

ВОРОНЕЖСКИЙ ИНСТИТУТ МВД РОССИИ

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ОЦЕНКИ
ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ
СИСТЕМ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ
ОРГАНОВ ВНУТРЕННИХ ДЕЛ**

Монография

**Воронеж
2023**

ББК 32.973
М74
УДК 621.396

Коллектив авторов:

Р. А. Жилин, кандидат технических наук; А. В. Мельников, доктор технических наук, доцент; С. Б. Ахлюстин, кандидат технических наук; В. В. Горлов, кандидат технических наук.

Рецензенты:

Г. Е. Минаков – заместитель начальника полиции по охране общественного порядка ГУ МВД России по Воронежской области, полковник полиции;

А. И. Леонов – заместитель начальника межмуниципального отдела МВД России на особо важных и режимных объектах Воронежской области, подполковник внутренней службы.

М74 Моделирование оценки эффективности функционирования систем безопасности объектов органов внутренних дел : монография / Р. А. Жилин, А. В. Мельников, С. Б. Ахлюстин, В. В. Горлов. – Воронеж : Воронежский институт МВД России, 2023. – 104 с.

ISBN 978-5-88591-970-8

В монографии изложены универсальные методологические подходы к оценке и принятию решений по повышению эффективности функционирования однородных и слабоструктурированных альтернатив систем безопасности объектов органов внутренних дел в условиях финансовых ограничений.

Предназначена для курсантов и слушателей Воронежского института МВД России, обучающихся по специальностям 11.05.02 – Специальные радиотехнические системы, 40.05.02 – Правоохранительная деятельность (узкая специализация – сотрудник вневедомственной охраны), направления подготовки 11.03.01 – Радиотехника, а также слушателей факультета переподготовки и повышения квалификации, факультета профессиональной подготовки.

М-12-54(II)-23

**ББК 32.973
УДК 621.396**

© Р. А. Жилин, А. В. Мельников, С. Б. Ахлюстин, В. В. Горлов, 2023
ISBN 978-5-88591-970-8 © Воронежский институт МВД России, 2023

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
СТЕПЕНЬ РАЗРАБОТАННОСТИ ТЕМЫ.....	7
ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ ОРГАНОВ ВНУТРЕННИХ ДЕЛ	8
1.1. Правовая основа обеспечения безопасности объектов органов внутренних дел.....	8
1.2. Нормативно-техническое регулирование обеспечения безопас- ности объектов органов внутренних дел.....	11
1.3. Организационные документы Министерства внутренних дел Российской Федерации по обеспечению безопасности собствен- ных объектов.....	18
1.4. Основные принципы системы обеспечения безопасности объек- тов органов внутренних дел.....	21
1.5. Угрозы безопасности объектов органов внутренних дел.....	24
1.6. Выводы по главе 1.....	25
ГЛАВА 2. МОДЕЛИ И МЕТОДЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ ОРГАНОВ ВНУТРЕННИХ ДЕЛ	27
2.1. Анализ предметной области.....	27
2.2. Современное состояние моделирования оценки эффективности функционирования систем безопасности объектов органов внут- ренних дел.....	30
2.3. Системный подход к проведению исследования.....	37
2.4. Численный метод оценки слабоструктурированных альтернатив на начальных этапах экспертного оценивания.....	38
2.5. Обоснование критерия корректности исходных данных при мо- делировании слабоструктурированных альтернатив.....	45
2.6. Численный метод принятия решений для однородных с точки зрения близости интегральных показателей качества альтерна- тив на основе матрицы различий взвешенных признаков.....	50
2.7. Модель и численный метод многокритериальной оценки эффек- тивности функционирования систем безопасности объектов ор- ганов внутренних дел различных категорий важности.....	56
2.8. Выводы по главе 2.....	60
ГЛАВА 3. ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОВЫШЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ ОРГАНОВ ВНУТРЕННИХ ДЕЛ	63
3.1. Верификация численного метода оценки слабоструктурированных альтернатив на начальных этапах экспертного оценивания.....	63
3.2. Верификация численного метода принятия решений для одно- родных с точки зрения близости показателей качества альтерна- тив на основе матрицы различий взвешенных признаков.....	66

3.3. Верификация модели и численного метода многокритериальной оценки эффективности функционирования систем безопасности объектов органов внутренних дел различных категорий важности...	69
3.4. Верификация моделей принятия решений при оперативном управлении силами и средствами органов внутренних дел.....	72
3.5. Верификация численного метода предварительной оценки эффективности функционирования систем безопасности объектов органов внутренних дел на примере нарушителей систем безопасности.....	80
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	85
ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ СОКРАЩЕНИЯ.....	87
ЛИТЕРАТУРА.....	88

ВВЕДЕНИЕ

Оценка эффективности функционирования организационно-технических систем непосредственно связана с оценкой эффективности принимаемых решений по управлению такой системой, особенно в условиях негативных внешних воздействий, вызывающих так называемые нештатные ситуации. Это относится и к системам безопасности объектов органов внутренних дел. Качество таких решений обеспечивается, в частности, автоматизацией данного процесса.

В настоящее время для автоматизации принятия решений по управлению организационно-техническими системами широко применяются известные методы, в том числе и метод анализа иерархий. На основе анализа предметной области авторы приняли решение о применении метода анализа иерархий для повышения эффективности функционирования систем безопасности объектов органов внутренних дел. Также обоснованно авторы делают вывод о необходимости для оценки эффективности организационно-технических систем предварительной обработки имеющихся признаков.

В работе показано, что в процессе функционирования организационно-технических систем возможна ситуация, когда интегральные показатели качества их функционирования в различных ситуациях настолько близки, что произвести достоверную оценку не представляется возможным. Именно поэтому возникает необходимость построения численных методов, обеспечивающих точную оценку признаков для исследования таких однородных объектов. В такой ситуации возникает задача упорядочивания тех признаков, которые имеют наибольший весовой коэффициент, но при этом имеют наименьшее значение.

Авторами показано, что деятельность систем безопасности объектов органов внутренних дел связана с решением задач, относящихся к классу слабоструктурированных. Для эффективного решения данных задач целесообразно исследование, направленное на разработку моделей и численных методов, учитывающих это обстоятельство.

На основании вышеизложенного следует сделать вывод о том, что решение задачи повышения оценки эффективности функционирования систем безопасности объектов органов внутренних дел невозможно без проведения предварительной систематизации имеющихся данных об организационно-технических системах, а также без высокой согласованности экспертов, обеспечиваемой, в частности, их компетенциями в предметной области.

Учитывая особенности функционирования систем безопасности объектов органов внутренних дел, заключающиеся в необходимости постоянного учета влияния негативных факторов, актуален поиск новых подходов к оценке эффективности функционирования систем безопасности этих объектов.

В монографии предложен ряд инструментальных средств, представленных в виде моделей, численных методов и алгоритмов, реализованных в рамках перечисленных выше научных направлений.

СТЕПЕНЬ РАЗРАБОТАННОСТИ ТЕМЫ

В работах Т. Saaty [143], Н. J. Zimmermann [164], J. Bezdek [152] и др. указывается на целесообразность использования метода анализа иерархий (МАИ) при исследовании сложных систем.

Проведенный анализ показал, что оценка эффективности функционирования систем безопасности объектов органов внутренних дел приводит к необходимости учета различных мнений высококвалифицированных специалистов.

В научных трудах Г. Г. Азгальдова [1], С. В. Бухарина [21] и др. рассмотрена полноценная процедура проведения экспертизы объектов, которая состоит из последовательности нескольких этапов. Однако начальный этап экспертизы с оценкой целей и задач является недостаточно проработанным, поэтому необходимо разработать модель и численный метод, которые позволят оценить корректность исходных данных и согласованность экспертной группы.

В работах М. Garcia [25], В. В. Волхонского [23], Р. Г. Магауенова [99] рассматривались подходы к оценке эффективности функционирования систем безопасности: детерминированный, логико-вероятностный, вероятностно-временной. Детерминированные подходы основаны на использовании нормативных правовых актов в области охраны и учета предложенных там признаков и их уровней значимости, не позволяющих учитывать специфику охраняемого объекта.

Предложим численные методы оценки эффективности функционирования систем безопасности, основанные на методах многокритериального принятия решений, позволяющие сформировать множество признаков объектов охраны и определить их весовые коэффициенты (уровни значимости).

В работах А. В. Мельникова [102], С. Б. Ахлюстина [6] представлены модели оценки опасности и защищенности охраняемых объектов в условиях противодействия охранным функциям, однако остается не решенным вопрос принятия решений для однородных с точки зрения близости показателей качества альтернатив.

ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ ОРГАНОВ ВНУТРЕННИХ ДЕЛ

1.1. Правовая основа обеспечения безопасности объектов органов внутренних дел

Обеспечение безопасности, как и все функции любого государства, подвергается нормативно-правовому регулированию.

Основополагающие документы в области безопасности определяет Президент Российской Федерации, а их реализацию осуществляют федеральные органы исполнительной власти, органы государственной власти субъектов Российской Федерации, а также органы местного самоуправления.

Рассмотрим структурную схему нормативно-правового регулирования обеспечения безопасности в Российской Федерации (рис. 1.1.).

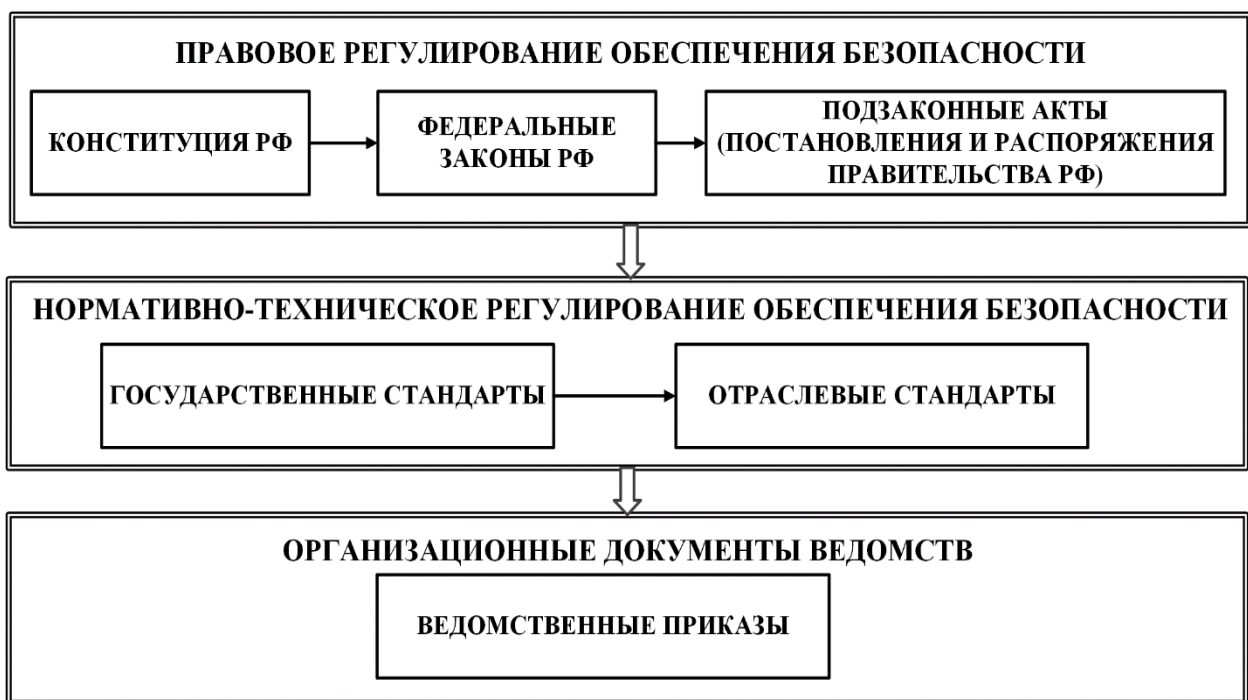


Рисунок 1.1 – Структурная схема нормативно-правового регулирования обеспечения безопасности в Российской Федерации

Конституция Российской Федерации.

Первостепенным источником правового регулирования для любой отрасли является Конституция Российской Федерации. Именно в ней сформированы основополагающие права и обязанности, которые служат фундаментом для создания узко ориентированных нормативных баз, со-

державных в себе своего рода инструкцию с описанием порядка и правил осуществления того или иного вида деятельности. Так, согласно Конституции Российской Федерации, каждый человек и гражданин имеет неотъемлемое право на жизнь, право на частную собственность с возможностью владения и распоряжения ею, право на государственную защиту своих законных интересов [83].

Федеральные законы.

1. С 2002 года введен новый Федеральный закон «О техническом регулировании», согласно которому ГОСТы, как и любые стандарты, не являются обязательными. Обязательными являются лишь технические регламенты, которые принимаются только по основным направлениям безопасности [117].

2. Федеральный закон от 27.05.1996 № 57–ФЗ (ред. от 03.07.2016) «О государственной охране». Согласно ст.1, государственная охрана – деятельность по обеспечению безопасности объектов государственной охраны и защите охраняемых объектов, выполняемая в целях безопасного и беспрепятственного осуществления государственной власти в Российской Федерации и исполнения международных обязательств Российской Федерации, осуществляемая на основе совокупности правовых, организационных, охранных, режимных, оперативно-розыскных, технических, информационных и иных мер [154].

3. Органы внутренних дел обеспечивают соблюдение законности и правопорядка на территории Российской Федерации. Основной целью деятельности данных правоохранительных органов является защита от противоправных посягательств на жизнь, здоровье, права и свободы граждан, на собственность, природную среду, а также интересы общества и государства. Для достижения поставленной цели на органы внутренних дел возложены задачи, основной перечень которых определяется Федеральным законом от 7 февраля 2011 года № 3-ФЗ «О полиции» [119].

4. Федеральный закон от 23 июля 2013 г. № 208–ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросам антитеррористической защищенности объектов». Антитеррористическая защищенность объекта (территории) – состояние защищенности здания, строения, сооружения, иного объекта, места массового пребывания людей, препятствующее совершению террористического акта. При этом под местом массового пребывания людей понимается территория общего пользования поселения или городского округа, либо специально отведенная

территория за их пределами, либо место общего пользования в здании, строении, сооружении, на ином объекте, на которых при определенных условиях может одновременно находиться более пятидесяти человек [120].

5. Федеральный закон от 28 декабря 2010 г. № 390-ФЗ «О безопасности» определяет основные принципы и содержание деятельности по обеспечению безопасности государства, общественной безопасности, экологической безопасности, безопасности личности, иных видов безопасности, предусмотренных законодательством Российской Федерации, полномочия и функции федеральных органов государственной власти, органов государственной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления в области безопасности, а также статус Совета Безопасности Российской Федерации [121].

6. Федеральный закон от 6 марта 2006 г. № 35-ФЗ «О противодействии терроризму» устанавливает основные принципы противодействия терроризму, правовые и организационные основы профилактики терроризма и борьбы с ним, минимизации и (или) ликвидации последствий проявлений терроризма. Все объекты, попадающие под действие данного документа, а именно объекты с массовым пребыванием людей, должны иметь на своих объектах паспорт антитеррористической защищенности. К данным объектам относятся объекты, на которых могут одновременно присутствовать более пятидесяти человек. Согласно ст. 15 в состав группировки сил и средств для проведения контртеррористической операции могут включаться подразделения органов внутренних дел [122].

Подзаконные акты (Постановления и Распоряжения Правительства).

1. Указ Президента № 116 от 15 февраля 2006 года «О мерах по противодействию терроризму» определяет, что для координации деятельности федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации и органов местного самоуправления по профилактике терроризма, а также по минимизации и ликвидации последствий его проявлений необходимо образовать антитеррористические комиссии в субъектах Российской Федерации [123].

2. Постановление Правительства Российской Федерации от 25 декабря 2013 года № 1244 «Об антитеррористической защищенности объектов» устанавливает правила разработки требований к антитеррористической защищенности объектов за исключением некоторых категорий (отдельными нормативными правовыми актами регламентированы вопросы безопасности объектов топливно-энергетического комплекса, транспорт-

ной инфраструктуры). В данном документе регламентируется порядок создания паспорта безопасности объекта, определяются лица, на которых возлагаются обязанности по его составлению, утверждению и актуализации; указываются меры, обеспечивающие воспрепятствование проникновению на охраняемый объект [114].

Проанализировав нормативно-правовую базу в сфере обеспечения безопасности объектов можно сделать вывод о том, что проблемы связанные с обеспечением безопасности необходимо решать за счет соблюдения различных требований, контроля и надзора за их исполнением со стороны органов государственной власти.

В заключении необходимо отметить, что наиболее эффективным способом обеспечения безопасности объектов является реализация комплекса организационно-технических мероприятий по обеспечению безопасности, которая опирается на соблюдение нормативно-технических документов.

1.2. Нормативно-техническое регулирование обеспечения безопасности объектов органов внутренних дел

В целях определения полномочий, задач и содержания деятельности государства в обеспечении защиты имущества проводится реализация государственной научно-технической политики, направленной на защиту объектов различных форм собственности от противоправных посягательств.

Государственные стандарты.

В основе оценки эффективности функционирования систем безопасности лежит государственный стандарт – ГОСТ, который содержит как обязательные для выполнения требования, так и те, которые носят рекомендательный характер и имеют межотраслевое значение и применение.

Структурная схема серии ГОСТ Р МЭК 61508, связанных с оценкой функциональной безопасности, представлена на рисунке 1.2.

Раздел «Оценка функциональной безопасности» в ГОСТ Р МЭК 61508-1-2012 регулирует деятельность, направленную на достижение адекватности функциональной безопасности (ФБ) систем, связанных с безопасностью [31].

Степень достижения СБ адекватности функциональной безопасности обуславливает необходимость соблюдения нескольких положений ГОСТ Р МЭК 61508-1-2012:

- 1) для вынесения решения об адекватности ФБ назначаются одно или несколько уполномоченных лиц, которые осуществляют оценку ФБ;
- 2) оценка ФБ должна применяться в течение всего жизненного цикла СБ.

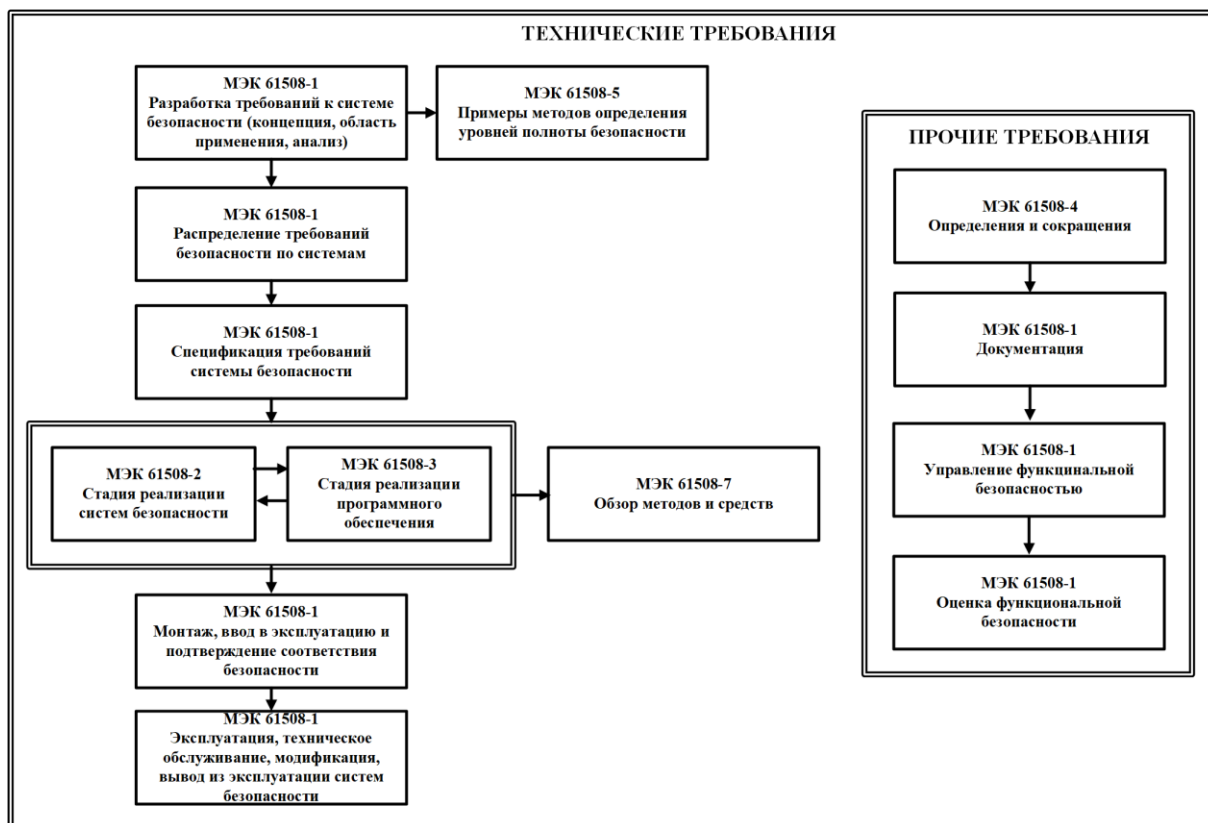


Рисунок 1.2 – Структурная схема стандартов серии МЭК 61508

Настоящий стандарт для оценки ФБ делает обязательным учет следующих особенностей:

- 1) учет рекомендаций предыдущих оценок ФБ;
- 2) учет стратегии реализации последующих оценок ФБ для всех стадий жизненного цикла СБ.

Также в ГОСТ Р МЭК 61508-1-2012 рассмотрена подробная структура жизненного цикла СБ, представленная на рисунке 1.3 [31].

ГОСТ Р МЭК 61508-4-2012 ввел понятие *уровень полноты безопасности* и определил уровни полноты безопасности систем [33].

В документе приведена обратная зависимость между величиной уровня полноты безопасности и вероятностью выполнения/невыполнения СБ указанных функций безопасности.

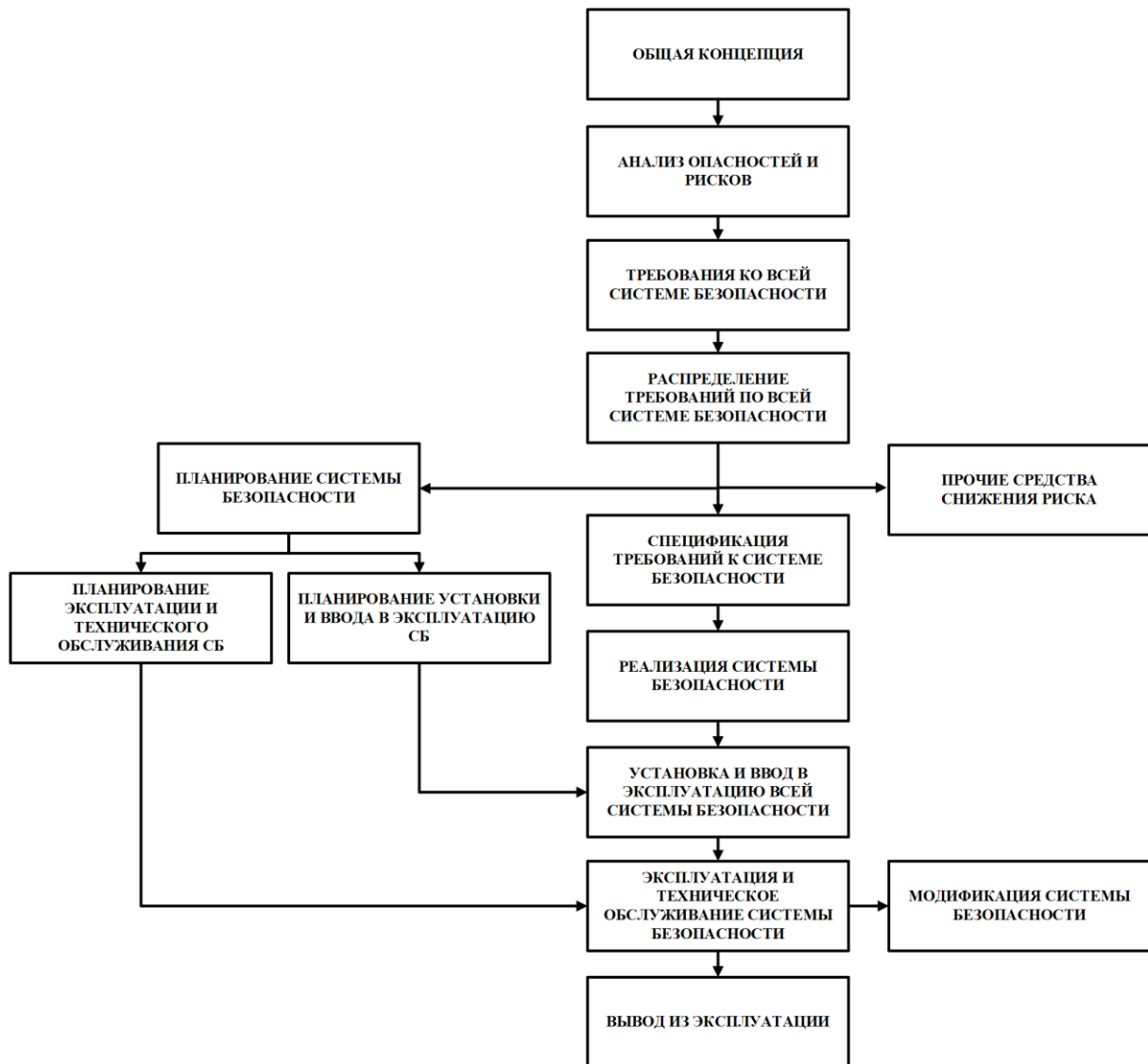


Рисунок 1.3 – Структурная схема жизненного цикла СБ

В соответствии с ГОСТ Р МЭК 61508-7-2012 для оценки и анализа спецификации применяют различные методы экспертиз [36].

Экспертиза – исследование экспертом каких-либо вопросов, решение которых требует специальных знаний в области науки и техники. Объектами экспертизы выступают материальные объекты, несущие сведения, необходимые для ответа на поставленные перед экспертом вопросы. Основные этапы проведения экспертизы представлены на рисунке 1.4.

