

УДК 004.89

DOI 10.17513/snt.40477

СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО ЗАМЕНЕ СРЕДСТВ ФИЗИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ НА ОСНОВЕ МЕТОДА АНАЛИЗА ИЕРАРХИЙ

¹Тугов В.В., ¹Орлова Е.В., ²Султанов Н.З.¹ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», Оренбург,
e-mail: vitalya99@mail.ru;²ФГАОУ ВО «Российский государственный гуманитарный университет», Москва

В статье описывается подход к разработке системы поддержки принятия решений по замене средств физической защиты на промышленном предприятии. В современных условиях криминогенная обстановка как в мире, так и в РФ остается достаточно сложной, поэтому вопросы, связанные с обеспечением безопасности промышленных предприятий и организаций, остаются актуальными. Целью исследования является повышение эффективности поддержки принятия решений при замене средств физической защиты на промышленном предприятии. В основу работы положен метод анализа иерархии и рассмотрены его особенности. При использовании этого метода появляется возможность формирования иерархии приоритетов критериев и альтернатив для выбора объекта, попадающего под замену. Также в работе применяется шкала для оценки относительной важности, что помогает провести объективную оценку результатов опроса экспертов. Особенностью предложенного решения является интеграция формализованных оценок с экспертными суждениями, что обеспечивает сбалансированность принимаемых решений. Разрабатываемая система поддержки принятия решений используется лицами, принимающими решения в сложных условиях, для более полного и объективного анализа функционирования объекта. Данная система решает многокритериальные задачи при функционировании сложных систем физической защиты. Взаимодействие элементов системы организуется за счет запросов пользователей по замене или модернизации элементов. Таким образом, используя полученные результаты исследования, возможно повысить эффективность (техническую, экономическую и социальную) при проведении количественной оценки выбора наилучшего решения по замене средств физической защиты на промышленном предприятии.

Ключевые слова: система поддержки принятия решений, средства физической защиты, модернизация, шкала, архитектура, алгоритм

DECISION SUPPORT SYSTEM FOR THE REPLACEMENT OF PHYSICAL PROTECTIVE EQUIPMENT BASED ON THE HIERARCHY ANALYSIS METHOD

¹Tugov V.V., ¹Orlova E.V., ²Sultanov N.Z.¹Orenburg State University, Orenburg, e-mail: vitalya99@mail.ru;²Russian State University for Humanities, Moscow

The article describes an approach to the development of a decision support system for the replacement of physical protective equipment in an industrial enterprise. In modern conditions, the criminal situation both in the world and in the Russian Federation remains quite complex, so issues related to ensuring the safety of industrial enterprises and organizations remain relevant. The aim of the study is to increase the effectiveness of decision support when replacing physical protective equipment in an industrial enterprise. The work is based on the hierarchy analysis method and its features are considered. Using this method, it becomes possible to form a hierarchy of priorities, criteria, and alternatives for selecting a replacement object. The work also uses a scale to assess the relative importance, which helps to conduct an objective assessment of the results of the expert survey. A special feature of the proposed solution is the integration of formalized assessments with expert judgments, which ensures a balanced decision-making process. Thus, the decision support system being developed is used by decision makers in difficult conditions for a more complete and objective analysis of the functioning of the facility. This system solves multi-criteria tasks in the operation of complex physical protection systems. The interaction of system elements is organized by user requests for replacement or modernization of elements. Thus, using the obtained research results, it is possible to increase the efficiency (technical, economic and social) in quantifying the choice of the best solution for replacing physical protective equipment in an industrial enterprise.

Keywords: decision support system, physical protection equipment, modernization, school, architecture, algorithm

Введение

В современных условиях криминогенная обстановка как в мире, так и в РФ остается достаточно сложной, поэтому вопросы, связанные с обеспечением безопасности промышленных предприятий и организаций, остаются актуальными. Физи-

ческая безопасность таких объектов обеспечивается системой физической защиты (СФЗ). В состав рассматриваемой системы входят технические средства, правовые и организационные нормы, персонал, действия которых направлены на защиту предприятия от неправомерных действий. СФЗ

относятся к классу сложных систем, в них обрабатывается и анализируется достаточно большое количество информации, на основании которой принимаются управленческие решения, и от правильности, точности и быстроты принятия решения зависит конкурентное преимущество предприятия. Поэтому необходимо создавать максимально эффективные СФЗ.

