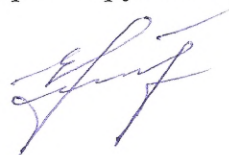


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КУЗБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Т. Ф. ГОРБАЧЕВА»

На правах рукописи



РАЕВСКАЯ ЕЛЕНА АЛЕКСАНДРОВНА

**МЕТОДИЧЕСКОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ
ПРИ ОЦЕНКЕ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ**

Специальность 05.13.10 –
«Управление в социальных и экономических системах»

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Научный руководитель:
доктор технических наук,
профессор Пимонов А.Г.

Новокузнецк – 2021

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ	11
1.1 Сущность и модели инновационной деятельности.....	11
1.1.1 Классификация инноваций.....	15
1.1.2 Инновационный процесс	17
1.1.3 Модели инновационного процесса.....	20
1.1.4 Модели инновационного развития	23
1.2 Организационные структуры и система управления инновационными проектами.....	24
1.3 Структура современной инновационной системы.....	28
1.3.1 Инновационная инфраструктура Российской Федерации	31
1.3.2 Инновационная инфраструктура Кемеровской области	33
Выводы по первой главе.....	39
ГЛАВА 2. БАЗОВЫЙ КОМПЛЕКС КРИТЕРИЕВ, МЕТОДИКА И АЛГОРИТМ ОЦЕНКИ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ	41
2.1 Анализ методов и критериев оценки инновационных проектов.....	41
2.1.1 Метод анализа иерархий Т. Саати	69
2.1.2 Принятие решений на основе нечеткого логического вывода	82
2.2 Базовый комплекс критериев оценки инновационных проектов	91
2.3 Методика и алгоритм оценки инновационных проектов на основе метода анализа иерархий и нечеткой логики	96
Выводы по второй главе.....	103
ГЛАВА 3. ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ НА ОСНОВЕ МЕТОДА АНАЛИЗА ИЕРАРХИЙ И ЭЛЕМЕНТОВ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ	105
3.1 Программное обеспечение поддержки принятия решений	105
3.2 Среда и средства разработки информационной системы	113
3.3 Состав и структура базы данных	115

3.4	Интерфейс и функциональные возможности системы.....	120
3.5	Апробация информационной системы поддержки принятия решений....	138
	Выводы по третьей главе.....	150
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	151
	СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	153
	ПРИЛОЖЕНИЕ А. Справка об использовании результатов диссертационной работы.....	169
	ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Справка об использовании результатов диссертационной работы.....	170
	ПРИЛОЖЕНИЕ В. Свидетельство о государственной регистрации базы данных	172
	ПРИЛОЖЕНИЕ Г. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ	173
	ПРИЛОЖЕНИЕ Д. Свидетельство о государственной регистрации базы данных	174
	ПРИЛОЖЕНИЕ Е. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ	175
	ПРИЛОЖЕНИЕ Ж. Критерии оценки проектов по конкурсной программе «УМНИК»	176
	ПРИЛОЖЕНИЕ И. Критерии оценки проектов городской научно-практической конференции «Интеллектуал»	178

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. В современной экономике деятельность предприятий сопровождается формированием инновационной политики, которая предусматривает создание портфеля инновационных проектов и отбора наиболее перспективного из них для повышения своей конкурентоспособности на рынке. Однако сложность выбора для внедрения того или иного инновационного решения заключается в многокритериальности отбора возможных альтернатив. Это обуславливает необходимость проведения комплексной экспертизы будущей эффективности внедряемого новшества: определения не только экономического результата инновационного проекта, но и оценку социальных, технических и других показателей его эффективности. Таким образом, важной задачей становится формирование научно обоснованной методики оценки инновационных проектов, позволяющей учесть максимально возможное количество факторов, связанных с их реализацией.

Для оценки результатов научно-инновационной деятельности существуют различные системы конкурсного отбора. Однако, как правило, на предынвестиционном этапе экспертизы невозможно провести комплексный анализ с учетом полного спектра необходимых и достаточных критериев оценки для их обоснованного выбора, а также учесть все риски, возникающие при реализации инновационных проектов, оценить их коммерческую и бюджетную эффективность с учетом характеристик конкретных исполнителей.

Оценка потенциальной эффективности инновационных проектов является наиболее ответственным этапом принятия инвестиционного решения, от результатов которого в значительной мере зависит степень достижения цели инвестирования. В свою очередь, объективность и достоверность полученных результатов во многом обусловлены используемыми методами анализа. Проблема формирования методики численной оценки инновационных проектов на предынвестиционном этапе сопровождается рядом трудностей, среди которых выделяют следующие: отсутствие общепринятых рекомендаций по оценке; неопределенность

в структуре эффективности инновационной деятельности; закрытость информации, на которой может строиться какая-либо внешняя оценка для стороннего анализа.

Анализ существующих методов управления инновациями показывает, что в настоящее время отсутствует единый подход к формированию состава базового комплекса критериев оценки инновационных проектов и к методике проведения их экспертизы. В связи с этим актуальной научно-практической задачей является разработка научно обоснованной методики, базирующейся на комплексном использовании метода анализа иерархий и элементов нечеткой логики и соответствующего ей программного обеспечения, которые позволяют снизить степень неопределенности при принятии решения о реализации, внедрении или отборе инновационного проекта.

Целью диссертации является обеспечение обоснованности и оперативности поддержки принятия решений при оценке инновационных проектов на основе комплексного использования метода анализа иерархий и элементов нечеткой логики.

Для достижения указанной цели в диссертации поставлены и решены следующие **задачи**.

1) Рассмотреть и проанализировать организационные и методические основы процесса оценки инновационных проектов на предынвестиционной стадии жизненного цикла проекта.

2) Сформировать базовый комплекс критериев оценки инновационных проектов, учитывающий их специфику.

3) Разработать формализованную в виде алгоритма комплексную методику поддержки принятия решений при оценке инновационных проектов, основанную на методе анализа иерархий Т. Саати и элементах нечеткой логики.

4) Выполнить проектирование и создать информационные базы данных для хранения сведений о критериях оценки, проектах, экспертах и результатах экспертизы.

5) На основе предложенного алгоритма и сформированных баз данных разработать информационную систему поддержки принятия решений при оценке инновационных проектов.

Объектом исследования является процесс оценки инновационных проектов.

Предметом исследования являются методы, алгоритмы и программные средства, обеспечивающие поддержку принятия решений при оценке инновационных проектов.

Методы исследования и технологии разработки: статистический и системный анализ данных, методы экспертных оценок, обобщение результатов исследования. В качестве основы для разработки методики оценки инновационных проектов использован метод анализа иерархий Т. Саати и элементы нечеткой логики. Реализация информационной системы выполнена в интегрированной среде разработки Visual Studio, исходный код написан на объектно-ориентированном языке программирования C#, интерфейс разработан с применением технологии Windows Presentation Foundation.

Соответствие паспорту специальности. Диссертация соответствует паспорту специальности 05.13.10 «Управление в социальных и экономических системах»: п. 4 «Разработка методов и алгоритмов решения задач управления и принятия решений в социальных и экономических системах»; п. 5 «Разработка специального математического и программного обеспечения систем управления и механизмов принятия решений в социальных и экономических системах»; п. 6 «Разработка и совершенствование методов получения и обработки информации для задач управления социальными и экономическими системами».

Научная новизна работы.

1) Базовый комплекс критериев оценки инновационных проектов, отличающийся тем, что основан не только на финансовых показателях доходности проекта, но и включает прочие группы критериев потенциальной эффективности будущей инновации, что позволяет проводить оценку научно-технических, производственных, социальных и авторских характеристик сравниваемых проектов.

2) Формализованная в виде алгоритма методика поддержки принятия решений при проведении сравнительной оценки инновационных проектов на предынве-

стиционной стадии жизненного цикла, отличающаяся комплексным использованием метода анализа иерархий и элементов нечеткой логики, что позволяет проводить оценку на основе критериев, не поддающихся численному выражению.

3) Оригинальный комплекс реляционных баз данных, отличающийся возможностью учета сведений о критериях, проектах-участниках, экспертах, принимающих участие в процедуре оценивания, результатах проведенных экспертиз, и позволяющий производить пополнение справочников в интерактивном режиме в зависимости от специфики проводимой оценки.

4) Оригинальное программное обеспечение – информационная система поддержки принятия решений, отличающаяся тем, что в ее составе реализована предложенная методика оценки инновационных проектов, что позволяет проводить их автоматизированную оценку очно или в дистанционном режиме вне зависимости от сферы применения будущей инновации, количества критериев оценки, природы показателей и количества задействованных экспертов.

Теоретическая значимость диссертации заключается в развитии методики поддержки принятия решений в задачах оценки инновационных проектов.

Практическая значимость. Созданная информационная система поддержки принятия решений позволяет автоматизировать трудоемкий процесс проведения экспертизы альтернативных инновационных проектов при принятии решений о поддержке, внедрении инновации в независимости от конкретной сферы применения, «природы» показателей, сложности оцениваемого проекта и числа экспертов. Система позволяет учитывать неограниченное число как количественных, так и качественных критериев, проводить процедуру оценки инновационных проектов как в очном, так и дистанционном режиме, повышая ее оперативность.

Реализация результатов работы. Результаты исследования используются в учебном процессе КузГТУ в рамках курса «Математические и инструментальные методы поддержки принятия решений» для магистрантов направления подготовки 09.04.03 «Прикладная информатика» (прил. А).

Разработанный программный продукт был использован в управлении образования Администрации г. Кемерово и отделом по работе с одаренными детьми

МБОУ ДПО «Научно-методический центр» для оценки исследовательских работ учащихся в рамках проведения XXI городской научно-практической конференции школьников «ИНТЕЛЛЕКТУАЛ» (прил. Б).

На разработанные программные продукты и базы данных получены свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ и баз данных: № 2016621203 от 01.09.2016 «База данных для поддержки принятия решений на основе методов системного анализа» (прил. В), № 2016619383 от 18.08.2016 «Информационная система поддержки принятия решений на основе методов системного анализа» (прил. Г), № 2017621349 от 22.11.2017 «База данных для принятия решений на основе нечеткого логического вывода» (прил. Д), № 2017662964 от 22.11.2017 «Информационная система поддержки принятия решений на основе нечеткого логического вывода» (прил. Е).

Диссертация выполнена в рамках реализации поддержанного Российским гуманитарным научным фондом и Российским фондом фундаментальных исследований научного проекта № 16-32-00062 «Управление инновациями: комплексный подход на основе методов системного анализа и нечеткой логики».

На защиту выносятся:

1) Базовый комплекс критериев оценки инновационных проектов, включающий 6 групп показателей: научно-технический уровень разработки, экономическая эффективность проекта, производственные критерии, социальная значимость, авторский коллектив, демонстрация проекта.

2) Формализованная в виде алгоритма методика поддержки принятия решений при проведении сравнительной оценки инновационных проектов на предынвестиционной стадии жизненного цикла, основанная на комплексном использовании метода анализа иерархий Т. Саати и элементов нечеткой логики.

3) Созданные базы данных, предназначенные для хранения сведений, используемых при проведении экспертизы инновационных проектов с помощью разработанной информационной системы поддержки принятия решений.

4) Информационная система поддержки принятия решений при оценке инновационных проектов, позволяющая проводить экспертизу инновационных проектов вне зависимости от сферы применения будущей инновации, количества критериев оценки и числа экспертов, принимающих участие в процедуре оценки.

Личный вклад автора заключается в: формировании базового комплекса критериев оценки инновационных проектов, полученного на основе анализа информационно-эмпирических данных о проводимых конкурсных отборах инновационных проектов; разработке методики проведения сравнительной оценки инновационных проектов на предынвестиционной стадии жизненного цикла проекта и ее формализации в виде алгоритма; создании баз данных, предназначенных для хранения сведений о критериях оценки инновационных проектов, экспертах, принимающих участие в процедуре оценки, оцениваемых проектах, результатах оценки и экспертизах; разработке информационной системы поддержки принятия решений при оценке инновационных проектов на основе сформированного комплекса критериев и предложенного алгоритма оценки.

Апробация работы. Основные положения и результаты диссертации докладывались и обсуждались на следующих *конференциях*: Международной научной студенческой конференции «Студент и научно-технический прогресс» (Новосибирск, 2013, 2014), Всероссийской научной конференции молодых ученых «Наука. Технологии. Инновации» (Новосибирск, 2013, 2014), VI Международной научно-практической конференции «Инновации в технологиях и образовании» (Белово, 2013), Международной научно-технической конференции «Алгоритмические и программные средства в информационных технологиях, радиоэлектронике и телекоммуникациях» (Тольятти, 2013), Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых «Россия молодая» (Кемерово, 2013-2018), Инновационном конвенте «Кузбасс: образование, наука, инновации» (Кемерово, 2014, 2016), Всероссийской молодежной научно-практической школе «Информационные системы и технологии в образовании, науке и бизнесе» (Кемерово, 2014), Всероссийской молодежной научно-практической конференции «Перспективы развития информационных технологий» (Кемерово, 2014), XVII Всероссийской научно-практической конференции «Инжиниринг предприятий и управление знаниями» (Москва, 2014), Всероссийской научно-практической конференции «Информационно-телекоммуникационные системы и технологии» (Кемерово, 2017, 2018),

II Международной научной конференции «Наука будущего» (Сочи, 2019); *на конкурсах научных работ*: Всероссийском конкурсе научных и инновационных проектов студентов, аспирантов и молодых ученых по направлению «Информационно-телекоммуникационные системы» (Москва, 2013); Молодежной научно-инженерной выставке «ПОЛИТЕХНИКА» МГТУ им. Н.Э. Баумана (Москва, 2013); XII Санкт-Петербургском открытом конкурсе имени профессора В.Н. Вениаминова на лучшую студенческую научную работу по экономике, управлению и информатике в экономической сфере (Санкт-Петербург, 2014), Всероссийском открытом конкурсе на лучшую научную работу студентов вузов по экономическим наукам (Санкт-Петербург, 2014, 2016); Международном конкурсе научных работ студентов «SmartIT» (Орел, 2014), III Всероссийском конкурсе научно-исследовательских работ «Шаг в науку» (Томск, 2017), IV Всероссийском конкурсе «Наука будущего – наука молодых» (Сочи, 2019).

Отдельные результаты исследования отмечены 20 дипломами конкурсов научных работ и научно-практических конференций и 1 медалью.

Публикации. Материалы по теме диссертации опубликованы в 36 работах, среди которых 3 статьи в журналах, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ, 3 статьи, индексируемые в международных наукометрических базах данных Scopus и Web of Science, 1 статья в рецензируемом научном журнале, 25 работ в материалах конференций и конкурсов научных работ, 4 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ и баз данных.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, списка литературы из 174 наименований и 8 приложений, включает 73 рисунка и 47 таблиц. Полный объем диссертации составляет 168 страниц основного текста и 10 страниц – приложения.

ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ

1.1 Сущность и модели инновационной деятельности

В современной экономике конкурентоспособность предприятия во многом обусловлена долей инноваций, которую оно способно производить. Понятие «инновация» вошло в научную терминологию в начале XX века и первоначально означало проникновение некоторых элементов одной культуры в другую [1]. Термин «инновация» как экономическую категорию ввел в научный оборот Й. Шумпетер. В работе «Теория экономического развития» (1911) он впервые рассмотрел вопросы «новых комбинаций», изменений в развитии и дал полное описание инновационного процесса. Термин «инновация» Шумпетер стал использовать в 30-е годы XX века, понимая при этом под инновацией изменение с целью внедрения и использования новых видов потребительских товаров, новых производственных, транспортных средств, рынков и форм организации в промышленности. Согласно Шумпетеру, инновация является главным источником прибыли [2].

В настоящее время термин «инновация» прочно устоялся в экономической науке. Однако разные авторы предлагают различные варианты его толкования в зависимости от того, какое свойство данного явления они считают основным. В литературе наиболее распространены два подхода к определению сущности инновации: в одном случае инновации представляется как результат творческого процесса в виде новой, прогрессивной продукции (техники), технологии, метода и т.д.; в другом – как процесс введения новых, эффективных изделий, элементов, подходов, принципов вместо действующих [2].

Основные понятия и проблемы в области инновационной деятельности рассматриваются в работах известных зарубежных ученых, среди которых Зинов В.Г. [2], Д. Уэст, М. Боджерс [3], Б. Санто [4], Б. Твисс [5]. В числе ученых России можно выделить наработки Фатхудинова Р.А. [6], Сурина А.В., Молчановой О.В., Кокурина Д.И., Волков В.С. [7], Гунина В.И. [8], Назина К.Н., Завлина П.Н. [9] и других.