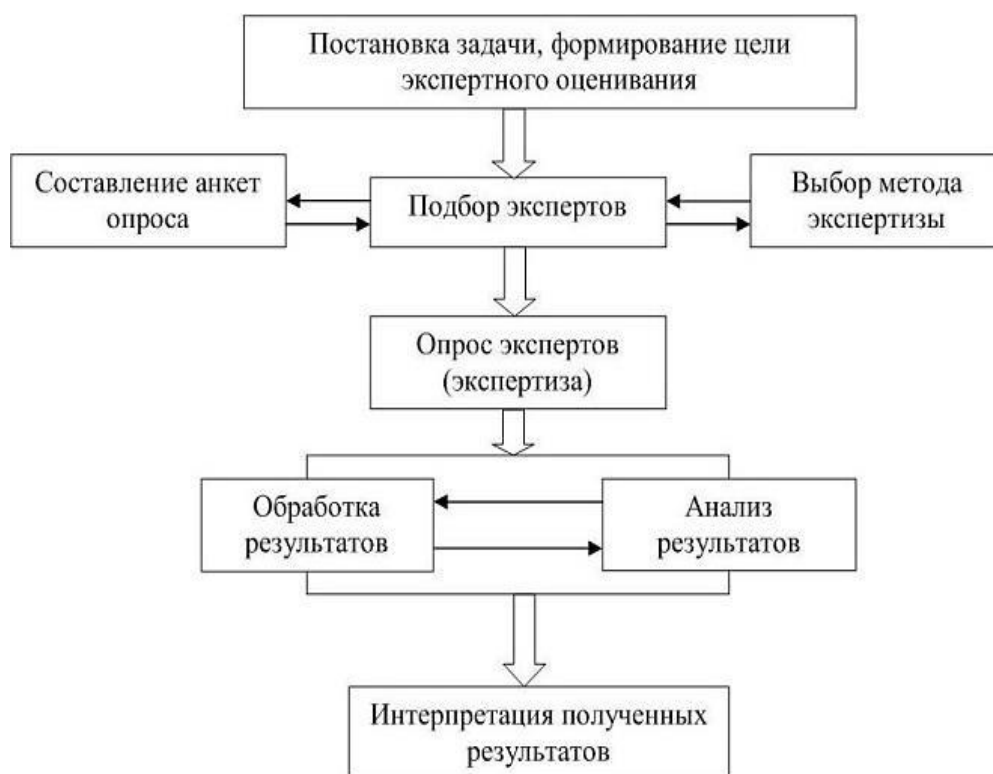


Рисунок 1.4 – Основные этапы проведения экспертизы

Основные принципы экспертизы:

- 1) независимость и правовая защищенность субъектов экспертизы;
- 2) полнота и объективность исследования объектов экспертизы;
- 3) высококвалифицированность экспертов;
- 4) системность и методика в организации экспертной работы;
- 5) гласность результатов экспертизы.

Необходимая степень независимости оценки формируется уровнями полноты безопасности, задаваемыми для СБ, согласно ГОСТ Р МЭК 61508-7-2012 [163].

Независимые специалисты обязаны убедиться в том, что охвачены все аспекты безопасности и технические аспекты в эксплуатационных и организационных средствах.

Рассмотрев процесс проведения экспертизы, авторы пришли к выводу, что необходимо оптимизировать его трудоемкость для экономии времени.

На этапе выбора высококвалифицированных специалистов могут возникнуть трудности, связанные с компетентностью выбранных экспертов, а также с согласованностью их мнений.

Немаловажно без проведения полноценной процедуры экспертизы на первоначальном этапе получить какой-либо предварительный результат

(например, модель оценки на предварительной стадии экспертизы), тем самым оценить корректность постановки задачи.

Принципы процедуры оценки функциональной безопасности (ОФБ) при проектировании СБ рассмотрены в ГОСТ Р ЕН 15233-2013 [27]. Данный стандарт содержит руководство, необходимое для проведения ОФБ при проектировании СБ. Для обеспечения достаточного уровня ФБ необходимо учесть несколько факторов:

- 1) надежность СБ;
- 2) неисправности в процессе эксплуатации СБ.

Общей целью ОФБ является достижение надлежащего уровня функционирования и надежности согласно современному законодательству и экономическим требованиям на время проектирования СБ.

Основные этапы процедуры ОФБ представлены на рисунке 1.5.

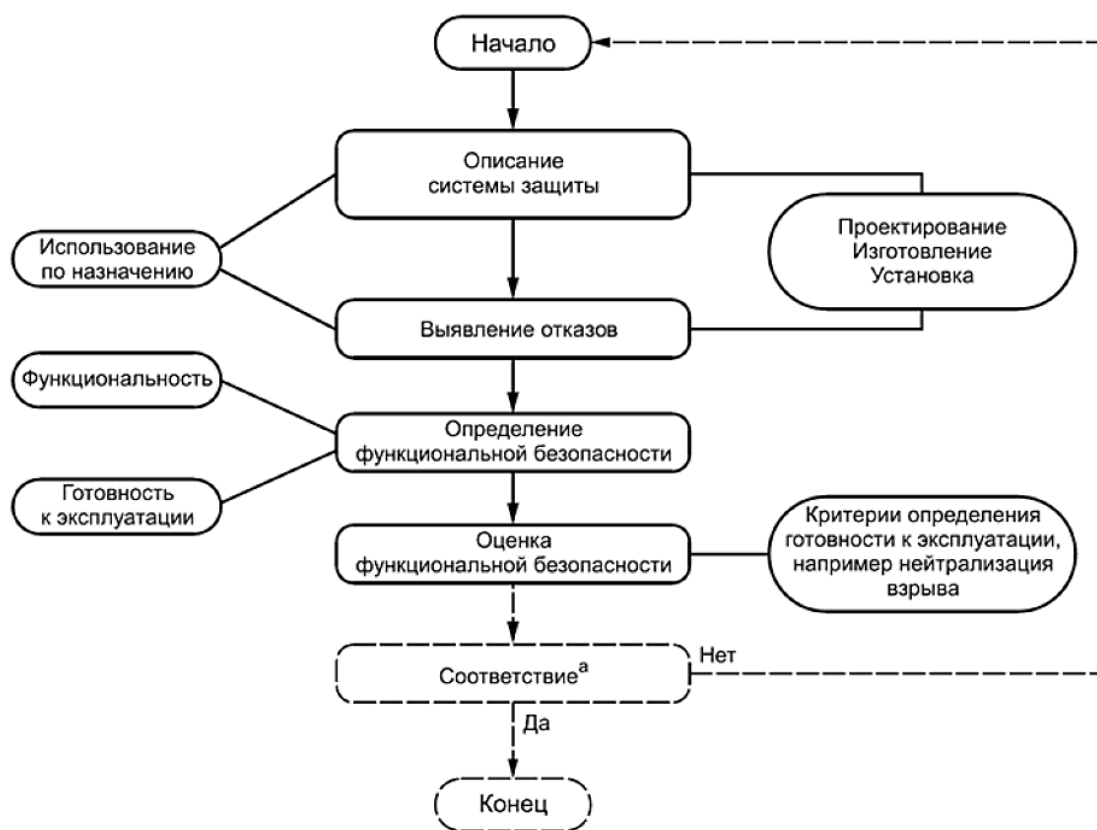


Рисунок 1.5 – Этапы процедуры ОФБ

Технический прогресс современного мира влияет в том числе и на развитие систем безопасности, что приводит к поэтапному изменению действующих государственных стандартов, поэтому проведение модификации систем безопасности в соответствии с актуальными государственными стандартами будет являться актуальной задачей.

В ГОСТ Р 52551-2016 установлена номенклатура определений и обозначений в сфере систем безопасности. Документ является востребованным среди разработчиков и поставщиков данных систем. Стандарт сформирован с целью однообразия технической терминологии в сфере систем безопасности [37].

Документ вводит новый термин *усиление охраны*, который определяется, как повышение надежности в соответствии с решением уполномоченного лица путем выставления дополнительных постов, технических средств охраны и проведения иных организационных и технических мероприятий, направленных на усложнение действий нарушителей систем безопасности.

Согласно ГОСТ Р МЭК 61508-1-2012 определен обобщенный подход к вопросам обеспечения безопасности (ВОБ) для всех стадий жизненного цикла системы безопасности (СБ). Рассмотрены вопросы, связанные с модификацией систем безопасности, в частности приведены примеры моделей процедуры модификации, одна из которых представлена на рисунке 1.6.

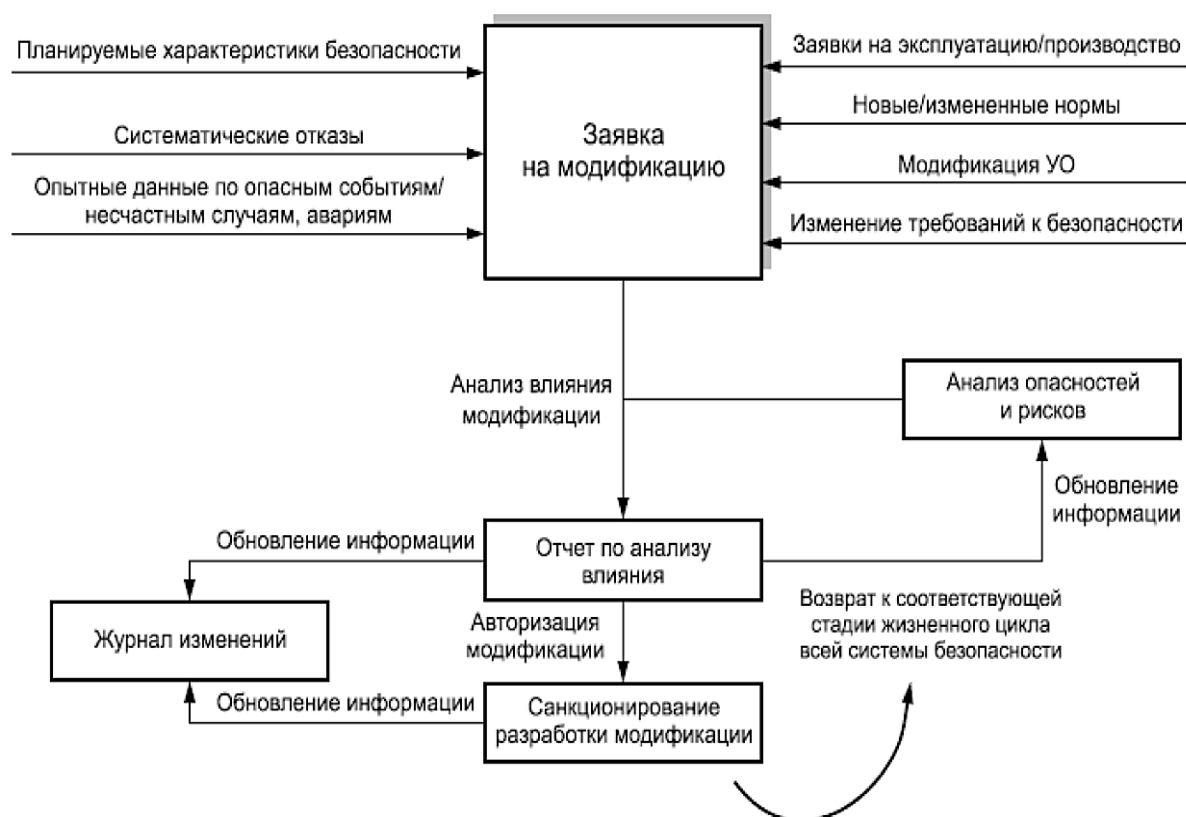


Рисунок 1.6 – Пример модели процедуры модификации

В данном национальном стандарте представлены примеры некоторых причин для появления модификации:

- 1) изменение законодательства в области безопасности;
- 2) появление нового законодательства в области безопасности;
- 3) систематические отказы;
- 4) обеспечение функциональной безопасности ниже заданного уровня;
- 5) эксплуатационные характеристики и характеристики технического обслуживания минимальны.

Отраженные в данном документе модели процедуры модификации в большинстве своем связаны с организационной компонентой безопасности, при этом не включают в себя аспекты, связанные с технической и инженерной составляющей.

В данном стандарте также отсутствуют количественные и качественные подходы к оценке эффективности проведенной модификации, что в свою очередь затрудняет расчет экономической составляющей данного процесса.

Положительно оценивая государственные стандарты в сфере систем безопасности, следует отметить следующее:

1. Рассмотренные стандарты показали, что существуют различные подходы (как качественные, так и количественные) к оценке эффективности функционирования систем защиты.

2. На всех стадиях жизненного цикла системы безопасности возможна оценка эффективности ее функционирования.

3. Несмотря на существование большого количества качественных и количественных методов, некоторые из них не применимы на практике, в то же время существует возможность одновременного использования нескольких методов. Для оценки эффективности данных методик необходимо проводить вычислительные эксперименты.

На наш взгляд, перспективными являются направления, связанные с разработкой и модификацией количественных методов оценки эффективности функционирования систем безопасности.

Развитие систем безопасности происходит непрерывно и поэтому для проектирования системы безопасности объектов ОВД необходимо учитывать много отраслевых документов.

Отраслевые стандарты (рекомендации).

Существует перечень информационных материалов, которые предоставляет НИЦ «Охрана» Росгвардии.

Р 78.36.052-2015 «Типовые проектные решения оснащения техническими средствами охраны объектов органов внутренних дел Российской Федерации, отнесенных к первой категории» [139] и Р 78.36.059- 2016 «Типовые проектные решения оснащения техническими средствами охраны объектов органов внутренних дел Российской Федерации, отнесённых ко 2, 3, 4 категориям» [140]. Указанные типовые проекты крайне важны для проектирования системы безопасности объектов ОВД, поскольку содержат достаточно исчерпывающую и наглядную информацию для сотрудников, занимающихся вопросами обследования, проектирования и оснащения техническими средствами охраны объектов ОВД. В состав рекомендаций входят типовые проекты ключевых подсистем безопасности.

Рекомендации играют важную роль в охранной сфере, ведь именно благодаря им возможно спроектировать надежную СБ и достичь необходимого уровня полноты безопасности.

1.3. Организационные документы Министерства внутренних дел Российской Федерации по обеспечению безопасности собственных объектов

Приказ МВД России от 31 декабря 2014 г. № 1152 «Об обеспечении безопасности объектов органов внутренних дел Российской Федерации от преступных посягательств». В данном приказе представлена инструкция, в соответствии с которой обеспечивается защита объектов принадлежащих органам внутренних дел, порядок повышения уровня антитеррористической защищенности, инженерно-технической укреплённости и их контрольно-профилактические функции, а также изложены общие положения [115].

Надежная защита объектов ОВД обеспечивается соблюдением мер, направленных на ряд мероприятий, приведенных на рисунке 1.7.

Также в документе приведены основные определения, такие как: антитеррористическая защита объекта, внутриобъектовый режим, защищенность объекта, инженерно-техническая укреплённость, противокриминальная защита.

Определены четыре категории объектов органов внутренних дел, представленные на рисунке 1.8.



Рисунок 1.7 – Мероприятия, направленные на обеспечение безопасности объектов ОВД



Рисунок 1.8 – Категории объектов ОВД

Приказ МВД России от 06 февраля 2018 г. № 70 «О внесении изменений в приказ МВД России от 31 декабря 2014 г. № 1152» вносит изменения в вышеупомянутый подзаконный акт, дополняя некоторые пункты требований к системе охранной телевизионной, а также расширяя характеристики оконных конструкций [115].

Данным документом определены требования к антитеррористической защищенности объектов ОВД, представленные на рисунке 1.9.

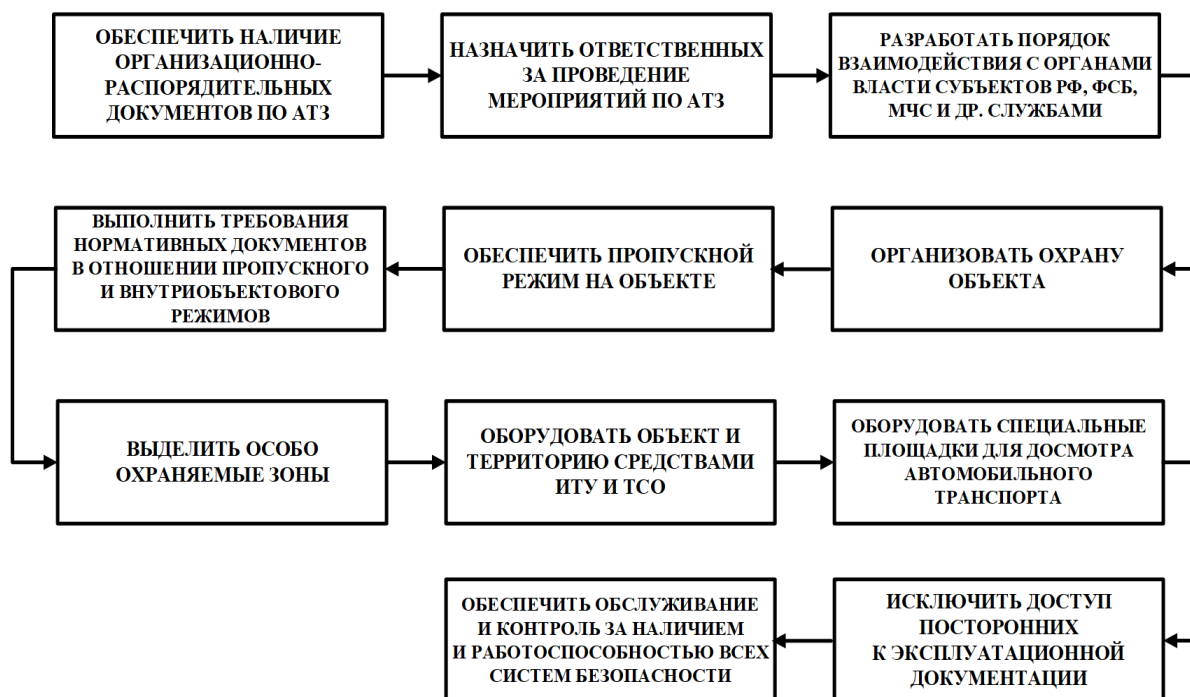


Рисунок 1.9 – Мероприятия по антитеррористической защищенности объектов ОВД

Для реализации указанных выше требований проводится обследование объекта ОВД по следующим основным направлениям:

- наиболее уязвимые места и помещения, через которые возможно осуществление несанкционированного проникновения на охраняемый объект;
- определение возможного размера ущерба объекта от преступных посягательств, который определен статьей 158 УК РФ;
- проверка на наличие металлических решеток на оконных и дверных проемах, наличие соответствующих запирающих устройств и их исправность;
- изучение характеристик элементов строительных конструкций и мест скрытых строительных работ;
- определение возможных видов угроз для охраняемого объекта.

Выполнение всех вышеперечисленных условий является основой для разработки системы безопасности на объекте ОВД.

1.4. Основные принципы системы обеспечения безопасности объектов органов внутренних дел

Под системой обеспечения безопасности следует понимать совокупность правовых, организационных, режимных, инженерных, технических, специальных, охранных и других мер и мероприятий, реализуемых с целью защиты объекта от всевозможных угроз [48].

Из сказанного выше следует, что система обеспечения безопасности характеризуется большим количеством взаимодействующих сил и средств, связей и многофункциональностью целей и решаемых задач. Для того чтобы такая сложная система надежно работала, создавая эффективное противодействие потенциально возможным угрозам, при ее создании следует использовать определенную методику построения. Далее рассмотрим подробно основные принципы такой методики для охраняемых объектов.

Данная методика основывается на принципах системной методологии. При этом создание системы в целом означает не только выбор и реализацию основных элементов, но и определение структуры (конфигурации) всей системы с установлением функциональных связей между всеми элементами. Именно в этом и заключается системный подход, при котором вся система анализируется в целом [3, 4].

Одной из основных задач системного подхода является оптимизация всей системы в совокупности, а не улучшение ее отдельных частей. Это объясняется тем, что на практике улучшение одних параметров в одной системе часто приводит к ухудшению других. В этой связи необходимо обеспечить некоторый оптимизационный баланс между различными элементами подсистемы для повышения ее надежности и эффективности в целом. В соответствии с принципами методологии системного подхода не рекомендуется приступать к созданию всей системы до тех пор, пока детально не определены следующие компоненты системы.

Входные элементы – это потенциально возможные угрозы, для создания эффективного противодействия которым создается система обеспечения безопасности данного объекта.

Вполне очевидно, что от качественного анализа потенциально возможных угроз напрямую зависит эффективность всей системы обеспечения безопасности. Также уровень организации и реализации в учреждении всех перечисленных выше мер и мероприятий обеспечения безопасности определяет достаточность противодействия, создаваемого потенциально возможным угрозам.

Ресурсы и возможности – силы и средства во всем их многообразии, которые используются при создании и функционировании системы обеспечения безопасности.

Окружающая среда – многообразие внешних объектов, в поле действия которых функционирует создаваемая система обеспечения безопасности.

Всегда следует помнить, что любая реальная система находится в стадии постоянного взаимодействия с другими системами. На данном этапе необходимо определять порядок взаимодействия рассматриваемой системы с другими, а также определять границы и области действия системы во внешнем пространстве.

Назначение, задачи и функции системы означают, что необходимо при разработке системы обеспечения безопасности четко формулировать цель ее создания (так называемую целевую функцию), задачи для ее достижения, а также выполняемые функции. Важно всегда помнить, что от степени конкретности и адекватности описания цели, задач и функций зависит эффективность всей системы.

При определении целевой функции создаваемой системы обеспечения безопасности часто в первом приближении бывает достаточно трудно реализовать противодействие всем потенциальным угрозам и создать максимально эффективную систему противодействия им. Для повышения точности и адекватности такого многоцелевого описания можно рекомендовать достижение одной большой цели посредством реализации нескольких более мелких, частных целей. Говоря другими словами, основная целевая функция достигается при обеспечении группы частных целей, реализуемых различными подсистемами, входящими в состав системы. Данный принцип сводится практически к формированию так называемого дерева целей, при создании которого значительно ускоряется, облегчается и удешевляется процесс разработки всей системы.

Надежность и эффективность функционирования заключаются в сохранении в течение требуемого интервала времени качественной работоспособности системы (достижении ее целевой функции) при условии поддержания требуемой степени достижения поставленных целей.

Адаптация и коррекция системы заключаются в возможности оперативной подстройки в зависимости от изменений целевой функции, условий внешней среды и прочих факторов, оказывающих влияние на систему.

Что представляют собой элементы (мероприятия) системы обеспечения безопасности? Рассмотрим их подробнее.

Правовая составляющая – совокупность законодательных, нормативных правовых и ведомственных актов, регламентирующих все аспекты функционирования соответствующих режимных объектов.

Организационная составляющая – совокупность сил подразделений охраны, осуществляющих выполнение служебных задач по охране соответствующих объектов по противодействию возможным угрозам их безопасности. Важно отметить, что система обеспечения безопасности начинается и заканчивается организационными вопросами и кадровыми решениями. Кроме того, любая подобная система не может функционировать ни теоретически, ни практически без участия человека.

В этой связи реализации данной составляющей необходимо уделять наибольшее значение для получения качества, надежности функционирования и эффективности системы обеспечения безопасности.

Техническая составляющая – это все технические средства охраны для обнаружения, регистрации, оповещения о различных нарушениях, контроля, досмотра и т. п. Также в эту группу входят средства оповещения и связи, применяемые на режимных объектах, охранное телевидение (системы видеонаблюдения). При реализации данной составляющей необходимо учитывать требования основных нормативных документов, а также различную справочную литературу.

Инженерная составляющая – это фактически механическая защита объекта инженерными средствами и коммуникациями.

Техническая и инженерная составляющие при их реализации на конкретном объекте во многом определяют уровень защиты этого объекта. Кроме того, уровень оборудования объекта техническими и инженерными средствами используется при категорировании режимных объектов согласно существующей и применяемой в настоящее время методике.

Режимная составляющая – это реализация на практике установленного порядка функционирования объекта охраны.

Специальная составляющая – это совокупность применяемых специальных средств для охраны объектов.

Охранная составляющая – это целенаправленная деятельность по охране режимных объектов.

В целом, средства обеспечения безопасности могут подразделяться также на следующие три группы [48]:

1. Средства обнаружения угроз.
2. Средства отражения угроз.
3. Средства ликвидации угроз.

К средствам обнаружения угроз необходимо отнести технические средства и связанные с ними организационные мероприятия, позволяющие обнаружить факт физического наличия злоумышленника или механического разрушающего воздействия на объекте. В данную группу входят датчики обнаружения, телевизионные системы видеонаблюдения и средства регистрации.

К средствам отражения угроз относят средства и мероприятия, сдерживающие субъект угрозы и препятствующие ее реализации. В данную группу входят инженерные, специальные средства защиты объекта, несение службы персоналом, оружие и т. п.

К средствам ликвидации угроз относят средства, обеспечивающие устранение источников угрозы, если обнаружено их наличие.

Данные три группы средств защиты имеют различное функциональное назначение и в своей реализации обеспечивают противодействие потенциально возможным угрозам на всех этапах ее действия.

Следующее, на чем необходимо подробнее остановиться – это структурная реализация систем обеспечения безопасности.

По особенностям построения в общем случае возможны три структурных вида систем обеспечения безопасности [48]:

1. С независимыми зонами защиты.
2. С частично зависимыми (перекрещивающимися) зонами защиты.
3. С вложенными (полностью зависимыми) зонами защиты.

Поскольку любая защита действует лишь в ограниченном пространстве (внутри территории, здания, помещения) необходимо четко и однозначно определять границы этого пространства, защищаемого от угрозы. Эти границы принято называть рубежами защиты, а область пространства внутри замкнутого рубежа защиты будем называть зонами защиты. Другими словами, под зоной защиты будем понимать определенные первичные структурные элементы системы, различающиеся по степени их защиты.

Для обеспечения безопасности режимных объектов чаще всего применяются системы с вложенными, полностью зависимыми зонами защиты.

1.5. Угрозы безопасности объектов органов внутренних дел

В силу того, что на территории объекта ОВД по известным причинам сферы деятельности органа присутствует большое количество людей (сотрудников, работников и граждан – посетителей), подобные объекты следует относить к местам массового пребывания людей.

Особо актуальными, с точки зрения организации физической охраны исследуемых объектов, проведения мероприятий по их инженерно-технической укреплённости, являются такие угрозы, как действия террористического и иного преступного характера, нацеленные на помещения и здания, а также на личный состав:

- поджоги и взрывы;
- нападения, пикетирования, блокирование, вторжения, захват;
- обстрел из оружия;
- минирование;
- повреждения или разрушения различных конструкций (дверей, решеток, ограждений, мебели);
- повреждение личного и служебного транспорта;
- технологические аварии, пожары, стихийные бедствия и т. п.
- запугивание, шантаж, вымогательство, иные проявления психологических и моральных угроз;
- активные действия с целью незаконного получения денег, документов и иных ценностей.

Анализ подобных вариантов классификации опасностей позволяет определить, что объект ОВД может подвергаться множеству различных видов угроз, отличающихся друг от друга степенью тяжести и возможными опасными последствиями [124].

1.6. Выводы по главе 1

1. Деятельность органов исполнительной власти в области охраны объектов, имущества граждан и юридических лиц регламентируется законодательными актами в виде Конституции Российской Федерации, Федеральных Конституционных законов, Федеральных законов, Указами Президента Российской Федерации, Постановлениями и Распоряжениями Правительства Российской Федерации, ведомственными актами Российской Федерации и иными нормативными правовыми актами государственных служб и ведомств, а также стандартами и рекомендациями.

2. Были рассмотрены основные положения нормативных источников о вопросах обеспечения безопасности объектов ОВД. Определены основы категорирования объектов, требования к составу систем безопасности и целевым задачам функционирования каждого из компонентов. Это позволило сделать вывод о том, что для защиты объектов ОВД потребуется разработка эффективной системы безопасности.

3. Следует отметить, что в части регламентирования технических аспектов защиты объектов ОВД в большей степени разработана стандартизированная и рекомендательная база, нежели законодательная. Этот факт объясняется сущностью и узконаправленностью (целями источников права, которые носят общеобязательный характер, но при этом содержат, как правило, общие положения), конкретикой стандартов и методических рекомендаций, которые издаются для локальных направлений деятельности, устанавливают общие и частные требования к определенным процессам, а также непосредственно к самому оборудованию для охраны объектов, методику их применения или, например, рекомендации по выбору наиболее эффективных способов организации охраны.

