	0,00	-0,21	0,00	0,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,32	0,00	0,00
S5.1.2	0,00	0,00	0,01	0,00	-0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,21	0,00	0,00
S5.1.3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S5.2.1	0,00	0,00	0,01	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,21	0,00	0,00
S5.2.2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S5.2.3	0,00	0,00	0,06	0,00	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00
S5.2.4	0,00	0,00	-0,33	0,00	0,43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,13	0,00	0,00
S5.2.5	0,00	0,00	0,39	0,00	-0,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00
S5.2.6	0,00	0,00	-0,55	0,00	-0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00
S5.2.7	0,00	0,00	-0,33	0,00	0,43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,13	0,00	0,00
S5.3.1	0,00	0,00	-0,29	0,00	-0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,43	0,00	0,00
S5.3.2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S5.3.3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Q5.2.7	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	

Перспективы применения метода поиска критических элементов авиационных систем организаций гражданской авиации на основе информации об авиационных событиях при осуществлении государственного надзора в области гражданской авиации Российской Федерации

Приказом Ространснадзора, от 14 сентября 2017 г. № ВБ-888фс утверждены формы проверочных листов (списки контрольных вопросов), применяемых при осуществлении федерального государственного транспортного надзора, в области гражданской авиации, использования воздушного пространства РФ, аэронавигационного обслуживания пользователей воздушного пространства РФ:

1. По соблюдению обязательных требований субъектом надзора, выполняющим коммерческие перевозки воздушным транспортом (за исключением воздушных перевозок грузов).
2. По соблюдению обязательных требований субъектом надзора, выполняющим эксплуатацию сертифицированных аэродромов гражданской авиации, имеющих длину взлетно-посадочной полосы от 500 до 2600 метров и более.
3. По соблюдению обязательных требований субъектом надзора, выполняющим организацию использования воздушного пространства Российской Федерации и организацию воздушного движения.
4. По соблюдению обязательных требований субъектом надзора, выполняющим авиационные работы.
5. По соблюдению обязательных требований субъектом надзора, выполняющим деятельность по перевозкам воздушным транспортом грузов.
6. По соблюдению обязательных требований субъектом надзора, по выполнению обучения специалистов авиационного персонала гражданской авиации.

В силу подпункта «г» пункта 4 постановления Правительства РФ, от 13 февраля 2017 г. № 177 «Об утверждении общих требований к разработке и утверждению проверочных листов (список контрольных вопросов)», вопросы в проверочных листах отражают обязательные требования, **ответы на которые однозначно свидетельствуют о соблюдении или несоблюдении юридическим лицом, индивидуальным предпринимателем обязательных требований.**

При этом, согласно пункту 7 указанного постановления Правительства РФ, формы контрольных вопросов могут быть использованы для проведения юридическими лицами, индивидуальными предпринимателями самопроверки соблюдения обязательных требований.

Таким образом, в Ространснадзоре оценка выполнения обязательных требований проводится по «двухбалльной» системе, по принципу «выполнено/ не выполнено». Т.е. аналогично той схеме, которая представлена в диссертации для оценки качества.

И, действительно, в соответствии с частью 1 статьи 28 Воздушного кодекса РФ, целью государственного авиационного надзора в области гражданской авиации является в том числе обеспечение качества выполняемых в ГА работ и оказываемых услуг. Т.е. на основании анализа действующих нормативных актов РФ, регулирующих деятельность государственного надзора, качество со стороны государства оценивается в виде выполняемости обязательных требований.

Вместе с тем, в указанных документах не предложено использование единого показателя, характеризующего степень выполнения процедур в той или иной организации гражданской авиации.

В то же время, в документе ИКАО Руководство по непрерывному мониторингу в рамках Универсальной программы проверок организации контроля за обеспечением безопасности полетов (документ ИКАО 9735, издание 4, 2014 год) предложена формула для оценки показателя эффективной реализации обеспечения безопасности полетов для каждой области проверки (1П), которую можно использовать для всех областей проверок (форм проверочных листов), изложенных в Приказе Ространснадзора от 14 сентября 2017 г. № ВБ-888фс.

$$K_{E0} = \frac{N_{ВП}}{N_{\sum П}}, \quad (1П)$$

где $N_{ВП}$ - число выполненных обязательных требований, $N_{\sum П}$ - общее количество требований.

При таком подходе возможно определить степень выполнения обязательных требований для организаций гражданской авиации, перечисленных в приложениях к указанному приказу, что в свою очередь необходимо для применения риск-ориентированного подхода при обеспечении безопасности полетов воздушных судов (третий компонент системы управления безопасностью полетов, согласно приложению № 19 к Конвенции о международной гражданской авиации).

Таким образом, эффективность выполнения обязательных требований или качество выполняемых процедур в организациях гражданской авиации можно измерить в числовом эквиваленте, используя выходные данные из заполненных проверочных листов, установленных в приказе Ространснадзора от 14 сентября 2017 г. № ВБ-888фс.