Существенные проблемы в организации и методическом обеспечении процессов управления инновационной деятельностью на всех экономических уровнях

возникают из-за отсутствия единого мнения, приемлемого всеми научными школами в отношении определения терминов «инновация» [1].

Анализ литературы по инновационной тематике позволяет сделать вывод, что термин «инновация» происходит от английского слова *innovation* и означает инновация, нововведение, новшество, новаторство [10]. В его основе лежит латинское слово *innovatio*, что означает обновление, новшество, нововведение.

Под инновацией в широком смысле принято понимать: 1) введение чего-либо нового; нововведенная вещь; модернизация; реформа; 2) вложение средств в новую технологию, новые формы организации труда и управления, охватывающие не только отдельное предприятие, но и их совокупность, отрасль; 3) лингвистическое новообразование, новое явление в языке, обычно в области морфологии, возникшее в данном языке в более позднюю эпоху его развития [11].

Неоднозначность трактовки этих терминов инициирует необходимость их конкретизации. Кроме того, возникают вопросы, связанные с созданием системы измерения и оценки состояния, уровня и реальной эффективности инновационных преобразований. Но при этом само понятие «инновация» давно и прочно закрепилось в научной терминологии и активно используется в практической деятельности [1].

Доктор экономических наук Е.В. Ерохина выделяет два подхода к толкованию этого термина: «нововведения / инновации как процесс и нововведения / инновации как результат» [12].

Исследователи И.Н. Полушкина и И.Ю. Малявина также считают, что наиболее значимыми и распространенными являются две точки зрения [13]:

1) инновация как динамический процесс введения новых изделий, элементов, подходов, принципов взамен действующих и устаревших. Этой точки зрения придерживаются Б. Санто, Б. Твисс, Ф. Никсон, К.Г. Галстян [4, 5];

2) инновация как объективное понятие и конечный результат творческого процесса в виде новой продукции (техники), технологии, метода и т.д. К сторонникам этой точки зрения относятся А.Е. Яковлев, Р.А. Фатхутдинов, А.М. Медынский, А.В. Плеханов [6].

В зависимости от объекта и предмета исследования инновации могут рассматриваться:

- как результат (Н.Н. Молчанов, Э.А. Уткин, А.С. Кулагин, С.Д. Бешелев, И.Т. Балабанов, Г.Я. Гольдштейн, С.Д. Ильенкова, Л.В. Канторович, В.Г. Медынский, Р.А. Фатхутдинов, Г.Я. Киперман, Н.К. Моисеева, Ю.П. Анискин и др.);
- как изменение (Ю.В. Яковец, Л.С. Бляхман, Ф. Валента, А.И. Пригожин, Л. Волдачек, Й. Шумпетер, Ю.П. Морозов и др.);
- как процесс (Б. Твисс, Т. Брайан, В.Л. Макаров, В.Г. Медынский, С.В. Валдайцев, В. Раппопорт, К. Пасс, Б. Лоус, Э. Пендлтон, Л. Чедвик, Б. Санто, Г.М. Гвишиани, В.Н. Лапин и др.).

Экономисты Е.В. Сибирская, О.А. Строева, С.Н. Мартов в своей статье «Инновационная деятельность в национальной экономике: содержание и структура» сформировали шесть научных школ [14]:

- инновации – изменения;
- инновации – результат научного труда;
- инновации – процесс генерирования, внедрения, использования идей и результатов;
- инновации – непрерывная деятельность, включающая взаимосвязь этапов создания, распространения и практического использования новшества;
- инновации – движение от низшего к высшему, то есть прогресс;
- инновации – изменение, результат, процесс, деятельность, прогресс.

На современном этапе исследования основных дефиниций инновационной деятельности авторы приходят к выводу, что все определения термина «инновация», представленные упомянутыми авторами, частично отражают ее характерные свойства, но и имеют ограничения и противоречия.

Основными признаками, которые приемлемы для большинства представителей различных научных направлений, являются: новизна, положительный эффект, практическая реализуемость. К числу дискуссионных вопросов, решение которых имеет большое практическое значение, следует отнести вопросы качественной и количественной идентификации признаков, которыми обладают инновации.

Новым типом менеджмента стал инновационный менеджмент, которому как функциональной системе управления в последние годы уделяют заметное внимание многие зарубежные и отечественные теоретики и практики. Большинство из них характеризует инновационный менеджмент как «самостоятельную область экономической науки и профессиональной деятельности, направленную на формирование и обеспечение достижения любой организационной структурой инновационных целей

путем рационального использования материальных, трудовых и финансовых ресурсов» [15].

В основе инновационной деятельности лежат новые знания. Это вытекает из самой сути инновационной деятельности, которая заключается в использовании новых знаний, полученных в результате интеллектуальной деятельности. Отсюда возникает проблема соотношения в теоретических исследованиях и реально управленческой деятельности таких понятий, как «инновация», «знание», «управление знаниями», «инновационный менеджмент» и им подобных [2].

Большинство исследователей сводят инновации и инновационную деятельность к получению знания, кодифицированного конкретным профессиональным кодам, являющегося результатом организационно оформленных и формально зафиксированных исследований и разработок, осуществляемых в соответствии с определенными правилами и процедурами [2]. Об этом свидетельствуют данные в работах П.Н. Завлина [9], Р.А. Фатхутдинова [16], С.В. Ильдеменова [17] и других. Соответственно этому инновационный менеджмент организационно ограничивается лишь рамками научных, научно-технических и специализированных инновационных организаций, а функционально – продвижением научно-технического продукта из сферы НИОКР в производство.

В 1992 г. был составлен международный документ, известный под названием «Руководство Осло» [18], в котором для стран Европейского Союза (ЕС) были даны унифицированные определения терминов, связанных с инновационной деятельностью вообще и с термином «инновация» в частности [19].

Таблица 1.1 – Термин «инновация» в нормативных документах и трудах ученых

Термин	Содержание термина
Инновация	Есть введение в употребление какого-либо нового или значительно улучшенного продукта (товара или услуги) или процесса, нового метода маркетинга или нового организационного метода в деловой практике, организации рабочих мест или внешних связях [18].
Инновация	Конечный результат инновационной деятельности, получивший реализацию в виде нового или усовершенствованного продукта, реализуемого на рынке, нового или усовершенствованного технологического процесса, используемого в практической деятельности [20].
Инновация	Введенный в употребление новый или значительно улучшенный продукт (товар, услуга) или процесс, новый метод продаж или новый организационный метод деловой практике, организации рабочих мест или во внешних связях [21].

Основные понятия инновационной деятельности заложили Н.Д. Кондратьев [22], К. Фримен [23], П.Ф. Друкер [24], С.Ю. Глазьев [25], А.И. Анчишкин [26], Ю.В. Яковец [27], Н. Bronwyn [28], Д. Сенгупта [29] и ряд других.

Анализ понимания определения «инновация» разными авторами позволяют идентифицировать инновацию как экономическую категорию. Анализ терминов «инновация» и «инновационная деятельность» показали, что инновационные процессы на данном этапе развития экономики многогранны, актуальны и требуют дальнейших исследований.

1.1.1 Классификация инноваций

В экономической литературе сформированы многочисленные классификации инноваций. Среди наиболее значимых можно выделить степень новизны инновации, ее значимость и время выхода на рынок.

Основоположителем классификации инноваций принято считать Г. Менша [30], который выделяет собственный критерий классификации – степень радикальности инноваций, в связи с чем данная классификация имеет достаточно ограниченный характер применения. Среди зарубежных специалистов в области экономики и менеджмента свои классификации предложили такие ученые как Й. Шумпетер, И. Ансофф и П. Друкер. В отечественной литературе можно выделить классификации, предложенные А.Н. Цветковым, А.И. Пригожиным, Э.А. Уткиным [19] (табл. 1.3).

Таблица 1.3 – Классификационные признаки и группировка инноваций

Критерий классификации	Типы инноваций
Критерий глубины новизны	Базисные, улучшающие и модификационные
Критерий конкурентоспособности	Стратегические (преактивные), адаптирующие (реактивные)
Критерий масштаба измерений	Новое поколение, новый род, новый вид, новый вариант
Критерий технологических параметров инноваций	Продуктовые, процессные, нетехнологические
Критерий масштабов рыночной новизны	Инновации для локального рынка, для национального рынка или для мирового рынка
Критерий лидерства выхода на рынок	Инновации-лидеры (пионерные) Инновации-последователи (имитации)

Продолжение таблицы 1.3

Критерий классификации	Типы инноваций
Критерий охраноспособности	Изобретения, промышленные образцы, полезные модели, товарные знаки и другие
Критерий сроков разработки и реализации	Долгосрочные, среднесрочные, краткосрочные
Критерий источника создания	Собственные, приобретенные, совместные
Критерий затрат	Крупнозатратные, средnezатратные, низкзатратные
Критерий результативности	Высокорезультативные, среднерезультативные, низкорезультативные
Критерий степени риска	Высокорисковые, среднерисковые, низкорисковые
Критерий способа финансовой поддержки	Государственные, бюджетные, внебюджетные, частные, собственные
Критерий соотношения к существующей системе	Замещающие, рационализирующие, расширяющие, открывающие
Критерий сферы эффективности	Бюджетные, экономические, коммерческие, экологические, социальные, комплексные
Критерий места в технологической цепочке	На входе, в производстве, на выходе
Критерий возможностей коммерциализации	Для внешнего или внутреннего рынка
Критерий источника появления	Инновации, вызванные развитием науки и техники; Инновации, вызванные потребностями производства; Инновации, вызванные потребностями рынка.

В зависимости от эффекта, который инновация должна оказать на характер стратегического развития предприятия инновации подразделяют на продуктовые, технологические и модифицирующие (табл. 1.4).

Таблица 1.4 – Виды инноваций, определяющих характер стратегического развития предприятия

Продуктовые инновации	Технологические инновации	Модифицирующие инновации
Предпринимательская цель: захват рынка Финансовая цель: получение монопольной сверхприбыли	Предпринимательская цель: удержание контроля над развивающимся рынком Финансовая цель: получение прибыли выше конкурентов	Предпринимательская цель: сохранение положения на сформировавшемся рынке Финансовая цель: обеспечение нормальной рентабельности
Направлены на выпуск радикального новых продуктов и услуг	Направлены на совершенствование процесса воспроизводства продукции	Направлены на дифференциацию выпускаемых продуктов и услуг

Принято выделять две стратегии инновационного развития с точки зрения преобладания на рынке [31]: стратегические (преактивные) нововведения – внедрение которых носит упреждающий характер с целью получения преимущества первого хода, которое может привести к лидерству на рынке и адаптирующие (реактивные) – нововведения, субъект инновационного процесса внедряет вслед за конкурентом как ответную реакцию на уже появившийся на рынке новый продукт.

Классификация инноваций показывает, что сфера применения инноваций обширна, а ее субъектами могут быть крупные предприятия, а также малый и средний бизнес. Инновационная деятельность может регулироваться на уровне территории (федеральный, региональный и местный уровни) или отрасли. В качестве источников финансирования могут выступать собственный, заемный и привлеченный капитал.

1.1.2 Инновационный процесс

Каждая инновация появляется как результат научно-производственного цикла и проходит определенные стадии развития: создания освоения и распространения. *Процесс создания, освоения и распространения инноваций называется инновационным процессом.*

Инновационный процесс представляет собой последовательность действий по инициации инновации, по разработке новых продуктов и операций, по их реализации на рынке и по дальнейшему распространению результатов. Инновационный процесс включает в себя семь элементов, соединение которых в единую последовательную цепочку и образует структуру инновационного процесса [19] (рис. 1.1).



Рисунок 1.1 – Схема инновационного процесса

Как видно из схемы оценка эффективности инноваций является одним из главных завершающих этапов инновационного процесса. Однако зачастую необходимость оценки возникает не только на завершающем этапе инновационного процесса, а является актуальной задачей на стадии продвижения, когда необходимо определить какой из инновационных проектов более конкурентоспособен на рынке или в большей мере способен удовлетворить потребность заказчика в достижении его цели.

Жизненный цикл инновации

Жизненный цикл инновации представляет собой определенный период времени, в течение которого инновация обладает активной жизненной силой и приносит производителю и/или продавцу прибыль или другую реальную выгоду. Концепция жизненного цикла инновации играет принципиальную роль при планировании производства инноваций и при организации инновационного процесса [20].

Стандарт ИСО 9004-2019 определяет жизненный цикл продукта как совокупность процессов, выполняемых от момента выявления потребностей общества в определенной продукции до удовлетворения этих потребностей и утилизации продукта [32].

Жизненный цикл инновации – процесс создания и использования новшества. В жизненном цикле инновации можно четко выделить следующие стадии: *исследования, производства и потребления*. Каждая из этих стадий содержит несколько обязательных этапов [19].

1. Стадия исследования.

- Фундаментальные исследования и разработка теоретического подхода к решению проблемы.
- Прикладные исследования и экспериментальные модели.
- Экспериментальные разработки, определение технических параметров, проектирование, изготовление, испытание, и доводка изделий

2. Стадия производства.

- *Первичное освоение и подготовка производства*. Результатом является опытный образец – полномасштабная действующая модель, сконструированная и созданная для определения требований к производству нового продукта.

— *Опытный образец* полностью соответствует стандартам промышленного дизайна конечного продукта, осваиваемого в массовом производстве.

— *Запуск и управление освоенным производством*. Полномасштабное производство – это период, в течение которого новый продукт осваивается в промышленном производстве и оптимизируется производственный процесс в соответствии с требованиями рынка.

3. Стадия потребления.

- Поставка продукта на рынок и его потребление.
- Послепродажное обслуживание.
- Утилизация продукта после использования.
- Устаревание продукта и ликвидация устаревшего производства.

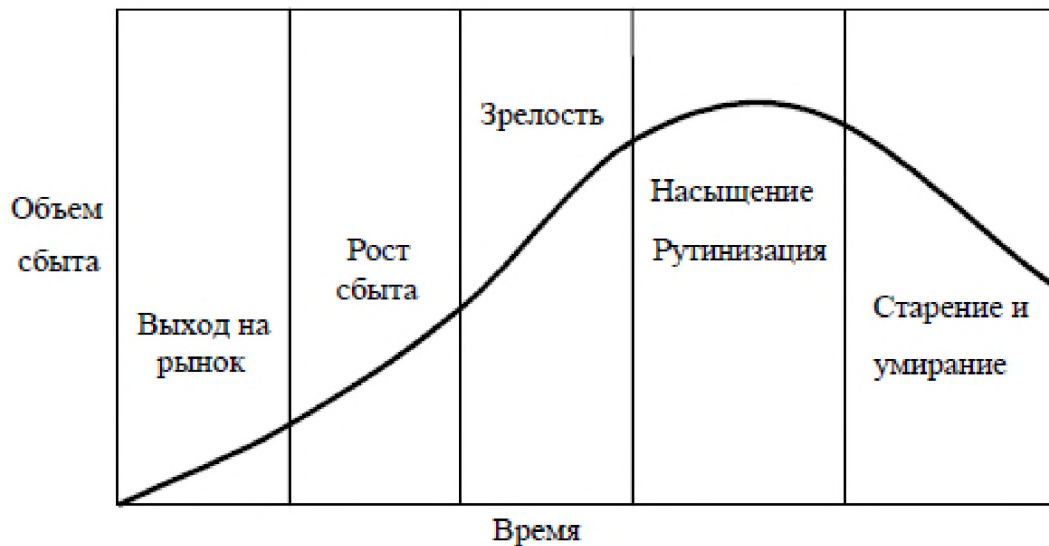


Рисунок 1.2 – Кривая жизненного цикла проекта

Если рассматривать инновационный процесс как бизнес-процесс, то он включает в себя следующие стадии, приведенные на рисунке 1.3 [19].

Распространенным и вполне обоснованным является подход к инновационному процессу как к единому процессу проектирования и реализации *проекта*. С этой точки зрения предлагается разделить процесс создания и продвижения нового продукта (новой технологии) на шесть стадий [19] (рис. 1.4).