Цель исследования – повышение эффективности поддержки принятия решений при замене средств физической защиты на промышленном предприятии.

Материалы и методы исследования

В основу работы положен метод анализа иерархии и рассмотрены его особенности. При использовании этого метода появляется возможность формирования иерархии приоритетов критериев и альтернатив для выбора объекта, попадающего под замену. Также в работе применяется шкала для оценки относительной важности, что помогает провести объективную оценку результатов опроса экспертов. Разрабатываемая система поддержки принятия решений представляет собой специализированный программно-аналитический комплекс, предназначенный для работы в условиях многокритериальных задач управления промышленной безопасностью. Ее ключевое преимущество заключается в возможности комплексной оценки технического состояния защитных систем с максимальным исключением человеческой предвзятости.

Результаты исследования и их обсуждение

Внедрение интерактивных систем поддержки принятия решений способствует повышению эффективности управления системами физической защиты за счет использования математических моделей при анализе слабоструктурированных данных. Как показывают исследования [1, 2], такой подход позволяет существенно улучшить качество принимаемых управленческих решений в области промышленной безопасности.

При проектировании систем поддержки решений для СФЗ необходимо тщательно анализировать возможные архитектурные решения, зависящие от требуемого уровня автоматизации и целевого назначения системы. Среди возможных вариантов реализации выделяются информационно-справочные комплексы, интегрирующие данные из различных источников и предоставляющие базовые аналитические функции [3, 4].

Альтернативным направлением является создание оптимизационных модулей,

осуществляющих поиск наилучших решений в рамках установленных ограничений и целевых показателей. Отдельного внимания заслуживают интеллектуальные системы, специализирующиеся на решении слабоформализованных задач, где классические алгоритмы демонстрируют ограниченную эффективность.

Каждая из указанных архитектур обладает специфическими характеристиками и оптимальными областями применения в контексте задач физической защиты. Определение подходящего типа системы требует всестороннего изучения решаемых проблем, ожидаемого качества выходных решений и специфики предметной области. Критически важным аспектом при этом остается достижение разумного компромисса между сложностью используемых математических моделей и их практической применимостью.

Функциональность и архитектура СППР формируются исходя из ее целевого назначения, при этом эффективность системы напрямую зависит от трех ключевых факторов: качества исходных данных, используемых аналитических методов и адекватности инструментов поддержки принятия решений [5, 6].

СППР включает в свой состав следующие функциональные подсистемы, которые представлены на рисунке 1.

- комплекс средств работы с данными, включающий их хранение, систематизацию, выборку и представление через встроенную СУБД, что создает информационный фундамент для всех аналитических процессов системы;

- пользовательский интерфейс обеспечивает взаимодействие между лицом, принимающим решение (ЛПР), и системой, а также использует современные технологии ввода данных и различные форматы представления результатов;

- модуль принятия решений на основе моделей из базы данных проводит вычисления и анализирует данные, учитывая критерии оценки, доступные варианты решений и способы выбора наилучшего подхода;

- блок формирования отчетности для генерирования отчетных документов, содержащих результаты процесса принятия решения в соответствии с требованиями нормативных и регламентирующих документов рассматриваемой предметной области [7];

- база знаний необходима для накопления интеллектуального капитала и способствует быстрому доступу к информации, разделению и передаче знаний, продвижению инноваций.