ГЛАВА 2. МОДЕЛИ И МЕТОДЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ ОРГАНОВ ВНУТРЕННИХ ДЕЛ

2.1. Анализ предметной области

Согласно [62, 114, 115, 138] охраной объектов органов внутренних дел в основном занимаются такие ведомства Российской Федерации, как Министерство внутренних дел, Федеральная служба войск национальной гвардии и др. Для этой цели на объектах органов внутренних дел используется система безопасности, принятие решений в которой должно быть организовано с учетом соблюдения целого ряда особых требований.

В соответствии с существующей официальной терминологией и исследованиями, приведенными в [30, 33, 79], система безопасности – это система, которая реализует необходимые функции безопасности, требующиеся для достижения и поддержки безопасного состояния управляемого оборудования, и предназначена для достижения своими средствами или в сочетании с другими системами безопасности и другими средствами снижения риска необходимой полноты безопасности.

Система, связанная с безопасностью, предназначена [33, 79]:

- 1) для предотвращения опасного события (т. е. если она выполняет свои функции безопасности, то опасного события не происходит);
- 2) для снижения риска путем уменьшения последствий;
- 3) для достижения целей, перечисленных в 1 и 2 пунктах.

Подробнее опишем, что представляет собой функция безопасности.

На основании [33, 141] функция безопасности представляет собой функцию, реализуемую системой безопасности или другими мерами по снижению риска, предназначенную для достижения или поддержания безопасного состояния управляемого оборудования.

Следующим важным понятием является оценка функциональной безопасности.

Исходя из [27, 33], под оценкой функциональной безопасности будем понимать исследование, основанное на фактах, предназначенное для оценки функциональной безопасности, достигаемой одной или несколькими системами безопасности или другими средствами снижения риска.

Примечателен тот факт, что оценку функциональной безопасности следует применять ко всем стадиям на протяжении всего жизненного цикла системы безопасности, этапы которого представлены на рисунке 2.1.

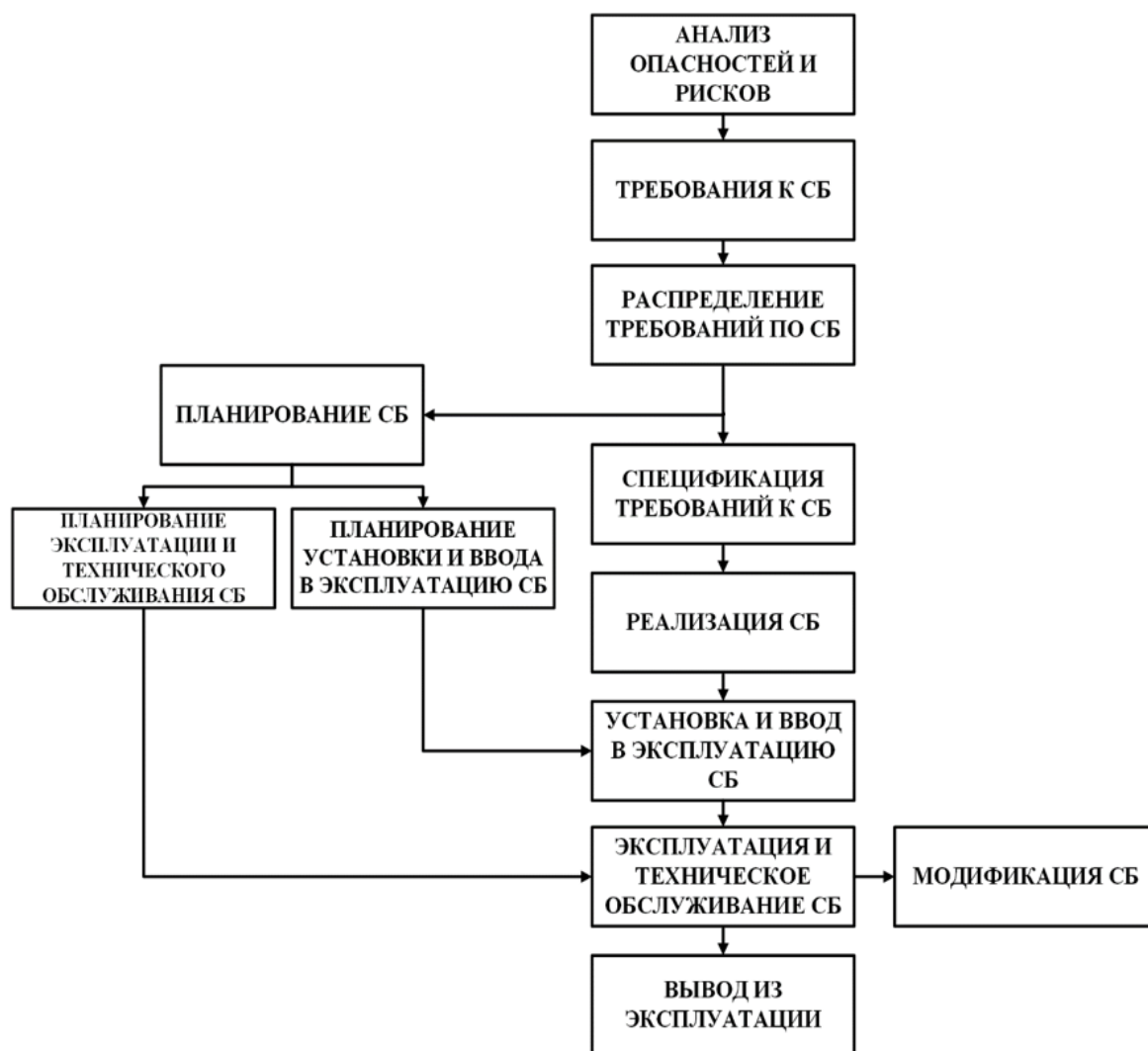


Рисунок 2.1 – Структурная схема жизненного цикла системы безопасности

Принципы процедуры оценки функциональной безопасности при проектировании системы безопасности рассмотрены в следующих государственных стандартах [27, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 141].

Данные документы содержат руководство, необходимое для проведения оценки функциональной безопасности при проектировании системы безопасности. Для обеспечения достаточного уровня функциональной безопасности необходимо учесть несколько факторов:

- 1) надежность СБ;
- 2) неисправности в процессе эксплуатации СБ.

Общей целью оценки функциональной безопасности является достижение надлежащего уровня функционирования и надежности согласно современному законодательству и экономическим требованиям на время

проектирования системы безопасности. Основные этапы процедуры такой оценки представлены на рисунке 2.2.



Рисунок 2.2 – Этапы процедуры оценки функциональной безопасности

В настоящем исследовании оценка эффективности функционирования системы безопасности будет рассмотрена на этапах эксплуатации, технического обслуживания и модификации системы безопасности.

Данная задача является слабоструктурированной, поэтому для ее решения должны использоваться методы математического моделирования [1, 6, 20, 79, 89, 95, 103, 127, 142], предполагающие разработку моделей и численных методов, обеспечивающих получение требуемого результата.

Обратимся к анализу существующих подходов и методов решения рассматриваемой задачи.

2.2. Современное состояние моделирования оценки эффективности функционирования систем безопасности объектов органов внутренних дел

Как было рассмотрено в разделе 2.1, в целях обеспечения безопасности объектов органов внутренних дел необходимо методами математического моделирования решить задачу оценки и повышения эффективности функционирования систем безопасности, учитывая при этом особенности, которые будут рассмотрены ниже.

В настоящее время в целях обеспечения безопасности объектов ведомственной принадлежности существует различное количество методов по количественной и качественной оценке эффективности функционирования систем безопасности.

В своей основе большинство таких методов опирается на следующие факторы:

1. Экономический эффект в результате эксплуатации системы безопасности.

2. Общие затраты (оборудование, монтаж, обслуживание в процессе эксплуатации).

Рассмотрим далее несколько таких методов.

Формула в общем виде представлена следующим образом [23, 24]:

$$E_s = F_o - Z, \quad (2.1)$$

$$Z = z_s + z_o, \quad (2.2)$$

где:

E_s – общая эффективность системы безопасности;

F_o – положительный экономический эффект от эксплуатации системы безопасности;

Z – затраты на создание и обслуживание системы безопасности;

z_s – затраты на создание системы безопасности;

z_o – затраты на обслуживание системы безопасности.

В большинстве случаев система безопасности не дает положительного экономического эффекта, применительно к таким системам вопрос с оценкой финансового выигрыша может быть решен следующим образом [25, 99]:

$$E_s = p_v - Z, \quad (2.3)$$

где p_v – потенциальные потери для объекта охраны.

В некоторых случаях используют в качестве числового параметра относительную экономическую эффективность системы безопасности [106]:

$$E_o = \frac{p_r - Z}{p_w}, \quad (2.4)$$

где:

E_o – относительная экономическая эффективность системы безопасности;

p_r – предотвращенные потери при использовании системы безопасности;

p_w – возможные потери при использовании системы безопасности;

Z – затраты на создание и обслуживание системы безопасности;

$$p_r = p_w \cdot Y_p, \quad (2.5)$$

где:

Y_p – относительный предотвращенный ущерб, значение которого может находиться в пределах от 0 до 1.

К формуле (2.5) необходимо принять во внимание прямой и косвенный положительный эффект:

$$E_o = \frac{(p_r + e_p + e_k) - Z}{p_w}, \quad (2.6)$$

где:

e_p – прямой положительный эффект;

e_k – косвенный положительный эффект.

Можно переписать выражение (2.6) в следующем виде:

$$E_o = \frac{p_w Y_p - Z}{p_w}, \quad (2.7)$$

$$E_o = Y_p - \frac{Z}{p_w}. \quad (2.8)$$

При этом необходимо учесть следующие ограничения:

$$0 < \frac{Z}{P_w} < 1; \quad (2.9)$$

$$E_o > 0; \quad (2.10)$$

$$Y_p > \frac{Z}{P_w}. \quad (2.11)$$

В последние несколько лет в качестве методов оценки эффективности используется анализ рисков.

Под риском в данном случае понимается вероятность ущерба и его величина в случае реализации какой-либо угрозы, тогда [146]:

$$R = \frac{s \cdot P_g}{r_y}, \quad (2.12)$$

где:

R – величина риска;

s – стоимость защищаемого объекта;

P_g – вероятность угрозы;

r_y – стоимость ущерба (реализация уязвимости).

В некоторых случаях эффективность функционирования системы безопасности оценивается лишь уязвимостью [147]:

$$U = 1 - P_n \cdot P_i \cdot P_r \cdot P_g \cdot P_v, \quad (2.13)$$

где:

P_n – вероятность обнаружения нарушителя системы безопасности;

P_i – вероятность успешной передачи извещения о тревоге;

P_g – вероятность своевременного прибытия охранников;

P_r – вероятность принятия решения о направлении охраны;

P_v – вероятность пресечения опасного события.

Также показатель эффективности функционирования системы безопасности может быть рассчитан по следующей методике:

$$H = 1 - P_n, \quad (2.14)$$

где:

H – показатель эффективности функционирования системы безопасности;

P_n – вероятность успешного воздействия нарушителя систем безопасности.

В качестве критериев эффективности функционирования систем безопасности в научной литературе чаще всего используют следующие характеристики: вероятность обнаружения, наработка на отказ, помехоустойчивость.

В большинстве своем исследователи используют интегральный критерий качества [23, 24, 33, 146]:

$$f(f_j(V), e_j) = \frac{\sum_{j=1}^m f_j(V) \cdot e_j}{\sum_{j=1}^m e_j}, \quad (2.15)$$

где:

f_j – частная целевая функция, которая соответствует j -ой задаче системы безопасности;

e_j – значение коэффициента значимости функции;

V – множество вариантов проекта системы безопасности.

Иногда комплексный показатель оценки эффективности функционирования технических решений системы безопасности возможно определить функциональной зависимостью:

$$K = f(k_1, k_2, k_3, \dots, k_n), \quad (2.16)$$

где:

$k_1, k_2, k_3, \dots, k_n$ – числовые значения частных показателей эффективности функционирования, которые характеризуют подсистемы систем безопасности.

Эффективное функционирование системы безопасности, по мнению некоторых авторов [25, 99, 106], невозможно без расчета относительного ущерба охраняемому объекту.

Введем понятие относительный ущерб, которое будем определять как отношение

$$U_j = \frac{Q_j}{Q_o}, \quad (2.17)$$

где:

U_j – относительный ущерб;

Q_j – потери, которые нанесены какой-либо угрозой;

Q_o – общие возможные потери.

Тогда относительный ущерб будет представлять собой нормированную величину с диапазоном значений от 0 до 1 и в этом случае, если $U_j \rightarrow 0$, то относительный ущерб незначительный, а если $U_j \rightarrow 1$, то относительный ущерб неприемлемый.

Для оценки реальных условных потерь может использоваться произведение

$$K = U_j \cdot P_y, \quad (2.18)$$

где:

U_j – возможный условный ущерб;

P_y – вероятность реализации угрозы за некоторый период времени;

K – реальные условные потери.

В таком контексте граница между «незначительностью» и «неприемлемостью» определяется с учетом условий каждой конкретной задачи.

Анализ содержания ГОСТ Р МЭК 61508-5-2012 позволил выделить несколько методов (количественных и качественных), которые возможно использовать для вычисления уровней полноты безопасности:

1. Качественный метод графа рисков. Данная методика широко используется для безопасности в секторе морского судоходства.

Упрощенное построение графа риска

$$R = \sum_{i=1}^M f_i C_i, \quad (2.19)$$

где:

R – риск, при отсутствии системы безопасности;

M – количество возможных опасных событий;

C_i – последствия каждого опасного события, которые должны быть связаны с безопасностью;

f_i – частота каждого опасного события без системы безопасности.

2. Полуколичественный метод анализа слоя защиты (АСЗ). Методика такова, что уполномоченному лицу необходимо определить допустимую тяжесть последствий для каждого слоя.

3. Матрица тяжести опасных событий. Данная методика может выступать в роли качественной, но в этом случае выбор критериев риска будет субъективен и потребуются доказательства.

Представленные численные методы не являются универсальными, именно поэтому уполномоченному лицу необходимо выбрать наиболее подходящий.

При выборе оптимального метода необходимо учесть следующие особенности:

1) рассчитанный остаточный риск должен удовлетворять критериям, указанным организацией-потребителем;

2) учет знаний и опыта наиболее компетентных работников (высококвалифицированных специалистов), вычисляющих уровень полноты безопасности, а также владеющих традиционными методами в данной предметной области;

3) возможность применения нескольких методов одновременно, так, один из подходов может использоваться для предварительной оценки с последующим применением более строгой методики;

4) выбор хотя бы одного из методов не дает гарантии, что будет достигнут пороговый уровень полноты безопасности.

В ГОСТ Р МЭК 61508-6-2012 для удобства анализа полноты безопасности представлено множество подходов, которые возможно разделить на несколько групп:

1) аналитические модели;

2) моделирование на основе метода Монте-Карло;

3) статические модели (включают в себя модели, которые описывают связи между элементарным и полным отказами системы);

4) динамические модели.

Связь между количеством составных частей изучаемой системы безопасности и размером предполагаемой модели определяется отношением. Так, для сетей Петри это отношение линейно, а для марковских процессов данное отношение экспоненциально. Поэтому при моделировании сложных систем безопасности довольно часто применяют именно сети Петри по сравнению с марковскими процессами.

В данном стандарте выполняется исследование двух марковских методов: упрощенной и общей, осуществляющих расчет графов Маркова.

Базовая формула марковских процессов представлена в следующем виде:

$$P_i(t + dt) - P_i(t) = \sum_{\forall k \neq i} P_k(t) \lambda_{ki} dt + P_i(t) \left(1 - \sum_{\forall k \neq i} \lambda_{ik} \right) dt, \quad (2.20)$$

где:

λ_{ki} – частота отказов (интенсивность переходов случайного процесса из состояния i в состояние k);

$P_i(t)$ – функция вероятностей состояний;

t и $(t + dt)$ – моменты времени.

Результат сводится к следующему дифференциальному уравнению:

$$d\bar{P}(t)/dt = P[M] \bar{P}(t). \quad (2.21)$$

Данное дифференциальное уравнение условно разрешимо:

$$\bar{P}(t) = e^{t[M]} \bar{P}(0), \quad (2.22)$$

где:

$\bar{P}(0)$ – вектор столбец начальных условий;

M – матрица Маркова.

Несмотря на существование большого количества качественных и количественных методов, некоторые из них не применимы на практике, в то же время существует возможность одновременного использования нескольких методов. Для оценки эффективности данных методов необходимо проводить вычислительные эксперименты.

На наш взгляд, перспективными являются направления, связанные с разработкой и модификацией количественных методов оценки эффективности функционирования систем безопасности.

Для оценки эффективности функционирования систем безопасности объектов органов внутренних дел целесообразно использовать детерминированные методы, так как в их основе лежат нормативные правовые акты.

Существующие детерминированные методы не позволяют принимать решения по повышению эффективности функционирования охраняемых объектов в случае близости значений интегральных показателей качества в условиях финансовых ограничений.

Повышение эффективности функционирования систем безопасности объектов органов внутренних дел в настоящее время является весьма актуальной задачей, для решения которой необходимо разработать универсальный численный метод, в котором для каждого объекта может выбираться свой набор признаков и также определяться уровень значимости выбранных признаков.

2.3. Системный подход к проведению исследования

Системный подход предполагает выявление и изучение внешнесистемных и внутрисистемных связей объекта исследования [3, 4, 91, 110, 136].

В системе безопасности объектов органов внутренних дел возникает необходимость организации такого функционирования ее элементов, чтобы обеспечить возможность в значительной степени самостоятельного выбора вариантов действий по достижению общих целей.

Следуя системному подходу, рассмотрим оценку эффективности функционирования систем безопасности как многоуровневую систему иерархий.

В деятельности различных служб и ведомств встречаются задачи, которые относятся к классу слабоструктурированных, именно они требуют дополнительного исследования, разработки дополнительных моделей и численных методов для того, чтобы учесть их сложность и неоднозначность.

При анализе слабоструктурированных альтернатив первые этапы, посвященные определению целей и задач обработки экспертной информации, формированию множества признаков, выделению согласованных групп экспертов, приобретают особую важность. Это связано с необходимостью образования множества коалиций экспертов (нескольких позиций высококвалифицированных специалистов), для которых возможно сформировать отдельные модели, характеризующие качество слабоструктурированной альтернативы.

Данные модели и соответствующие методы представлены *на микроуровне* задачи исследования.

В свою очередь, предметная область определяет условия и ограничения на использование предложенных численных методов и моделей. В работе решена задача анализа однородных с точки зрения близости показателей качества альтернатив.

Полученная в ходе исследования матрица различий взвешенных признаков позволила сформулировать несколько частных задач исследования, реализованных в разработке новых численных методов и моделей, которые нашли свое применение при анализе слабоструктурированных и однородных альтернатив. Данные модели и методы представлены *на мезоуровне* исследования.

На макроуровне предполагается проанализировать интегральные показатели качества и предложить пути повышения эффективности функционирования систем безопасности с учетом мнений в коалициях экспертов.

Таким образом, на основании проведенного анализа обоснованы уровни иерархии системы, а также описана ее внутренняя структура.

Использование системного подхода к изучению оценки эффективности функционирования систем безопасности объектов органов внутренних дел позволило определить показатели эффективности и условия, которые необходимо учитывать при их оценке.

2.4. Численный метод оценки слабоструктурированных альтернатив на начальных этапах экспертного оценивания

Метод проведения экспертизы, предложенный в работе [102], включает в себя несколько этапов, начальными из которых являются выбор цели и задач экспертизы (первый этап), а также процедура выбора и согласования группы экспертов (второй этап).

Реализация второго этапа осуществляется путем проведения экспертизы на основе тестовых данных.

Предлагается численный метод оценки слабоструктурированных альтернатив на начальных этапах экспертного оценивания, который позволит уменьшить вычислительную сложность за счет отсутствия необходимости попарного сравнения признаков и позволит получить вектор весовых коэффициентов относительной важности признаков нарушителей систем безопасности.

Использование упорядоченной шкалы рангов критериев на начальных этапах экспертизы позволяет избежать проведения трудоемкой процедуры парных сравнений альтернатив метода анализа иерархий.

Разработка численного метода оценки слабоструктурированных альтернатив на начальных этапах экспертного оценивания проводится в несколько этапов:

- 1) получение информации от высококвалифицированных специалистов;

2) анализ информации и формирование согласованной группы специалистов;

3) нормирование полученных результатов с использованием разработанной лингвистической шкалы;

4) построение вектора приоритетов признаков нарушителей систем безопасности.

Получение информации от высококвалифицированных специалистов.

Пусть N высококвалифицированным специалистам предложено ранжировать M признаков по уровню значимости по шкале от 1 до M баллов.

По результатам опроса формируем матрицу A размером $M \times N$:

$$A = \begin{pmatrix} x_{11} & x_{12} & x_{13} & \dots & x_{1N} \\ x_{21} & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & x_{ij} & \dots \\ x_{M1} & \dots & \dots & \dots & x_{MN} \end{pmatrix}, \quad (2.23)$$

где:

N – общее количество высококвалифицированных специалистов;

M – общее количество признаков нарушителя;

x_{ij} – оценка j -м специалистом i -ого признака.

Анализ информации и формирование согласованной группы специалистов.

На основе матрицы A построим корреляционную матрицу, анализ которой позволит исключить из рассмотрения несогласованных специалистов.

Каждый элемент матрицы корреляции $R(r_{xy})$ – это коэффициент парной линейной корреляции, который показывает тесноту и направление связи между переменными, указанными в соответствующих столбцах матрицы A .

Элементы главной диагонали корреляционной матрицы равны 1, так как каждый столбец во входном диапазоне полностью коррелирует сам с собой.

На основании значений элементов матрицы корреляции r_{xy} формулируются выводы о взаимосвязи мнений высококвалифицированных специалистов об исследуемой предметной области.

Полученная матрица R является квадратной матрицей порядка N , симметричной относительно главной диагонали:

$$r_{xy} = r_{yx}. \quad (2.24)$$

Составим вектор-столбец

$$\bar{X} = \begin{pmatrix} \bar{x}_1 \\ \bar{x}_2 \\ \dots \\ \bar{x}_M \end{pmatrix}, \quad (2.25)$$

элементы которого равны среднему значению оценки всеми специалистами i -ого признака:

$$\bar{x}_i = \frac{\sum_{j=1}^N x_{ij}}{N}. \quad (2.26)$$

Составим расширенную корреляционную матрицу R^* , добавив к матрице R строку $N+1$, элементы которой получаются при сравнении оценок, выставленных j специалистом, со значением элементов матрицы $\bar{X}$:

$$\bar{r}_j = \frac{\sum_{i=1}^M (a_{ij} - \bar{a}_j)(x_i - \bar{x})}{\sqrt{\sum_{i=1}^M (a_{ij} - \bar{a}_j)^2 \cdot \sum_{i=1}^M (x_i - \bar{x})^2}}, \quad (2.27)$$

$$\text{где } \bar{a}_j = \frac{\sum_{i=1}^M a_{ij}}{M}, \quad \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^M x_i}{M}.$$

Полученная расширенная корреляционная матрица R^* размером $(N+1) \times N$ будет иметь вид

$$R^* = \begin{pmatrix} 1 & r_{12} & \dots & r_{1N} \\ \dots & 1 & \dots & \dots \\ r_{N1} & r_{N2} & 1 & r_{NN} \\ \bar{r}_1 & \bar{r}_2 & \dots & 1 \end{pmatrix} \quad (2.28)$$

Полученные данные позволяют исключить несогласованных специалистов, для которых значение коэффициента корреляции меньше заданного значения: $\bar{r}_i < r_{min}$.

Величина r_{min} может быть выбрана с учетом принятой интерпретации коэффициентов корреляции:

$0 < |r| \leq 0,2$ – связь отсутствует;

$0,2 < |r| \leq 0,4$ – слабая связь;

$0,4 < |r| \leq 0,7$ – средняя связь;

$0,7 < |r| \leq 1$ – сильная связь;

$r < 0$ – связь обратная;

$r > 0$ – связь прямая.

Для оставшихся экспертов вновь составим вектор-столбец $\bar{X}$.

Расширенная корреляционная матрица – результат вычисления корреляций одного типа для каждой пары из множества переменных, измеренных в количественной шкале на одной выборке, позволяет оценить согласованность мнений всех специалистов в целом по всему множеству ранжируемых альтернатив.

В качестве меры значимости каждого специалиста можно использовать силу корреляционной связи между выставленными им оценками и средним значениями признака. Данное значение может использоваться в виде коэффициента, отражающего компетентность специалиста.

На основе расширенной корреляционной матрицы может быть проведен детальный анализ однородности группы специалистов и разбиение ее на согласованные коалиции.

Нормирование полученных результатов бальной оценки с использованием разработанной лингвистической шкалы.

В основе решения многокритериальных задач лежит ранжирование частных признаков [12, 74, 133, 151, 155, 162].

Значимость (ранги) частных признаков определяются на основе их попарного сравнения с помощью шкалы лингвистических оценок [80, 132].

Для проведения субъективных парных сравнений Т. Саати [143] разработана шкала относительной важности, которая предоставляет специалисту возможность соотнести степеням предпочтения одного сравниваемого объекта перед другим определенные числа.

В соответствии с методом анализа иерархий рекомендуемая лингвистическая шкала состоит из девяти градаций оценок относительной важности, представленных в таблице 2.1.

Результатом применения разрабатываемого численного метода является вектор коэффициентов относительной важности (вектор приоритетов) признаков.

Таблица 2.1

Лингвистическая шкала относительной важности Т. Саати

№ п/п	Степень предпочтения одного сравниваемого объекта перед другим	Численное значение
1	Выбранный частный критерий строго эквивалентен другому	1
2	Выбранный частный критерий слабо предпочтительнее	3
3	Выбранный частный критерий несколько предпочтительнее	5
4	Выбранный частный критерий значительно предпочтительнее	7
5	Выбранный частный критерий строго предпочтительнее	9

Коэффициент относительной важности i -ого признака

$$v_i = 1 - \frac{\bar{x}_i - \bar{x}_{\min}}{\bar{x}_{\max} - \bar{x}_{\min}}, \quad (2.29)$$

где:

 $\bar{x}_i$ – среднее значение i признака (элементы матрицы $\bar{X}$); $\bar{x}_{\max}$ – максимальное среднее значение признаков ($\bar{x}_{\max} = \max\{\bar{x}_i\}$);
 $1 \leq i \leq M$ $\bar{x}_{\min}$ – минимальное среднее значение признаков ($\bar{x}_{\min} = \min\{\bar{x}_i\}$).
 $1 \leq i \leq M$

Рассмотрим вектор $V = (v_1 \ v_2 \ \dots \ v_M)$, где $0 \leq v_i \leq 1$. Сопоставим каждому элементу вектора V значение значимости признака w_i в соответствии с лингвистической шкалой Т. Саати (таблица 2.2).

Таблица 2.2

Соответствие значения коэффициента относительной важности значимости признака

Значимость, w_i	Определение по шкале Т. Саати	Коэффициент относительной важности, v_i
1	Одинаковая значимость	(0,89; 1]
2	Промежуточное значение	(0,78; 0,89]
3	Слабая значимость	(0,67; 0,78]
4	Промежуточное значение	(0,56; 0,67]
5	Сильная значимость	(0,45; 0,56]
6	Промежуточное значение	(0,34; 0,45]
7	Очень сильная значимость	(0,23; 0,34]
8	Промежуточное значение	(0,12; 0,23]
9	Абсолютная значимость	[0; 0,12]

Рассмотрим вектор $W = (w_1 \ w_2 \ \dots \ w_M)$, элементы которого упорядочены по возрастанию.