Рисунок 1.3 – Схема инновационного процесса с точки зрения бизнеса

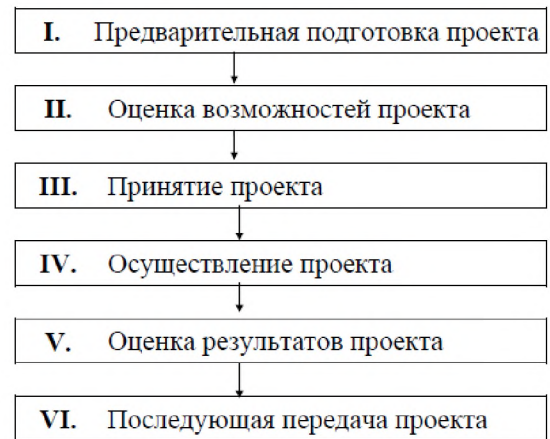


Рисунок 1.4 – Стадии реализации инновационного проекта

1.1.3 Модели инновационного процесса

В течение второй половины XX века, когда стало возможным говорить об инновационной деятельности как об одном из постоянных компонентов дея-

тельности хозяйствующих субъектов, структура и содержание инновационных процессов претерпели серьезные изменения в сторону усложнения, связанные с изменением роли инноваций в экономическом развитии [2]. Эволюция различных моделей инновационных процессов рассматривается многими авторами (Б. Санто [4], С. Кляйн, Н. Розенберг, Б. Твисс [5], В.Н. Гунин [8], В.П. Баранчеева, В.А. Устинова, П.Н. Завлин [9]).

Первая модель – линейная модель инновационного процесса. Относится к 1950-1960 гг. Ее структура представлена на рисунке 1.5.

Согласно этой модели инновационный процесс начинается с фундаментальных исследований в крупных исследовательских центрах и завершается в сфере сбыта и использования продуктов. Таким образом, это простой линейно-последовательный процесс с акцентом на роль НИОКР и отношением к рынку лишь как к потребителю результатов технологической активности производства. В дан-

ной трактовке новое научное знание автоматически рождает идеи, так же автоматически в рациональной последовательности образуются новые продукты и процессы [33].

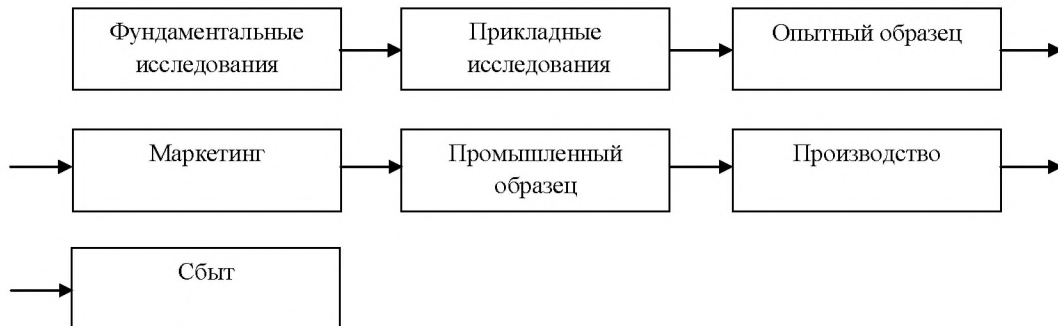


Рисунок 1.5 – Линейная модель инновационного процесса

В настоящее время все большее число исследователей выступают с критикой линейной модели [2], которая не отражает сложности взаимоотношений, складывающихся внутри инновационных процессов. Кроме того, такая модель не учитывает механизмы обратной связи, возникающие между отдельными звеньями цепи, а также внешние условия и идеи, появившиеся вне данного исследовательского подразделения.

Вторая модель инновационного процесса подразумевает наличие более чем одного прямого пути инновации как процесса движения от исследований до коммерциализации (рис. 1.6). Данная модель характеризуется технико-рыночной ориентацией и была разработана в конце 1960 – начале 1970 гг. [33]

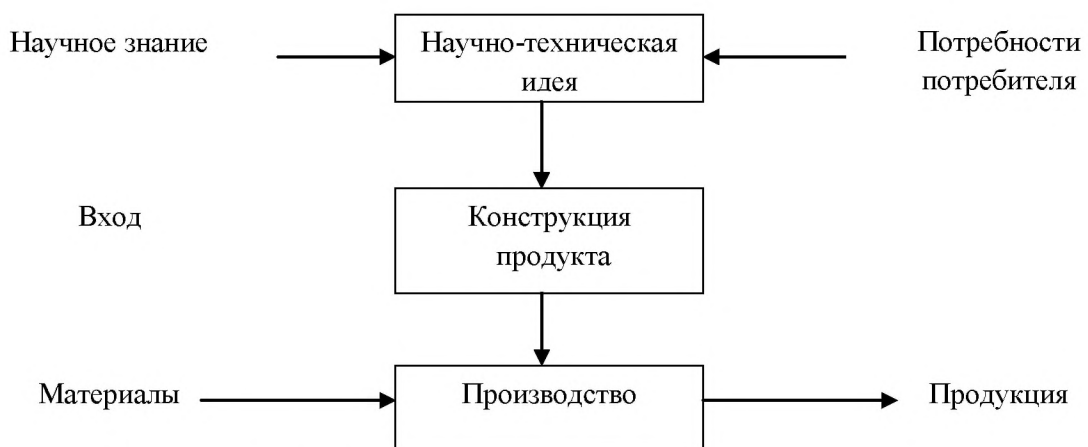


Рисунок 1.6 – Вторая модель инновационного процесса

В данной модели информационный процесс рассматривается как передача научно-технического знания непосредственно в сферу удовлетворения нужд потребителя. В этом случае продукт превращается лишь в носителя технологии.

В середине 1970 – середине 1980 гг. была разработана **третья модель** (рис. 1.7), характеризующаяся как сопряженная модель. Она в значительной степени представляет собой комбинацию первой и второй моделей с акцентом на связи технологических способностей и возможностей с потребностями рынка. Модель разработана Кляйном и Розенбергом в 1986 г. В данной модели инновация рассматривается как динамический процесс, который может быть смоделирован в виде комбинации двух различных типов взаимодействия с обратной связью. Процессы, происходящие внутри фирмы, понимаются как путь, начинающийся с восприятия новой рыночной возможности и кончающийся аналитическим проектированием нового продукта или процесса, производства и конечной реализации [33].

В конце XX в. возникла **четвертая модель инновационного процесса** – японская интерактивная модель передового опыта, акцентирующая внимание на параллельной деятельности интегрированных групп и внешних горизонтальных и вертикальных связей [33].

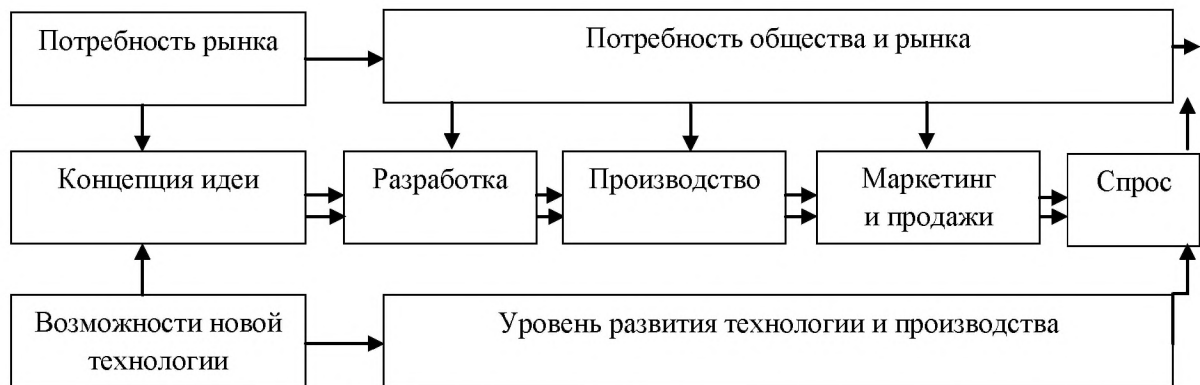


Рисунок 1.7 – Сопряженная модель инновационного процесса

Пятая модель инновационного процесса – модель стратегических сетей. Она характеризуется тем, что к параллельному процессу добавляются новые функции. Это процесс ведения НИОКР с использованием новейших информационно-телекоммуникационных технологий, с помощью которых устанавливаются стратегические связи [33].

Анализ существующих моделей инновационных процессов позволяет сделать вывод, что с развитием технологии и экономики неуклонно увеличиваются объемы и разнообразие вовлекаемых в инновационные процессы знаний.

1.1.4 Модели инновационного развития

В настоящее время в мире рассматривают пять основных моделей национальных инновационных систем (табл. 1.5):

- евроатлантическая;
- восточно-азиатская;
- альтернативная модель инновационного развития;
- модель «тройной спирали»;
- модель «четверной спирали», которая создается с 2009 года и формируется в настоящее время [34].

Таблица 1.5 – Мировые модели инновационного развития экономики

Модель инновационного развития	Содержание модели	Страны, использующие модель
Евроатлантическая модель	Модель полного инновационного цикла: наличие фундаментальной и прикладной науки, проведение исследований и разработок в полном технологическом режиме от создания опытных образцов до использования в массовом производстве. Развиваются процессы объединения НИС в единое научно-техническое и инновационное пространство.	Развитые страны: Великобритания, Германия, Франция, Италия, Швеция, Нидерланды, Дания, Швейцария, Финляндия и др.
Модель «тройной спирали» - динамическая модель	Объединение социологических теорий, применение общих принципов из биологических наук; наблюдение, исследование и фиксирование данных о взаимодействии и связи трех регулирующих инновационные процессы институтов: -наука-государство-бизнес - на каждом этапе создания инновационного продукта. Это динамическая модель межорганизационных взаимодействий, возникающая в ходе эволюции экономики и общества. Пример: Силиконовая долина в США.	США, Япония, Англия, Голландия, Франция, Бразилия, Швеция, Дания, Россия

Продолжение таблицы 1.5

Модель инновационного развития	Содержание модели	Страны, использующие модель
Восточная модель	Модель заимствования фундаментальных знаний. В инновационном цикле отсутствует стадия формирования фундаментальных идей. Созданные на этой основе НИСы почти не имеют теоретических и экспериментальных исследований	Гонконг, Тайвань, Япония, Южная Корея
Модель «Альтернативного инновационного развития»	Применяется в основном в странах, которые не имеют потенциала в области фундаментальной и прикладной науки. Эти страны сельскохозяйственной направленности, они не имеют больших запасов сырья и технологий переработки. В этих странах идет развитие инновационного менеджмента сельскохозяйственных подотраслей и заимствуются новые технологии.	Таиланд, Чили, Турция, Иордания, Португалия
Модель «четвертой спирали»	Четвертая спираль - различные социальные слои общества - лучше характеризует современную постиндустриальную экономику, чем тройная.	США

Для России наиболее характерна евроатлантическая модель, которая включает полный инновационный цикл от фундаментальной и прикладной науки до внедрения в массовое производство. Однако, последнее условие довольно часто не выдерживается. Кроме того, в России существуют единичные примеры использования инновационной модели «Тройная спираль» [34].

1.2 Организационные структуры и система управления инновационными проектами

Структура управления инновационными процессами представляет собой совокупность органов управления, закрепленные над ними функции и задачи управления, формы координации их деятельности. В зависимости от специализации

служб в рамках структуры управления инновациями на предприятиях выделяют линейную, линейно-штабную и многолинейную.

Линейная структура. Наиболее простая структура управления, используется в узкоспециализированных предприятиях без развитой инфраструктуры с численностью сотрудников до 500 человек. Работы выполняются линейными руководителями. Каждый подчиненный имеет только одного руководителя. Достоинство данной структуры – четкое разграничение ответственности и компетенций, простой контроль и оперативность принятия решений. Недостатки: высокие профессиональные требования к руководителям, авторитарный стиль руководства [35].

Линейно-штабная структура. Используется на предприятиях, в которых значительный удельный вес выполняемых задач составляют НИОКР. Для разработки инновационных проектов и принятия решений в данной сфере создается штаб – научно-технический отдел. Исполнители подчиняются одновременно линейным руководителям и руководителю штаба. Достоинством структуры является повышение качества принимаемых решений, улучшение горизонтальной координации. Недостатком является увеличение штата за счет штабных структур [35].

Многолинейная структура. Характерна для многопрофильных предприятий со сложной зачастую внешней инновационной структурой. Достоинством структуры является высокий профессиональный уровень подготовки решений за счет профессиональной компетенции специалистов. Недостатком является сложность подготовки и принятия решений по причине отсутствия единого руководства.

Научно-производственная структура. Представляет собой совокупность научных и производственных подразделений предприятия. Данная структура подразделяется на три вида: *дивизиональная, функциональная и матричная структуры управления.*

Дивизиональная структура характерна для предприятий, осуществляющих сложные инновационные проекты. Подразумевает создание профильных подразделений с наличием собственных служб, работающих только на свой проект. Недостатком – повышенные затраты за счет дублирования функций подразделений.

Функциональная структура. Характерна для однопродуктовых производств, предприятий, реализующих длительные инновационные проекты, с численностью сотрудников до 3000 человек. Эффективна тем, что аппарат управления выполняет

четкие часто повторяющиеся стандартные процедуры, а производство носит массовый характер. Достоинство: формирование единой инновационной политики предприятия. Недостаток: снижение персональной ответственности за результат [35].

Матричная структура. Используется при решении целевых проблем при освоении новых наукоемких изделий в сжатые сроки. Типичная для предприятий, сконцентрированных на производство НИОКР, организаций холдингового типа. свою очередь подразделяется на следующие подвиды структур: управление по проекту, временные целевые группы, постоянные комплексные группы. Достоинство: четкое разграничение ответственности по проектам, так как руководитель программы отсутствует. Недостаток: высокие требования к линейным руководителям [35].

На практике чаще всего используются смешанные типы структур управления процессами, которые формируются исходя из условий инновационной деятельности конкретного предприятия.

С точки зрения регулярности управляемых процессов для инновационной деятельности характерен проектный тип управления. В отличие от процессного типа управления, в котором действия совершаются до достижения результата, а технология действия не меняется, так как процесс предполагает повторяемость достижимого результата, следовательно, вероятность каких-либо изменений минимальна, для проектного подхода содержание работ может меняться, если результат недостижим или существует вероятность срыва срока выполнения проекта.

В структуре управления выделяют следующие типы проектов.

Обособленный проект. Характеризуется тем, что над проектом работает самостоятельная отдельная группа специалистов. Каждая подобная группа является автономным звеном.

Функциональный проект. Реализуется в существующих функциональных подразделениях, члены которых могут работать одновременно над несколькими проектами.

Матричный проект объединяет характеристики обособленного и функционального проектов. В каждом матричном звене задействованы специалисты из разных функциональных зон, что повышает качество принимаемого решения.

Вне зависимости от структуры управления и типа проектов актуальной задачей инновационного процесса является оценка инновационных проектов и отбор наиболее перспективного из них, либо в большей степени удовлетворяющего целям конкретного отбора. Таким образом возникает вопрос о средстве, с помощью которого может быть решена проблема оценки. Структура системы управления процессом оценки проектов представлена на рисунке 1.8. На основе описанной структуры в работе составлен алгоритм и описана методика оценки инновационных проектов при проведении конкурсных отборов. В рамках данной работы элементы системы реализованы в составе информационной системы поддержки принятия решения.



Рисунок 1.8 – Структура системы управления процессом оценки инновационных проектов

Обозначения:

$АП_1, \dots, АП_i$ – авторы инновационных проектов;

$\{V_n\}$ – множество инновационных проектов;

$\{C_m\}$ – множество критериев оценки проектов;

$\{W_m\}$ – множество коэффициентов значимости критериев оценки проектов;

$\{Q_m\}$ – множество рейтинговых оценок проектов;

$КЭ_1, КЭ_2, \dots, КЭ_k$ – виртуальные кабинеты экспертов;

СП – справочник «Проекты»;

БКК – базовый комплекс критериев оценки проектов;

СЭ – справочник «Эксперты»;

ПКО – положение о конкурсном отборе проектов.

1.3 Структура современной инновационной системы

Для эффективного функционирования всех элементов инновационного процесса и осуществления процесса коммерциализации научных разработок необходимо создание благоприятных факторов внутренней и внешней среды для новатора. Совокупность институциональных рыночных структур, содействующих развитию инновационной экономики, представляет собой национальную инновационную систему (НИС).

В основе создания НИС лежат следующие методологические принципы:

- 1) идеи Й. Шумпетера: инновации – основа конкурентоспособности корпораций, где новатор является предпринимателем в коммерциализации научной разработки;
- 2) идеи Ф. Хайека: знанию присуща особая обучающая роль в экономическом развитии («экономика знаний»);
- 3) идеи Д. Норта: роль институциональной среды – создания формальных отношений и механизмов, которое обеспечивает эффективность рынков.

Для разных стран характерны различные механизмы государственного регулирования инновационным процессом. Анализ работ основоположников в данном направлении позволяет сформулировать понятие *национальной инновационной системы* как совокупности взаимосвязанных структур, вовлеченных в производство и реализацию научных знаний в пределах национальных границ. Взаимодействие структурных элементов инновационной системы обеспечивается комплексом институтов правового, финансового и социального характера.