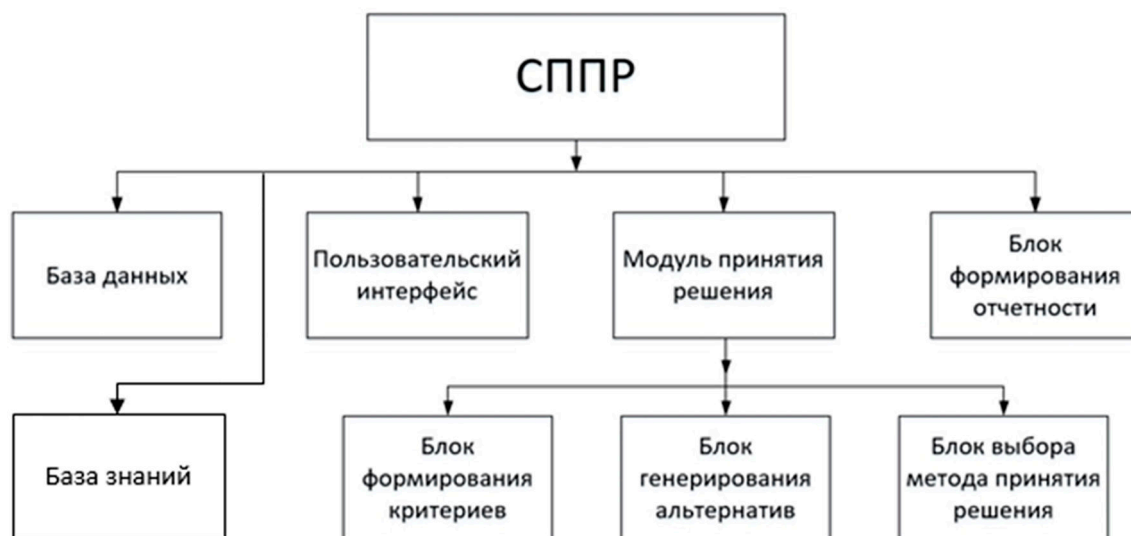


Рис. 1. Состав СППР
Источник: составлено авторами

Сам процесс принятия решения осуществляется в следующей последовательности: 1) анализируется проблема; 2) формулируются ограничения и критерии; 3) определяются альтернативы; 4) осуществляется оценивание возможных альтернатив; 5) выбирается альтернатива; 6) осуществляется реализация альтернативы.

СППР особенно важны при функционировании сложных СФЗ, при работе которых приходится учитывать множество критериев одновременно. Многокритериальность означает, что результат оценивается по нескольким взаимосвязанным показателям, что требует обработки значительных объемов данных. В таких условиях применение компьютерных технологий становится необходимостью, поскольку ручной анализ повышает риск ошибок, способных нарушить стабильность всей системы [8].

Основная особенность СППР заключается в том, что с помощью нее организуется по-новому взаимодействие человека с компьютером. Формирование итогового решения происходит в ходе циклического взаимодействия между двумя основными участниками [9]:

- СППР обрабатывает входящие данные и выполняет необходимые вычисления. Она служит автоматизированным инструментом для аналитической работы;

- ЛПР определяет исходные параметры задачи и анализирует полученные результаты. На основе этих данных ЛПР выбирает окончательный вариант решения.

Такой итерационный подход позволяет сочетать вычислительные возможности

информационной системы с экспертной оценкой человека. В результате их совместной работы создается качественно новая информация, необходимая для обоснованного выбора оптимального решения. Основное преимущество технологии заключается именно в этом симбиозе – способности системы генерировать аналитические данные, а специалиста – интерпретировать их и принимать окончательное решение.

В качестве математической основы для системы поддержки принятия решений выбран метод анализа иерархий – эффективный инструмент системного анализа сложных управленческих задач [10, 11]. Этот метод не дает однозначных ответов, но помогает выявить наиболее подходящие варианты решений через глубокое понимание сути проблемы и ее требований [12].

Так как СФЗ состоит из совокупности технических и программных средств, то со временем они устаревают, морально и физически, выходят из строя и возникает необходимость в их модернизации, обновлении или замене, что может вести к увеличению пропускной способности сетей, скорости обработки данных и др. Специалисты в области информационной безопасности рекомендуют обновлять технические и программные средства постоянно [13]. На сроки обновления влияют размеры предприятия, сфера деятельности, перспектива роста и расширения, количество применяемых и планируемых к внедрению для связи сетевых технологий и множество других факторов и параметров.