По рассчитанным значениям элементов w_i составим матрицу парных сравнений относительной значимости признаков [29, 41].

Данная матрица обладает свойством обратной симметрии, а также свойством однородности, то есть логической согласованностью всех оценок между собой.

$$W = \begin{pmatrix} 1 & w_2/w_1 & w_3/w_1 & \dots & w_M/w_1 \\ w_1/w_2 & 1 & w_3/w_2 & \dots & w_M/w_2 \\ w_1/w_3 & w_2/w_3 & 1 & \dots & w_M/w_3 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ w_1/w_M & w_2/w_M & w_3/w_M & \dots & 1 \end{pmatrix}. \quad (2.30)$$

Сформированная матрица парных сравнений содержит сведения об оценках высококвалифицированных специалистов.

Построение вектора приоритетов.

Вектор коэффициентов относительной важности признаков (вектор приоритетов), предложенный в работе [102], имеет вид:

$$I = (\gamma_1, \gamma_2, \dots, \gamma_M), \quad (2.31)$$

где $\gamma_1, \gamma_2, \dots, \gamma_M$ – элементы собственного вектора матрицы W .

В работе [143] предложена нормировка элементов собственного вектора делением на сумму его элементов:

$$\hat{I} = (\hat{\gamma}_1, \hat{\gamma}_2, \dots, \hat{\gamma}_M), \quad (2.32)$$

где

$$\hat{\gamma}_i = \frac{\gamma_i}{\sum_{i=1}^M \gamma_i}. \quad (2.33)$$

Нормирование обеспечивает соотношение $\sum \gamma_i = 1$.

С точки зрения функционального анализа такая норма соответствует пространству R_1^m .

Модель, позволяющая получить численное значение показателя потенциала нарушителя, имеет следующий вид [52, 67]:

$$J = \sum_{i=1}^M \gamma_i \cdot \hat{x}_i. \quad (2.34)$$

Построение обобщенного показателя позволит устранить трудности интерпретации полученных результатов.

Предлагаемый интегральный показатель зависит от значимости, определяемой весовыми коэффициентами, сумма которых должна равняться единице [2].

Веса определяются на основе метода анализа иерархий путем поиска собственных значений и собственных векторов матрицы парных сравнений, составленной высококвалифицированными специалистами.

Для выбора предпочтений одного показателя перед другим специалисты используют лингвистический подход.

По полученным значениям интегральных показателей для основной и альтернативной коалиций возможно определить их расхождение:

$$\varepsilon = \frac{|J_{OK} - J_{AK}|}{J_{OK}}. \quad (2.35)$$

Будем учитывать мнение альтернативной коалиции специалистов лишь в том случае, если полученные значения признаков различаются более чем на 5% ($\varepsilon \geq 0,05$).

Применительно к рассматриваемой предметной области можно сделать следующие выводы:

1) учитывать интегральные показатели, полученные для альтернативных коалиций, целесообразно, если отличие от показателя для основной коалиции составляет более 5%;

2) при значениях интегральных показателей по основной и альтернативной коалициям, начиная с некоторой величины J_{cp} , результаты становятся слаборазличимыми, при значениях, меньших J_{cp} , результаты отличаются более чем на 5%;

3) экспериментально установлено значение $J_{cp} = 0,55$:

$$\begin{cases} J < 0,55 \Rightarrow J_{ок} + J_{ак}; \\ J > 0,55 \Rightarrow J_{ок}. \end{cases} \quad (2.36)$$

Проведенные эксперименты доказали устойчивость данного метода к исходным данным (к экспертной информации).

Разработанный численный метод оценки слабоструктурированных альтернатив на начальных этапах экспертного оценивания позволил осуществить следующее:

- 1) на реальных данных оценить специалистов на согласованность, то есть выделить согласованные коалиции;
- 2) получить модель потенциала нарушителей систем безопасности, которая не требует длительных процедур метода анализа иерархий;
- 3) оценить, насколько сформированная кластеризация соответствует реальным объектам;
- 4) оценить правильность разбиения признаков на классы;
- 5) оценить сформированное множество признаков.

2.5. Обоснование критерия корректности исходных данных при моделировании слабоструктурированных альтернатив

При анализе слабоструктурированных альтернатив [61, 62, 67] первые этапы, посвященные определению целей и задач экспертизы, формированию множества признаков, формированию согласованных групп экспертов, приобретают особую важность.

Для того чтобы приступить к процедурам первоначальной оценки альтернатив с использованием метода анализа иерархий, необходимо предложить критерий, который позволит оценить корректность исходных данных при моделировании оценки эффективности слабоструктурированных альтернатив.

Прежде чем приступить к классической процедуре метода анализа иерархий, предложенной Т. Саати [143], необходимо подобрать согласованную экспертную группу с использованием информации исследуемой предметной области.

Рассмотрим обоснование критерия корректности исходных данных при моделировании оценки эффективности слабоструктурированных альтернатив.

1. *Формирование множества признаков и подмножеств на его основе.* Основной проблемой оценивания и интерпретации слабоструктурированных альтернатив является огромный объем нецелевой информации, получаемой в различных нормативных правовых актах и научных исследованиях.

Данная проблема может быть решена путем уменьшения размерности признакового пространства, но таким образом, чтобы ключевые характеристики, необходимые для описания, появились в той форме, в которой они необходимы исследователю.

Рассмотрим набор признаков, относящихся к слабоструктурированной альтернативе $X = \{x_1, \dots, x_n\}$, где $x_i \in R^d$ и кластеризацию, которая разделяет множество X на два подмножества $A_i = \{a_1, \dots, a_m\}$ и $B_j = \{b_1, \dots, b_k\}$, такую, что $A_i \cap B_j = \emptyset$, то есть каждый кластер будет представлять собой множество точек $A_i \in X$ и $B_j \in X$.

Подмножество A – общие признаки, относящиеся ко всем объектам рассматриваемой предметной области.

Подмножество B – отличительные признаки, которые будут описывать уникальность того или иного кластера альтернатив.

2. Формирование кластеров признаков.

Сформируем множества для осуществления процедуры кластеризации.

Подмножество $B_j = \{b_1, \dots, b_k\}$ делим на кластеры C_f , где $f=1, 2, \dots, F$ и F – это количество кластеров.

3. Формирование матрицы $C_{k \times f}^*$.

Сформируем матрицу $C_{k \times f}^*$, у которой C_{jf} принимает значения 1 и 0, где значение $C_{jf} = 1$, если критерий имеет отношение к альтернативе или принимает не нулевые значения (каждому столбцу будет соответствовать свой кластер объектов) и $C_{jf} = 0$ в другом случае.

4. Нахождение расстояния Хэмминга в матрице $C_{k \times f}^*$.

Используя критерий Хэмминга, рассчитываем расстояние между сформированными вектор-столбцами.

5. Объединение кластеров с целью сокращения их количества и снижения вычислительной сложности задачи.

Введем критерий $L_{x,y}$, который определяет отношение расстояния к общему числу признаков. В задаче повышения эффективности функционирования систем безопасности объектов органов внутренних дел будем использовать коэффициент равный 0,2.

$$L_{x,y} = \frac{d(x,y)}{M}, \quad (2.37)$$

где:

$d(x,y)$ – расстояние Хэмминга между сформированными вектор-столбцами матрицы $C_{k \times j}^*$,

M – общее количество признаков.

6. *Ранжирование признаков в каждом из кластеров.*

Пусть N экспертам предложено ранжировать M признаков по уровню значимости по шкале от 1 до M баллов. По результатам опроса экспертов формируем матрицу A .

7. *Нахождение среднего значения.*

8. *Формирование расширенной корреляционной матрицы.*

На основе матрицы A построим корреляционную матрицу, анализ которой позволит исключить из рассмотрения экспертов, не являющихся согласованными. Каждый элемент матрицы корреляции R , элементы которой являются парными коэффициентами корреляции r_{xy} , которые показывает тесноту и направление связи между переменными, указанными в соответствующих столбцах матрицы A .

Элементы главной диагонали корреляционной матрицы равны 1, так как каждый столбец во входном диапазоне (матрица A) полностью коррелирует сам с собой. На основании значений элементов матрицы корреляции r_{xy} формулируются выводы о взаимосвязи мнений экспертов об исследуемой предметной области. Полученная матрица R является квадратной матрицей порядка N , симметричной относительно главной диагонали:

$$r_{xy} = r_{yx}. \quad (2.38)$$

Ранжируем значения последней строки расширенной корреляционной матрицы и сформируем вектор-строку $(\bar{r}_j^*)$.

9. *Расчет критерия качества исходных данных и согласованности экспертной группы.*

Для наглядного представления результатов экспертного опроса предложим математическую модель, отражающую функциональную взаимосвязь нормированного порядкового номера эксперта от ранжированных значений коэффициентов корреляции последней строки расширенной корреляционной матрицы. Нормированный порядковый номер эксперта:

$$k_j = \frac{j}{N}, \quad (2.39)$$

где:

N – общее количество экспертов;

j – порядковый номер эксперта.

Для наглядного представления оценки покажем тестовую вектор-строку $(\bar{r}_j^*)$ в таблице (табл. 2.3):

Таблица 2.3

Значения нормированного порядкового номера эксперта k_j от ранжированных значений коэффициентов корреляции $\bar{r}^*$, ($k_j = f(\bar{r}^*)$)

$\bar{r}_i^*$	-0,8	0,2	0,4	0,8
$(k_j = f(\bar{r}^*))$	0,25	0,5	0,75	1

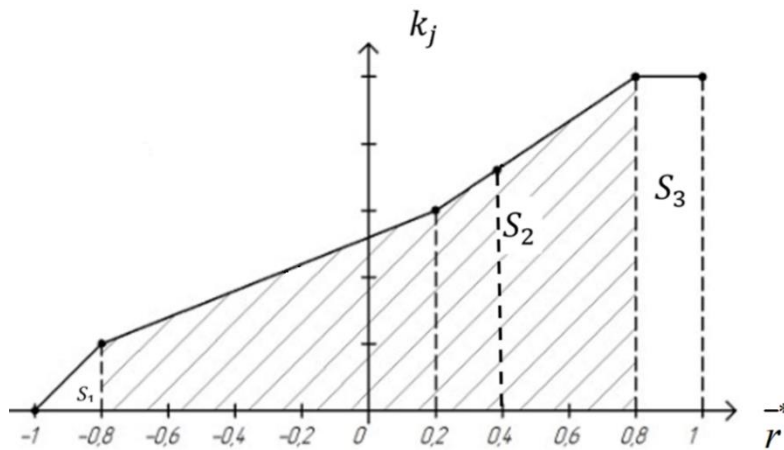


Рисунок 2.3 – Общий вид функциональной взаимосвязи нормированного порядкового номера эксперта от ранжированных значений коэффициентов корреляции

Рассчитаем интеграл

$$S = \int_{-1}^1 f(\bar{r}^*) d\bar{r}^* = S_1 + S_2 + S_3, \quad (2.40)$$

где

$$S_1 = \frac{1}{2N} \left| -1 - \bar{r}_1^* \right|, \quad (2.41)$$

$$S_2 = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^{N-1} \left(\frac{2i+1}{N} \right) \left| \bar{r}_{i+1}^* - \bar{r}_i^* \right|, \quad (2.42)$$

$$S_3 = 1 - \bar{r}_N^*. \quad (2.43)$$

Тогда

$$S = \frac{1}{2N} \left| -1 - \bar{r}_1^* \right| + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^{N-1} \left(\frac{2i+1}{N} \right) \left| \bar{r}_{i+1}^* - \bar{r}_i^* \right| + 1 - \bar{r}_N^* . \quad (2.44)$$

По данным таблицы 2.4: $S = 1,075$. Введем критерий корректности исходных данных: если $S > 0,7$, то требуется повторное формирование пространства признаков и/или подбор новой экспертной группы.

Если $S < 0,7$, то исходные данные могут быть использованы для проведения оценивания слабоструктурированных альтернатив методом анализа иерархий. Если признаем, что кластеризация неудовлетворительна, то возвращаемся к первому шагу. Таким образом, если $S \rightarrow \max$; $W \rightarrow 0$, где W – значение коэффициента конкордации Кендалла.

10. Моделирование показателя качества.

Модель, позволяющая получить численное значение показателя качества, имеет следующий вид [52, 67]:

$$J = \sum_{i=1}^M \gamma_i \cdot \hat{x}_i, \quad (2.45)$$

где:

$\hat{x}_i$ – нормированные значения признаков ($\hat{x}_i = \frac{\bar{x}_i - \bar{x}_{\min}}{\bar{x}_{\max} - \bar{x}_{\min}}$);

γ_i – вектор коэффициентов относительной важности признаков (вектор приоритетов).

11. Проверка адекватности модели на реальных объектах для определения транзитивности суждений о качестве альтернатив.

В рамках обоснования критерия корректности исходных данных при моделировании оценки эффективности слабоструктурированных альтернатив были решены следующие частные задачи:

- 1) формирование множества признаков и различных кластеров альтернатив;
- 2) формирование согласованной экспертной группы;
- 3) проверка полноты и качества множества признаков, а также согласованности экспертов.

2.6. Численный метод принятия решений для однородных с точки зрения близости интегральных показателей качества альтернатив на основе матрицы различий взвешенных признаков

Тесная взаимосвязь терминов «однородность» и «кластеризация» является бесспорной и очевидной даже на интуитивном уровне [101].

Если обе дефиниции этих понятий объединить в одну, то кластеризацию можно охарактеризовать как разделение множества объектов на однородные группы, называемые кластерами [26, 38, 42, 44].

Тогда под однородностью имеется в виду присутствие у объекта одной группы тождественных признаков или свойств, которые указывают на сходство данных объектов и являются основанием для отнесения этих объектов к одной группе.

Понятие однородности является краеугольным для многих областей математики, в частности для прикладной статистики, так как статистические данные обрабатываются только в однородных группах.

Условие однородности множества объектов не сводится только к определению наблюдаемого объекта, так как любое реальное множество объектов представляет собой систему дифференцированных элементов, в связи с чем проблема разделения исходного множества изучаемых объектов на однородные группы является первостепенной при анализе систем любой отрасли науки [84, 102, 134].

В практической деятельности постоянно приходится сталкиваться с ситуацией, когда необходимо оценить ряд объектов, которые по своим характеристикам фактически не отличаются друг от друга, кроме того, при оценке этой совокупности объектов экспертами в ней действительно могут состоять объекты, уровень качества которых соразмерен, и такие объекты называют однородными [84, 102, 134].

Как правило, метод кластеризации предполагает использование как качественных, так и количественных признаков в описании исходного множества объектов. Считается нерациональным различать методы выделения количественно и качественно однородных групп.

В рамках формирования однородных групп объектов рассмотрим ограниченную группу объектов, которые по своим отличительным признакам фактически не отличаются друг от друга (именно их можно и нужно сравнивать между собой).

Их дальнейшая кластеризация позволит определить список требований к такого рода объектам для более детального изучения их свойств.

Подробное исследование по решению проблемы выделения однородных групп объектов проведено И. Д. Манделем [101].

Идея объединения кластеризации и других математических методов, в частности метода анализа иерархий, рассмотрена в работах А. В. Мельникова [102], П. В. Орехова [125], А. Н. Мироненко [105] и Д. Ю. Калкова [81].

В работе [6] в сфере систем безопасности, и в частности в работах [52, 67], был представлен численный метод по получению вектора приоритетов критериев и дальнейшее получение значений интегральных показателей качества для различных альтернатив.

А. В. Мельниковым [102] предложен единый кластерно-иерархический подход к решению задач экспертизы и кластерного анализа, сочетающий достоинства ряда эффективных методов анализа. При решении задач экспертизы кластеризация исследуемых объектов осуществляется многократно. Уточнение целей экспертизы осуществляется методом анализа иерархий. Применительно к проблеме кластеризации предложена многоуровневая процедура обработки характеристических векторов объектов.

В работе П. В. Орехова в качестве предмета исследования выступают аварийные места проезжей части. Произведена кластеризация данных мест по территориальности, рассчитаны их весовые коэффициенты. Используются контрастные точки прямоугольной области и произвольные радиусы.

В своей работе А. Н. Мироненко использует алгоритм кластеризации FOREL совместно с методом анализа иерархий. Перед субъектом ставится задача выбора критериев с различными альтернативами. Для каждого критерия указывается важность, на основе чего вычисляются относительные веса. При использовании полученных весовых коэффициентов, как координаты – получены точки в n мерном пространстве. В данной работе проведен вычислительный эксперимент, позволяющий проверить возможность объединения МАИ и кластерного анализа.

Д. Ю. Калков в работе осуществляет объединение однородных объектов охраны в группы с использованием кластерно-иерархического подхода. В качестве групп выступают категории объектов охраны, определяемые НИЦ «Охрана» Росгвардии. В работе используется лингвистическая шкала от 0 до 9, а также производится вычисление векторов приоритетов.

Модель оценки важности объектов методом Т. Саати позволяет построить последовательность групп объектов охраны по убыванию значимости.

К сожалению, в данных работах не были представлены все возможности применения синтеза кластеризации и метода анализа иерархий. В отличие от предыдущих работ – уникальность разрабатываемого численного метода заключается в том, что радиус кластера и его центр являются произвольными (зависят от рассматриваемых объектов), а также целиком и полностью зависят от полученных оценок (центр кластера зависит от распределения, радиус кластера зависит от полученных результатов).

Универсальность разрабатываемого численного метода заключается в том, что его можно применить в различных предметных областях.

Использование метода анализа иерархий вместе с методом кластерного анализа для оценки однородных групп объектов охраны можно условно разделить на несколько этапов.

1. Получение матрицы значений признаков альтернатив.

Пусть $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ множество объектов, каждый из которых характеризуется признаками так, что каждый объект рассматривается как точка в m -мерном признаковом пространстве.

Таким образом, столбец этой матрицы полностью характеризует объект и будет интерпретироваться как точка в m -мерном признаковом пространстве.

Результатом ранжирования строк матрицы X по значимости признаков является матрица X^* .

Модель по оценке антитеррористической защищенности объектов органов внутренних дел примет следующий вид [96]:

$$J = \frac{1}{\sum_i G_{ep,i}} \left[G_{ep,1} \frac{\sum_j V_{j,инж} \hat{x}_j}{\sum_j V_{j,инж}} + G_{ep,2} \frac{\sum_l W_{l,мех} \hat{x}_l}{\sum_l W_{l,мех}} + G_{ep,3} \frac{\sum_f U_{f,орг} \hat{x}_f}{\sum_f U_{f,орг}} \right], \quad (2.46)$$

где:

$\hat{x}_j, \hat{x}_l, \hat{x}_f$ – нормированные оценки признаков количественных, качественных и бинарных соответственно;

$V_{j,инж}, W_{l,мех}, U_{f,орг}$ – парциальные весовые коэффициенты признаков в каждой группе;

$G_{ep,1}, G_{ep,2}, G_{ep,3}$ – весовые коэффициенты групп признаков.

Данная модель делает возможным получение численного значения показателя качества антитеррористической защищенности.

Диапазон значений однородных альтернатив будем определять из уравнений [96]:

$$\varepsilon = \frac{J_x - J_{\min}}{J_x} = 0,05; \quad J_x - J_{\min} = 0,05 J_x; \quad 0,95 J_x = J_{\min}. \quad (2.47)$$

Для анализа альтернатив, уровень качества которых одинаков, используем численный метод кластеризации однородных альтернатив.

В работе [100] предложен метод разделения экспертов на согласованные группы с использованием отношения дисперсий между ошибками в оценивании относительно средних значений.

В основе данного метода лежит процедура проверки статистических гипотез, описанная в работах различных авторов [10, 14, 39, 82, 86, 87, 148].

Так, метод Гольдфельда – Квандта [156] предполагает упорядочивание данных по переменной, относительно которой есть предположение о гетероскедастичности остатков. Осуществим разбиение данных на части и сравнение суммы остатков первых и последних наблюдений.

2. Сформируем ранжированную матрицу L различий признаков и исследуем значимые признаки и интегральные показатели выбранных альтернатив.

$$L = \begin{pmatrix} \Delta_{11} & \Delta_{12} & \Delta_{13} & \dots & \Delta_{1N} \\ \Delta_{21} & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \Delta_{ij} & \dots \\ \Delta_{M1} & \dots & \dots & \dots & \Delta_{MN} \end{pmatrix}, \quad (2.48)$$

где Δ_{ij} – разность значений рангов оценок экспертов (x_{ij}) и рангов, полученных по средним значениям $\bar{x}_i$.

3. Составим вектор-строку P , значения элементов которой можно получить на основе матрицы L^ .*

$$p_j = \sum_{i=1}^{\frac{M}{2}} \Delta_{ij}^2 / \sum_{i=\frac{M}{2}+1}^M \Delta_{ij}^2, \text{ при } \sum_{i=\frac{M}{2}+1}^M \Delta_{ij}^2 \neq 0. \quad (2.49)$$

Здесь P^* – вектор-строка ранжированных значений p_j (от больших к меньшим значениям).

Тогда X^{**} будет являться матрица, в которой столбцы матрицы X^* ранжированы относительно вектор-строки P^* .

Для каждого из рассмотренных однородных объектов получены интегральные показатели качества, которые позволяют оценить антитеррористическую защищенность объекта ОВД на основе его отличительных признаков.

Несмотря на то, что интегральные показатели однородных объектов являются приблизительно равными, часть объектов по значимым признакам имеет низкий показатель, поэтому данной категории объектов целесообразно проанализировать отклонения признаков с учетом значимости критериев.

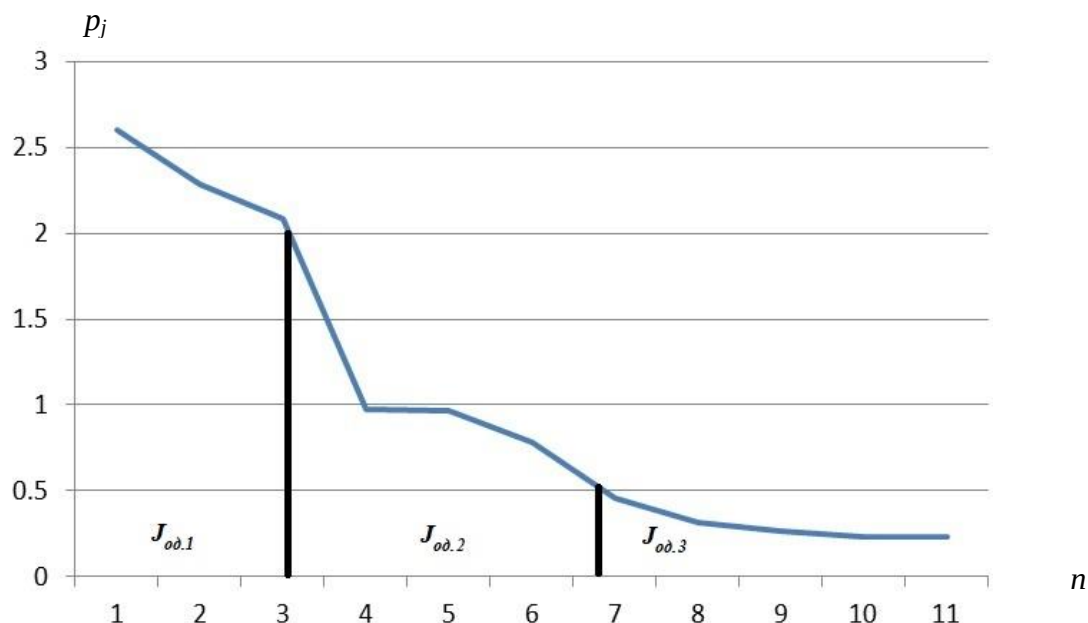


Рисунок 2.4 – Распределение численного значения элементов вектора-строки P_j для однородных альтернатив систем антитеррористической защищенности объектов ОВД

На рисунке представлен график зависимости численного значения элементов вектора-строки P_j , соответствующего номеру объекта ОВД, и результаты разбиения однородных альтернатив на несколько кластеров (в нашем случае на 3):

1) однородные объекты с отклоняющимися значимыми признаками $J_{од.1}$ (объекты № 1 – № 3);

2) однородные объекты с равномерным отклонением признаков $J_{од,2}$ (объекты № 4 – № 6);

3) однородные объекты с отклоняющимися менее значимыми признаками $J_{од,3}$ (объекты № 7 – № 11).

На рисунке 2.5 представлен алгоритм поиска и кластеризации однородных объектов.

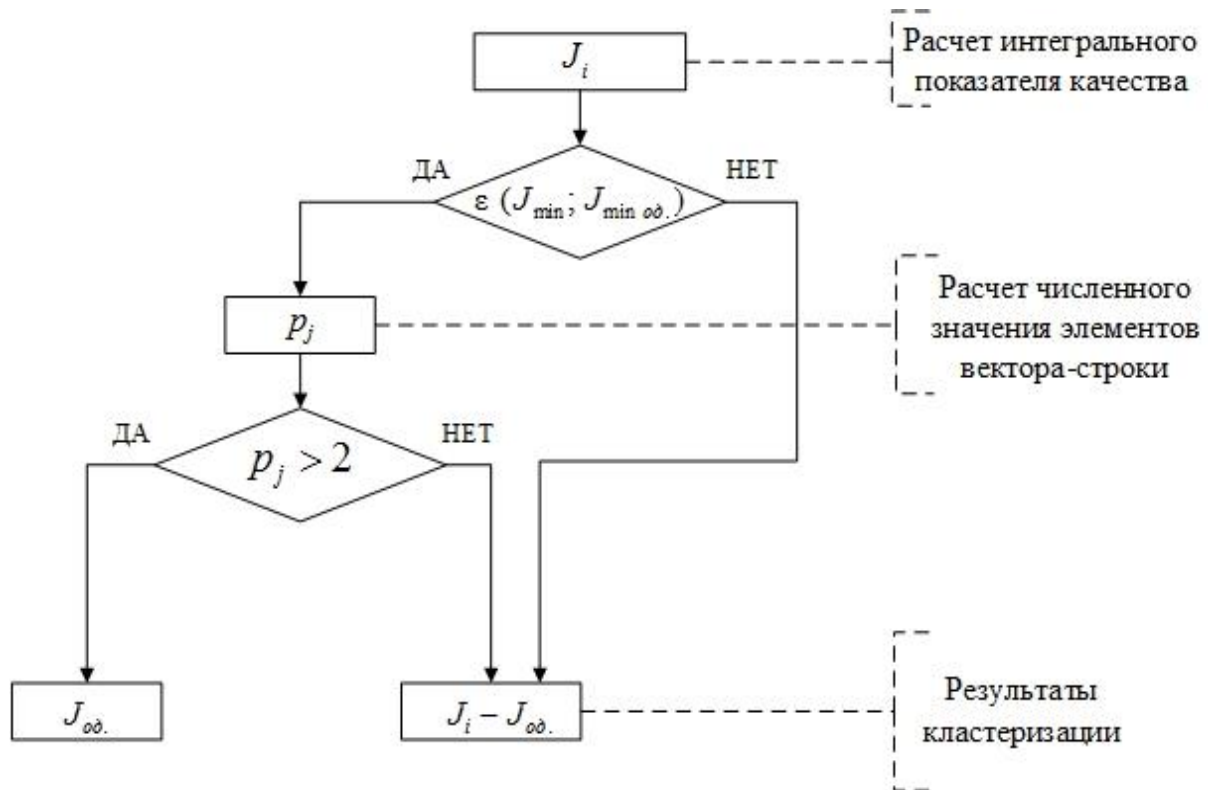


Рисунок 2.5 – Алгоритм кластеризации однородных альтернатив

При анализе однородных альтернатив будем выбирать значение критериев, существенно отличающиеся в худшую сторону от средних значений по выбранному кластеру $J_{од,1}$.

$$f(n_{ij}) = f(\bar{x}_{ij} - \Delta_{ij})^2. \quad (2.50)$$

Тогда выбор критерия (признака) осуществляется после сравнения с вектор строкой средних значений признаков:

$$\bar{X}_j = \frac{\sum_{i=1}^N x_{ij}}{N}, \text{ при условии } x_{ij} < \bar{x}_j, \quad (2.51)$$

где:

$\bar{X}_{ij}$ – среднее значение по i признаку для всех j объектов;

$\sum_{i=1}^N x_{ij}$ – сумма оценок по i признаку j объектов;

N – общее количество объектов.