Национальная инновационная система включает в себя научно-производственный и институциональный блоки, основными элементами которых являются наука и образование, предпринимательский сектор и инновационной инфраструктуры, содействующие коммерциализации научных разработок.

Основными аспектами государственного регулирования являются нормативная правовая база, ее усовершенствование и приведение в соответствие новым условиям, улучшая механизмы финансирования и институты. В концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период

до 2020 г. [36] заявлено, что переход экономики России на инновационный тип развития невозможен без формирования конкурентоспособной в глобальном масштабе национальной инновационной системы и комплекса институтов правового, финансового и социального характера.

Для создания эффективной национальной инновационной системы необходимо:

- повысить спрос на инновации со стороны большей части отраслей экономики;
- увеличить эффективность сектора генерации знаний (фундаментальной и прикладной науки), так как происходит постепенная утрата созданных в предыдущие годы заделов, старение кадров, снижение уровня исследований, слабая интеграция в мировую науку и мировой рынок инноваций и отсутствует ориентация на потребности экономики;
- преодолеть фрагментарность инновационной инфраструктуры, поскольку многие ее элементы созданы, но не поддерживают инновационный процесс на протяжении всего процесса генерации, коммерциализации и внедрения инноваций.

Концепция долгосрочного развития 2020 предполагала, что к 2020 году доля инновационного сектора в структуре добавленной стоимости, создаваемой в различных отраслях экономики Российской Федерации, достигнет 17 %, т.е. будет сопоставима с долей оптовой и розничной торговли [36].

Одним из главных направлений Концепции является формирование национальной инновационной системы, обеспечивающей эффективную интеграцию высшего образования и науки, путем создания научно-технологического комплекса, способствующего высокотехнологичному производству знаний.

Важнейшей частью инновационной системы является инфраструктура, которая подразделяется на три подсистемы:

- 1) производственно-технологическая инфраструктура: технопарки, инновационно-технологические центры, бизнес-инкубаторы, центры трансфера технологий, инновационно-промышленные комплексы, особые экономические зоны;

2) финансовая инфраструктура: различные типы фондов (бюджетные, венчурные, страховые, инвестиционные), частные инвесторы, фондовый рынок;

3) экспертно-консалтинговая и информационная инфраструктура: центры консалтинга общего и специализированного назначения, организации по оказанию услуг оформления интеллектуальной собственности, стандартизации, сертификации, информационно-аналитические центры, интернет-ресурсы.

В целом национальную инновационную систему можно подразделить на две составляющих: научно-производственная среда и институциональная среда (рис. 1.9).

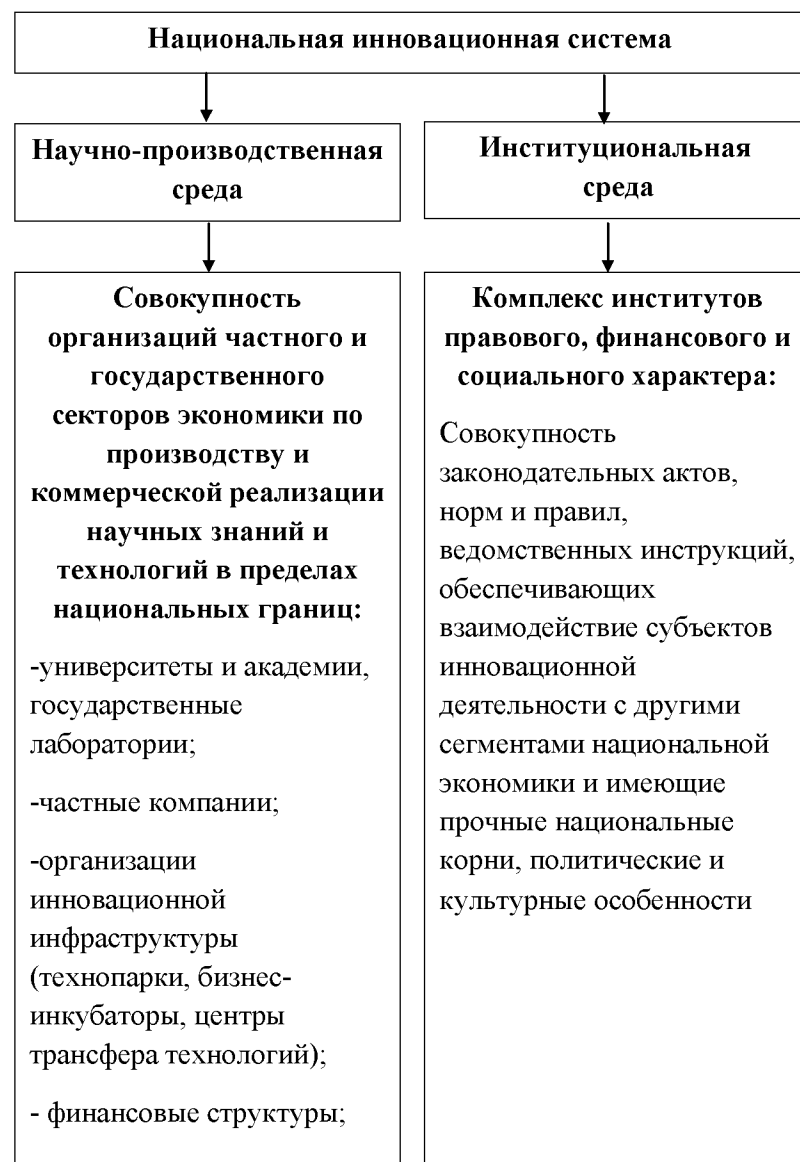


Рисунок 1.9 – Общая структура национальной инновационной системы

1.3.1 Инновационная инфраструктура Российской Федерации

В последнее десятилетие в России происходит активное создание элементов НИС, предназначенных отбора для продвижения научно-инновационных проектов на рынок, включая грантовое финансирование. Однако принимаемые меры не всегда системы и последовательны. В результате появляются отдельные, не взаимосвязанные компоненты инфраструктуры. Некоторые стадии инновационного цикла не получают необходимого финансового и информационного обеспечения. В первую очередь это касается малых форм предприятий. В итоге имеющийся потенциал используется недостаточно эффективно.

Одним из стратегических направлений развития современной экономики является создание и коммерциализация результатов научной деятельности. Особое место в этом процессе занимает оценка потенциала инновационных проектов.

В настоящее время поиску и отбору инновационных проектов уделяется особое внимание, в том числе и со стороны государства. Активно поддерживаются молодые новаторы, создается большое число технопарков, фондов поддержки молодых ученых и другое.

По данным Национального информационно-аналитического центра по мониторингу инновационной инфраструктуры научно-технической деятельности и региональных инновационных систем (НИАЦ МИИРИС) по состоянию на 01.11.2020 в Российской Федерации 3555 объектов инновационной инфраструктуры, в т.ч. [37]:

- территория опережающего социально-экономического развития (ТОР) – 52;
- федеральные инновационные центры – 2;
- кластеры – 136;
- государственные научные центры – 135;
- особые экономические зоны технико-внедренческого типа – 18;
- наукограды – 13;
- технологические платформы – 5

Производственно-технологическая группа:

- бизнес-инкубаторы – 78
- инновационно-промышленные комплексы - 9;
- технопарки – 95;

- центры коллективного пользования – 226;
- инжиниринговые центры – 137;
- индустриальные парки – 37;
- инновационно-технологические центры – 112;
- технополисы – 3;
- наноцентры – 11.

Экспертно-консалтинговая и информационная группа:

- информационно-аналитические центры – 20;
- ассоциации – 44;
- коучинг-центры -1;
- центры субконтрактации – 1;
- центры поддержки технологии и инноваций – 21;
- информационные центры – 119;
- инновационные центры – 109;
- центры консалтинга – 159;
- центры трансфера технологий – 70;
- другое – 116.

Финансовая группа:

- бюджетные фонды – 165;
- венчурные фонды – 6;
- другие финансовые институты – 85.

Основными показателями научного потенциала организаций является количество собственных научно-исследовательских, проектно-конструкторских подразделений, ведущих научные исследования и разработки на постоянной основе, а также численность работников таких подразделений. Согласно Статистическому ежегоднику за 2018 г. «Индикаторы инновационной деятельности» [38] наибольший рост данных показателей наблюдается в период с 2000 по 2016 г (табл. 1.6) лидером по развитию инновационного потенциала являются организации сферы информационных технологий, где абсолютный прирост организаций и численности сотрудников составил более 500 %.

Таблица 1.6 – Динамика показателей инновационного развития предприятий

Год	2000	2003	2006	2009	2011	2014	2016
Добывающие, обрабатывающие производства, производство и распределение электроэнергии, газа и воды							
Число подразделений, выполнявших научные исследования и разработки, <i>шт.</i>	2584	2048	2274	2248	2234	2644	2672
Численность работников в подразделениях, выполнявших научные исследования и разработки, <i>чел.</i>	103367	84492	96188	79603	80639	92796	93633
Связь, деятельность, связанная с использованием вычислительной техники и информационных технологий							
Число подразделений, выполнявших научные исследования и разработки, <i>шт.</i>	39	62	101	87	134	136	231
Численность работников в подразделениях, выполнявших научные исследования и разработки, <i>чел.</i>	620	787	1757	1357	3073	2959	3220

1.3.2 Инновационная инфраструктура Кемеровской области

Если анализировать структуру инновационной системы в региональном разрезе, то на базе Кемеровской области в настоящее время создано [37, 38]:

- территория опережающего социально-экономического развития (ТОР) – 2: Территория опережающего социально-экономического развития «Анжеро-Судженск» (моногород), Территория опережающего социально-экономического развития «Юрга» (моногород);
- кластеры – 4: агропромышленный кластер Кемеровской области, Биомедицинский кластер Кемеровской области, кластер «Комплексная переработка угля и техногенных отходов», туристско-рекреационный кластер Кемеровской области;

- бизнес-инкубаторы – 4: автономная некоммерческая организация «Топкинский инновационный бизнес-инкубатор», бизнес-инкубатор социального предпринимательства и городской бизнес-инкубатор на базе муниципального некоммерческого фонда поддержки малого предпринимательства г. Кемерово, «Открытый молодежный бизнес-инкубатор «Импульс» на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кемеровский государственный университет»;
- инновационно-промышленные комплексы – 1: ООО «Научно-производственный центр инновационных технологий в угольной промышленности»;
- инновационно-технологические центры – 1: ООО МИП «Научно-технический центр инноваций в области охраны труда и промышленной безопасности»;
- технопарки-2: технопарк в сфере высоких технологий «Кузбасский технопарк», Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кемеровский государственный университет»;
- центры коллективного пользования – 4: центр коллективного пользования научным оборудованием на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кемеровский государственный университет», центр коллективного пользования по высокопроизводительным параллельным вычислениям на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кемеровский государственный университет», центр коллективного пользования «Материаловедение» на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский государственный индустриальный университет», ЦКП «Прототипирование и аддитивные технологии» на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский государственный индустриальный университет»;
- инжиниринговые центры – 3: региональный центр инжиниринга на базе ООО «Инновационный научно-производственный центр «Иннотех», ООО МИП «Сибирский инжиниринговый центр «Майн Эксперт», инжиниринговый центр

на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кемеровский государственный университет»;

- информационные центры – 2: НОЦ «Информационные и интеллектуальные системы управления» на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева», Кемеровский центр научно-технической информации- Филиал ФГБУ "РЭА" Минэнерго России на базе Федерального государственного бюджетного учреждения «Российское энергетическое агентство» Министерства энергетики Российской Федерации;

- инновационные центры – 3: центр инноваций социальной сферы Кемеровской области на базе муниципального некоммерческого фонда поддержки малого предпринимательства г. Кемерово, инновационный центр научно-инновационного управления и центр развития инновационных компетенций на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кемеровский государственный университет»;

- центры консалтинга – 4: центр консалтинговых услуг «Архитектура, градостроительство, дизайн» (ЦКУ АрхГрад) на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский государственный индустриальный университет», центр консалтинговых услуг «Горное дело», центр консалтинговых услуг «Материаловедение», центр консалтинговых услуг «Энергосбережение» на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский государственный индустриальный университет»;

- центры трансфера технологий – 1: открытый Кемеровский центр трансфера технологий на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кемеровский государственный университет».

Динамика основных показателей инновационного развития Кемеровской области приведены в таблице 1.7.

Таблица 1.7 – Основные показатели инновационного развития Кемеровской области

Год	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Инновационный потенциал						
Количество организаций, выполняющих научные исследования и разработки (единиц)	27	32	32	31	30	30
Численность работников, выполнявших научные исследования и разработки (без совместителей и лиц, работавших по договорам гражданско-правового характера) (человек)	1 475	1 491	1 551	1 361	1 228	1 177
Продолжение Численность исследователей, имеющих ученую степень доктора наук (человек)	108	128	137	126	133	132
Численность исследователей, имеющих ученую степень кандидата наук (человек)	282	365	387	344	347	335
Доля исследователей в возрасте до 39 лет в общей численности российских исследователей (процент)	51,9	48,3	47,2	49,6	45,9	42
Численность студентов, обучающихся по программам бакалавриата, специалитета, магистратуры на 10 000 человек населения (на начало учебного года; человек)	246	226	193	190	179	175
Финансовое обеспечение						
Внутренние текущие затраты на научные исследования и разработки (миллионов рублей)	1 414,7	1 438,8	1 583,6	2 206,6	1 518,7	1 656,8
Капитальные затраты на научные исследования и разработки (миллионов рублей)	89,6	40	49,7	137,9	42,5	45,3
Доля внутренних затрат на исследования и разработки, в процентах к валовому региональному продукту (процент)	0,19	0,17	0,18	0,21	0,12	н/д

Продолжение таблицы 1.7

Год	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Удельный вес бюджетных средств во внутренних затратах на исследования и разработки (процентов)	40,6	37,8	33,5	27,4	44,7	41,9
Удельный вес сектора учреждений высшего образования во внутренних затратах на исследования и разработки (процент)	22	25,6	23,1	23,5	38,2	35,4
Затраты на технологические инновации (миллионов рублей)	1 184,40	3 899,60	2 556,90	3 314,20	2 225,37	10 158,5
Затраты на технологические инновации в процентах от общего объема отгруженных товаров, выполненных работ, услуг (процент)	0,1	0,4	0,2	0,2	0,1	0,6
Результаты инновационной деятельности						
Коэффициент изобретательской активности (число отечественных патентных заявок на изобретения, поданных в РФ, на 10 тыс. человек населения)	0,88	0,8	0,73	0,62	0,64	0,64
Объем инновационных товаров, работ, услуг (тысяч рублей)	21 346,20	32 435	25 615,50	25 217	13 859,96	17 431
Удельный вес инновационных товаров, работ, услуг в общем объеме отгруженных товаров, выполненных работ, услуг (процент)	1,6	2,9	2,1	1,7	0,8	1
Подано патентных заявок на изобретения (единиц)	241	218	199	166	172	170
Выдано патентов на изобретения (единиц)	189	199	151	156	143	173
Подано патентных заявок на полезные модели (единиц)	134	109	84	68	73	136
Выдано патентов на полезные модели (единиц)	189	199	151	156	143	173

Продолжение таблицы 1.7

Год	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Разработанные передовые производственные технологии по субъектам РФ (единиц)	3	8	7	6	3	1
Используемые производственные технологии по субъектам РФ (единиц)	2 540	2 842	3 450	3 672	3 887	3 963

Таким образом, можно сделать вывод о том, что количество предприятий, действовавших в отборе и продвижении инновационных проектов на рынок, стремительно растет, что отвечает второму и третьему направлению модернизации в рамках перехода Российской Федерации к инновационной модели развития согласно Концепции 2020.

По мнению Захаровой А.А. одним из факторов, тормозящих процессы создания и развития региональной инновационной системы, является отсутствие должной координации работ со стороны региональных органов власти, недостаточный уровень научно-методического и информационного обеспечения процессов принятия решений при отборе и поддержке инновационных проектов, реализация которых является основным аспектом формирования региональной инновационной системы [39]. Данный факт подтверждается снижением значения таких показателей, как «Доля исследователей в возрасте до 39 лет в общей численности российских исследователей (процент)», «Численность студентов, обучающихся по программам бакалавриата, специалитета, магистратуры на 10 000 человек населения (на начало учебного года; человек)», «Капитальные затраты на научные исследования и разработки (миллионов рублей)», «Удельный вес бюджетных средств во внутренних затратах на исследования и разработки (процентов)», «Подано патентных заявок на изобретения (единиц)», «Разработанные передовые производственные технологии по субъектам РФ (единиц)».