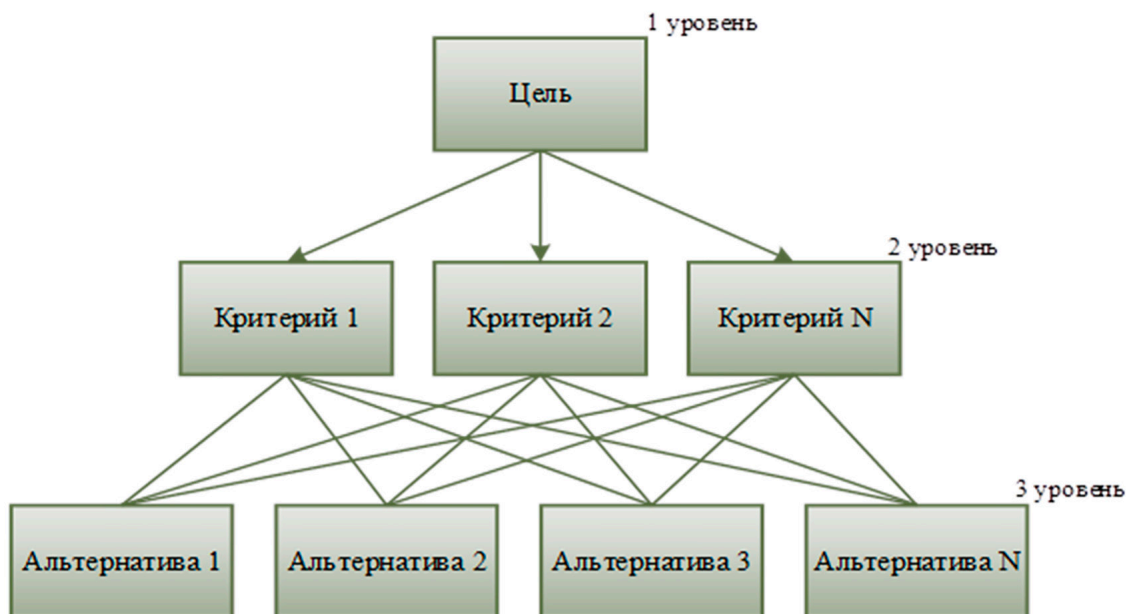


Рис. 2. Трехуровневая структура принятия решений
Источник: составлено авторами на основе [8]

Выявленные недостатки в работе оборудования или программного обеспечения открывают несколько возможных путей модернизации. При этом важно учитывать совместимость с уже установленными решениями [14, 15]. Качество функционирования систем защиты оказывает прямое воздействие на ключевые производственные и коммерческие процессы организации.

Создаваемая СППР способна минимизировать как финансовые расходы, так и трудовые затраты, связанные с выбором стратегии обновления элементов защиты. Первоначальный этап работы системы предполагает четкое определение целей –

выявление компонентов, требующих замены или модернизации (рис. 2).

На втором этапе анализа устанавливаются ключевые критерии, служащие основой для сравнительной оценки возможных вариантов достижения целевых показателей. Третий уровень иерархической модели содержит конкретные альтернативные решения, подлежащие рассмотрению.

Для объективного сравнения различных вариантов модернизации разработана специальная оценочная шкала, отражающая относительную значимость каждого фактора [8] (таблица). Эта методика позволяет экспертам систематизировать процесс выбора оптимальных решений.

Шкала оценки значимости альтернатив

Уровень приоритета	Характеристика выбора	Основание для оценки
1	Варианты равноценны	Альтернативы имеют одинаковую значимость для решения задачи
2	Незначительное преимущество	Экспертное заключение указывает на небольшое превосходство одного варианта
3	Заметное превосходство	Опыт специалистов подтверждает явное лидерство одной альтернативы
4	Существенное преимущество	Наблюдается значительный перевес одного решения над другими
5	Безусловный приоритет	Один вариант демонстрирует абсолютное превосходство по всем параметрам

Источник: составлено авторами на основе экспертных методик оценки [8].