4. *Осуществим кластеризацию на основе суммы отклонения взвешенных признаков и определим объекты, требующие усиления показателей защищенности.*

Большое количество идентичных объектов охраны не предполагает распределения достаточных бюджетных средств по всем объектам ввиду ограниченности целевого финансирования, именно поэтому существует необходимость акцентирования бюджетных средств именно на те охраняемые объекты, которым целевое финансирование необходимо в первую очередь, исходя из оценки их уровня антитеррористической защищенности.

Данный численный метод с использованием кластерно-иерархического подхода позволяет выбрать охраняемые объекты, у которых количественное изменение признака приведет к качественному увеличению значений интегральных показателей по всему множеству объектов.

В данном исследовании не отражена вся специфика изучаемого вопроса, поэтому требуется провести серию дополнительных вычислительных экспериментов [53, 55, 68, 70, 75].

2.7. Модель и численный метод многокритериальной оценки эффективности функционирования систем безопасности объектов органов внутренних дел различных категорий важности

В работах [52, 57] был представлен численный метод по получению вектора приоритетов критериев и дальнейший расчет значений интегральных показателей качества для различных объектов, в том числе для объектов органов внутренних дел.

Рассмотрим разработку численного метода многокритериальной оценки эффективности функционирования систем безопасности объектов органов внутренних дел различных категорий важности, условно разделив ее на несколько этапов.

Этапы численного метода многокритериальной оценки эффективности функционирования систем безопасности объектов органов внутренних дел различных категорий важности представлены на рисунке 2.6.

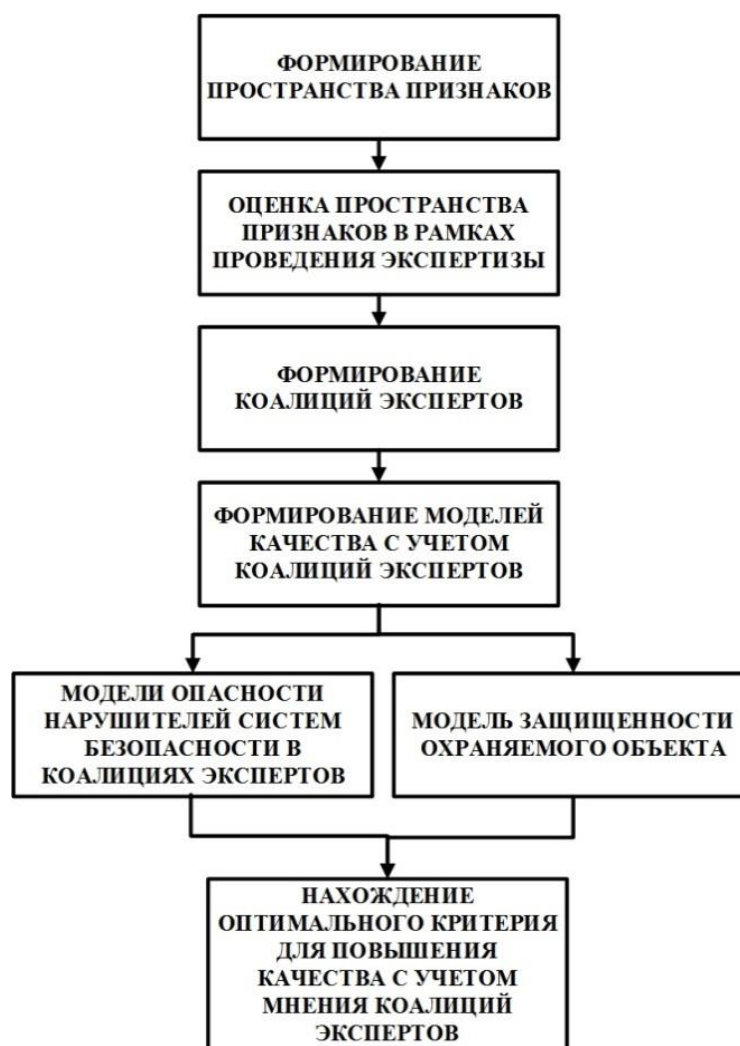


Рисунок 2.6 – Этапы численного метода многокритериальной оценки эффективности функционирования систем безопасности объектов органов внутренних дел различных категорий важности

Осуществим описание каждого из этапов.

1. Формирование пространства признаков.

В работе [47] автор рассматривает задачу выявления наиболее информативных признаков нарушителя систем безопасности, наличие которых повышает вероятность его отнесения к определенному классу.

Некоторые из признаков носят количественный характер и могут быть выражены числом: объем финансового обеспечения, численность и т. д. Другие признаки (качественные) не могут быть выражены количественно и носят оценочный характер: квалификация, мотив действия и т. д.

2. Оценка пространства признаков в рамках проведения экспертизы.

Проблемы использования оценок специалистов рассматривались в работах следующих авторов [43, 98].

Существуют различные способы получения оценок от специалистов с использованием разных шкал оценок, выбор которых во многом зависит от того, в какой проблемной области проводится оценивание и какой математический аппарат планируется использовать для обработки оценок. Более привычными для специалиста и, следовательно, более надежными являются оценки качественного характера.

3. Формирование коалиций специалистов.

В работе [102] была предложена процедура экспертизы, состоящая из 14 этапов, основой для которой стал кластерно-иерархический подход. Было предложено многократно использовать процедуру кластеризации и метод анализа иерархий на разных этапах экспертизы.

В ходе исследования [61] установлено, что оценка слабоструктурированных альтернатив приводит к необходимости учета различных мнений высококвалифицированных специалистов.

Это привело к необходимости исследования и разработке методов формирования коалиций в условиях использования кластерно-иерархического подхода.

В работах Е. А. Буркова [19] и К. Е. Волковицкого [22] рассматривались вопросы формирования коалиций специалистов.

Е. А. Бурковым предложено формирование коалиций экспертов на основе методов математической статистики.

К. Е. Волковицкий утверждает, что коалиции образуются специалистами, которые либо полностью разделяют какую-либо точку зрения, либо полностью ее отрицают.

В его исследованиях [22] группа специалистов разделилась на несколько коалиций, противоречащих друг другу.

Однако не учитывалась специфика объекта исследования, которая может влиять на необходимость использования коалиций.

В работе [158] при использовании отношения дисперсий между ошибками в оценивании относительно средних значений осуществляется разделение экспертов на коалиции, что позволяет в ходе единственного опроса специалистов выполнить процедуру формирования высокосогласованных групп.

На основе сформированных коалиций будут разработаны соответствующие модели, по которым необходимо проводить дополнительные исследования.

4. Формирование моделей качества с учетом коалиций специалистов.

В работах [104, 135] предложены различные формы показателя качества. Представим модели в упрощенном виде с нормированными весовыми коэффициентами и значениями критериев:

$$J_k = \hat{V}_{1k} \cdot \hat{G}_{1k} \cdot \hat{x}_1 + \dots \hat{V}_{ik} \cdot \hat{G}_{ik} \cdot \hat{x}_i \dots + \hat{V}_{Mk} \cdot \hat{G}_{Mk} \cdot \hat{x}_M \quad (2.52)$$

Предлагаемый интегральный показатель зависит от значимости, определяемой весовыми коэффициентами, сумма которых должна равняться единице.

Сформируем систему интегральных показателей качества в коалициях специалистов

$$\begin{cases} J_{OK} = \hat{V}_{1, OK} \cdot \hat{G}_{1, OK} \cdot \hat{x}_1 + \dots \hat{V}_{i, OK} \cdot \hat{G}_{i, OK} \cdot \hat{x}_i \dots + \hat{V}_{M, OK} \cdot \hat{G}_{M, OK} \cdot \hat{x}_M; \\ J_{AK_1} = \hat{V}_{1, AK_1} \cdot \hat{G}_{1, AK_1} \cdot \hat{x}_1 + \dots \hat{V}_{i, AK_1} \cdot \hat{G}_{i, AK_1} \cdot \hat{x}_i \dots + \hat{V}_{M, AK_1} \cdot \hat{G}_{M, AK_1} \cdot \hat{x}_M; \\ : \\ J_{AK_k} = \hat{V}_{1, AK_k} \cdot \hat{G}_{1, AK_k} \cdot \hat{x}_1 + \dots \hat{V}_{i, AK_k} \cdot \hat{G}_{i, AK_k} \cdot \hat{x}_i \dots + \hat{V}_{M, AK_k} \cdot \hat{G}_{M, AK_k} \cdot \hat{x}_M, \end{cases} \quad (2.53)$$

где:

k – порядковый номер коалиции;

J_i – интегральный показатель качества;

V_i – весовой коэффициент признака;

$\hat{V}_i$ – нормированный весовой коэффициент признака;

V_{11} – весовой коэффициент первого признака в первой коалиции;

V_{ik} – весовой коэффициент i -ого признака в k -ой коалиции;

V_{Mk} – весовой коэффициент крайнего признака в крайней коалиции;

G_i – весовой коэффициент группы признаков;

$\hat{x}_i$ – нормированное значение признака;

$\hat{G}_i$ – нормированный весовой коэффициент группы признаков.

5. *Нахождение оптимального критерия для повышения качества с учетом мнения коалиций специалистов.*

Рассмотрим критерии, применяемые к коалициям специалистов для повышения эффективности функционирования систем безопасности объектов ОВД.

1. Максиминный критерий Вальда (критерий пессимиста).

В качестве оптимальной выбирается та стратегия, при которой минимальный выигрыш максимален, т. е.

$$\max_i \min_j \Delta J_{ij}. \quad (2.54)$$

Критерий является пессимистическим, поскольку считается, что природа будет действовать наихудшим образом для человека.

2. Критерий максимума (критерий оптимиста).

В качестве оптимальной выбирается та стратегия, при которой максимальный выигрыш максимален, т. е.

$$\max_j \max_i \Delta J_{ij}. \quad (2.55)$$

Критерий является оптимистическим, считается, что природа будет наиболее благоприятна для человека.

3. Критерий Сэвиджа (критерий сожалеющего пессимиста).

В качестве оптимальной выбирается та стратегия, при которой минимален максимальный риск, т. е.

$$\min_i \{ \max_j r_{ij} \}. \quad (2.56)$$

Риском называют разность между выигрышем, который можно получить, если знать действительное состояние природы, и выигрышем, который будет получен при отсутствии этой информации.

Для рассматриваемой предметной области на основе проведенных вычислительных экспериментов можно сделать следующие выводы:

1) применительно к объектам 3-4 классов будет достаточным использование максиминного критерия Вальда ввиду того, что отсутствует необходимость в максимальной защищенности объектов данной категории;

2) для объектов 1-2 классов будет оптимальным выбор критерия максимума в целях повышения эффективности защиты объектов данной категории.

2.8. Выводы по главе 2

1. Анализ литературы показал, что в недостаточной степени разработано ведомственных документов, которые бы регулировали вопросы обеспечения безопасности объектов органов внутренних дел. Таким образом, вопросу защищенности объектов органов внутренних дел на законодательном уровне уделено явно недостаточно внимания, в отличие, например, от объектов атомной энергетики. В то же время в методике оценки защищенности объектов органов внутренних дел согласно ведомственным приказам используется качественная оценка, что в свою очередь определяет условия и ограничения на ее использование.

2. Несмотря на существование большого количества качественных и количественных методов, некоторые из них не применимы на практике, в то же время существует возможность одновременного использования нескольких методов. Для оценки эффективности данных методик необходимо проводить вычислительные эксперименты. На наш взгляд, перспективными являются направления, связанные с разработкой и модификацией количественных методов оценки эффективности функционирования систем безопасности.

3. Для оценки эффективности функционирования систем безопасности объектов органов внутренних дел целесообразно использовать детерминированные методы, так как в их основе лежат нормативные правовые акты. Существующие детерминированные методы не позволяют принимать решения по повышению эффективности функционирования систем безопасности охраняемых объектов в случае близости значений интегральных показателей качества в условиях финансовых ограничений.

4. Повышение эффективности функционирования систем безопасности объектов органов внутренних дел в настоящее время является весьма актуальной задачей, для решения которой необходимо разработать универсальный численный метод, в котором для каждого объекта может выбираться свой набор признаков и также определяться уровень значимости выбранных признаков.

5. Оценка эффективности функционирования систем безопасности представляет собой довольно трудную задачу, для решения которой было обосновано применение системного подхода.

6. Рассмотрен подход к снижению размерности признакового пространства и возможность его использования в сложных (слабоструктурированных) задачах, для которых характерно сочетание как количественных, так и качественных зависимостей.

7. На этапе постановки целей, задач, формирования классов альтернатив и множества признаков предложен критерий корректности исходных данных при моделировании оценки эффективности слабоструктурированных альтернатив, который позволяет сопоставить результаты, полученные на начальных этапах экспертного оценивания, с результатами, полученными в ходе использования классического метода анализа иерархий.

8. Полученная в ходе исследования матрица различий взвешенных признаков позволила сформулировать частные задачи для нескольких подходов, которые нашли свое применение при анализе слабоструктурированных и однородных альтернатив.

9. Разработан численный метод принятия решений для однородных с точки зрения близости интегральных показателей качества альтернатив на основе матрицы различий взвешенных признаков, методологической основой для которого является кластерно-иерархический подход.

Данный численный метод позволяет выбрать охраняемые объекты, у которых количественное изменение признака приведет к качественному увеличению значений интегральных показателей по всему множеству объектов. Универсальность метода заключается в том, что его можно применить в различных предметных областях.

ГЛАВА 3. ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОВЫШЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ ОРГАНОВ ВНУТРЕННИХ ДЕЛ

3.1. Верификация численного метода оценки слабоструктурированных альтернатив на начальных этапах экспертного оценивания

Анализ научной литературы [56, 72] позволил выделить десять признаков нарушителей систем безопасности общекриминальной направленности.

Был проведен опрос 72 действующих сотрудников полиции, проходящих службу на различных должностях в 15 регионах Российской Федерации и имеющих опыт работы с объектами рассматриваемой предметной области.

Высококвалифицированным специалистам было предложено ранжировать признаки нарушителей систем безопасности по уровню значимости по шкале от одного до десяти баллов.

В ходе оценивания составлена прямоугольная матрица A размером 10×72 , определен вектор средних значений признаков $\bar{X}$ и рассчитана расширенная корреляционная матрица R^* . В результате анализа полученных данных выделено 52 специалиста с коэффициентом корреляции $r > 0,7$.

Данная группа является согласованной, что подтверждается рассчитанным коэффициентом конкордации, равным $W = 0,708$. Для оставшейся группы специалистов получили:

$$\bar{X}^T = (5,478 \ 5,394 \ 3,929 \ 3,450 \ 4,366 \ 6,121 \ 6,422 \ 6,661 \ 8,338 \ 4,830) \quad (3.1)$$

Рассчитав коэффициенты относительной важности v_i признаков, получили:

$$V = (0,592 \ 0,613 \ 0,898 \ 1 \ 0,817 \ 0,449 \ 0,338 \ 0,337 \ 0 \ 0,715). \quad (3.2)$$

Пользуясь лингвистической шкалой, представленной в таблице 3.1, определим значения признаков w_i .

Таблица 3.1

Лингвистическая шкала получения значимости признака

Значимость, w	Определение по шкале Т. Саати	Коэффициент относительной важности, v	Соответствие коэффициента v_i значимости w
1	Одинаковая значимость	(0,89; 1]	$v_3; v_4$
2	Промежуточное значение	(0,78; 0,89]	v_5
3	Слабая значимость	(0,67; 0,78]	v_{10}
4	Промежуточное значение	(0,56; 0,67]	$v_1; v_2$
5	Сильная значимость	(0,45; 0,56]	
6	Промежуточное значение	(0,34; 0,45]	v_6
7	Очень сильная значимость	(0,23; 0,34]	$v_7; v_8$
8	Промежуточное значение	(0,12; 0,23]	
9	Абсолютная значимость	[0; 0,12]	v_9

На основе полученных значений рангов признаков w_i строится матрица парных сравнений W . Матрица парных сравнений W признаков относительно лингвистической шкалы должна быть обратно-симметричной:

$$W = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 2 & 3 & 4 & 4 & 6 & 7 & 7 & 9 \\ 1 & 1 & 2 & 3 & 4 & 4 & 6 & 7 & 7 & 9 \\ \frac{1}{2} & \frac{1}{2} & 1 & \frac{3}{2} & 2 & 2 & 3 & \frac{7}{2} & \frac{7}{2} & \frac{9}{2} \\ \frac{1}{3} & \frac{1}{3} & \frac{1}{3} & 1 & \frac{4}{3} & \frac{4}{3} & 2 & \frac{7}{3} & \frac{7}{3} & 3 \\ \frac{1}{4} & \frac{1}{4} & \frac{1}{4} & \frac{3}{4} & 1 & 1 & \frac{6}{4} & \frac{7}{4} & \frac{7}{4} & \frac{9}{4} \\ \frac{1}{4} & \frac{1}{4} & \frac{1}{4} & \frac{3}{4} & 1 & 1 & \frac{6}{4} & \frac{7}{4} & \frac{7}{4} & \frac{9}{4} \\ \frac{1}{6} & \frac{1}{6} & \frac{1}{6} & \frac{3}{6} & \frac{4}{6} & \frac{4}{6} & 1 & \frac{7}{6} & \frac{7}{6} & \frac{9}{6} \\ \frac{1}{7} & \frac{1}{7} & \frac{1}{7} & \frac{3}{7} & \frac{4}{7} & \frac{4}{7} & \frac{6}{7} & 1 & 1 & \frac{9}{7} \\ \frac{1}{7} & \frac{1}{7} & \frac{1}{7} & \frac{3}{7} & \frac{4}{7} & \frac{4}{7} & \frac{6}{7} & 1 & 1 & \frac{9}{7} \\ \frac{1}{9} & \frac{1}{9} & \frac{1}{9} & \frac{3}{9} & \frac{4}{9} & \frac{4}{9} & \frac{6}{9} & \frac{7}{9} & \frac{7}{9} & 1 \end{pmatrix}. \quad (3.3)$$

После нахождения первого собственного вектора матрицы W и нормирования его элементов получим вектор весовых коэффициентов относительной важности признаков нарушителя систем безопасности общекриминальной направленности:

$$\hat{\Gamma} = (0,229; 0,143; 0,129; 0,114; 0,1; 0,086; 0,071; 0,057; 0,043; 0,029). \quad (3.4)$$

Результаты построения вектора приоритетов признаков представлены в таблице 3.2.

Таблица 3.2

Оценка относительной важности признаков нарушителя систем безопасности общекриминальной направленности

Признаки нарушителя	x_i	$\bar{x}_i$	v_i	w_i	Весовой коэффициент признака
Численность (чел.)	x_1	5,478	0,592	4	0,086
Объем финансового обеспечения (\$)	x_2	5,394	0,613	4	0,1
Уровень осведомленности об объекте охраны	x_3	3,929	0,898	1	0,143
Квалификация	x_4	3,450	1	1	0,229
Техническая оснащенность	x_5	4,366	0,817	2	0,129
Уровень осторожности	x_6	6,112	0,449	6	0,071
Мотив действия	x_7	6,422	0,338	7	0,057
Принадлежность к объекту	x_8	6,661	0,337	7	0,043
Хулиганские побуждения	x_9	8,338	0	9	0,029
Применение огнестрельного оружия	x_{10}	4,830	0,715	3	0,114

Рассчитанные весовые коэффициенты значимости признаков применяются для оценки уровня потенциала нарушителя.

С учетом полученных данных модель, позволяющая получить численное значение потенциала нарушителя систем безопасности общекриминальной направленности, имеет вид:

$$J_{\text{крим}} = 0,086 x_1 + 0,1x_2 + 0,143x_3 + 0,229x_4 + 0,129x_5 + 0,071x_6 + 0,057x_7 + 0,043x_8 + 0,029x_9 + 0,114x_{10}.$$

Таблица 3.3

Значение коэффициента конкордации для нарушителей трех категорий

Тип нарушителя	Общекриминальной направленности	В сфере критической информационной инфраструктуры	Террористической направленности
Общее количество специалистов	72	72	72
Коэффициент конкордации	0,22	0,31	0,12

Таблица 3.4

Результат формирования согласованных групп специалистов

№ группы		Группа 1		Группа 2		Группа 3	
Количество высококвалифицированных специалистов		4		15		16	
Коэффициент конкордации		0,70		0,70		0,71	
a_i	Ранг по оценкам всех специалистов	Среднее значение	Ранг	Среднее значение	Ранг	Среднее значение	Ранг
a_1	10	9,5	10	9,8	10	7,812	7
a_2	5	8	8	6,8	7	4,812	5
a_2	4	8,5	9	5,6	6	2,625	3
a_4	1	5,25	6	2,46	2	1,875	1
a_5	2	5	5	2,133	1	2,562	2
a_6	3	1,75	1	2,533	3	4,25	4
a_7	9	5	4	7,733	9	8,187	10
a_8	8	3,75	3	5,06	4	7,937	8
a_9	6	2,5	2	5,533	5	6,875	6
a_{10}	7	5,75	7	7,33	8	8,062	9

3.2 Верификация численного метода принятия решений для однородных с точки зрения близости показателей качества альтернатив на основе матрицы различий взвешенных признаков

В качестве предметной области выделим оценку эффективности антитеррористической защищенности объектов органов внутренних дел и соответствующие ей ключевые признаки, указанные в нормативных правовых актах, а также в научной литературе [62, 114, 115, 138].

Признаки категории «инженерные средства»:

- инженерные средства и сооружения для ограждения периметра, зон и отдельных участков территории (x_1);
- противотаранные устройства (заграждения), инженерные заграждения и устройства ограничения скорости движения автотранспорта (x_2);
- контрольно-пропускные пункты, наблюдательные вышки, наблюдательные будки, постовые грибки, помещения для размещения подразделений охраны и их караулов (x_3);

- средства защиты оконных и дверных проемов зданий, сооружений, помещений, замки и запирающие устройства (x_4);
- инженерные средства для укрепления стен, перекрытий и перегородок зданий, сооружений и помещений (x_5).

Признаки категории «технические средства»:

- системы и средства охранной и тревожной сигнализации (x_6);
- системы и средства контроля и управления доступом (x_7);
- системы и средства охранного телевидения (x_8);
- системы и средства досмотра (x_9);
- системы и средства сбора, хранения, обработки и защиты информации (x_{10});
- системы и средства электропитания и охранного освещения (x_{11});
- системы, средства связи и оповещения (x_{12}).

Признаки категории «организационные мероприятия»:

- обеспечение пропускного и (или) внутриобъектового режимов (x_{13});
- обеспечение личного состава подразделения, осуществляющего охрану объекта, экипировкой, вооружением, специальными средствами (x_{14});
- организационно-распорядительные документы по защите та (x_{15});
- общая оценка организации службы (x_{16});
- резерв финансовых и материальных ресурсов для ликвидации последствий совершения террористического акта (x_{17});
- достаточность сил и средств для выполнения мероприятий по анти-террористической защищенности (x_{18}).

В ходе исследования 15 объектов г. Воронежа и Воронежской области интегральные показатели качества получили следующие значения, указанные в таблице 3.5.

Таблица 3.5

Значения показателей для 15 объектов органов внутренних дел

J_1	J_2	J_3	J_4	J_5	J_6	J_7	J_8	J_9	J_{10}	J_{11}	J_{12}	J_{13}	J_{14}	J_{15}	$\bar{J}$
0,583	0,490	0,697	0,496	0,596	0,638	0,470	0,493	0,485	0,491	0,492	0,483	0,491	0,478	0,473	0,524

Объекты № 2, № 4, № 7 – № 15 являются однородными, т.к. уровень качества их одинаков и значения интегральных показателей находятся в пределах 5%.

Результатом ранжирования строк матрицы L на основе нормированного весового коэффициента признаков $\hat{V}_i, \hat{G}_i$ является матрица L^* .