В исследовании Захаровой А.А. рассматриваются вопросы поддержки принятия решений в задачах стратегического управления региональной инновационной системой. Согласно анализу отдельных направлений исследований в России и за рубежом, направленных на создание методологической базы стратегического планирования инновационного развития регионов, Захарова А.А. выделяет отдельные этапы стратегического управления и конкретные задачи принятия решений, например [39]:

- оценка инвестиционных проектов;
- оценка инновационных проектов и подбор оптимальных инновационных структур для выполнения инновационного проекта;
- разработка интегральных (обобщенных) показателей оценки инновационного развития регионов, стран (например, методология European Innovation Scoreboard (EIS) [40], «Барометр российских инноваций» [41]; обобщенный показатель инновационного развития экономической системы [42] и др.);
- методы анализа и планирования регионального развития по отдельным аспектам развития региональной инновационной системы (информационное, финансовое, кадровое, инфраструктурное обеспечение и т.п. [43]) и др.

Анализ автором существующих методов и подходов [39] показал, что не уделяется достаточного внимания следующим аспектам проблемы стратегического планирования инновационной системой:

- не решена задача принятия решений на основе экспертных знаний;
- не создано программное обеспечение для принятия решений на базовых этапах стратегического управления, одним из важных среди которых является процедура отбора и оценки инновационных проектов.

В связи с этим актуальным вопросом является формирование системы показателей сравнения альтернативных инновационных проектов, а также методов оценки инновационных проектов, учитывающих специфику, присущую инновациям.

Выводы по первой главе

В данной главе был выполнен обзор и анализ системы управления инновационными проектами на этапе предынвестиционной стадии жизненного цикла. Приведена классификация инноваций, обозначены их свойства и функции.

Анализ трудов исследователей и нормативных документов показал, что вопрос проведения оценки инновационных проектов является актуальным, так как на всех уровнях инновационной системы возникает необходимость комплексного анализа характеристик реализуемых на рынке новшеств. Также актуальна задача формирования методического и программного обеспечения поддержки принятия решений, предназначенного для обработки экспертных знаний при анализе слабоформализуемых и неформализуемых задач в условиях неопределенности, т.к. процесс экспертизы инновационного проекта является достаточно трудоемким и предполагает оценку не только количественных характеристик, но и тех, что не поддаются численному выражению, например, при оценке социальных инноваций.

Т.к. экспертиза инновационного проекта является одним из этапов жизненного цикла инновации, оценка потенциальной эффективности инноваций является наиболее ответственным этапом принятия инвестиционного решения, от результатов которого в значительной мере зависит степень достижения цели инвестирования. В свою очередь, объективность и достоверность полученных результатов во многом обусловлена используемыми методами анализа.

Возникает вопрос о формировании методики численной оценки потенциальной эффективности инновационной деятельности, который в настоящее время сопровождается рядом трудностей, среди которых выделяют: отсутствие общепринятых рекомендаций по оценке; неопределенность в структуре эффективности инновационной деятельности; закрытость информации, на которой может строиться какая-либо внешняя экономическая оценка для стороннего инвестора.

Кроме того, так как инновационный проект в зависимости от классификационной группы инновации, к которой он принадлежит, обладает различными характеристиками, по которым может происходить оценка, необходимо формирование перечня критериев оценки проектов, который должен быть максимально универсальным и не зависеть от сферы применения будущей инновации.

Далее в работе будут рассмотрены основные подходы к оценке инновационных проектов, которые используются в настоящее время в инновационном менеджменте, а также проанализированы методы и программное обеспечение, которое применяется в процедуре оценки.

Задача исследования состоит в создании базового комплекса критериев оценки инновационных проектов, отличного от общепринятой в инновационном менеджменте концепции оценки эффективности инноваций, которая до сих пор базировалась на критериях доходности инвестиционных проектов, а также алгоритма проведения экспертизы и программного обеспечения поддержки принятия решений при оценке инновационных проектов на основе экспертных знаний. Решение данной задачи находится на стыке трех основных научных направлений:

- развитие теории и методологических основ инновационного менеджмента;
- математическое обеспечение, используемое для обоснования принимаемых решений (методы принятия решений);
- информационные технологии и системы, осуществляющие обработку информации для управления инновациями.

ГЛАВА 2. БАЗОВЫЙ КОМПЛЕКС КРИТЕРИЕВ, МЕТОДИКА И АЛГОРИТМ ОЦЕНКИ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ

2.1 Анализ методов и критериев оценки инновационных проектов

Оценка эффективности и отбора наиболее перспективных инновационных проектов для последующего финансирования является одним из наиболее ответственных этапов принятия решения [44].

В настоящее время существует большое число систем конкурсного отбора, таких как: Российский фонд фундаментальных исследований (РФФИ – <https://www.rfbr.ru/rffi/ru/>), Российский гуманитарный научный фонд (РГНФ – <http://www.rfh.ru/>), Региональный общественный фонд содействия отечественной науки (<http://www.science-support.ru/>), фонд «Научный потенциал» (<http://www.hcfoundation.ru/>), Российский фонд развития высоких технологий (www.hitechno.ru), Федеральный фонд поддержки малого предпринимательства (<http://ffpmp.siora.ru/>), фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере (www.fasie.ru), Совет по грантам президента РФ (<http://grants.extech.ru/>), фонд «Новая Евразия» (www.eurasia.msk.ru) и многие другие как российские, так и международные фонды. Данные организации являются основными участниками инновационной системы, которыми осуществляется принятие решений об отборе и финансовом сопровождении проектов на всех стадиях жизненного цикла инновации.

Важность эффективной оценки инновационных проектов именно на начальном этапе объясняется тем, что зачастую реализация того или иного проекта связана с большими инвестициями. Инновационный и инвестиционный процессы в данном случае тесно взаимосвязаны. Серьезные инновации немыслимы без крупных инвестиций, а эффективные инвестиции – без инноваций.

По мере перехода от фундаментальной стадии исследований к прикладным стоимость увеличивается, поэтому важно исключить уже на стадии предварительной оценки потенциально неэффективные проекты, чтобы избежать риска необоснованных инвестиций.

Начальная стадия жизненного цикла инновационного проекта является самой одной из наиболее значимых для общего результата инвестирования, так как

именно до этапа вложения инвестиций проводится первоначальная оценка предварительной эффективности. Такая оценка может быть проведена самим автором инновационного проекта, либо экспертизы инвестиционного проекта.

Инвестиционные проекты, финансируемые за счет средств федерального бюджета, средств бюджетов субъектов Российской Федерации, а также инвестиционные проекты, имеющие важное народнохозяйственное значение, независимо от источников финансирования и форм собственности объектов капитальных вложений, подлежат государственной экспертизе, осуществляемой уполномоченными на то органами государственной власти.

Сегодня экспертиза выступает в качестве одного из инструментов, с помощью которого в инвестиционной деятельности может участвовать государство. Порядок проведения государственной экспертизы инвестиционных проектов определяется правительством РФ.

Традиционно оценка эффективности *инвестиционных проектов* проводится в соответствии с общепризнанными методами теории оценки экономической эффективности проекта. Однако применение этих методов к оценке *инновационных проектов* сталкивается с определенными проблемами, связанными с природой инновационного процесса и особенностями инновационных проектов [19].

Основной ряд исследований в рамках инновационного менеджмента разделен на два направления: оценка собственно инновационной составляющей результатов научно-технической деятельности и оценка их эффективности в плане инвестиций [19]. С одной стороны, инновационный проект по существу является долгосрочным инвестиционным, однако отличается тем, что в связи с высокой степенью неопределенности параметров проекта (предстоящих затрат, будущих расходов) возникает необходимость в применении дополнительных критериев оценки и отбора. В связи с этим оценка потенциальной эффективности инноваций является наиболее ответственным этапом принятия инвестиционного решения, от результатов которого в значительной мере зависит степень достижения цели инвестирования. В свою очередь, объективность и достоверность полученных результатов во многом обусловлены используемыми методами анализа.

Анализ литературы по исследуемой тематике [45-54] показал, что методы оценки потенциальной эффективности инновационных проектов можно сгруппировать в следующие блоки:

- методы оценки инвестиционной привлекательности;
- методы сравнительного анализа «до» и «после»;
- специальные методы;
- математические методы, направленные на оценку и снижение риска;
- методы поддержки принятия решений.

В свою очередь перечисленные группы методов могут иметь количественную природу, либо качественную.

1. Методы оценки инвестиционной привлекательности.

Так как по своей сути инновационный проект является инвестиционным, в настоящее время при оценке эффективности инновационных проектов принято использовать Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов от 21.06.1991 № ВК 477 [54].

Согласно рекомендациям эффективность инновационного проекта – это категория, отражающая соответствие проекта целям его участников. В документе рекомендуется оценивать следующие виды эффективности.

1) Эффективность проекта в целом. Оценивается с целью определения потенциальной привлекательности проекта для возможных участников и поисков источников финансирования. Включает в себя:

- Социально-экономическую эффективность проекта. Показатели данной категории учитывают общественную эффективность проекта: непосредственные результаты проекта, затраты и результаты в смежных секторах экономики, экологические, социальные и иные внешнеэкономические эффекты. «Внешние» эффекты рекомендуется оценивать в количественной форме при наличии соответствующих нормативных и методических материалов. В отдельных случаях, когда эти эффекты весьма существенны, при отсутствии документов допускается использования оценок независимых квалифицированных экспертов. Если «внешние» эффекты не допускают количественного учета, следует проводить качественную оценку их влияния.

- Коммерческую эффективность проекта. Данная категория показателей учитывает финансовые последствия осуществления проекта для участника, реализующего проект.

2) **Эффективность участия в проекте.** Оценка по данному показателю включает в себя:

- эффективность участия предприятий в проекте;
- эффективность инвестирования в акции предприятия;
- эффективность участия в проекте структур более высокого уровня по отношению к предприятиям-участникам проекта (региональную, отраслевую, бюджетную).

Общая схема оценки эффективности согласно методике имеет следующий вид.

Этап 1. Перед проведением оценки экспертно определяется общественная значимость проекта. Общественно значимыми признаются крупномасштабные, народнохозяйственные и глобальные проекты.

Этап 2. Проводится расчет показателей эффективности для составления агрегированной оценки проектных решений. При неудовлетворительной общественной эффективности такие проекты не рекомендуются к реализации. Если же эффективность оказывается достаточной, оценивается их коммерческая эффективность. При недостаточной коммерческой эффективности рассматриваются варианты применения различных форм его поддержки. Если источники и варианты финансирования проекта уже известны, оценку коммерческой эффективности проекта допускается не производить.

Этап 3. Уточняется состав участников проекта и определяется финансовая реализуемость. В качестве основных показателей, используемых при расчете эффективности инвестиционных проектов, используют следующие показатели [55].

- *Простая норма прибыли* (Simple rate of return, SRR) – критерий показывает, какая часть инвестиционных затрат возмещается объемом чистой прибыли, получаемой за весь период жизненного цикла проекта.

$$P_p = \frac{\Pi_{\text{ч}}}{K}, \quad (2.1)$$

где P_p – расчетная рентабельность проекта, $\Pi_{\text{ч}}$ – объем чистой прибыли, получаемой за весь жизненный цикл проекта, K – объем привлекаемых инвестиций.

- *Чистый дисконтированный доход* – накопленный дисконтированный эффект за расчетный период:

$$\text{ЧДД} = \sum_{i=1}^n \frac{D_i}{(1+r)^n} - \sum_{i=0}^n \frac{K_i}{(1+r)^n}, \quad (2.2)$$

где D_i - доходы i -го периода, K_i - затраты i -го периода, n – количество периодов реализации проекта, r – дисконт.

Критерием экономической эффективности проекта является положительное значение ЧДД.

– *Срок окупаемости* (Point Break) – расчетная дата, начиная с которой чистый дисконтированный доход принимает устойчивое положительное значение:

$$T_{OK} = t_- - \frac{ДД_t}{ДД_{t_+} - ДД_t}, \quad (2.3)$$

где t_- - последний период реализации проекта, при котором разность накопленного дисконтированного дохода и дисконтированных затрат принимает отрицательное значение; $ДД_t$ – последняя отрицательная разность накопленного дисконтированного дохода и дисконтированных затрат; значение; $ДД_{t_+}$ - первая положительная разность накопленного дисконтированного дохода и дисконтированных затрат.

– *Внутренняя норма доходности* (Internal Return Rate) – такое значение дисконта, при котором чистый дисконтированный доход принимает значение, равное 0 [55]:

$$\text{ЧДД}(NPV) = \sum_{i=1}^n \frac{D_i}{(1+ВНД)^n} - \sum_{i=0}^n \frac{K_i}{(1+ВНД)^n}, \quad (2.4)$$

где n – количество периодов.

$$ВНД(IRR) = r_1 + \frac{\text{ЧДД}(r_1)}{\text{ЧДД}(r_1) - \text{ЧДД}(r_2)} \times (r_2 - r_1), \quad (2.5)$$

где r_1, r_2 – величины смежных процентных ставок в дисконтном множителе, по которым рассчитываются соответствующие значения ЧДД. Для дальнейшего анализа отбирают те проекты, ВНД которых оценивается величиной не ниже 10-20 %.

– *Индекс рентабельности* (Profitability Index, PI) – отражает эффективность использования привлеченных капитальных вложений:

$$IP = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{D_i}{(1+r)^i}}{\sum_{i=0}^n \frac{K_i}{(1+r)^i}} \quad (2.6)$$

Критерием экономической эффективности является индекс доходности, не превышающий 1.

– *Точка безубыточности* – рассчитывается из соотношения равенства издержек и выручки от реализации новой продукции или услуг:

$$T_6 = \frac{C}{p-v} = \frac{C \times N}{P-V} = \frac{C \times N}{M+C}, \quad (2.7)$$

где C - условно-постоянные расходы на годовой выпуск новой продукции; p – цена единицы новой продукции; P – выручка от реализации новой продукции в расчете на годовой выпуск; v – переменные затраты на производство новой продукции; V – переменные затраты на годовой выпуск новой продукции; N – годовой выпуск новой продукции в натуральном выражении.

– *Рентабельность проекта* – разновидность индекса доходности, соотношенного со сроком реализации проекта. Показатель характеризует, какой доход приносит каждый вложенный в проект рубль инвестиций. Критерием эффективности является положительная рентабельность проекта.

$$m = \frac{IP - 1}{n} \times 100\% \quad (2.8)$$

Основным принципом оценки эффективности инвестиционного проекта является сравнение полученного результата и вложенных затрат. Проект считается эффективным, если результат от внедрения инновации превосходит затраты на реализацию инновации [19].

Главное *достоинство* перечисленных финансовых методов – это классическая теория оценки экономической эффективности инвестиционных проектов. Анализ методических рекомендаций по оценке эффективности инвестиционных проектов показывает, что предлагаемая методика имеет следующие *недостатки* [44]:

1) не предусматривает на первоначальном этапе реализацию процедур отсева заведомо бесперспективных инновационных проектов;

- 2) не учитывает специфические особенности инноваций;
- 3) не учитывает фактор неточности исходных данных и высокую долю неопределенности инновационной деятельности;
- 4) не учитывает многокритериальную природу инноваций;
- 5) при оценке эффективности фигурируют такие показатели, как «социальная, общественная эффективность», однако количественных методов расчета не приводится;
- 6) не учитывается оценка возможных рисков при реализации инновации;
- 7) не учитываются цели инновации и способы ее финансирования и поддержки;
- 8) при внедрении инновационного проекта период, в течение которого происходят единовременные затраты, обусловленные производством, научно-исследовательскими работами, занимает значительно больший промежуток времени, чем соответствующий период реализации инвестиционного проекта;
- 9) цена на инновационную продукцию в течение значительно долгого времени находит признание у потребителя, в отличие от инвестиционного продукта, когда цена сразу получает свое подтверждение на рынке;
- 10) специфика инновационного проекта предполагает экспертную оценку, так как должна учитывать не только показатели финансовой эффективности, которые подвергаются численному выражению, но и отражать качественную оценку проекта в виде лингвистических параметров, учитывающих мнение, опыт и компетентность эксперта.

2. Метод сравнительного анализа «до» и «после».

Метод заключается в сравнении двух состояний: до реализации проекта и после его воплощения в жизнь, т.е. основной смысл метода состоит в оценке степени влияния реализации проекта на какую-либо проблему предметной области.

3. Специальные методы.