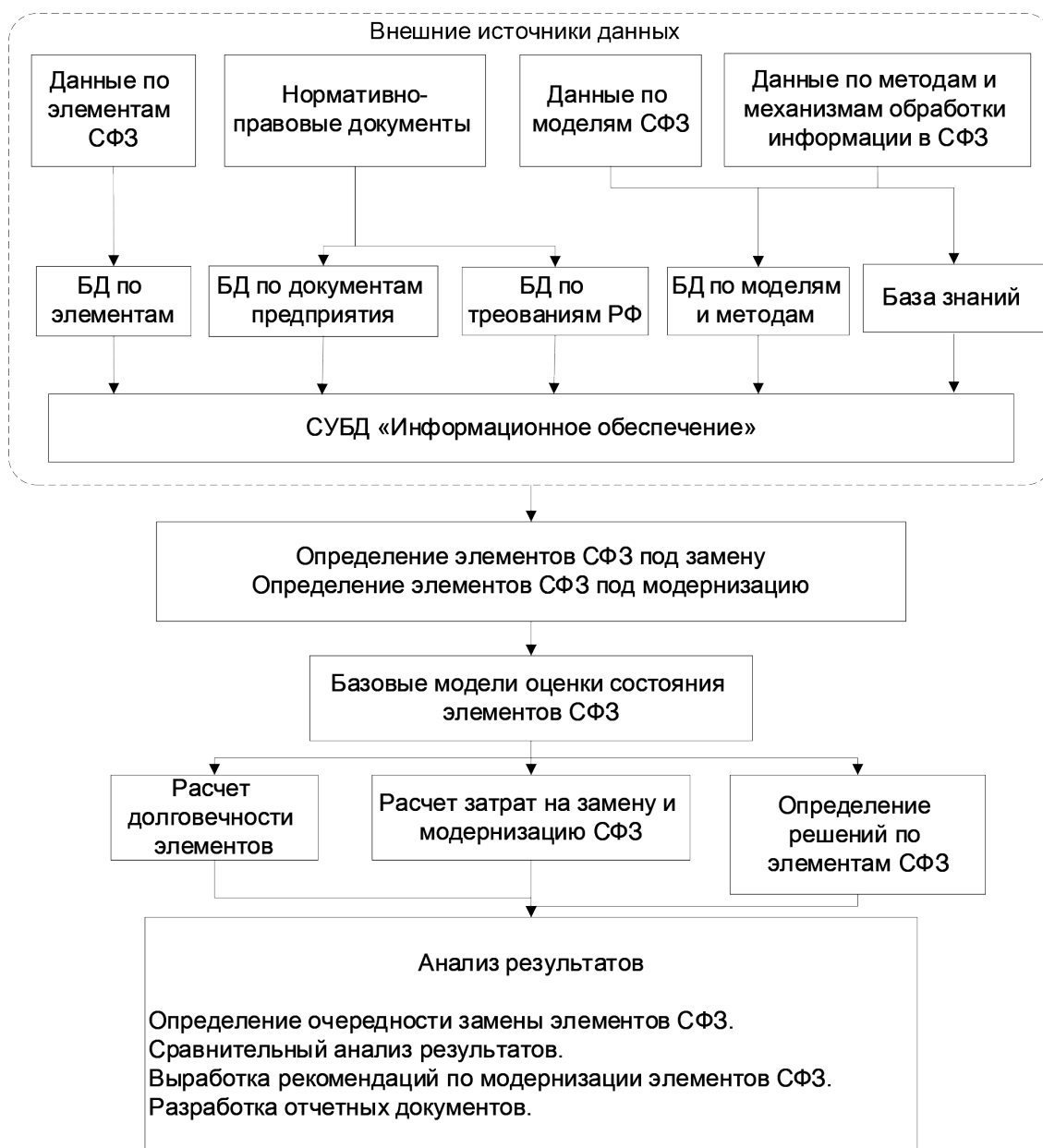


Рис. 3. Архитектура СППР для управления средствами физической защиты предприятия
Источник: составлено авторами

Применение данной шкалы дает возможность установить приоритетность замены или обновления конкретных компонентов системы защиты, учитывая их эксплуатационные характеристики и значимость. На основе проведенного анализа система формирует рекомендации по необходимым действиям в отношении технического оснащения и программного обеспечения.

В разрабатываемую СППР для формирования оценочной шкалы приоритетов требуется импорт вопросов пользователей

из централизованного хранилища информации. Такая методика позволяет учитывать реальные потребности сотрудников при определении значимости различных аспектов. Ключевая ценность СППР проявляется в ее способности осуществлять комплексный мониторинг работоспособности технических средств и программных комплексов в рамках специальной функциональной зоны. Интегрированный подход к контролю технического состояния обеспечивает своевременное выявление уста-

В результате проведенное исследование позволило сформировать комплексный состав СППР для задач, связанных с заменой или модернизацией СФЗ на предприятии, основываясь на традиционных подходах к принятию управленческих решений. Дана оценка эффективности применения метода анализа иерархий для определения альтернативы, с помощью которой лучше всего можно понять проблему и требования для ее решения в интерактивном режиме. Разработана оценочная шкала значимости критериев, обеспечивающая объективный анализ экспертных заключений. Создана архитектурная модель системы поддержки управленческих решений для СФЗ, интегрирующая базы данных и механизмы выявления устаревших компонентов. Визуализированы принципы взаимодействия подсистем, основанные на обработке запросов пользователей о модернизации оборудования.

Заключение

Проведенная работа демонстрирует, что метод иерархического анализа эффективно решает задачи ранжирования критериев и альтернатив при выборе объектов для обновления. Его применение позволяет сократить временные затраты на принятие решений и обеспечить математическую обоснованность выбора технических и программных решений. Полученные результаты подтверждают рост технико-экономической эффективности и социальной значимости предлагаемого подхода к модернизации систем физической защиты промышленных объектов.