Таблица 3.6

Результаты ранжированных показателей для однородных объектов

№ объекта	2	4	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Среднее значение	$\hat{V}_i \cdot \hat{G}_i$
Δ_1	1,397	0,033	0,669	0,669	1,397	0,033	0,033	0,669	0,669	0,033	0,033	3,818	0,125
Δ_2	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,826	0,008	0,008	0,008	3,090	0,119
Δ_3	0,207	0,298	0,207	0,207	0,207	0,298	0,298	0,298	0,207	0,207	0,298	3,454	0,111
Δ_4	0,298	0,298	2,116	0,207	0,298	0,207	0,298	0,298	0,207	0,207	0,298	3,545	0,097
Δ_5	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033	0,669	0,669	0,033	0,033	3,181	0,093
Δ_6	0,405	0,132	0,132	0,132	0,405	0,405	0,132	0,405	0,132	0,132	0,132	3,636	0,083
Δ_7	2,388	0,207	0,207	0,207	2,388	0,207	0,207	0,298	0,207	0,207	0,207	3,454	0,066
Δ_8	0,207	0,207	0,298	0,298	0,207	0,298	0,207	0,207	0,298	0,298	0,207	3,454	0,050
Δ_9	0,074	0,074	0,074	0,529	0,074	0,529	0,074	0,529	0,074	0,074	0,074	3,272	0,044
Δ_{10}	0,132	0,405	0,132	1,860	0,132	0,405	0,405	0,405	0,132	0,132	0,405	3,636	0,041
Δ_{11}	0,298	2,116	0,298	0,207	0,298	0,298	2,116	0,298	0,207	0,298	0,298	3,545	0,039
Δ_{12}	0,207	0,298	0,207	0,298	0,207	0,207	0,298	0,207	0,298	0,207	0,298	3,454	0,039
Δ_{13}	0,074	0,074	0,529	0,074	0,074	0,074	0,074	0,529	0,074	0,529	0,074	3,727	0,027
Δ_{14}	0,207	0,207	0,298	0,298	0,207	0,298	0,207	0,207	0,298	0,298	0,207	3,454	0,016
Δ_{15}	0,132	0,405	1,860	0,405	0,405	0,132	0,405	0,132	0,405	1,860	0,405	3,636	0,013
Δ_{16}	0,074	0,529	0,074	0,074	0,074	0,074	0,529	0,074	0,074	0,074	0,529	3,272	0,013
Δ_{17}	0,132	0,132	0,405	0,405	0,132	0,405	0,132	0,132	0,405	0,405	1,860	3,636	0,011
Δ_{18}	0,669	1,397	0,033	1,397	0,669	0,669	0,669	0,033	0,669	0,033	1,397	3,818	0,005
p_j	2,61	0,23	0,98	0,46	2,28	0,79	0,27	2,08	0,96	0,31	0,24		
$\bar{J}$	0,490	0,496	0,470	0,493	0,485	0,491	0,492	0,483	0,491	0,478	0,473	0,486	

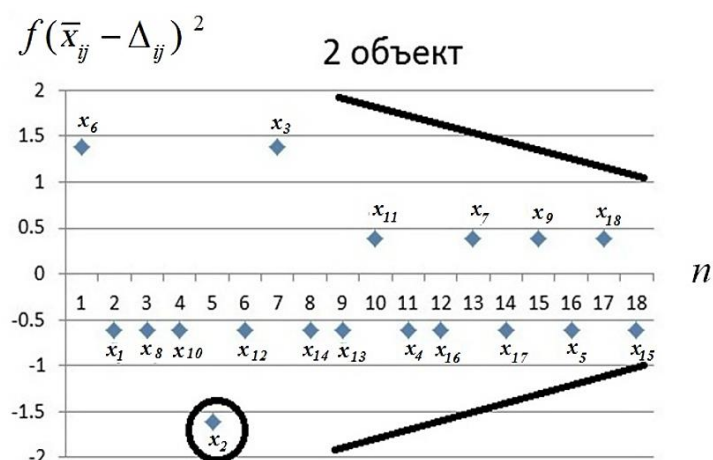


Рисунок 3.1 – Результаты отклонения признаков объекта № 2

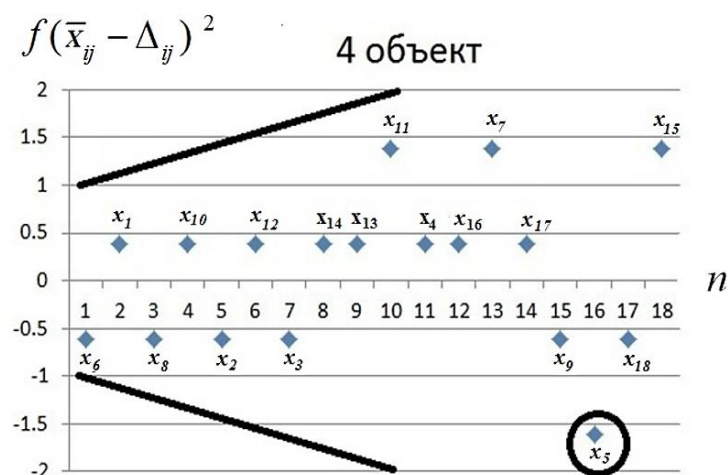


Рисунок 3.2 – Результаты отклонения признаков объекта № 4

Таблица 3.7

Результаты расчета интегральных показателей качества объектов ОВД

№ объекта	№ 2	№ 4
J	0,490	0,496
$\bar{J}$ до увеличения	0,524	
Увеличим значение объектов № 2 и № 4 по 1 признаку	Признак x_2 (наиболее важный) увеличим с 0,33 до 1	Признак x_5 (наименее важный) увеличим с 0,33 до 1
J после увеличения 1 признака	0,533	0,501
$\bar{J}$ после увеличения	0,552	0,530

Таким образом, данный метод способствует рациональному планированию бюджета. Так, например, для ведомственных организаций в условиях недостаточного целевого финансирования денежные средства предоставляются на конкретный вид деятельности (например, на усиление мер по антитеррористической защищенности) и, как правило, их объем значительно ограничен по сравнению с требованиями для решения целого спектра задач.

3.3 Верификация модели и численного метода многокритериальной оценки эффективности функционирования систем безопасности объектов органов внутренних дел различных категорий важности

Для верификации осуществим оценку эффективности антитеррористической защищенности объектов органов внутренних дел на основе ключевых признаков, указанных в работах [62, 114, 115, 138].

Рассмотрим результаты расчета по коалициям высококвалифицированных специалистов. Модели оценки для основной и двух альтернативных коалиций имеют следующий вид [67]:

$$J_{ок} = 0,1199\hat{x}_1 + 0,0932\hat{x}_2 + 0,0666\hat{x}_3 + 0,0399\hat{x}_4 + 0,0133\hat{x}_5 + \\ + 0,1258\hat{x}_6 + 0,0276\hat{x}_7 + 0,1112\hat{x}_8 + 0,0135\hat{x}_9 + 0,0977\hat{x}_{10} + 0,0416\hat{x}_{11} + \\ + 0,0837\hat{x}_{12} + 0,0446\hat{x}_{13} + 0,0501\hat{x}_{14} + 0,0055\hat{x}_{15} + 0,0391\hat{x}_{16} + 0,0167\hat{x}_{17} + 0,0110\hat{x}_{18} \quad (3.5)$$

$$J_{ак1} = 0,1249\hat{x}_1 + 0,0251\hat{x}_2 + 0,0499\hat{x}_3 + 0,0750\hat{x}_4 + 0,1001\hat{x}_5 + \\ + 0,0022\hat{x}_6 + 0,0045\hat{x}_7 + 0,0067\hat{x}_8 + 0,0079\hat{x}_9 + 0,0111\hat{x}_{10} + 0,0131\hat{x}_{11} + \\ + 0,0156\hat{x}_{12} + 0,1342\hat{x}_{13} + 0,1071\hat{x}_{14} + 0,1613\hat{x}_{15} + 0,0265\hat{x}_{16} + 0,0536\hat{x}_{17} + 0,0807\hat{x}_{18} \quad (3.6)$$

$$J_{ак2} = 0,0039\hat{x}_1 + 0,0078\hat{x}_2 + 0,0275\hat{x}_3 + 0,0195\hat{x}_4 + 0,0313\hat{x}_5 + \\ + 0,1142\hat{x}_6 + 0,1308\hat{x}_7 + 0,0983\hat{x}_8 + 0,1474\hat{x}_9 + 0,0491\hat{x}_{10} + 0,0159\hat{x}_{11} + \\ + 0,0817\hat{x}_{12} + 0,0326\hat{x}_{13} + 0,0248\hat{x}_{14} + 0,0620\hat{x}_{15} + 0,0084\hat{x}_{16} + 0,0672\hat{x}_{17} + 0,0756\hat{x}_{18} \quad (3.7)$$

В ходе исследования 15 объектов г. Воронежа и Воронежской области интегральные показатели качества получили следующие значения, представленные в таблице 3.8.

Таблица 3.8

Интегральные показатели качества для 15 объектов органов внутренних дел по 3 коалициям высококвалифицированных специалистов

Номер объекта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Значение J для основной коалиции	0,58	0,49	0,69	0,49	0,59	0,63	0,47	0,49	0,48	0,49	0,49	0,48	0,49	0,47	0,47
Значение J для альтернативной коалиции №1	0,67	0,39	0,62	0,56	0,53	0,48	0,45	0,58	0,39	0,43	0,45	0,52	0,43	0,45	0,54
Значение J для альтернативной коалиции №2	0,56	0,54	0,70	0,56	0,56	0,56	0,54	0,51	0,49	0,54	0,52	0,47	0,46	0,56	0,57

Объекты № 2, № 7 – №15 для основной коалиции являются однородными, так как уровень качества их одинаков и значения интегральных показателей находятся в пределах 5%.

Количественное увеличение значимых признаков будет способствовать предельному увеличению значений интегрального показателя качества.

1. Максиминный критерий Вальда (критерий пессимиста). Нормированное значение наиболее важного признака $\hat{x}_5$ (системы и средства охранной и тревожной сигнализации) составляет 0,33, его количественное увеличение до 0,66 способствует изменению значения интегрального показателя качества с 0,483 до 0,525 для основной коалиции объекта № 12 и с 0,479 до 0,517 для альтернативной коалиции того же объекта.

2. Критерий максимума (критерий оптимиста). Для верификации данного критерия рассмотрим данные объекта № 5 по двум признакам $\hat{x}_2$ (системы и средства видеонаблюдения) и $\hat{x}_5$ (системы и средства охранной и тревожной сигнализации).

Среди однородных объектов осуществляем выбор признаков, у которых количественное увеличение значимых критериев (признаков) будет способствовать предельному увеличению значений интегрального показателя качества, после чего выполняем обработку данных признаков на основе информации, полученной в коалициях высококвалифицированных специалистов. Результаты расчета представлены в таблице 3.9.

Таблица 3.9

Результаты расчета интегральных показателей качества для объекта ОВД, полученные в коалициях экспертов

№ объекта	№ 5		
	основная	альтернативная № 1	альтернативная № 2
J (значение интегрального показателя для 3 коалиций экспертов)	0,59	0,53	0,56
J_1 (значение интегрального показателя для 3 коалиций экспертов после увеличения признака системы и средства видеонаблюдения с 0,33 до 1)	0,63	0,64	0,65
J_2 (значение интегрального показателя для 3 коалиций экспертов после увеличения признака системы и средства охранной и тревожной сигнализации с 0,33 до 1)	0,60	0,59	0,62
$\Delta J_1 = J_1 - J$ (для 3 коалиций экспертов)	0,04	0,11	0,09
$\Delta J_2 = J_2 - J$ (для 3 коалиций экспертов)	0,01	0,06	0,06

Для рассматриваемой предметной области на основе проведенных вычислительных экспериментов можно сделать следующие выводы:

1) применительно к объектам 3 класса будет достаточным использование максиминного критерия Вальда, ввиду того, что отсутствует необходимость в максимальной защищенности объектов данного класса;

2) для объектов 1 класса будет оптимальным выбор критерия максимума в целях повышения эффективности защиты объектов особой важности.

Кластерно-иерархический подход позволяет выбрать охраняемые объекты, у которых количественное изменение признака приведет к качественному увеличению значений интегральных показателей по всему множеству объектов.

При проведении вычислительного эксперимента в данном исследовании используются 15 условных объектов органов внутренних дел, но их количество может быть неограниченным, что позволит из некоторого множества объектов выбрать конкретную группу с фактически одинаковыми значениями интегрального показателя, приоритетные признаки которых имеют низкие оценки.

3.4 Верификация моделей принятия решений при оперативном управлении силами и средствами органов внутренних дел

В современных реалиях служебной деятельности органов внутренних дел (ОВД) все большая роль отводится дежурным частям (ДЧ) ОВД как общедоступному, круглосуточно действующему самостоятельному структурному подразделению, от эффективности управленческих решений которого в значительной степени зависит успех деятельности всех служб и подразделений ОВД.

С каждым годом количество поступающей в территориальные органы внутренних дел информации неуклонно увеличивается. Связано это прежде всего с тем, что повышается активность населения, в вопросах участия в борьбе с преступностью, профилактике и пресечении правонарушений.

В достаточно сжатые сроки ДЧ ОВД в качестве органа оперативного управления обязаны выполнить практически весь управленческий цикл, начиная с анализа оперативной обстановки и заканчивая принятием конкретных решений.

Блок-схема последовательности административных действий при предоставлении государственной услуги по приему, регистрации и разрешению в территориальных ОВД заявлений, сообщений и иной информации о преступлениях, административных правонарушениях, происшествиях представлена на рисунке 3.3 [124]. Дополним данную схему блоком «Принятие решения по оперативному управлению силами и средствами» с целью повышения эффективности управленческих решений в деятельности ДЧ ОВД на основе методов математического моделирования, вставив его после блока «Регистрация в книге учета сообщений в ДЧ».

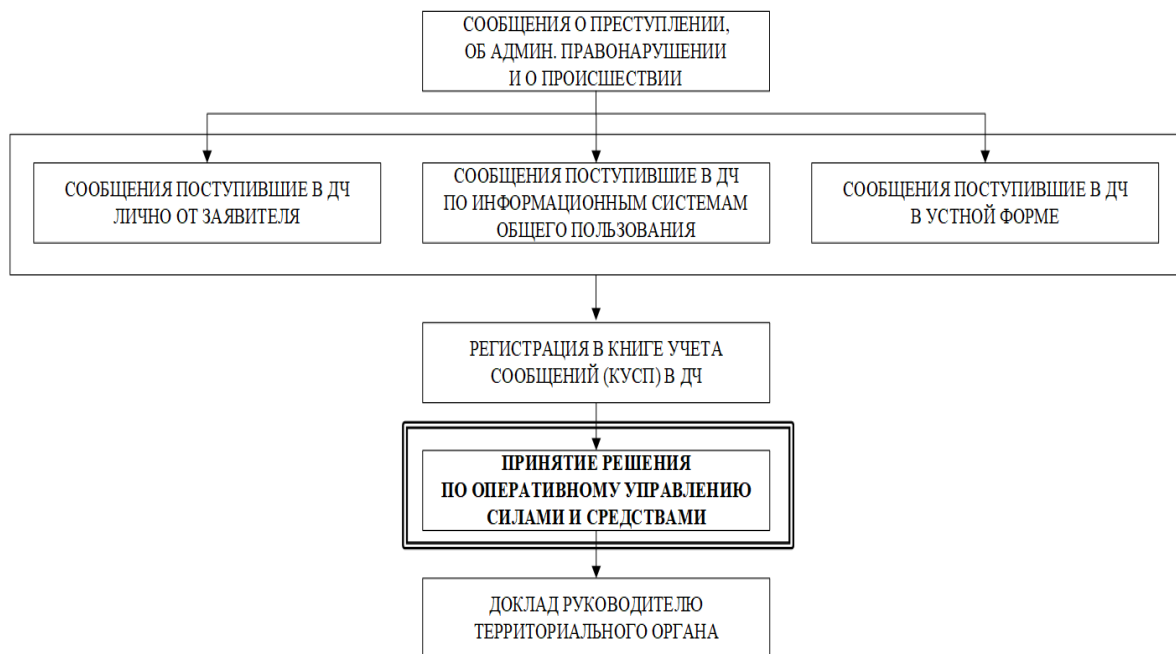


Рисунок 3.3 – Блок-схема последовательности административных действий при предоставлении государственной услуги по приему, регистрации и разрешению в территориальных ОВД заявлений, сообщений и иной информации о преступлениях, административных правонарушениях, происшествиях

Несмотря на отлаженность алгоритма действий ДЧ, на сегодняшний день в данном подразделении добиться эффективной работы в области оперативного управления ОВД без использования современных моделей и методов обработки информации практически невозможно, поэтому необходимо применение иных подходов управления в условиях возросшей информационной нагрузки, в том числе с применением современных информационных технологий.

Целью является разработка моделей повышения эффективности принятия решений при оперативном управлении силами и средствами органов внутренних дел.

В работе будут приняты следующие обозначения:

x_i – признаки;

Y – матрица парных сравнений выделенных признаков;

$\mu(x)$ – функция принадлежности нечеткого множества;

γ_i – значения первого собственного вектора выделенных признаков;

v_i – значения весовых коэффициентов относительной важности выделенных признаков.

В настоящее время в работу ДЧ ОВД внедрена интегрированная система обработки данных (ИСОД МВД России), которая представляет собой совокупность автоматизированных систем обработки информации, программно-аппаратных комплексов программно-технических средств, а также систем связи и передачи данных, необходимых для обеспечения служебной деятельности органов внутренних дел.

Благодаря сервису обеспечения деятельности дежурных частей (СОДЧ), являющегося одним из блоков ИСОД МВД России, сотрудники данного подразделения имеют постоянный доступ к информационным базам данных «ИБД-Регион», «ИБД-Ф», ПТК «Розыск-магистраль» и др.

С целью повышения эффективности управленческих решений и ранжирования объектов, которые обладают определенным набором признаков, предложим модели для сервиса обеспечения деятельности дежурных частей, в основе которых лежат разработанные численные методы, представленные в работах [52, 64, 67, 68].

На первом этапе необходимо отобрать признаки, которые действительно характеризуют объект исследования. Вместе с тем количество данных признаков должно быть не избыточным, для того чтобы оперативный дежурный ДЧ ОВД в короткий срок смог осуществить обработку оперативной информации и принять неотложные, действенные меры для эффективного решения задач в области противодействия преступности и охраны общественного порядка.

В мае 2022 года авторами проведен опрос среди 60 действующих сотрудников органов внутренних дел, проходящих службу в должности оперативного дежурного из 25 регионов Российской Федерации и имеющих опыт работы с объектами рассматриваемой предметной области, прибывших в Воронежский институт МВД России для переподготовки и повышения квалификации по программам дополнительного профессионального образования и программам профессионального обучения.

Опираясь на результаты, полученные в ходе обобщения и анализа опыта оперативных дежурных, было выявлено 5 основных (ключевых) признака, которые характеризуют объект исследования.

1. Количество потерпевших (угроза жизни и здоровью) (x_1). Представляет собой фактор, характеризующий размер причиненного вреда (нарушение гражданами, должностными лицами или юридическими лицами обязательных требований, вследствие которого может быть причинен вред жизни и здоровью неопределенного круга граждан).

Предложим лингвистическую шкалу для формирования моделей интегральных показателей, характеризующих важность сообщений, позволяющую нормировать признаки (x_i).

Для признака x_1 целесообразно использование лингвистической шкалы, представленной в таблице 3.10.

Таблица 3.10

Лингвистическая шкала признака x_1

Количество потерпевших (угроза жизни и здоровью) (x_1)	0	0	1	3	5	более 10
$\hat{x}_1$	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1

Теория нечетких множеств представляет собой уникальный конструкт для решения задачи повышения эффективности принятия решений при оперативном управлении силами и средствами органов внутренних дел [69, 130, 164]. Представим обобщенную функцию принадлежности $\mu(x)$, описывающую множество A . Функция принадлежности $\mu(x)$ ставит в соответствие каждому элементу $u \in U$ число из интервала $[0,1]$, характеризующее степень принадлежности элемента к множеству A .

Как известно [130, 164], нечеткое множество A в конечном или бесконечном множестве X есть совокупность упорядоченных пар $A = \{x, \mu(x)A(x)\}$, где $\mu(x)A(x)$ – функция, представляющая собой степень принадлежности x к A : $\mu(x)A(x): X \rightarrow [0,1]$.

В дальнейшем будем предполагать, что

$$\sup_{x \in X} \mu(x) = 1 \quad (3.8)$$

т. е. нечеткое множество является нормальным.

Представим лингвистическую шкалу в виде функции принадлежности нечеткого множества:

$$\mu(x) = \begin{cases} 0; & x = 0 \\ 0,4; & x = 1 \\ 0,6; & 2 \leq x \leq 4 \\ 0,8; & 5 \leq x \leq 9 \\ 1; & x \geq 10 \end{cases} \quad (3.9)$$

где $x = 1 \dots N$, N – количество потерпевших (угроза жизни и здоровью).

2. Тяжесть правонарушения (x_2). Представляет собой различные категории тяжести правонарушений и преступлений. Влечёт за собой юридическую ответственность.

Для данного признака целесообразно использование лингвистической шкалы, представленной в таблице 3.11.

Таблица 3.11

Лингвистическая шкала признака x_2

Тяжесть правонарушения (x_2)	отсутствие состава	административное	небольшой тяжести	средней тяжести	тяжкое	особо тяжкое
$\hat{x}_2$	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1

3. Длительность (x_3). Характеризуется непрерывным осуществлением состава определенного преступного деяния и продолжительностью преступных действий.

Для данного признака целесообразно использование лингвистической шкалы, представленной в таблице 3.12.

Таблица 3.12

Лингвистическая шкала признака x_3

Длительность (x_3)	Нет	Да
$\hat{x}_3$	0	1

4. Количество подозреваемых (x_4). При получении сообщения оперативный дежурный ДЧ ОВД уточняет данную информацию у заявителя.

Для данного признака целесообразно использование лингвистической шкалы, представленной в таблице 3.13.

Таблица 3.13

Лингвистическая шкала признака x_4

Количество подозреваемых (x_4)	0	1	2	3	более 3
$\hat{x}_4$	0,2	0,4	0,6	0,8	1

Представим данную шкалу в виде функции принадлежности нечеткого множества:

$$\mu(x) = \begin{cases} 0,2; x = 0 \\ 0,4; x = 1 \\ 0,6; x = 2 \\ 0,8; x = 3 \\ 1; x > 3 \end{cases} \quad (3.10)$$

где $x = 1 \dots N$, N – количество подозреваемых.

5. Возраст потерпевших (несовершеннолетний да/нет) (x_5). Несовременнoлетним в Российской Федерации признается лицо, не достигшее возраста восемнадцати лет.

Для данного признака целесообразно использование лингвистической шкалы, представленной в таблице 3.14.

Таблица 3.14

Лингвистическая шкала признака x_5

Возраст потерпевших (несовершеннолетний да/нет) (x_5)	Нет	Да
$\hat{x}_5$	0	1

Таким образом, выделив и сравнив ключевые признаки, эксперты дали им оценки.

Составим матрицу парных сравнений, в которой изменим порядок признаков:

$$Y = \begin{pmatrix} 1 & 3 & 5 & 7 & 7 \\ 0,33 & 1 & 5 & 7 & 7 \\ 0,20 & 0,20 & 1 & 3 & 3 \\ 0,14 & 0,14 & 0,33 & 1 & 1 \\ 0,14 & 0,14 & 0,33 & 1 & 1 \end{pmatrix} \quad (3.11)$$

В данной матрице изменен порядок признаков для соблюдения методических принципов метода анализа иерархий (МАИ) по формированию матриц парных сравнений.

Ранжированные по приоритетности признаки представлены в таблице 3.15.

Таблица 3.15

Оценка относительной важности признаков

Признаки	x_i	Ранжирование по приоритетности	Первый собственный вектор (γ_i)	Весовой коэффициент (v_i)
Длящееся да/нет	x_3	1	10,85	0,49
Тяжесть правонарушения	x_2	2	6,84	0,31
Возраст потерпевших (несовершеннолетний да/нет)	x_5	3	2,26	0,10
Количество потерпевших (угроза жизни и здоровью)	x_1	4	1	0,04
Количество подозреваемых	x_4	5	1	0,04
Сумма			21,95	1

Применим рассчитанные весовые коэффициенты для повышения эффективности управленческих решений в деятельности ДЧ ОВД.

С учетом полученных данных модель оценки важности поступающих сообщений для принятия решений по управлению силами и средствами органов внутренних дел будет иметь следующий вид:

$$S = 0,04 \hat{x}_1 + 0,31 \hat{x}_2 + 0,49 \hat{x}_3 + 0,45 \hat{x}_4 + 0,10 \hat{x}_5 \quad (3.12)$$

Использование данной модели в СОДЧ обеспечит ранжирование поступающих сообщений, что в свою очередь позволит повысить эффективность принятия решений в деятельности дежурных частей органов внутренних дел, так как процедура принятия решений за счет разработанной модели повышает продуктивность работы, потому что позволяет принимать более взвешенные решения за счет введения интегрального показателя качества. Так, оперативный дежурный теперь может выбрать наиболее значимое сообщение (взвешенное решение) и отправить экипаж на место происшествия.

Осуществим верификацию полученных результатов на реальных сообщениях о преступлениях, полученных оперативным дежурным ДЧ ОВД.

Сообщение № 1. Распитие спиртных напитков в общественном месте (5 человек – несовершеннолетние).

Сообщение № 2. Разбойное нападение, вырвали сумочку из рук и убежали (1 подозреваемый).

Сообщение № 3. Позвонила женщина в слезах (покушение на убийство топором со стороны сожителя).

Значения, выбранные экспертами для реальных сообщений о преступлениях представлены в таблице 3.16.

Таблица 3.16

Значения высококвалифицированных специалистов
для реальных сообщений о преступлениях

№	Ситуация / Признак	$\hat{x}_1$	$\hat{x}_2$	$\hat{x}_3$	$\hat{x}_4$	$\hat{x}_5$
1.	Распитие спиртных напитков в общественном месте (5 человек – несовершеннолетние).	0	0,2	1	1	0
2.	Разбойное нападение, вырвали сумочку из рук и убежали (1 подозреваемый).	0	0,6	0	0,4	0
3.	Позвонила женщина в слезах (покушение на убийство топором со стороны сожителя).	1	0,8	1	0,4	0

$$S_1 = 0,04 \cdot 0 + 0,31 \cdot 0,20 + 0,49 \cdot 1 + 0,04 \cdot 1 + 0,10 \cdot 0 = 0,597 \quad (3.13)$$

$$S_2 = 0,04 \cdot 0 + 0,31 \cdot 0,60 + 0,49 \cdot 0 + 0,04 \cdot 0,4 + 0,10 \cdot 0 = 0,694 \quad (3.14)$$

$$S_3 = 0,04 \cdot 1 + 0,31 \cdot 0,80 + 0,49 \cdot 1 + 0,04 \cdot 0,4 + 0,10 \cdot 0 = 0,801 \quad (3.15)$$

Результаты свидетельствуют о том, что наиболее значимо сообщение № 3, поэтому реагировать на него необходимо в первую очередь.

Конечно, использование данных моделей предполагает лишь помощь оперативному дежурному в принятии решений и в целом позволяет из большого количества однородных сообщений о правонарушении и преступлении выбирать наиболее важные для повышения эффективности его действий.

ДЧ ОВД выполняет возложенные на нее задачи по обеспечению охраны общественного порядка и общественной безопасности. Круглосуточный сбор и обработка поступающей в ДЧ ОВД информации, незамедлительное реагирование на любое изменение оперативной обстановки, а также поступающие заявления и сообщения граждан составляют основу деятельности ДЧ ОВД, благодаря чему обеспечиваются возложенные на Министерство внутренних дел задачи.

Использование разработанных моделей для принятия решений по управлению силами и средствами ОВД в сервисе обеспечения деятельности дежурных частей обеспечит ранжирование поступающих сообщений, что позволит повысить эффективность принятия решений при оперативном управлении силами и средствами органов внутренних дел в деятельности ДЧ ОВД, а также своевременность реагирования на изменение оперативной обстановки за счет принятия более взвешенного решения при использовании интегрального показателя качества.

В случае если имеют место длящиеся динамические процессы, необходимы дополнительные исследования, что и будет проделано в дальнейшем.

3.5. Верификация численного метода предварительной оценки эффективности функционирования систем безопасности объектов органов внутренних дел на примере нарушителей систем безопасности

В теории и практике анализа многокритериальных оценочных проблем, достаточно часто встречаются задачи, которые относятся к классу слабоструктурированных. Сложность данных задач заключается в отсутствии четкой структуры информации и регламентированных способов ее обработки. Для решения подобных проблем, как правило используют экспертные технологии.

Организация экспертизы включает целую серию задач, которые должны быть адаптированы под специфику предметной области. Даже определение целей, задач и этапов экспертизы при исследовании слабоструктурированных проблем не является типовым этапом организации экспертизы.

Особую важность и актуальность имеет организация как раз первых этапов, посвященных определению целей и задач обработки экспертной информации, формированию множества оценочных признаков, выделению высокосогласованных групп экспертов, от корректного проведения данных этапов в целом зависит эффективность полученных в ходе экспертизы оценок и возможность их результативно использовать в качестве инструмента разработки рекомендаций в процессе тактического и стратегического управления.

Для решения серьезных оценочных проблем привлекается достаточно большое количество экспертов, представляющих разные подразделения и сферы ответственности. Типичная организация экспертизы по опреде-

ленному вопросу, приводит к формированию одной хорошо согласованной подгруппы экспертов, на основании обработки информации данной подгруппы формируются результирующие выводы. Это связано с невозможностью делать обобщающие выводы на основании мнения экспертов, индивидуальные оценки которых слабо согласованы. Но переход к одной экспертной группе приводит к потере существенной информации высококвалифицированных специалистов, поэтому возникает необходимость образования нескольких коалиций экспертов, внутри которых информация имеет высокую степень агрегируемости.