В зарубежной практике оценки эффективности инновационных проектов наиболее распространены методики:

- *STAR* (Strategic technology assessment review) – методика многофакторного анализа инноваций на основе экспертных оценок [56];
- *BCS* (Balanced Scorecard) – сбалансированная система показателей для анализа приоритетности инновационных проектов – методика комплексной оценки

проекта на базе двенадцати показателей-драйверов по четырем перспективам: финансовая, маркетинговая, бизнес-процессы и обучение [57];

- *IRI (Industrial Research Institute Technique)* – методика оценки вероятности технического и коммерческого успеха инновационных проектов [58];

- *Методика, основанная на лингвистической аппроксимации*, предложенная Ротштейном А.П. [59]. Метод заключается в формализации причинно-следственных связей между переменными «вход-выход» и описании этих связей на естественном языке с применением нечетких множеств и лингвистических переменных.

Данные методики согласно работе [44] имеют следующие *недостатки*.

- 1) Методика STAR дублирует некоторые риски, что может приводить к неадекватным результатам; методика IRI имеет узкий спектр оценок. Обе методики не содержат требуемых нормативными документами Российской Федерации финансовых критериев (например, NPV, IRR, срок окупаемости).

- 2) Данные методики не оценивают все возможные сценарии развития событий, т.е. оценки, как и ранги критериев непосредственно назначаются экспертами точно.

- 3) Данные методики использует свертки, которые предполагают появление эффекта «компенсации», возникающего, когда неприемлемые оценки по одним критериям могут быть компенсированы более высокими оценками по другим критериям. Появление данного эффекта возможно при аддитивной или мультипликативной свертках, но не при минимаксной.

- 4) Методика, основанная на лингвистической аппроксимации, предполагает построение нечетких баз знаний, для чего требуется обширный статистический материал, который не всегда имеется.

- 5) Из алгоритмов методик не ясен алгоритм учета мнений нескольких экспертов в случае проведения коллективной экспертизы.

- 6) Перенос зарубежных методик в чистом виде на отечественные объекты инновационной инфраструктуры не обоснован. Это связано с тем, что за рубежом распространены интерактивные модели инновационного процесса, а в России – линейные. Кроме того, модели не учитывают специфику российского рынка и законодательства.

4. Математические методы, направленные на оценку и снижение риска.

Данную группу методов можно подразделить на количественные и качественные методы. Среди количественные выделяют следующие.

— *Метод анализа чувствительности* (метод вариации параметров). В данном методе риск рассматривается как степень чувствительности результирующих показателей проекта к изменению условий функционирования (налоговых платежей, цены продукта, средних переменных издержек и т. п.).

Недостаток метода: предпосылка, что изменение одного фактора рассматривается изолированно, тогда как на практике все экономические факторы в той или иной степени коррелированы.

— В работе Миночкина Д.В. [60] рассматривается *метод проверки устойчивости* (расчета критических точек) предусматривает разработку сценариев реализации проекта в наиболее вероятных или наиболее «опасных» для каких-либо участников условиях. По каждому сценарию исследуется, как будет действовать в соответствующих условиях организационно-экономический механизм реализации проекта, каковы будут при этом доходы, потери и показатели эффективности у отдельных участников, государства и населения. Влияние факторов риска на норму дисконта при этом не учитывается. Проект считается устойчивым и эффективным, если во всех рассмотренных ситуациях NPV положителен и обеспечивается необходимый резерв финансовой реализуемости проекта.

Степень устойчивости проекта к возможным изменениям условий реализации может быть охарактеризована показателями предельного (критического) уровня объемов производства, цен производимой продукции и других параметров проекта. Предельное значение параметра проекта для некоторого t -го года его реализации определяется как такое значение этого параметра в t -м году, при котором чистая прибыль участника в этом году становится нулевой.

Недостаток метода: данный метод не дает возможности провести комплексный анализ риска по всем взаимосвязанным параметрам, т. к. каждый показатель предельного уровня характеризует степень устойчивости в зависимости лишь от конкретного параметра проекта (объем производства и т. д.) [19].

— *Метод сценариев* (метод формализованного описания неопределенностей). Метод предполагает описание опытными экспертами всего множества возможных условий реализации проекта (либо в форме сценариев, либо в виде системы ограничений на значения основных технических, экономических и прочих параметров проекта) и отвечающих этим условиям затрат, результатов и показателей эффективности. Строится три сценария: пессимистический, оптимистический и наиболее вероятный. Следующий этап реализации метода сценариев состоит в преобразовании исходной информации о факторах неопределенности в информацию о вероятностях отдельных условий реализации и соответствующих показателях эффективности. На основе имеющихся данных определяются показатели экономической эффективности проекта. Если вероятности наступления того или иного события, отраженного в сценарии, известны точно, то ожидаемый интегральный эффект проекта рассчитывается по формуле математического ожидания [60].

Недостаток метода: учет только нескольких возможных исходов по проекту (дискретное множество значений NPV), хотя в действительности число возможных исходов не ограничено [19].

Одним из вариантов сценарного метода является метод *PERT-анализа* (Program Evaluation Review Technique). Смысл метода состоит в том, что при подготовке проекта задаются три оценки срока реализации (стоимости) проекта – оптимистическая, пессимистическая и наиболее вероятная. После этого ожидаемые значения рассчитываются по формуле (2.9):

$$t_e = \frac{1}{6}(t_0 + 4t_m + t_p), \quad (2.9)$$

где t_e – оценка длительности выполнения проекта на основе оценок оптимистического, пессимистического и наиболее вероятного времени; t_0 – минимально возможная длительность выполнения проекта в предположении, что всё происходит наилучшим образом; t_m – длительность выполнения проекта в предположении, что всё происходит так, как бывает чаще всего; t_p – максимально возможная длительность выполнения проекта в предположении, что всё происходит наихудшим образом.

Коэффициенты 4 и 6 получены эмпирическим путем. Метод PERT-анализа эффективен только в случае наличия обоснования для всех трех оценок.

— *Методы имитационного моделирования (метод статистических испытаний, метод Монте-Карло)*. Представляет собой соединение методов анализа чувствительности и анализа сценариев на базе теории вероятности. Вместо того чтобы создавать отдельные сценарии (наилучший, наихудший), в имитационном методе компьютер генерирует сотни возможных комбинаций параметров (факторов) проекта с учетом их вероятностного распределения. Каждая комбинация дает свое значение NPV, и в совокупности аналитик получает вероятностное распределение возможных результатов проекта. Реализация этой достаточно сложной методики возможна только с помощью современных информационных технологий. Метод Монте-Карло является мощным средством анализа инвестиционных рисков, позволяя учитывать максимально возможное число факторов внешней среды. Но, тем не менее, этот подход не лишен недостатков [19, 35]:

Недостатки метода:

- существование коррелированных параметров сильно усложняет модель, оценка их зависимости не всегда доступна аналитикам;
- иногда трудно даже приблизительно определить для исследуемого параметра (фактора) или результирующего показателя вид вероятностного распределения;
- при разработке реальных моделей может возникнуть необходимость привлечения специалистов или научных консультантов со стороны;
- исследование модели возможно только при наличии вычислительной техники и специальных пакетов прикладных программ;
- следует также отметить относительную неточность полученных результатов по сравнению с другими методами численного анализа.

— *Вероятностные методы*. Вероятностное описание условий реализации проекта оправдано и применимо, когда эффективность проекта обусловлена, прежде всего, неопределенностью природно-климатических условий (погода, возможность землетрясений или наводнений и т. п.) или состояния основных средств (снижение прочности в результате износа конструкций зданий и сооружений, отказы оборудования и т. п.). *Недостаток метода:* при невозможности использования объективного метода определения вероятности того или иного сценария приходится делать предположения, основываясь на субъективном опыте, при этом возникает проблема достоверности вероятностных оценок [19].

— *Критерий оптимизма-пессимизма Л. Гурвица*. Применяется в случаях, когда ничего не известно о вероятности отдельных сценариев или реализация любого из них вообще не является случайным событием и не может быть охарактеризована в терминах теории вероятности [60]. *Недостаток метода*: при применении минимаксного подхода большой субъективностью отличается выбор норматива.

— *Метод дерева решений*. Применяется в тех ситуациях, когда решения, принимаемые в каждый момент времени, сильно зависят от предыдущих решений и в свою очередь определяют сценарии дальнейшего развития событий. Дерево решений – это сетевые графики, каждая ветвь которых представляет собой альтернативные варианты развития или состояния среды. При проведении сценарного анализа учитываются вероятности наступления тех или иных событий, а затем производится расчет ожидаемого результата. Условием практического использования данного метода является исходная предпосылка, что проект имеет конечное и разумное число вариантов развития [19].

Недостатки метода:

- Нестабильность процесса, связанная с иерархичностью дерева. Изменения на одном уровне приводят к изменению всех узлов, которые с ним связаны.
- Критерий прироста информации характеризуется склонностью предпочитать атрибуты, имеющие большое число различных значений. В предельном случае у каждой строки может быть свое значение атрибута. Тогда второе слагаемое будет равно 0, и прирост будет максимальным.

Вывод: задача по минимизации риска с расчетом на наихудший результат может привести к завышенным в случае возникновения более благоприятной ситуации. Также существует вероятность, что некоторые успешные проекты в этом случае могут быть отклонены.

В связи с наличием большого числа факторов, которые необходимо принимать во внимание при оценке рисков во время отбора и внедрения инновационного проекта, экспертиза инновационных проектов должна базироваться не только на методах, позволяющих производить численную оценку инноваций, но и учитывать *качественные показатели проектов*, которые не поддаются простому численному выражению.

Главная задача качественной оценки состоит в поиске возможных видов рисков анализируемого проекта, а также в определении и описании факторов, влияющих на возникновение данного риска. Качественный подход основой для проведения дальнейших исследований с помощью количественных методов, использующих математический аппарат теории вероятностей и математической статистики. Основная задача количественного подхода заключается в численном измерении влияния факторов риска на параметры эффективности [60].

Среди качественных методов оценки наиболее часто используются следующие [61-66]:

- анализ уместности затрат;
- метод экспертных оценок.

Основой *анализа уместности затрат* выступает предположение о том, что возможен перерасход средств, вызванный одним из следующих факторов:

- изменение границ проектирования, обусловленное непредвиденными обстоятельствами;
- изначальная недооценка стоимости проекта в целом или его отдельных составляющих;
- отличие производительности машин и механизмов от предусмотренной проектом;
- увеличение стоимости проекта в сравнении с первоначальной вследствие инфляции или изменения налогового законодательства.

В процессе анализа, происходит детализация указанных факторов и составляется контрольный перечень возможного повышения затрат по статьям для каждого варианта проекта. Процесс финансирования разбивается на стадии, связанные с фазами реализации проекта. При этом необходимо также учитывать и дополнительную информацию о проекте, поступающую по мере его разработки. Поэтапное выделение средств позволяет инвестору при первых признаках того, что риск вложения растет, или прекратить финансирование проекта, или же начать поиск мер, обеспечивающих снижение затрат [19].

Методы экспертных оценок – это методы прогнозирования и анализа рисков, которые основаны на заключениях экспертов, имеющих опыт реализации инвестиционных и инновационных проектов.

Анализ начинается с составления исчерпывающего перечня рисков по всем стадиям проекта. Каждому эксперту, работающему отдельно, предоставляется перечень первичных рисков в виде опросных листов и предлагается оценить вероятность их наступления по специальной шкале. К числу наиболее распространенных методов экспертных оценок риска относят метод Дельфи, ранжирование, попарное сравнение, метод балльных оценок и другие [19]. *Метод Дельфи* – это метод прогноза, при котором в процессе исследования исключается непосредственное общение между членами группы и проводится индивидуальный опрос экспертов с использованием анкет для выяснения их мнения относительно будущих гипотетических событий.

Достоверность полученных оценок зависит от квалификации экспертов, независимости их суждений, а также от методического обеспечения проведения экспертизы. Одним из показателей достоверности полученных значений является коэффициент *конкордации (согласованности)* мнений экспертов.

Метод балльной оценки риска – это один из методов экспертизы риска на основе обобщающего показателя, определяемый по ряду экспертно оцениваемых частных показателей (факторов) степени риска. Он состоит из следующих этапов [19]:

- 1) определение факторов, определяющих степень риска проекта;
- 2) выбор обобщенного критерия и частных показателей, характеризующих каждый фактор;
- 3) оценка обобщенного критерия степени риска инновационного проекта;
- 4) выработка рекомендаций по управлению риском при реализации инновационного проекта.

Данный метод широко используется в деятельности рейтинговых и аналитических агентств при оценке региональных, политических и кредитных рисков.

Методы портфолио – это общее название группы методов анализа и управления инвестициями, позволяющих на основе экономико-математических, статистических и других методов разработать с учетом риска [19]:

- принципы работы на финансовом рынке (направления инвестиций по сегментам, отраслям и/или рынкам);
- условия изменения структуры инновационного портфеля (покупки или продажи конкретных ценных бумаг и т.п.).

Методы портфолио разрабатываются финансовыми аналитиками для профессиональных участников финансового рынка, и, как правило, являются ноу-хау.

Эти и другие методы анализа позволяют оценить риски в условиях неопределенности. Оценка рисков – это один из этапов анализа рисков, который заключается в качественной или количественной оценке возможных потерь (ущерба, убытков) и возможности их возникновения. Она проводится преимущественно экспертными методами в условиях неопределенности и используется при сравнении ограниченного числа альтернатив принимаемых решений.

Качественная оценка рисков осуществляется в основном посредством рейтинга. Рейтинг – это способ качественной оценки риска в какой-либо области деятельности на основе формализации экспертных методов.

Одной из первых и самой простой формой проведения рейтинговой оценки стал метод *ранжирования*. *Ранжирование* предполагает упорядочение оцениваемых объектов в порядке возрастания или убывания их качеств. Ранжирование может осуществляться несколькими методами, но в основе каждого из них лежат экспертные методы. Рассмотрим лишь некоторые из них.

Мягкая рейтинговая оценка – наиболее распространенная форма проведения рейтинга. Согласно этому методу эксперты оставляют в списке, не указывая приоритет, наилучшие, с их точки зрения, оцениваемые объекты. Наивысший ранг получает объект, набравший большее число голосов экспертов.

Непосредственное ранжирование – самый простой способ проведения рейтинга. Сущность этого метода состоит в том, что эксперты располагают в определенном порядке (как правило, возрастания или убывания качеств) оцениваемые объекты, затем рассчитывается среднее арифметическое место каждого объекта

и в соответствии с этим значением составляется окончательно упорядоченный список. Достоверность результатов экспертизы проверяется по значению *коэффициента конкордации* – согласованности методов экспертов.

Попарное сравнение – более сложный вариант ранжирования, в соответствии с которым эксперты, сопоставляя поочередно каждые два оцениваемых объекта, определяют, какой из них лучше, затем эти мнения усредняются и составляется окончательный рейтинг по правилу; «Если А лучше В, В лучше С, то А лучше С». Однако непосредственное ранжирование невозможно применить, если список оцениваемых объектов остается открытым [19].

Ранжирование на основе балльной оценки сочетает в себе преимущества непосредственного ранжирования и ранговой корреляции. При этом список оцениваемых объектов может быть неограничен. Эксперты сами называют число объектов и оценивают их в баллах или располагают их в определенном порядке. При этом порядковому номеру присваивается соответствующее число баллов. Для получения окончательного упорядоченного списка ранжируемых объектов баллы складываются, а объекты располагаются в порядке возрастания или убывания баллов.

Главная проблема ранжирования связана с тем, что сравнение объектов осуществляется одновременно по нескольким показателям. Результат такого сравнения может быть неоднозначным: лидер по одному показателю может иметь наименьшее количество баллов по другому показателю.

Для снижения степени субъективности экспертов в рейтинг включают объективные характеристики объектов, реально поддающиеся измерению без участия экспертов. Такая система рейтингования получила название скоринг.

Проблема формирования перечня показателей для оценки потенциальной эффективности результатов инновационной деятельности сопровождается рядом трудностей, среди которых можно выделить следующие.