Оценка качества выполняемых процедур при государственном авиационном надзоре с использованием данных о факторах опасности, имеющихся в распоряжении Росавиации, включая информацию из «Автоматизированной системы обеспечения безопасности полетов воздушных судов гражданской авиации РФ» (АСОБП), где собираются, обрабатываются и хранятся данные об авиационных событиях с гражданскими воздушными судами РФ, позволяет выявлять критические элементы авиационной системы субъекта проверки на основе риск-ориентированного подхода, с применением метода, разработанного в диссертации (рисунок 1П).

Таким образом, интеграция набора данных, имеющихся с одной стороны в Ространснадзоре, с другой стороны в Росавиации, позволяет получить последовательные, взаимосвязанные и полезные данные о критических элементах авиационных систем поставщиков услуг (организаций гражданской авиации). Это, в свою очередь, может повысить эффективность принятия управленческих решений по повышению безопасности полетов воздушных судов, как со стороны уполномоченных органов в области гражданской авиации, так и со стороны организаций гражданской авиации.

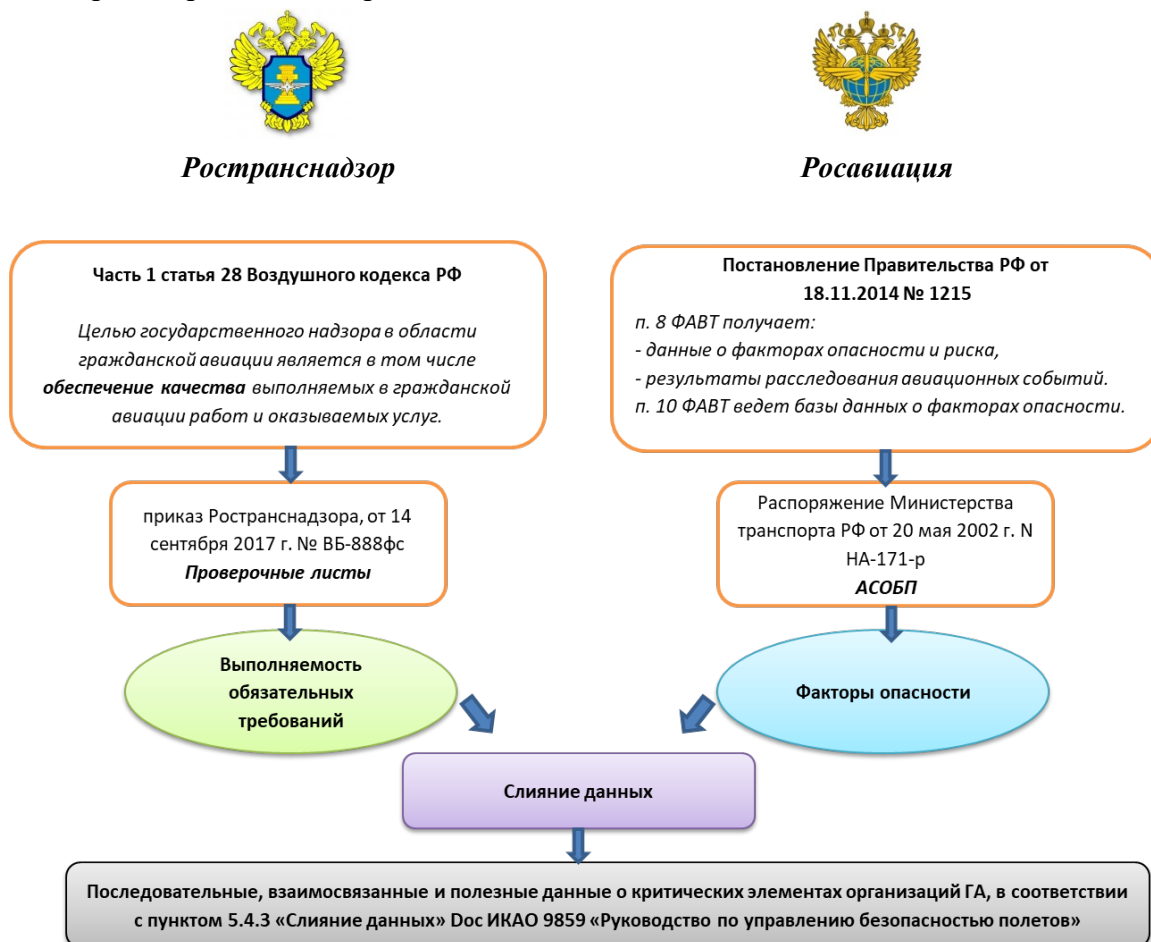


Рисунок 1П. – Слияние данных Ространснадзора и Росавиации