В научных трудах А. В. Мельникова [102], С. В. Бухарина [21] и др. рассмотрена полноценная процедура проведения экспертизы объектов, однако начальные этапы экспертизы с оценкой целей и задач являются недостаточно проработанными.

Необходимо разработать численный метод на начальных этапах экспертизы, который позволит повысить достоверность результатов и эффективность процесса принятия решений.

В работе [78] автором предложен численный метод предварительной оценки эффективности функционирования систем безопасности объектов органов внутренних дел и критерий корректности исходных данных, структурная схема которого представлена на рисунке 3.4.

Введем следующие обозначения:

R^* – расширенная корреляционная матрица;

$\bar{r}_1$ – связь между оценкой первого эксперта со средним значением признака;

r_i – элемент корреляционной матрицы;

N – общее количество экспертов;

j – порядковый номер эксперта;

S – критерий качества исходных данных и согласованности экспертной группы;

J – моделирование интегрального показателя качества.

Аналитический вид критерия корректности исходных данных представлен на рисунке 3.5.

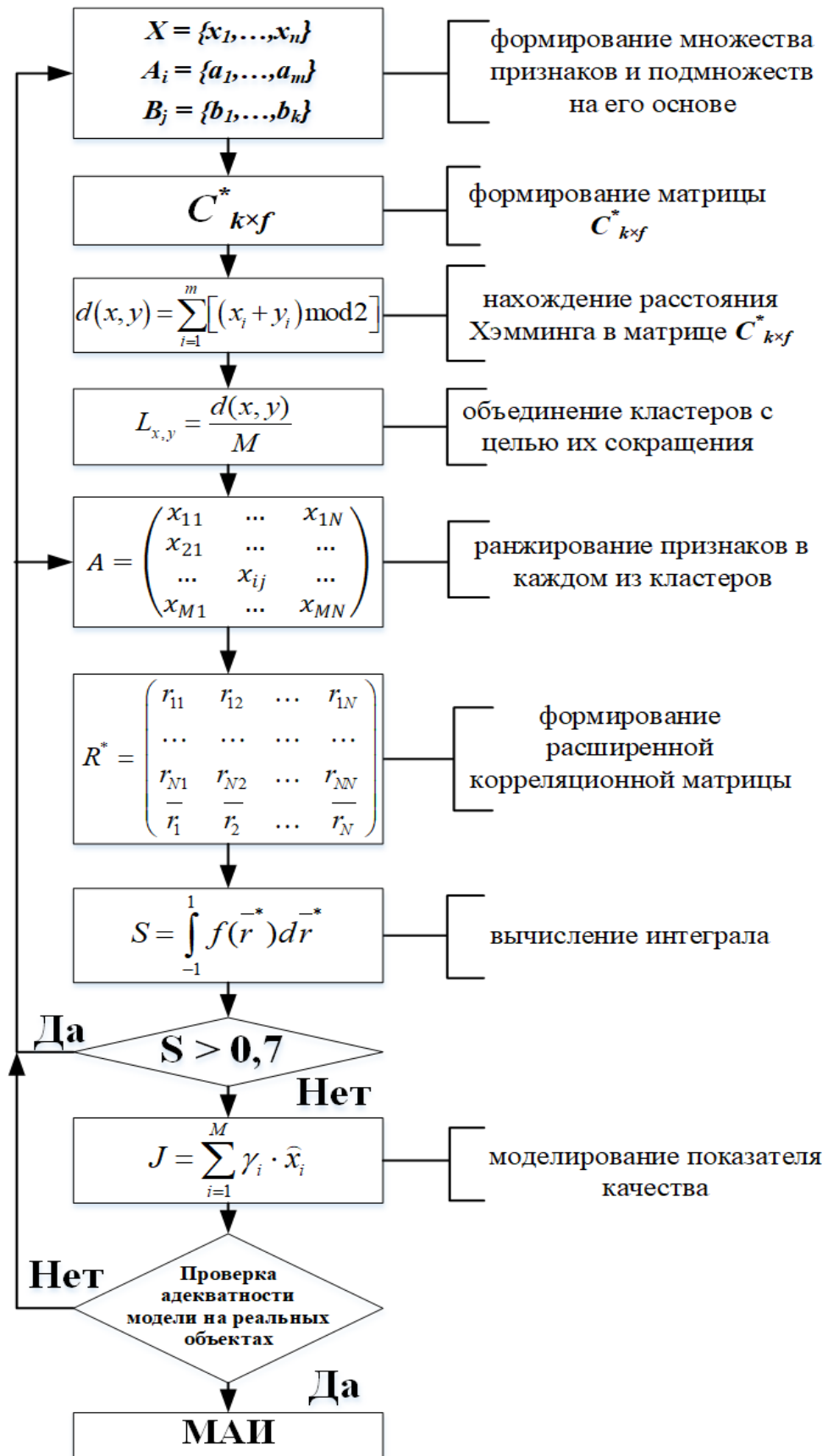


Рисунок 3.4 – Структурная схема проверки полноты, качества множества признаков и согласованности экспертов

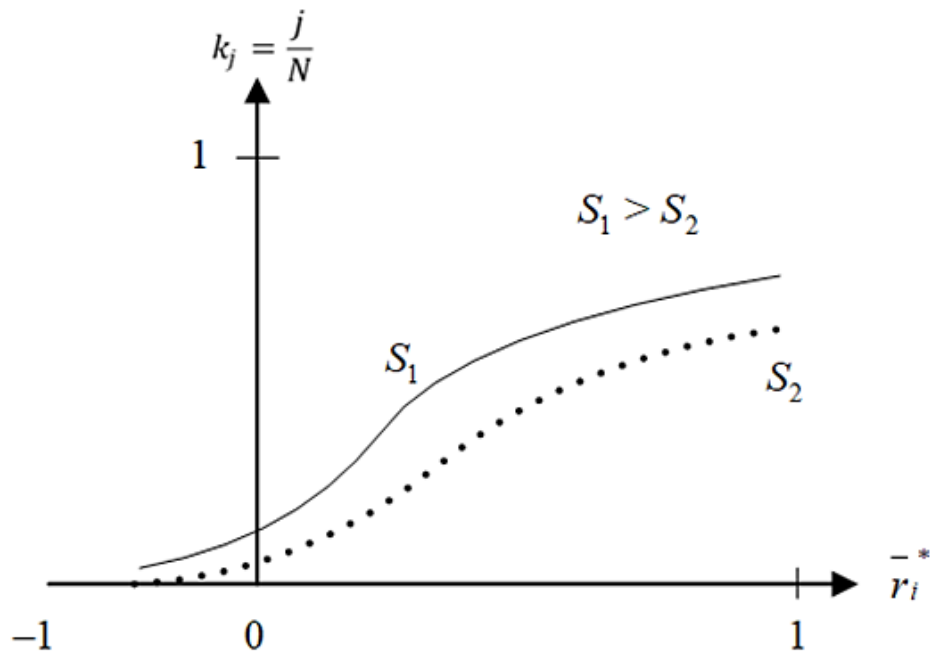


Рисунок 3.5 – Аналитический вид критерия корректности исходных данных

Рассмотрим верификацию представленного выше в виде структурной схемы численного метода на примере нарушителей систем безопасности [76].

В проведенных вычислительных экспериментах были получены следующие результаты исследования, представленные в таблице 3.17.

Таблица 3.17

Результаты вычислительного эксперимента
на примере нарушителей систем безопасности

Тип нарушителя систем безопасности	Нарушитель систем безопасности в сфере информационной безопасности	Нарушитель систем безопасности общекриминальной направленности	Нарушитель систем безопасности с террористическими целями
Общее количество экспертов	72	72	72
Площадь	0,45	0,53	0,66
Количество экспертов в сформированной основной коалиции	25	17	12
Коэффициент конкордации основной коалиции	0,74	0,72	0,70

Зависимость значений нормированного порядкового номера эксперта от ранжированных значений коэффициентов корреляции представлена на рисунке 3.6.

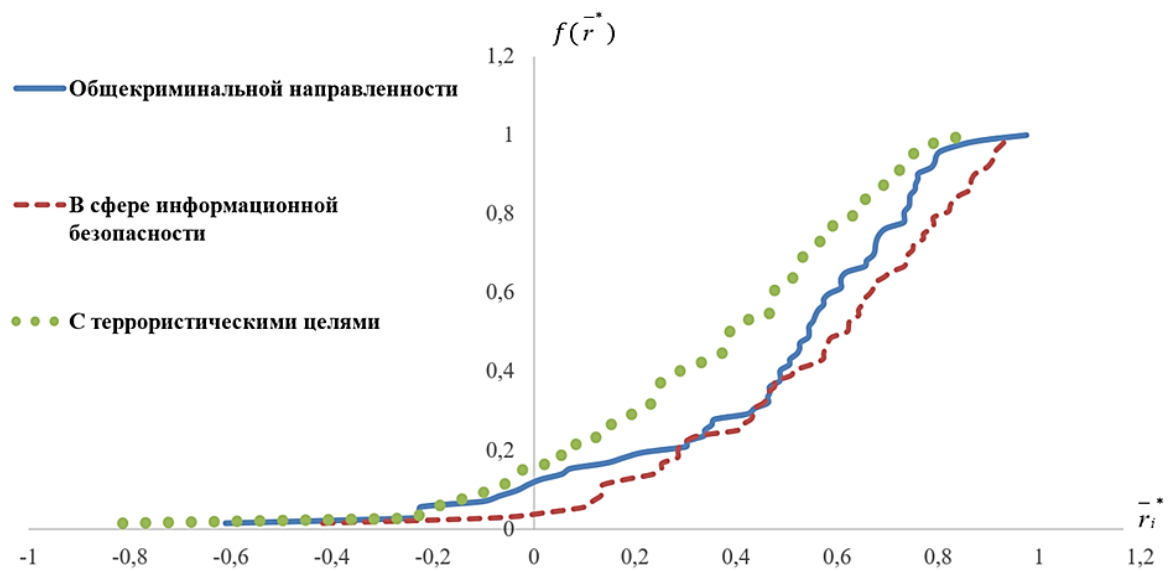


Рисунок 3.6 – Зависимость значений нормированного порядкового номера эксперта от ранжированных значений коэффициентов корреляции

При увеличении площади более 0,7 очевидно, что основная коалиция будет выделяться, но позиция экспертов будет менее согласованной и очевидно, что далее необходимо либо подбирать новую экспертную группу, либо пересматривать оцениваемые признаки.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе исследования были получены следующие основные результаты.

1. Для оценки эффективности функционирования систем безопасности объектов органов внутренних дел целесообразно использовать детерминированные методы, так как в их основе лежат нормативные правовые акты. Существующие детерминированные методы не позволяют принимать решения по повышению эффективности функционирования систем безопасности охраняемых объектов в случае близости значений интегральных показателей качества в условиях финансовых ограничений.

2. Повышение эффективности функционирования систем безопасности объектов органов внутренних дел в настоящее время является весьма актуальной задачей, для решения которой необходимо разработать универсальный численный метод, в котором для каждого объекта может выбираться свой набор признаков и также определяться уровень значимости выбранных признаков.

3. Рассмотрен подход к снижению размерности признакового пространства и возможность его использования в сложных (слабоструктурированных) задачах, для которых характерно сочетание как количественных, так и качественных зависимостей. Результаты решения задачи по формированию множества признаков применены при проведении экспертизы, целью которой является упорядочивание по предпочтительности множества соответствующих альтернатив.

4. В ходе проведения исследования разработан численный метод оценки эффективности функционирования систем безопасности объектов органов внутренних дел, который позволяет на начальных этапах экспертизы оценить корректность исходных данных и согласованность экспертной группы и отличается от существующих меньшей вычислительной сложностью за счет отсутствия необходимости попарного сравнения признаков.

5. Полученная в ходе исследования матрица различий взвешенных признаков позволила сформулировать частные задачи для разработки нескольких моделей и численных методов, которые нашли свое применение при анализе слабоструктурированных и однородных альтернатив.

6. Численный метод принятия решений для однородных с точки зрения близости показателей качества альтернатив позволяет повысить эффективность функционирования систем безопасности объектов органов

внутренних дел. Данный метод отличается от известных возможностью исследования однородных в аспекте близости значений интегральных показателей качества.

7. Результаты исследования могут быть использованы для разработки рекомендаций по повышению уровня защищенности охраняемого объекта в отношении различных актов незаконного вмешательства со стороны нарушителей систем безопасности.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ СОКРАЩЕНИЯ

АТЗ – антитеррористическая защищенность

ВОБ – вопросы обеспечения безопасности

ГОСТ – государственный стандарт

ДЧ – дежурная часть

ИСОД – интегрированная система обработки данных

КИИ – критическая информационная инфраструктура

ЛПР – лицо, принимающее решение

МАИ – метод анализа иерархий

НСБ – нарушитель систем безопасности

ОВД – органы внутренних дел

ОФБ – оценка функциональной безопасности

ОЭФ – оценка эффективности функционирования

СБ – система безопасности

ЛИТЕРАТУРА

1. Азгальдов, Г. Г. Квалиметрия : учебное пособие / Г. Г. Азгальдов. – Москва : Высшая школа, 2011. – 143 с. – Текст : непосредственный.
2. Айвазян, С. А. Прикладная статистика. Основы моделирования и первичная обработка данных / С. А. Айвазян, И. С. Енюков, Л. Д. Мешалкин. – Москва : Финансы и статистика, 1983. – 129 с. – Текст : непосредственный.
3. Антонов, А. В. Системный анализ : учебник для вузов / А. В. Антонов. – Москва : Высшая школа, 2004. – 454 с. – Текст : непосредственный.
4. Аполов, О. Г. Теория систем и системный анализ : курс лекций / О. Г. Аполов. – Уфа, 2012. – 274 с. – Текст : непосредственный.
5. Афонишкин, А. И. Исследование и разработка методов оценки качества информации : дис. ... канд. техн. наук : 05.13.01 / Афонишкин Александр Иванович. – Казань, 1984. – 249 с. – Текст : непосредственный.
6. Ахлюстин, С. Б. Математическое моделирование оценки защищенности объектов с эргатическими интегрированными системами безопасности : дис. ... канд. техн. наук : 05.13.18 / Ахлюстин Сергей Борисович. – Воронеж, 2019. – 181 с. – Текст : непосредственный.
7. Бабкин, С. А. Анализ методов определения количественного и качественного состава экспертной группы / С. А. Бабкин, В. В. Конобеевских, А. С. Мальцев // Инновационные технологии и экономика в машиностроении: сб. материалов междунар. науч. конф. / ЮТИ. – Юрга, 2009. – С. 456–459.
8. Бабкин, С. А. Организация экспертизы на основе статических методов обработки информации / С. А. Бабкин, В. В. Конобеевских. – Текст : непосредственный // Вестник Воронежского института МВД России. – 2008. – № 4. – С.123–130.
9. Бабкин, С. А. Оценка согласованности мнений экспертов / С. А. Бабкин, В. В. Конобеевских, А. С. Мальцев. – Текст : непосредственный // Инновационные технологии и экономика в машиностроении : сб. материалов междунар. науч. конф. ЮТИ. – Юрга, 2009. – С. 459–462.
10. Бабкин, С. А. Оценка характеристик радиотехнических устройств с использованием экспертно-статистических методов : дис. ... канд. техн. наук : 05.13.18 / Бабкин Сергей Александрович. – Воронеж, 2009. – 180 с. – Текст : непосредственный.

11. Бабкин, С. А. Установление однородности радиотехнических товаров (работ, услуг) на основе критерия знаков / С. А. Бабкин, С. В. Бухарин. – Текст : непосредственный // Вестник Воронежского института МВД России. – 2009. – № 1. – С. 115–121.

12. Батищев, Д. И. Многокритериальный выбор с учетом индивидуальных предпочтений / Д. И. Батищев, Д. Е. Шапошников. – Нижний Новгород : ИПФ РАН, 1994. – 86 с. – Текст : непосредственный.

13. Бешелев, С. Д. Экспертные оценки в принятии плановых решений / С. Д. Бешелев, Ф. Г. Гурвич – Москва : Экономика, 1976. – 287 с. – Текст : непосредственный.

14. Бешелев, С. Д. Математико-статистические методы экспертных оценок / С. Д. Бешелев, Ф. Г. Гурвич. – Москва : Статистика, 1980. – 263 с. – Текст : непосредственный.

15. Бешелев, С. Д. Экспертные оценки / С. Д. Бешелев, Ф. Г. Гурвич. – Москва : Наука, 1973. – 219 с. – Текст : непосредственный.

16. Блумберг, В. А. Какое решение лучше? Метод постановки приоритетов / В. А. Блумберг, В. Ф. Глущенко – Ленинград : Лениздат, 1982. – 160 с. – Текст : непосредственный.

17. Бодров, В. И. Математические методы принятия решений / В. И. Бодров, Т. Я. Лазарева, Ю. Ф. Мартемьянов. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. тех. ун-та, 2004. – 124 с. – Текст : непосредственный.

18. Бурков, В. Н. Получение и анализ экспертной информации / В. Н. Бурков, Л. А. Панкова, М. В. Шнейдерман. – Москва : Ин-т проблем управления, 1981. – 108 с. – Текст : непосредственный.

19. Бурков, Е. А. Методы и алгоритмы анализа и агрегирования групповых экспертных оценок : дис. ... канд. техн. наук : 05.13.01 / Бурков Евгений Александрович. – Санкт-Петербург, 2011. – 189 с. – Текст : непосредственный.

20. Бусленко, Н. П. Моделирование сложных систем. / Н. П. Бусленко. – Москва : Наука, 1968. – Текст : непосредственный.

21. Бухарин, С. В. Статистические методы экспертизы технических и экономических объектов : монография / С. В. Бухарин, Д. А. Волков, А. В. Мельников, В. В. Навоев. – Воронеж : Научная книга, 2013. – 274 с. – Текст : непосредственный.

22. Волковицкий, К. Е. Исследование пространства ранговых оценок и разработка пакета прикладных программ классификационной обработки данных экспертного оценивания : дис. ... канд. физ-мат. наук : 01.01.09 /

Волковицкий Кирилл Евгеньевич. – Москва, 1984. – 154 с. – Текст : непосредственный.

23. Волхонский, В. В. Системы физической защиты. Основы теории : учебное пособие / В. В. Волхонский. – Санкт-Петербург : Университет ИТМО, 2017. – 102 с. – Текст : непосредственный.

24. Ворона, В. А. Концептуальные основы создания и применения системы защиты объектов / В. А. Ворона, В. А. Тихонов. – Москва : Горячая линия. – Телеком, 2012. – 196 с. – Текст : непосредственный.

25. Гарсия, М. Проектирование и оценка систем физической защиты / М. Гарсия ; под ред. Р. Г. Магауенова. – Москва : Мир, 2002. – 322 с. – Текст : непосредственный.

26. Гитис, Л. Х. Статистическая классификация и кластерный анализ / Л.Х. Гитис. – Москва : Издательство Московского гос. горного ун-та, 2003. – 158 с. – Текст : непосредственный.

27. ГОСТ Р ЕН 15233-2013. Национальный стандарт Российской Федерации. Методология оценки функциональной безопасности систем защиты для потенциально взрывоопасных сред. – Москва : Стандартинформ, 2014. – 19 с. – Текст : непосредственный.

28. ГОСТ Р 52633.5-2011. Защита информации. Техника защиты информации. Автоматическое обучение нейросетевых преобразователей биометрия-код доступа. – Москва : Стандартинформ, 2012. – 20 с. – Текст : непосредственный.

29. ГОСТ Р 53161-2008. Органолептический анализ. Методология. Метод парного сравнения. – Москва : Стандартинформ, 2009. – 20 с. – Текст : непосредственный.

30. ГОСТ Р 53195.1-2008. Безопасность функциональная связанных с безопасностью зданий и сооружений систем. Часть 1. Основные положения. – Москва : Стандартинформ, 2009. – 35 с. – Текст : непосредственный.

31. ГОСТ МЭК 61508-1-2012. Функциональная безопасность систем электрических, электронных, программируемых электронных, связанных с безопасностью. Часть 1. Общие требования. – Москва : Стандартинформ, 2014. – 60 с. – Текст : непосредственный.

32. ГОСТ МЭК 61508-2-2012. Функциональная безопасность систем электрических, электронных, программируемых электронных, связанных с безопасностью. Часть 2. – Москва : Стандартинформ, 2014. – 91 с. – Текст : непосредственный.

33. ГОСТ Р МЭК 61508-4-2012. Национальный стандарт Российской Федерации. Функциональная безопасность систем электрических, электронных, программируемых электронных, связанных с безопасностью. Часть 4. Термины и определения. – Москва : Стандартинформ, 2014. – 36 с. – Текст : непосредственный

34. ГОСТ МЭК 61508-5-2012. Национальный стандарт Российской Федерации. Функциональная безопасность систем электрических, электронных, программируемых электронных, связанных с безопасностью. Часть 5. Рекомендации по применению методов определения уровней полноты безопасности. – Москва : Стандартинформ, 2014. – 39 с. – Текст : непосредственный.

35. ГОСТ МЭК 61508-6-2012. Национальный стандарт Российской Федерации. Функциональная безопасность систем электрических, электронных, программируемых электронных, связанных с безопасностью. Часть 6. Руководство по применению – Москва : Стандартинформ, 2014. – 109 с. – Текст : непосредственный.

36. ГОСТ МЭК 61508-7-2012. Национальный стандарт Российской Федерации. Функциональная безопасность систем электрических, электронных, программируемых электронных, связанных с безопасностью. Часть 7. Методы и средства. – Москва : Стандартинформ, 2014. – 100 с. – Текст : непосредственный.

37. ГОСТ Р 52551-2016 . Системы охраны и безопасности. – Москва : Госстандарт России, 2016. – Текст : непосредственный.

38. Демидова, Л. А. Методы кластеризации в задачах оценки технического состояния зданий и сооружений в условиях неопределенности / Л. А. Демидова, Е. И. Коняева. – Москва : Горячая Линия – Телеком, 2012. – 156 с. – Текст : непосредственный.

39. Добров, Г. М. Прогнозирование науки и техники / Г. М. Добров. – Москва : Наука, 1969. – 206 с. – Текст : непосредственный.

40. Добров, Г. М. Экспертные оценки в научно-техническом прогнозировании / Г. М. Добров, Ю. В. Ершов, Е. Н. Левин, Л. П. Смирнов. – Киев : Наукова думка, 1974. – 159 с. – Текст : непосредственный.

41. Дэвид, Г. Метод парных сравнений / Г. Дэвид. – Москва : Статистика, 1978. – 144 с. – Текст : непосредственный.

42. Дюрэн, Б. Кластерный анализ / Б. Дюрэн, П. Оделл. – Москва : Статистика, 1977. – 128 с. – Текст : непосредственный.

43. Евланов, Л. Г. Экспертные оценки в управлении / Л. Г. Евланов, В. А. Кутузов. – Москва : Экономика, 1978. – 165 с. – Текст : непосредственный.

44. Жамбю, М. Иерархический кластер-анализ и соответствия / М. Жамбю. – Москва : Финансы и статистика, 1988. – 342 с. – Текст : непосредственный.

45. Жилин, Р. А. Задача классификации правонарушителей в области противокриминальной защиты объектов модифицированным методом анализа иерархий / Р. А. Жилин, А. В. Мельников. – Текст : непосредственный // Общественная безопасность, законность и правопорядок в III тысячелетии – 2018 : сборник материалов международной научно-практической конференции, 21 июня 2018 г. – Ч. 2. – Воронеж : Воронежский институт МВД России, 2018. – С. 35–39.

46. Жилин, Р. А. Анализ результатов вычислительного эксперимента по формированию однородных групп нарушителей охраны объектов критической информационной инфраструктуры / Р. А. Жилин, В. Г. Саркисов. – Текст : непосредственный // Общественная безопасность, законность и правопорядок в III тысячелетии – 2019 : сборник материалов международной научно-практической конференции, 27 июня 2019 г. – Ч. 2. – Воронеж : Воронежский институт МВД России, 2019. – С. 253–257.

47. Жилин, Р. А. К вопросу о классификации нарушителей безопасности охраняемых объектов / Р. А. Жилин, И. В. Щербакова. – Текст : непосредственный // Охрана, безопасность, связь – 2019 : сборник материалов международной научно-практической конференции, 22 ноября 2018 г. – Ч. 2. – Воронеж : Воронежский институт МВД России, 2019. – С. 115–120.

48. Жилин, Р. А. К вопросу о модели нарушителя системы безопасности объекта охраны / Р. А. Жилин, А. В. Мельников, И. В. Щербакова. – Текст : непосредственный // Вестник Воронежского института МВД России. – 2019. – № 2. – С. 57–69.

49. Жилин, Р. А. Категориальная иерархия нарушителей объектов критической информационной инфраструктуры / Р. А. Жилин. – Текст : непосредственный // Общественная безопасность, законность и правопорядок в III тысячелетии – 2019 : сборник материалов международной научно-практической конференции, 27 июня 2019 г. – Ч. 2. – Воронеж : Воронежский институт МВД России, 2019. – С. 257–260.

50. Жилин, Р. А. Моделирование функциональной взаимосвязи результатов экспертизы опасности отдельных видов нарушителей для оценки рисков безопасности охраняемых объектов / А. В. Мельников, Р. А. Жилин, И. А. Старенков. – Текст : непосредственный // Вестник Воронежского института ФСИН России. – 2019. – № 3. – С. 88–92.

51. Жилин, Р. А. Проблема квалификации преступлений против объектов критической информационной инфраструктуры / Р. А. Жилин, А. В. Шпак. – Текст : непосредственный // Общественная безопасность, законность и правопорядок в III тысячелетии – 2019 : сборник материалов международной научно-практической конференции, 27 июня 2019 г. – Ч. 2. – Воронеж : Воронежский институт МВД России, 2019. – С. 248–252.

52. Жилин, Р. А. Численный метод предварительной экспертизы альтернатив нарушителей охраны объектов общекриминальной направленности / Р. А. Жилин, А. В. Мельников, И. В. Щербакова. – Текст : непосредственный // Вестник Воронежского института МВД России. – 2019. – № 3. – С. 46–54.

53. Жилин, Р. А. Анализ результатов численных экспериментов по кластеризации однородных объектов на основе суммы различий взвешенных признаков / Р. А. Жилин. – Текст : непосредственный // Информационные технологии в экономике и управлении – 2020 : сборник материалов IV всероссийской научно-практической конференции, 11-12 ноября 2020 г. – Махачкала : Дагестанский государственный технический университет, 2020. – С. 59–63.

54. Жилин, Р. А. Анализ результатов численных экспериментов по формированию согласованных групп экспертов при исследовании нарушителей охраны объектов / А. В. Мельников, Р. А. Жилин, И. А. Старенков. – Текст : непосредственный // Охрана, безопасность, связь – 2019 : сборник материалов международной научно-практической конференции, 28 ноября 2019 г. – Ч. 2. – Воронеж : Воронежский институт МВД России, 2020. – С. 51–54.