Список литературы

1. Ларичев О.И., Петровский А.Б. Системы поддержки принятия решений: современное состояние и перспективы развития // Итоги науки и техники. Техническая кибернетика. Т. 21. М.: ВИНТИ, 1987. С. 131–164. EDN: QSHKGE.
2. Ризванов Д.А., Чернышев Е.С. Модель интеллектуальной поддержки принятия решений при управлении производственными ресурсами // Современные наукоемкие технологии. 2022. № 12–1. С. 46–51. URL: <https://top-technologies.ru/ru/article/view?id=39435> (дата обращения: 03.06.2025).
3. Пономарева К.А. Тенденции развития интеллектуальных систем поддержки принятия решений // Наука без границ. 2020. № 5 (45). С. 107–111. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tendentsii-razvitiya-intellektualnyh-sistem-podderzhki-prinyatiya-resheniy/viewer> (дата обращения: 03.06.2025).
4. Bhargava H.K., Power D.J., Sun D. Progress in Web-based decision support technologies // Decision Support Systems. 2007. № 43 (4). Р. 1083–1095. DOI: 10.1016/j.dss.2005.07.002.
5. Никульников Н.В., Иваев М.И., Шевырева А.Д. Использование систем поддержки принятия решений в торговой компании // Экономика, предпринимательство и право. 2022. Т. 12. № 11. С. 3173–3184. DOI: 10.18334/errp.12.11.116665.
6. Шумков Е.А. Построение системы поддержки принятия решений на базе нейросетевых технологий // Научные труды КубГТУ. 2022. № 6. С. 28–39. URL: <https://ntk.kubstu.ru/data/mc/0092/4535.pdf> (дата обращения: 03.06.2025).
7. Тананов В.А. Анализ зарубежных систем поддержки принятия решений в информационно-технологической отрасли // Региональная и отраслевая экономика. 2023. № 6 (223). С. 387–391. DOI: 10.14451/1.223.387.
8. Ризванов Д.А., Юсупова Н.И. Основы поддержки принятия решений при управлении ресурсами в сложных системах с применением интеллектуальных // Современные наукоемкие технологии. 2017. № 1. С. 69–73. URL: <https://top-technologies.ru/ru/article/view?id=36558> (дата обращения: 05.06.2025).
9. Dastres R., Soori M. Advances in Web-Based Decision Support Systems // International Journal of Engineering and Future Technology. 2022. № 19. Р. 2–15. URL: https://www.researchgate.net/publication/351065107_Advances_in_Web-Based_Decision_Support_Systems (дата обращения: 05.06.2025).
10. Абрамова Е.Р. Метод анализа иерархий для оценки и выбора приоритетных механизмов координации в закупочной деятельности участников цепей поставок // Экономика, предпринимательство и право. 2024. Т. 14. № 3. С. 769–786. DOI: 10.18334/errp.14.3.120598.
11. Баркалов С.А., Карпович М.А., Моисеев С.И. Метод анализа иерархий: подход, основанный на теории латентных переменных // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника. 2022. Т. 22. № 2. С. 58–66. DOI: 10.14529/ctcr220205.
12. Плахотная Л.А., Ахматова Е.Е., Савватеева А.И. Использование метода анализа иерархий для выбора программно-технического средства защиты информации // Современные научные исследования и инновации. 2015. № 6. Ч. 2. URL: <https://web.snauka.ru/issues/2015/06/55078> (дата обращения: 03.06.2025).
13. Баженов Р.И. О методике преподавания метода анализа иерархий в курсе «Информационная безопасность и защита информации» // Современные научные исследования и инновации. 2014. № 4. Ч. 2. URL: <https://web.snauka.ru/issues/2014/04/33202> (дата обращения: 03.06.2025).
14. Дюмаева И.В., Курочкин А.В. Применение метода анализа иерархий при выборе лабораторных информационных менеджмент-систем // Аналитика. 2023. Т. 13. № 6. С. 462–466. URL: https://www.j-analytics.ru/files/article_pdf/10/article_10152_139.pdf (дата обращения: 03.06.2025).
15. Вискуб В.Г. К вопросу автоматизации научно-технической экспертизы методом аналитической иерархии // Инноватика и экспертиза. 2022. № 2. С. 55–63. URL: <https://www.inno-exp.ru/archive/34/55-63.pdf> (дата обращения: 03.06.2025).