— Инновационные проекты обладают рядом характеристик, которые отличают их от инвестиционных проектов. Перечень таких отличий приводится в работе Елоховой И.В. [45], среди основных автор выделяет (табл. 2.1):

Таблица 2.1 – Отличительные особенности критериев оценки инвестиционных и инновационных проектов

Классификационный признак	Инвестиционный проект	Инновационный проект
Используемые ресурсы	Типовые, заранее известные ресурсы	Уникальные ресурсы, в т.ч. специалисты, интеллектуальный капитал, изобретения, технологии, проектные материалы, оборудование
Начало жизненного цикла	Жизненный цикл начинается после НИОКР	Жизненный цикл начинается с НИОКР
Критерии оценки	В основном используются только количественные критерии оценки	Необходимость использования не только количественных, но и качественных критериев оценки, а также оценка неопределенности
Неопределенность и риск	Высокая степень неопределенности на предынвестиционной и инвестиционной стадии	Высокорисковые проекты с высокой степенью неопределенности на всех стадиях развития проекта
Надежность финансовой информации	Финансовая информация о капитальных вложениях в большей степени достоверна	В большей степени вероятностная надежность финансовой информации о капитальных вложениях
Главный критерий реализации	Финансовая целесообразность, ориентирующаяся на производственные и ресурсные возможности, техническую осуществимость, эффективность, социальную целесообразность	Кроме финансовой целесообразности, учитывается принципиальная новизна, патентная и лицензионная чистота, приоритетность направления инновации, конкурентоспособность внедряемого новшества
Источники финансирования	Возможность использования собственных и заемных источников финансирования	Сложность привлечения заемных финансовых ресурсов для венчурных инновационных компаний. Высокая стоимость привлекаемых средств в связи с высокой долей риска.
Наличие инвестиционных затрат	Требуются инвестиционные затраты для покупки активов	Инвестиционные затраты могут присутствовать, а могут быть выражены только в затратах труда и времени.

По мнению авторов Джурабаевой Г.К., Бажирова К.Н., Ильина С.Н., Маслосбоева А.В. [44-48] в силу характерных отличий между инновационными проектами и инвестиционными проектами, отождествление методов оценки их потенциальной эффективности подразумевает погрешность в конечных результатах оценки, а, следовательно, и оценивать данные виды проектов необходимо по-разному. Среди основных отличий авторы выделяют следующие.

- отсутствие общепринятых рекомендаций по оценке;
- неопределенность в структуре эффективности инновационной деятельности;
- закрытость информации, на которой может строиться какая-либо внешняя экономическая оценка для стороннего инвестора.

— Согласно работе [44] научные исследования и инновационные разработки представляют собой сферу человеческой деятельности, которая в значительно меньшей степени поддается количественному измерению, нежели, например, промышленное производство. Это связано с субъективной природой формирования научных знаний. Это обуславливает необходимость применения для оценки эффективности инновационных проектов различных эвристических и эмпирических показателей, зачастую лишь косвенно характеризующих эффект научно-инновационной деятельности, базирующихся прежде всего на источниках информации экспертного характера.

— Поиск комплексного критерия эффективности сталкивается с проблемой, а и иногда и невозможностью количественного измерения результатов новых научных знаний и последствий их практической реализации. Научные исследования обладают лишь потенциальным эффектом. В силу данных причин возникает необходимость оперировать специальными математическими методами, которые позволяют формализовать субъективные данные и на этой основе получить количественные оценки.

— Результаты исследований, представленные в работах [67-74] показали, что на ранних стадиях жизненного цикла инноваций в условиях неопределенности и неполноты информации известные методы оценки эффективности инновационных и инвестиционных проектов не подходят, так как построены на стоимостном измерении

и сопоставлении результатов и затрат на протяжении срока реализации проекта. Вместе с тем, статистические и динамические показатели эффективности инноваций не отражают и не могут отразить в стоимостных категориях все проявления эффектов инновации: научно-технических, производственно-ресурсных, социально-экономических, а также риска реализации инновации на рынке.

— Специфика инновационных проектов такова, что любая оценка носит субъективный характер, т.к. опирается на мнения и знания экспертов. В связи с этим для снижения степени неопределенности наряду с показателями финансовой эффективности используют методы количественного оценивания факторов риска.

— Неопределенность прогнозируемых результатов приводит к возникновению риска того, что цели, поставленные в проекте, могут быть не достигнуты полностью или частично. В связи с этим анализ и оценка рисков и неопределенностей является необходимой и крайне важной составной частью оценки потенциала инновационного проекта [19].

Для оценки всех возможных последствий от реализации инновационного проекта необходимо анализировать различные виды потенциального результата [35]. В зависимости от вида рассматриваемого результата использования инновации и затрат, связанных с достижением этих результатов, различают следующие виды эффекта [19] (табл. 2.2).

Таблица 2.2 – Виды эффекта от реализации инноваций

Вид эффекта	Факторы, показатели
Экономический	Показатели учитывают в стоимостном выражении все виды результатов и затрат, обусловленных реализацией инноваций
Финансовый	Расчет показателей базируются на финансовых показателях
Научно-технический	Новизна, простота, полезность, эстетичность, компактность
Ресурсный	Показатели отражают влияние инновации на объем производства и потребления того или иного вида ресурса
Социальный	Показатели учитывают социальные результаты реализации инновации
Экологический	Показатели учитывают влияние инноваций на окружающую среду

Варианты решения перечисленных проблем формирования перечня критериев оценки инновационных проектов были предложены в работах Г. Рогачевой, где систематизируются основные направления выбора проектов из ряда альтернативных: по длительности выполнения инвестиционных решений, в основе чего ле-

жит оценка срока окупаемости первоначальных затрат); по разнице между результатами и затратами относительно приведенных затрат (т.е. сравнение стоимостных оценок инвестиционных проектов по приведенным затратам). Таким образом в основе авторской системы показателей лежит прогнозирование экономической отдачи в результате реализации проекта [51].

В работе Г.К. Джурабаевой представлена система комплексной оценки эффективности инноваций, где все показатели разделены на три группы: интегральная оценка нововведения, частные оценочные показатели, показатели оценки рисков инноваций. Особое место отводится динамическим показателям в части динамики денежных потоков [46].

Согласно исследованию Т.А. Туминой в основе оценки инноваций лежат базовые концепции управления финансами: концепция денежного потока, концепция цены капитала, соответствия риска доходности, альтернативных издержек [52].

В работе Н.А. Ковалевой [49] эффективность проекта зависит от: производственных возможностей осуществления проекта; соответствия проекта стратегии политики и ценностям организации; маркетинга проекта; научно-технических критериев осуществления проекта. Практически во всех исследуемых источниках четко прослеживается тенденция приравнивания подхода к оценке эффективности инвестиционного проекта и инновационного проекта, а большинством авторов используются одни и те же показатели для оценки [64].

Анализ существующих механизмов отбора и оценки потенциальной эффективности инновационных проектов показывает, что в настоящее время отсутствует единый подход к формированию состава информационной базы характеристик и критериев.

Основные понятия теории принятия решений

В главе 1 и пункте 2.1 главы 2 были выделены две ключевые проблемы принятия решений при отборе и оценке инновационных проектов – наличие неопределенности и необходимость использования слабоформализуемой экспертной информации в процессе принятия решений. В данном разделе выделим отдельные направления исследований, в которых рассматриваются задачи обработки экспертной информации и принятия решений в условиях неопределенности [39].

Теория и методы принятия решений используются, как правило, когда имеется *неопределенность* – отсутствует полная информация о ситуации, явлении, модели объекта, а принятие решения связано с риском принятия ошибочного решения [75].

Под *принятием решений* понимают особый процесс человеческой деятельности, направленный на выбор наилучшего варианта из возможных действий [76].

При выборе решений главную роль играет анализ их последствий. Предложения человека при принятии решений могут быть ошибочными. Однако уступая компьютеру в скорости и точности вычислений, человек обладает уникальным умением быстро оценивать обстановку, выделять главное и отбрасывать второстепенное, соизмерять противоречивые оценки, восполнять неопределенности своими догадками. В связи с этим возникает вопрос о средствах, которые могут помочь человеку в принятии решений.

Принятие решения всегда предполагает выбор одного из возможных вариантов действий. Такие возможные варианты действий принято называть *альтернативами*. Составление списка альтернатив или ограничений, выделяющих потенциально реализуемые альтернативы среди всевозможных – неотъемлемая часть формализации проблемы принятия решений [69].

Выбор решения из множества допустимых альтернатив осуществляется на основе регулярной процедуры. Поэтому необходимо выделить особенности методов и теории принятия решений, классификация которых использует следующие варианты неопределенности [77].

1. Отсутствует информация о полной совокупности характеристик и оценок вариантов, а известен только дискретный ряд оценок в пространстве «варианты – условия», что означает принятие решений, если задано дискретное множество оценок вариантов при различных условиях. Для принятия решений в этой ситуации используется *метод системных матриц*, сущность которого состоит в применении различных алгоритмов обработки этих матриц, состоящих из оценок вариантов.

2. Заданы вероятностные или статистические характеристики явления, процесса, совокупности. Требуется минимизировать вероятность неправильного реше-

ния. В подобной ситуации используются методы минимизации риска, причем модели риска строятся на основе вероятных моделей случайных событий и функций от случайных аргументов.

3. Заданы графовые предпочтения между вариантами, что требует преобразования графа с целью линейного упорядочения, когда выбор решения тривиален. Для принятия решений в данной ситуации используются методы комбинаторной аппроксимации.

4. Неопределенность задана в виде чисел и множеств, требуется создание адекватного исчисления нечетких чисел и множества для преобразования задачи принятия решений к задаче линейного упорядочения. К задачам с нечеткими переменными относятся задачи с лингвистическими переменными, для которых введены нечеткие числа.

5. Неопределенность задана вероятностью или статистически, а для принятия решений используется проверка вероятностно-статистических гипотез.

Основные направления исследований, проводимых в области методик поддержки принятия решений, можно сгруппировать в зависимости от задачи принятия решения и инструмента, с помощью которого оно достигается:

1. Задачи разработки методов многокритериальной оценки альтернатив нашли свое отражение в трудах таких авторов, как Ларичев О.И. [76], Емельянов С.В. [77], Кини Р.Л. [78], Саати Т. [79], Петровский А.Б. [80], Андрейчиков А.В., Андрейчикова О.Н. [65], Гусев В.Б. [81] и других.

2. Задачи разработки методов принятия решений на основе того или иного математического аппарата (теории) освещаются в трудах исследователей по следующим наиболее известным научным направлениям:

- теория нечетких множеств – Заде Л. [82], Борисов А.Н. [83-85], Бочарников В.М. [86], Жуковин В.Е. [87], Кофман А. [88] и другие;
- теория игр – Нейман Дж., Моргенштерн О. [89], Мак Кинси Дж. [90], Нэш Д., Воробьев И.Н. [91], А.Д. Новиков, А.Г. Чхартишвили [92] и другие;
- имитационное моделирование – Емельянов А.А. [93]; Бурков В.Н. [94] и другие;
- нейронные сети – Барский А.В. [95], С. Хайкин [96] и другие;

- когнитивные карты – Кузнецов О.П. [97], Кулинич А.А. [98], Силов В.Б. [99], Новичихин А.В. [100] и другие;
- анализ иерархий – Саати Т. [79], Андрейчиков А.В., Андрейчикова О.Н. [65], Кравченко Т.К. [101] и другие;
- вероятностно-статистические методы – Орлов А.И. [102], Ширяев А.Н. [103] и другие.

3. Задачи извлечения и обработки экспертных знаний, организации экспертиз исследовались такими учеными Орлов А.И. [104], Литвак Б.Г. [66], Фатхутдинов Р.А. [6] и другими.

4. Теоретические и практические аспекты принятия решений на основе системного анализа освещены в трудах Перегудова Ф.И., Тарасенко Ф.П. [105], Волковой В.Н. [106].

Практический опыт использования методов системного анализа показал, что предпочтение, где это возможно, следует отдавать достаточно простым методам. Данный тезис относится и к *экспертным методам*.

Экспертные методы широко используются при определении коэффициентов значимости в деревьях взаимосвязей и, вообще, когда необходимо из указанного множества свойств и взаимосвязей отобрать лишь существенные, наиболее важные. Приходится также прибегать к помощи экспертов, чтобы проранжировать рассматриваемые свойства и взаимосвязи по степени их важности и существенности.

Следует отметить, что при анализе сложных систем некоторые из существенных свойств и взаимосвязей либо вообще не допускают количественного описания, либо не представляется возможным в рассматриваемый момент времени получить о них количественные данные. Поэтому в этих случаях необходимо с помощью экспертов получить информацию качественного характера, основанную на опыте и интуиции специалистов.

Под *экспертной оценкой* подразумевается группа методов, наиболее часто используемая в практике оценивания сложных систем на качественном уровне. При получении и обработке экспертных оценок применяются различные методы. К наиболее употребительным процедурам экспертных измерений относятся:

- 1) ранжирование;
- 2) *парное сравнение*;
- 3) множественные сравнения;
- 4) непосредственные сравнения;
- 5) последовательное сравнение;
- 6) метод Терстоуна;
- 7) метод фон Неймана-Моргенштерна.

Целесообразность применения того или иного метода определяется характером анализируемой информации. Если оправданы лишь качественные оценки объектов по тем или иным качественным признакам, то используются методов ранжирования, парного и множественного сравнения.

Так как в данной работе далее рассматривается метод системных матриц, то в качестве алгоритма их обработки будет использован *метод парного сравнения* по причине того, что результаты сравнения всех пар объектов удобно представлять именно в виде матрицы.

В современной теории принятия решений принято считать, что альтернативы при принятии решений можно охарактеризовать различными показателями привлекательности для лица, принимающего решение. Эти показатели называют признаками, факторами, атрибутами или показателями качества. Все они служат критериями выбора решения. В подавляющем большинстве реальных задач имеется достаточно много критериев. Они могут быть зависимыми или независимыми.

На сложность задач принятия решений влияет также число критериев. Использование критериев выбора решения для оценки альтернатив требует определения градаций величин критериев: лучших, худших и промежуточных оценок. Другими словами, существуют шкалы оценок по критериям. В принятии решений различают шкалы непрерывных и дискретных оценок, *шкалы количественных и качественных оценок* [107].

Обычно в процессе принятия решения выделяют три этапа: поиск информации и постановка задачи, построение множества альтернатив и выбор лучшей альтернативы [108].

На первом этапе собирается вся доступная на момент принятия решения информация: фактические данные, мнения экспертов, строятся математические модели, проводятся социологические опросы, определяются взгляды на проблему со стороны активных групп, влияющих на решение, формируются критерии выбора решения и т. д. [109].

Второй этап связан с определением того, что можно, а чего нельзя делать в имеющейся ситуации, т. е. с определением реализуемых вариантов решения.

Третий этап включает сравнение альтернатив и выбор наилучшего варианта решения.

Таким образом, процесс принятия решений сводится к решению следующих задач:

- 1) упорядочение альтернатив;
- 2) распределение альтернатив по классам решений;
- 3) выделение наилучшей альтернативы.

В том случае, когда выбор решения осуществляется по нескольким критериям, основой при разработке инструментов поддержки принятия решений служат *методы принятия многокритериальных решений*.

Принятие многокритериальных решений

Задача по выбору наиболее перспективного инновационного проекта из числа альтернативных вариантов попадает под условие многокритериального выбора.

К проблемам многокритериального выбора могут быть отнесены [108]:

- 1) выбор наиболее эффективного решения из бесконечного множества возможных планов или среди конечного числа анализируемых альтернатив;
- 2) ранжирование конечного числа возможных альтернатив по степени их эффективности;
- 3) разбиение всего множества возможных решений на равнозначные по степени эффективности группы.

Многокритериальная задача отличается от обычной задачи оптимизации только наличием нескольких целевых функций вместо одной. Но это очень существенное отличие, определяющее дополнительные трудности в решении проблемы.

В самом общем случае решение проблем многокритериального выбора заключается в следующем [108]:

- сравнение векторов значений целевых функций различных альтернатив (векторов управляющих переменных или состояния системы), принадлежащих допустимой области ограничений задачи X принадлежит G , друг с другом;
- определение условий предпочтения одного вектора значений целевых функций другим в условиях, когда в одной из этих альтернатив (в одном из таких векторов), а в другой – лучше значения критериев другого из подмножеств целевых функций.

Основная проблема в решении многокритериальных задач связана с выбором принципа оптимальности, который строго определяет свойства наиболее эффективного решения и отвечает на вопрос, в каком смысле это решение превосходит все остальные допустимые решения [108].

При выборе решений в условиях нескольких критериев имеется большое количество подходов и принципов оценки эффективности решений, и каждый из этих принципов может приводить к выбору различных соответствующих ему оптимальных решений. Поэтому проблема многокритериального выбора всегда субъективна, и полученное решение зависит от предпочтений ЛПР. Это объясняется тем, что приходится сравнивать векторы значений локальных целевых функций на основе некоторой выбранной заранее схемы компромисса.

Одним из наиболее распространенных методов решений многокритериальных задач является сведение многокритериальной задачи к однокритериальной путем свертывания векторного критерия. Основным видами сверток являются линейные, минимизационные, максимизационные, произведений, а также функции специального вида. Однако, не любую свертку можно использовать для решений конкретной многоэкстремальной задачи, т.к. при определенных видах свертки не всегда гарантировано получение наилучшего компромиссного решения.