55. Жилин, Р. А. Задача кластеризации однородных альтернатив на основе отклонения значимых признаков / Р. А. Жилин. – Текст : непосредственный // Математическое и компьютерное моделирование – 2020 : сборник материалов VIII Международной научной конференции, 20 ноября 2020 г. – Омск : Омский государственный университет им. Ф. М. Достоевского, 2020. – С. 136–139.

56. Жилин, Р. А. Классификация нарушителей систем безопасности общекриминальной направленности / Р. А. Жилин. – Текст : непосредствен-

ный // Охрана, безопасность, связь – 2020 : сборник материалов международной научно-практической конференции, 28 ноября 2020 г. – Ч. 1. – Воронеж : Воронежский институт МВД России, 2020. – С. 54–58.

57. Жилин, Р. А. Метод формирования коалиций экспертов в рамках решения задачи экспертизы альтернатив со слабоформализуемыми критериями / А. В. Мельников, И. В. Щербакова, Р. А. Жилин. – Текст : непосредственный // Актуальные проблемы прикладной математики, информатики и механики : сборник трудов международной научной конференции, Воронеж, 11–13 ноября 2019 г. – Воронеж : Научно-исследовательские публикации, 2020. – С. 968–975.

58. Жилин, Р. А. Программа для вычислительного эксперимента по полному перебору коалиций экспертов / Р. А. Жилин, А. В. Мельников // Федеральная служба по интеллектуальной собственности. Свидетельство № 2020615861; зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 03.06.2020. – Электронная программа.

59. Жилин, Р. А. Программа для расчета интегральных показателей опасности нарушителей систем безопасности на основе численного метода оценки необходимости использования альтернативных коалиций / Р. А. Жилин // Федеральная служба по интеллектуальной собственности. Свидетельство № 2020618378; зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 24.07.2020. – Электронная программа.

60. Жилин, Р. А. Программа по формированию согласованных групп экспертов на основе численного метода предварительной экспертизы / Р. А. Жилин, А. В. Мельников // Федеральная служба по интеллектуальной собственности. Свидетельство № 2020614657; зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 20.04.2020. – Электронная программа.

61. Жилин, Р. А. Снижение размерности задачи экспертизы при исследовании объектов коалициями экспертов / Р. А. Жилин. – Текст : непосредственный // Охрана, безопасность, связь – 2019 : сборник материалов международной научно-практической конференции, 28 ноября 2019 г. – Ч. 2. – Воронеж : Воронежский институт МВД России, 2020. – С. 25–30.

62. Жилин, Р. А. Формирование пространства признаков для оценки антитеррористической защищенности объектов органов внутренних дел / Р. А. Жилин. – Текст : непосредственный // Охрана, безопасность, связь – 2020 : сборник материалов международной научно-практической конференции, 28 ноября 2020 г. – Ч. 2. – Воронеж : Воронежский институт МВД России, 2020. – С. 51–54.

63. Жилин, Р. А. Характеристика личности нарушителя систем безопасности с террористическими целями / Р. А. Жилин, С. Б. Ахлюстин. – Текст : непосредственный // Органы внутренних дел в системе противодействия идеологиям экстремизма и терроризма : сборник материалов региональной научно-практической конференции, 26 ноября 2020 г. – Орел : Орловский юридический институт МВД России, 2020. – С. 15–18.

64. Жилин, Р. А. Численный метод кластеризации однородных альтернатив, характеризующих качество антитеррористической защищенности объектов ОВД, на основе суммы различий взвешенных признаков / Р. А. Жилин, А. В. Мельников, Г. В. Перминов. – Текст : электронный // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2020. – Вып. 4. – Т. 8.

65. Жилин, Р. А. Численный метод формирования альтернативных коалиций экспертов / Р. А. Жилин. – Текст : непосредственный // Математические методы и информационно-технические средства – 2020 : сборник материалов XVI Всероссийской научно-практической конференции, 19 июня 2020 г. – Краснодар : Краснодарский университет МВД России, 2020. С. 40–44.

66. Жилин, Р. А. Численный метод формирования согласованной группы экспертов на основе расширенной корреляционной матрицы / И. В. Щербакова, Р. А. Жилин, А. Р. Фамильнов. – Текст : непосредственный // Охрана, безопасность, связь – 2019 : сборник материалов международной научно-практической конференции, 28 ноября 2019 г. – Ч. 2. – Воронеж : Воронежский институт МВД России, 2020. – С. 120–124.

67. Жилин, Р. А. Численный метод оценки необходимости использования альтернативных коалиций при анализе интегральных показателей опасности нарушителей в сфере физической защиты объектов / Р. А. Жилин, А. В. Мельников, И. В. Щербакова. – Текст : непосредственный // Вестник Воронежского института ФСИН России. – 2020. – № 3 – С. 45–52.

68. Жилин, Р. А. Метод оценки однородных групп объектов охраны на основе кластерно-иерархического подхода с использованием метода анализа иерархий / А. В. Мельников, Р. А. Жилин. – Текст : непосредственный // Математические методы и информационные технологии в моделировании систем : сборник материалов V Всероссийской (Национальной) научно-практической конференции, 29 апреля 2021 г. – Воронеж : Российский экономический университет им. Г. В. Плеханова, 2021. – С. 60–64.

69. Жилин, Р. А. О различных подходах при разработке модели нарушителя систем безопасности / Р. А. Жилин. – Текст : непосредственный // Информационные и телекоммуникационные технологии в противодействии экстремизму и терроризму : сборник материалов всероссийской научно-практической конференции, 23 апреля 2021 г. – Краснодар : Краснодарский университет МВД России, 2021 – С. 45–49.

70. Жилин, Р. А. О результатах кластеризации однородных альтернатив / Р. А. Жилин. – Текст : непосредственный // Математические методы и информационно-технические средства : сборник материалов всероссийской научно-практической конференции, 18 июня 2021 г. – Краснодар : Краснодарский университет МВД России, 2021. – С. 60–61.

71. Жилин, Р. А. Об экспертном опросе в отношении нарушителей систем безопасности / Р. А. Жилин. – Текст : непосредственный // Общественная безопасность, законность и правопорядок в III тысячелетии – 2021 : сборник материалов международной научно-практической конференции, 27 июня 2021 г. – № 7-3. – Воронеж : Воронежский институт МВД России, 2021. – С. 64–68.

72. Жилин, Р. А. Пространство признаков нарушителя систем безопасности общекриминальной направленности / Р. А. Жилин. – Текст : непосредственный // Математические методы и информационные технологии в моделировании систем : сборник материалов V Всероссийской (Национальной) научно-практической конференции, 29 апреля 2021 г. – Воронеж : Российский экономический университет им. Г. В. Плеханова, 2021. – С. 50–54.

73. Жилин, Р. А. Пространство признаков нарушителя систем безопасности, установленных в многоквартирных домах / Р. А. Жилин. – Текст : непосредственный // Проектное управление в строительстве. – 2021. – № 2 (23). – С. 116–119.

74. Жилин, Р. А. Сравнительный анализ методов многокритериального выбора лучшей альтернативы / Р. А. Жилин. – Текст : непосредственный // Общество и экономическая мысль в 21 веке: пути развития и инновации : сборник материалов международной научно-практической конференции, 24 марта 2021 г. – Воронеж : Российский экономический университет им. Г. В. Плеханова, 2021. – С. 40–45.

75. Жилин, Р. А. Численный метод оценки значимости критериев в группах однородных альтернатив / Р. А. Жилин, А. В. Мельников, Д. Н. Черников, К. А. Мельник. – Текст : непосредственный // Вестник Воронежского института ФСИН России. – 2021. – № 3. – С. 57–63.

76. Жилин, Р. А. Достоинства программы расчета интегральных показателей опасности нарушителей систем безопасности / Р. А. Жилин, А. А. Щеглов, В. В. Горлов, А. Б. Саваровский. – Текст : непосредственный // Вестник Воронежского института ФСИИ России. – 2022. – № 1. – С. 46–53.

77. Жилин, Р. А. Особенности использования программы для формирования высокосогласованных групп экспертов на основе численного метода предварительной экспертизы / Р. А. Жилин. – Текст : непосредственный // Вестник Воронежского института ФСИИ России. – 2022. – № 1. – С. 40–45.

78. Жилин, Р. А. Обоснование критерия корректности исходных данных при моделировании оценки эффективности слабоструктурированных альтернатив систем безопасности объектов органов внутренних дел / Р. А. Жилин, А. В. Мельников, Ю. Н. Гарусов. – Текст : непосредственный // Вестник Воронежского института МВД России. – 2022. – № 2. – С. 28–36.

79. Забияко, С. В. Модели оценки эффективности функционирования интегрированных систем безопасности в условиях структурно-параметрического конфликта подсистем : дис. ... канд. техн. наук : 05.13.18 / Забияко Сергей Валерьевич. – Воронеж, 2004. – 137 с. – Текст : непосредственный.

80. Заде, Л. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений / Л. Заде. – Москва : Мир, 1976. – Текст : непосредственный.

81. Калков, Д. Ю. Модели и алгоритмы оптимизации порядка проверки охраняемых объектов при получении сигналов тревоги : дис. ... канд. техн. наук : 05.13.18 / Калков Дмитрий Юрьевич. – Воронеж, 2016. – 168 с. – Текст : непосредственный.

82. Кендалл, М. Дж. Статистические выводы и связи / М. Дж. Кендалл, А. Стьюарт. – Москва : Наука, 1973. – 899 с. – Текст : непосредственный.

83. Конституция Российской Федерации : принята всенародным голосованием 12.12.1993 (в ред. от 01.07.2020) // СПС «КонсультантПлюс». – Текст : электронный.

84. Конобеевских, В. В. Статистические методы экспертных систем оценки качества радиотехнических приборов уголовно-исполнительной системы : дис. ... канд. техн. наук : 05.13.18 / Конобеевских Владимир Валерьевич. – Воронеж, 2006. – 182 с. – Текст : непосредственный.

85. Коробов, В. Б. Сравнительный анализ методов определения весовых коэффициентов «влияющих факторов» / В. Б. Коробов. – Текст : непо-

средственный // Социология : методология, методы, математические модели. – 2005. – № 20. – С. 54–73.

86. Крамер, Г. Математические методы статистики / Г. Крамер. – Москва : Мир, 1975. – 648 с. – Текст : непосредственный.

87. Кульбак, С. Теория информации и статистика / С. Кульбак. – Москва : Наука, 1967. – 408 с. – Текст : непосредственный.

88. Ларичев, О. И. Вербальный анализ решений / О. И. Ларичев. – Москва : Наука, 2006. – 181 с. – Текст : непосредственный.

89. Ларичев, О. И. Объективные модели и субъективные решения / О. И. Ларичев. – Москва : Наука, 1987. – 143 с. – Текст : непосредственный.

90. Ларичев, О. И. Выявление экспертных знаний / О. И. Ларичев. – Москва : Наука, 1989. – 361 с. – Текст : непосредственный.

91. Ларичев, О. И. Методологические проблемы практического применения системного анализа / О. И. Ларичев. – Текст : непосредственный // Системные исследования. Методологические проблемы : ежегодник № 11. – Москва : Наука, 1979. – С. 210–219.

92. Ларичев, О. И. Качественные методы принятия решений. Вербальный анализ решений / О. И. Ларичев, Е. М. Мошкович. – Москва : Наука. Физматлит, 1996. – 208 с. – Текст : непосредственный.

93. Ларичев, О. И. Наука и искусство принятия решений / О. И. Ларичев. – Москва : Наука, 1979. – 200 с. – Текст : непосредственный.

94. Ларичев, О. И. Теория и методы принятия решений, а также Хроника событий в Волшебных странах : учебник / О. И. Ларичев. – Москва : Логос, 2002. – 392 с. – Текст : непосредственный.

95. Лейбкинд, А. Р. Математические методы и модели формирования организационных структур управления / А. Р. Лейбкинд, Б. Л. Рудник. – Москва : МГУ, 1982. – 280 с. – Текст : непосредственный.

96. Литвак, Б. Г. Экспертная информация: методы получения и анализа / Б. Г. Литвак. – Москва : Радио и связь, 1982. – 184 с. – Текст : непосредственный.

97. Литвак, Б. Г. Экспертные оценки и принятие решений / Б. Г. Литвак. – Москва : Патент, 1996. – 271 с. – Текст : непосредственный.

98. Литвак, Б. Г. Экспертные технологии в управлении / Б. Г. Литвак. – Москва : Дело, 2006. – 400 с. – Текст : непосредственный.

99. Магауенов, Р. Г. Системы охранной сигнализации: основы теории и принципы построения : учебное пособие / Р. Г. Магауенов. – Москва : Горячая линия – Телеком, 2004. – 367 с. – Текст : непосредственный.

100. Макаров, И. М. Теория выбора и принятия решений : учебное пособие / И. М. Макаров, Т. М. Виноградская, А. Л. Рубчинский, В. Б. Соколов. – Москва : Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1982. – 328 с. – Текст : непосредственный.

101. Мандель, И. Д. Кластерный анализ/ И. Д. Мандель – Москва : Финансы и статистика, 1988. – 176 с. – Текст : непосредственный.

102. Мельников, А. В. Кластерно-иерархические методы экспертизы технических и экономических объектов : дис. ... д-ра техн. наук : 05.13.18 / Мельников Александр Владимирович. – Воронеж, 2014. – 354 с. – Текст : непосредственный

103. Меньших, В. В. Дискретная математика : учебное пособие / В. В. Меньших. – Воронеж : Воронежский институт МВД России, 2013. – 153 с. – Текст : непосредственный.

104. Миркин, Б. Г. Анализ качественных признаков и структур / Б. Г. Миркин. – Москва : Статистика, 1980. – 316 с. – Текст : непосредственный.

105. Мироненко, А. Н. Применение метода анализа иерархий совместно с алгоритмом кластеризации в обработке данных социологических исследований / А. Н. Мироненко // Математические структуры и моделирование. – 2016. – № 4 (40). – С. 90–95. – Текст : непосредственный.

106. Мишин, Е. Т. Построение систем физической защиты потенциально опасных объектов / Е. Т. Мишин, Е. Е. Соколов. – Москва, 2005. – 200 с. – Текст : непосредственный.

107. Навоев, В. В. Экспертно-статистический метод оценки характеристик информационно-измерительных систем : дис. ... канд. техн. наук : 05.13.18 / Навоев Виктор Владимирович. – Воронеж, 2003. – 164 с. – Текст : непосредственный.

108. Нападение на Нальчик (2005). – URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Нападение на объекты Нальчика \(2005\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Нападение_на_объекты_Нальчика_(2005)). – Заглавие с экрана. – (дата обращения: 16.03.2019). – Текст : электронный.

109. Небыбаев, В. А. Построение математических моделей в слабоформализованных областях исследований методом симплекс-декомпозиции области определения модели : дис. ... канд. физ-мат. наук : 05.13.18 / Небыбаев Вячеслав Анатольевич. – Москва, 2000. – 107 с. – Текст : непосредственный.

110. Новосельцев, В. И. Системный анализ : современные концепции / В. И. Новосельцев. – 2-е изд., испр. и доп. – Воронеж : Кварта, 2003. – 360 с. – Текст : непосредственный.

111. Ногин, В. Д. Принятие решений в многокритериальной среде: количественный подход / В. Д. Ногин. – Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2005. – 176 с. – Текст : непосредственный.

112. Ногин, В. Д. Принятие решений при многих критериях / В. Д. Ногин. – Санкт-Петербург : ЮТАС, 2007. – 104 с. – Текст : непосредственный.

113. Ногин, В. Д. Применение линейной алгебры в принятии решений : учебное пособие / В. Д. Ногин, С. В. Чистяков. – Санкт-Петербург : СПбГТУ, 1988. – 38 с. – Текст : непосредственный.

114. Об антитеррористической защищенности объектов (территорий) : постановление Правительства Российской Федерации от 25 дек. 2013 г. № 1244. – URL: <https://base.garant.ru/70552494/> (дата обращения: 16.08.2020). – Текст : электронный.

115. Об обеспечении безопасности объектов органов внутренних дел Российской Федерации от преступных посягательств (в ред. приказа МВД России от 6 февр. 2018 г. № 70) : приказ МВД России от 31 дек. 2014 г. № 1152. – URL : https://мвд.рф/upload/site116/folder_page/012/709/129/ (дата обращения: 16.08.2020). – Текст : электронный.

116. Ограбление Банка Москвы во Владикавказе окончательно раскрыто. – URL: <https://www.gazeta.ru/social/2011/03/05/3546561>. – Заглавие с экрана. – (дата обращения: 16.03.2019). – Текст : электронный.

117. О техническом регулировании : Федеральный закон от 27.12.2002 № 184-ФЗ // СЗ РФ. – 2002. – № 52 (ч. 1). – Ст. 5140. – Текст : непосредственный.

118. О государственной охране : Федеральный закон от 27.05.1996 № 57-ФЗ (ред. от 03.07.2016) // СЗ РФ. – 2002. – № 45 (ч. 2). – Ст. 4370. – Текст : непосредственный.

119. О полиции : Федеральный закон от 7 февраля 2011 г. № 3-ФЗ // СЗ РФ. – 2011. – № 7. – Ст. 900. – Текст : непосредственный.

120. О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросам антитеррористической защищенности объектов : Федеральный закон от 23.07.2013 № 208-ФЗ // СПС «КонсультантПлюс». – Текст : электронный.

121. О безопасности : Федеральный закон от 28.12.2010 № 390-ФЗ // СЗ РФ. – 2011. – № 1. – Ст. 2. – Текст : непосредственный.

122. О противодействии терроризму : Федеральный закон от 06.03.2006 № 35-ФЗ // СПС «КонсультантПлюс». – Текст : электронный.

123. О мерах по противодействию терроризму : указ Президента РФ от 15 февраля 2006 г. № 116 // СПС «КонсультантПлюс». – Текст : электронный.

124. Об утверждении инструкции о порядке приема, регистрации и разрешения в территориальных органах Министерства внутренних дел Российской Федерации заявлений и сообщений о преступлениях, об административных правонарушениях, о происшествиях : приказ МВД России от 29 августа 2014 года № 736 // Официальный сайт Министерства внутренних дел. – URL: https://xn--b1aew.xn--p1ai/upload/site6/folder_page/012/. – Текст : непосредственный.

125. Орехов, П. В. Модели и алгоритмы оптимизации размещения сил и средств обеспечения безопасности дорожного движения : дис. ... канд. техн. наук : 05.13.18 : защищена 13.10.2016 / Орехов Павел Васильевич. – Воронеж, 2016. – 161 с. – Текст : непосредственный.

126. Орлов, А. И. Допустимые средние в некоторых задачах экспертных оценок и агрегирования показателей качества / А. И. Орлов. – Текст : непосредственный // Многомерный статистический анализ в социально-экономических исследованиях. – Москва : Наука, 1974. – С. 388–393.

127. Орлов, А. И. Оптимальные методы в экономике и управлении : учебное пособие по курсу «Организационно-экономическое моделирование». / А. И. Орлов. – Москва : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2007. – 44 с. – Текст : непосредственный.

128. Орлов, А. И. Теория принятия решений / А. И. Орлов. – Москва : Экзамен, 2005. – 656 с. – Текст : непосредственный.

129. Орлов, А. И. Экспертные оценки : учебное пособие / А. И. Орлов. – Москва, 2002. – Текст : электронный.

130. Орловский, С. А. Проблемы принятия решений при нечеткой исходной информации / А. И. Орлов. – Москва : Наука, 1981. – 203 с. – Текст : непосредственный.

131. Павлов, А. Н. Методы обработки экспертной информации : учебно-метод. пособие / А. Н. Павлов, Б. В. Соколов. – Санкт-Петербург, 2005. – 42 с. – Текст : непосредственный.

132. Погосян, К. С. Формирование лингвистических шкал для процедур принятия согласованных групповых решений : дис. ... канд. техн. наук

: 05.13.17 / Погосян Крестине Самвеловна. – Воронеж, 2013. – 161 с. – Текст : непосредственный.

133. Подиновский, В. В. Введение в теорию важности критериев в многокритериальных задачах принятия решений / В. В. Подиновский. – Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 64 с. – Текст : непосредственный.

134. Подиновский, В. В. Многокритериальные задачи с однородными равноценными критериями / В. В. Подиновский. – Текст : непосредственный // Журнал вычислительной математики и физики. – Т.15. – 1975. – С. 130–141.

135. Путинцев, А. Н. Человеко-машинные процедуры обработки и анализа слабоформализованной информации в задачах управления научными исследованиями : дис. ... канд. техн. наук : 05.13.01; 05.13.06 / Путинцев Александр Николаевич. – Москва, 1984. – 165 с. – Текст : непосредственный.

136. Ракитов А. И., Системный анализ и аналитические исследования: руководство для профессиональных аналитиков / А. И. Ракитов, Д. А. Бондяев, И. Б. Романов, С. В. Егеров, А. Ю. Щербаков. – Москва, 2009. – 448 с. – Текст : непосредственный.

137. Райхман, Э. П. Экспертные методы в оценке качества товаров / Э. П. Райхман, Г. Г. Азгальдов. – Москва : Экономика, 1974. – 189 с. – Текст : непосредственный.

138. Рогожин, А. А. Алгоритм обеспечения антитеррористической защищенности объектов органов внутренних дел Российской Федерации / А. А. Рогожин, Е. М. Абросимова. – Текст : непосредственный // Вестник Краснодарского университета МВД России. – 2019. – № 4. – С. 114–120.

139. Р 78.36.052-2015 Типовые проектные решения оснащения техническими средствами охраны объектов органов внутренних дел Российской Федерации, отнесенных к первой категории – Москва : Госстандарт России, 2015. – Текст : непосредственный.

140. Р 78.36.059-2016 Типовые проектные решения оснащения техническими средствами охраны объектов органов внутренних дел Российской Федерации, отнесенных ко 2, 3, 4 категориям. – Москва : Госстандарт России, 2016. – Текст : непосредственный.

141. Критерии оценки безопасности информационных технологий : руководящий документ – Часть 2 : Функциональные требования безопасности. – Москва : Гостехкомиссия России, 2002. – 4 с. – Текст : непосредственный.

142. Румшинский, Л. З. Математическая обработка результатов эксперимента / Л. З. Румшинский. – Москва : Наука, 1971. – 192 с. – Текст : непосредственный.

143. Саати, Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий / Т. Саати. – Москва : Радио и Связь, 1993. – 278 с. – Текст : непосредственный.

144. Сидельников, Ю. В. Системный анализ технологии экспертного прогнозирования / Ю. В. Сидельников. – Москва : Изд-во МАИ «Доброе слово», 2007. – 348 с. – Текст : непосредственный.

145. Сидельников, Ю. В. Технология экспертного прогнозирования / Ю. В. Сидельников. – Москва : Изд-во МАИ «Доброе слово», 2005. – 283 с. – Текст : непосредственный.

146. Степанов, Б. П. Основы проектирования систем физической защиты ядерных объектов : учебное пособие / Б. П. Степанов, А. В. Годовых. – Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 118 с. – Текст : непосредственный.

147. Торокин, А. А. Основы инженерно-технической защиты информации / А. А. Торокин. – Москва : Ось-89, 1998. – 336 с. – Текст : непосредственный.

148. Уилкс, С. Математическая статистика : монография / С. Уилкс. – Москва : Наука, 1967. – 632 с. – Текст : непосредственный.

149. Angeli, C. Diagnostic Expert Systems: From Expert's Knowledge to Real-Time Systems / C. Angeli. – Text : direct // Advanced Knowledge Based Systems : Model, Applications & Research. – 2010. – № 1. – С. 50–73.

150. Applications of advanced data analysis and expert system technologies in the atlas trigger – daq controls framework / G. Avolio, A. C. Radu, A. Kazarov, [and others.] G. Lehmann Miotto, L. Magnoni. – Text : direct // Journal of Physics : Conference Series. – 2012. – Т. 396 (1).

151. Barton, F. SMARTS and SMARTER: Improved simple methods for multi attribute utility measurement / F. Barton, W. Edwards. – Text : direct // Organizational Behavior and Human Decision Processes. – 1994. – Vol. 60. – P. 306–325.

152. Bezdek J. C. Pattern Recognition With Fuzzy Objective Function Algorithms. – NY : Plenum Press, 1981. – Text : direct.

153. Bramer, M. A. A Survey and Critical Review of Expert Systems (Michie D., ed) / M. A. Bramer. – London, New York : Gordon and Breach, 1982. – Text : direct.

154. Duda, R. O. Expert systems Research / R. O. Duda. – N. Y. : Science – 1983. – 261 p. – Text : direct.

155. Golam, K. Integrating Fuzzy Delphi with Fuzzy Analytic Hierarchy Process for Multiple Criteria Inventory Classification / K. Golam, R. Sumi. – Text : direct // Journal of Engineering, Project, and Production Management. – 2013. – № 3 (1). – P. 22–34.

156. Goldfeld, S. M. Some Tests for Homoscedasticity. / S. M. Goldfeld, R. E. Quandt. – Text : direct // Journal of the American Statistical Association. – 1965. – 60 (310). – P. 539–547.

157. Haocheng, T. A brief history and technical review of the expert system research / T. Haocheng. – Text : direct // IOP Conf. Series : Materials Science and Engineering. – 2017. – № 242.

158. Melnikov, A. V. Method of forming expert coalitions in the context of solving the expertise problem of alternatives with weakly formalized criteria / A. V. Melnikov, I. V. Shcherbakova, R. A. Zhilin. – Text : direct // J. Phys : Conf. Ser. 2020 1479012071.

159. Mingers, J. Expert systems experiments with rule induction / J. Mingers. – Text : direct // Journal of the Operational Research Society. – 1987. – Vol. 38. – P. 39–47.

160. Oravec, J. A. Expert systems and knowledge-based engineering (1984-1991): implications for instructional systems research / J. A. Oravec. – Text : direct // International Journal of Designs for learning. – 2014. – № 5. – T. 2. – C. 66–75.

161. Parker, D. Fighting computer crime / D. Parker. – N. Y., 1998. – P. 248. – Text : direct.

162. Srichetta, P. Applying Fuzzy Analytic Hierarchy Process to Evaluate and Select Product of Notebook Computers / P. Srichetta, W. Thurachon. – Text : direct // International Journal of Modeling and Optimization. – April 2012. – Vol. 2. – No. 2.

163. Moore, R. L. Expert systems in Real-Time Applications Experience and Opportunities, Expert systems Applications in Advanced Control / R. L. Moore. – Text : direct // Proceeding the Seventeenth Annual Advanced Control Conference – West Japan, 1999. – P. 555–558.

164. Zimmermann H. J. Fuzzy Sets, Decision-Making and Expert Systems. – Dordrecht : Kluwer Academic Publ., 1987. – 352 p. – Text : direct.

Научное издание

Жилин Роман Андреевич,
кандидат технических наук;
Мельников Александр Владимирович,
доктор технических наук;
Ахлюстин Сергей Борисович,
кандидат технических наук;
Горлов Виталий Викторович,
кандидат технических наук.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОЦЕНКИ
ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ
СИСТЕМ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ
ОРГАНОВ ВНУТРЕННИХ ДЕЛ

Монография

Редактор А. Г. Лиопа
Компьютерная верстка Р. А. Жилина

Подписано в печать 21.02.2023.

Формат 60×84¹/₁₆

Усл.-печ. л. 6,1

Тираж 60 экз. Заказ № 53

Воронежский институт МВД России
394065, Воронеж, просп. Патриотов, 53

Типография Воронежского института МВД России
394065, Воронеж, просп. Патриотов, 53