Другим подходом к решению многокритериальных задач является некоторое сужение области допустимых решений, наложив некоторые дополнительные ограничения на значения локальных критериев, допуская лишь определенные отклонения каждого из них от некоторых ранее установленных «идеальных» решений [108].

Решение проблемы многокритериального выбора включает пять этапов [108]:

1) *Постановка и формулировка задачи.* На основе анализа ситуации формулируются цели, определяются основные переменные задачи или множество возможных альтернатив.

2) *Построения математической модели.* Нестрого описанные функции цели задачи определяются в виде функций от управляющих переменных и переменных состояния системы определяются области варьирования переменных, граничные значений ограничений задачи.

3) *Анализ.* Определяются области изменений частных критериев, на основе которых производится нормализация (приведение всех частных критериев к безразмерному виду).

4) *Формирование оценок.* Выбираются весовые коэффициенты и приоритеты отдельных критериев, величины допустимых уступок и отклонений в полученном решении от оптимальных решений по каждому из локальных критериев оптимальности.

5) *Выбор наилучшей из рассматриваемых альтернатив.* Поиск наиболее эффективного решения из бесконечного множества возможных допустимых решений.

В настоящее время существует множество классификаций методов принятия решений, основанных на применении различных признаков. В таблице 2.3 приведена одна из возможных классификаций, признаками которой являются *содержание и тип получаемой экспертной информации* [110].

Таблица 2.3 – Классификация методов принятия решений по содержанию и типу экспертной информации

№ п / п	Содержание информации	Тип информации	Метод принятия решений
1	Экспертная информация не требуется		1) Метод доминирования 2) Метод на основе глобальных критериев
2	Информация о предпочтениях на множестве критериев и о последствиях альтернатив	1) Отсутствие информации о предпочтениях 2) Количественная и/или интервальная информация о последствиях 3) Качественная информация о предпочтениях и количественная о последствиях 4) Качественная (порядковая) информация о предпочтениях и последствиях 5) Количественная информация о предпочтениях и последствиях	1) Методы с дискретизацией неопределенности 2) Стохастическое доминирование 3) Методы принятия решений в условиях риска и неопределенности на основе глобальных критериев 4) <i>Метод анализа иерархий</i> 5) Метод решающих матриц 6) Методы теории нечетких множеств 7) Метод практического принятия решений 8) Методы выбора статистически ненадежных решений 9) Методы кривых безразличия для принятия решений в условиях риска и неопределенности 10) Методы деревьев решений 11) Методы нечеткой логики 12) Декомпозиционные методы теории ожидаемой полезности
3	Информация о предпочтениях на множестве критериев	1) Качественная информация 2) Количественная оценка предпочтительности критериев 3) Количественная информация о замещениях	1) Лексикографическое упорядочение 2) Сравнение разностей критерияльных оценок 3) Методы свертки на иерархии критериев 4) Метод припасовывания 5) Методы «эффективность-стоимость» 6) Методы «порогов» 7) Методы идеальной точки 8) Методы кривых безразличия 9) Методы теории ценности
4	Информация о предпочтительности альтернатив	Оценка предпочтительности парных сравнений	1) Методы математического программирования 2) Линейная и нелинейная свертка при интерактивном способе определения ее параметров

В свою очередь методы поддержки принятия решений в условиях неопределенности при нескольких критериях можно классифицировать *по роли ЛПР* [61]:

- 1) методы поиска решения без участия ЛПР;
- 2) методы, использующие предпочтения ЛПР для построения правила выбора единственного или небольшого числа эффективных решений;
- 3) *интерактивные процедуры решения задачи с участием ЛПР*;
- 4) методы, основанные на аппроксимации паретовой границы и информирования ЛПР о ней в том или ином виде.

Методы первых двух групп основываются на построении решающего правила, т. е. правила нахождения одного или нескольких решений из допустимого множества. Отличие первой группы методов от остальных состоит в том, что в первой группе решающее правило строится без участия ЛПР, а в методах других групп используется информация о предпочтениях ЛПР.

Далее в работе рассматриваются два подхода к принятию решений в условиях неопределенности, а именно: подходы, основанные на методе парных сравнений Т. Саати (метод анализа иерархий) и *применении элементов нечеткой логики*. Данные методы входят в *совокупность методов организации сложных экспертиз*, которые разрабатывают для повышения объективности получения оценок путем использования основной идеи системного анализа – расчленения большой первоначальной неопределенности проблемы на более обозримые составные части, лучше поддающиеся осмыслению [79]. Именно эти методы с одной стороны, имеют признанную теоретическую обоснованность, а с другой стороны, удовлетворяют требованию универсальности, а также позволяют учитывать все специфические особенности, присущие оценке инновационных проектов.

2.1.1 Метод анализа иерархий Т. Саати

При исследовании проектов, которые с трудом поддаются какому-либо анализу за счет большого количества факторов, способных повлиять на решение эксперта, качество принятого им решения во многом зависит от человеческих возможностей учесть весь ряд обстоятельств, а также оценить степень их влияния на изучаемую проблему.

Зачастую созданные модели работают не так, как предполагалось, что объясняется тем, что не учитываются некоторые существенные факторы. Для того чтобы разрабатываемая модель имитационного моделирования стала реалистичной, она должна включать в себя и позволять измерять все важные количественные и качественные факторы. Именно это и является основной задачей метода анализа иерархий (МАИ), при котором также допускаются различия во мнениях и конфликты, как это бывает в реальном мире [106].

Существенным преимуществом метода анализа иерархий над большинством существующих методов оценки альтернатив является четкое описание суждений экспертов и лиц, принимающих решения, а также ясное представление структуры проблемы: составных элементов проблемы и взаимозависимостей между ними.

Сложность характеризуется большим числом взаимодействий между многими субъективными и объективными факторами различного типа и степени важности, а также между группами людей (субъектов общественного мнения) с различными целями и противоречивыми интересами. Эти обстоятельства определяют вероятность выбора одной из альтернатив, которая приемлема для всех лишь с определенной степенью компромисса.

Метод анализа иерархий (МАИ) был предложен в конце 1970-х гг. американским математиком Т. Саати.

В основе МАИ лежат следующие положения [79, 106]:

- 1) любая сложная проблема может быть подвергнута декомпозиции;
- 2) результат декомпозиции можно представить в виде иерархической системы наслаиваемых уровней, каждый из которых состоит из многих элементов;
- 3) качественные сравнения экспертами попарной значимости элементов на любом уровне иерархии могут быть преобразованы в количественные соотношения между ними, при этом они будут отражать объективную реальность;
- 4) возможен синтез отношений между различными уровнями и элементами иерархии.

Решение проблемы с помощью метода анализа иерархий – это процесс поэтапного установления приоритетов. Он включает следующие компоненты:

- 1) определение и выявление проблемы;
- 2) декомпозицию проблемы в иерархию задач;
- 3) выделение критериев оценки решения задач;
- 4) построение матриц парных сравнений критериев;
- 5) вычисление приоритетов;

- 6) синтез приоритетов;
- 7) проверка согласованности.

Реализация этих этапов в рамках метода анализа иерархий позволяет получить объективные количественные оценки весомости всех элементов в структуре иерархии, связанной с поставленной проблемой. Рассмотрим каждый этап алгоритма подробнее.

Определение и выявление проблемы

Метод анализа иерархий требует структурирования проблемы участниками решения задачи принятия решений, т. е. необходимо рассмотреть задачу в соответствии с целью задачи, пониманием критериев и существующими вариантами выбора.

Декомпозиция проблемы в иерархию задач

Очень часто при анализе интересующей структуры число входящих в нее элементов и их взаимосвязей настолько велико, что превышает способность исследователя воспринимать информацию в полном объеме. В таких случаях система делится на подсистемы, подвергается декомпозиции и представляется в виде иерархии задач.

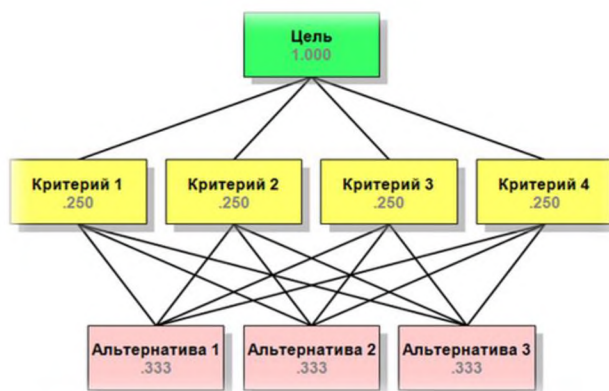


Рисунок 2.1 – Структура иерархии

Согласно Т.Саати, *иерархия* есть определенный тип системы, основанный на предположении о том, что элементы системы могут группироваться в несвязанные множества. Элементы каждой группы находятся под влиянием элементов некоторой вполне определенной группы и, в свою очередь, оказывают влияние на элементы другой группы [79]. Иными словами,

иерархия возникает при определении соподчинения одного уровня функционирования системы другому, а, следовательно, проблема может рассматриваться как совокупность многофакторных решений в зависимости от разных аспектов исследования.

Декомпозиция проблемы в общем виде осуществляется на трех уровнях (рис. 2.1).

Первый уровень – это цель, те свойства изучаемого явления, которые необходимо получить в результате проведения экспертизы. *Второй уровень* декомпозиции – это критерии, которые позволяют оценить соответствие получаемых частных решений

заданной цели. *Третий уровень* – это альтернативные решения, имеющиеся у экспертов, в выборе которых и заключается основная задача экспертов. На данном уровне ведется решение частных задач в соответствии с выбранными методами решения. Полученные результаты в дальнейшем сравниваются в виде суждений и ранжируются в соответствии с выбранным приоритетом критериев оценки их влияния на главную цель. Также происходит синтез суждений всех экспертов, принимающих участие в оценке, и получение наилучшего решения при заданных условиях.

Каждый элемент иерархии функционально может принадлежать к нескольким другим различным иерархиям. Элемент может являться управляющей компонентой на некотором уровне одной иерархии или может просто быть элементом, раскрывающим функции нижнего или высшего порядка в другой иерархии.

Весь процесс построения иерархии постоянно подвергается проверке и переосмыслению на каждом из этапов проведения экспертизы, что позволяет проводить оценку качества получаемого решения, до тех пор, пока не будет уверенности в том, что процесс охватил все важные характеристики, необходимые для представления и решения проблемы. Процесс может быть проведен над последовательностью иерархий. При этом результаты, полученные в одной из них, используются в качестве входных данных при изучении следующих. Результаты решения могут быть представлены как графически, так и в табличном виде.

На рисунке 2.2 приведен общий вид иерархии, где E_j^i – элементы иерархии, A_i – альтернативы.

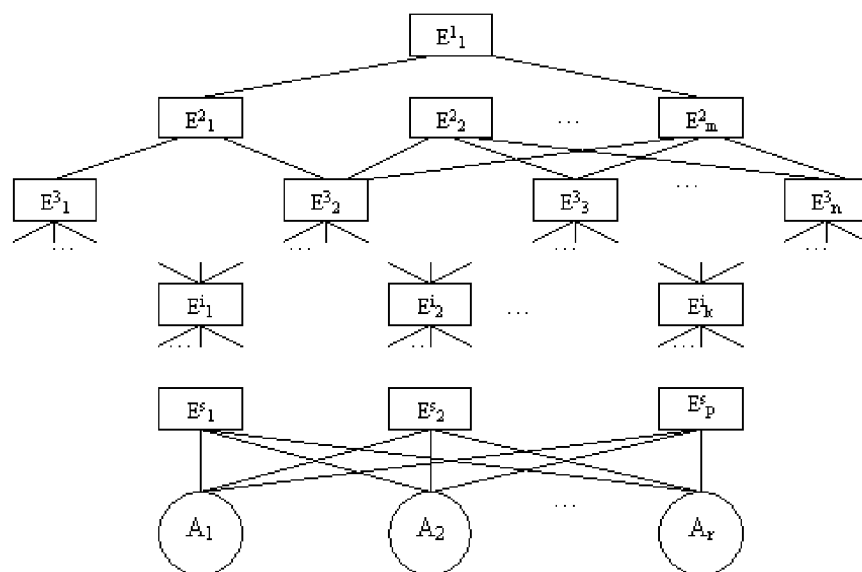


Рисунок 2.2 – Общий вид иерархии

По окончании построения иерархии для каждой материнской вершины проводится оценка весовых коэффициентов, определяющих степень ее зависимости от влияющих на нее вершин более низкого уровня. При этом используется метод парных сравнений.

Построение матрицы парных сравнений

После иерархического представления задачи устанавливаются приоритеты критериев и оценивается каждая из альтернатив. В МАИ элементы сравниваются попарно по отношению к их влиянию на общую для них характеристику, а именно: строится множество матриц парных сравнений между уровнями иерархии. Для этого в иерархии выделяют элементы двух типов: элементы - «родители» и элементы - «потомки». Элементы-«потомки» воздействуют на соответствующие элементы вышестоящего уровня иерархии, являющиеся по отношению к первым элементами-«родителями». Элементами - «родителями» могут являться элементы, принадлежащие любому иерархическому уровню, кроме последнего, на котором расположены, как правило, альтернативы [111]. Базовые принципы метода анализа иерархий и его алгоритм рассматриваются в работе Грачева В.А. [112].

Метод парных сравнений основан на оценке каждой альтернативы, ее значимости для решения задач вышестоящего уровня. В матрицах элементы нижележащего уровня сравниваются попарно по отношению к критериям, а критерии – по отношению к цели.

Матрица парных сравнений имеет квадратный вид и обладает свойством обратной симметрии. Квадратная матрица имеет собственные векторы и собственные значения. Например, пусть имеется ряд сравниваемых альтернатив и $v_1, v_2, v_3, \dots, v_n$ – соответственно интенсивности их значимости. Тогда матрица A парных сравнений имеет вид:

$$A = \begin{pmatrix} v_1/v_1 & v_1/v_2 & \dots & v_1/v_n \\ v_2/v_1 & v_2/v_2 & \dots & v_2/v_n \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ v_n/v_1 & v_n/v_2 & \dots & v_n/v_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ 1/a_{12} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1/a_{1n} & 1/a_{2n} & \dots & 1 \end{pmatrix} \quad (2.10)$$

Оценка компонентов может получаться различными способами. Но в методе Т. Саати рекомендуется специальная шкала от 1 до 9, в которой компонентам равной значимости ставится в соответствие единица, при умеренном превосходстве – 3, при существенном превосходстве – 5, значительном превосходстве – 7, и очень сильном превосходстве – 9. Значения 2, 4, 6, 8 используются как промежуточные

между двумя соседними компонентами, получившими оценки 1, 3, 5, 7 соответственно. Относительная важность любого элемента, сравниваемого с самим собой, равна единице, т. е. диагональ матрицы состоит из единиц. При заполнении матрицы используется свойство обратной симметрии: симметричные клетки заполняются обратными величинами [79].

Шкала отношений представлена в таблице 2.4.

Таблица 2.4 – Шкала отношений

Степень значимости	Определение	Объяснение
1	Одинаковая значимость	Два действия вносят одинаковый вклад в достижение цели
3	Некоторое преобладание значимости одного действия над другим (слабая значимость)	Существуют соображения в пользу предпочтения одного из действий, однако эти соображения недостаточно убедительны
5	Существенная или сильная значимость	Имеются надежные данные или логические суждения для того, чтобы показать предпочтительность одного из действий
7	Очевидная или очень сильная значимость	Убедительное свидетельство в пользу одного действия перед другим
9	Абсолютная значимость	Свидетельства в пользу одного действия другому в высшей степени убедительны
2, 4, 6, 8	Промежуточные значения между двумя соседними суждениями	Ситуация, когда необходимо компромиссное решение
Обратные величины приведённых выше ненулевых величин	Если действию i при сравнении с действием j приписывается одно из определённых выше ненулевых чисел, то действию j при сравнении с действием i приписывается обратное значение	Если согласованность была постулирована при получении N числовых значений для образования матрицы

При проведении процедуры оценивания необходимо учитывать, чтобы все сравниваемые элементы были равноценны. Для того чтобы численные сравнения были обоснованными, не следует сравнивать более чем 7-9 элементов. В этом случае малая погрешность в каждой относительной величине меняет ее не очень значительно. Если количество сравниваемых элементов, расположенных на одном уровне более 7-9, то необходимо проводить иерархическую декомпозицию. Элементы группируются, и сравниваются классы из 7-9 элементов в каждом.

Кроме того, в настоящее время для оценки компонентов используются и другие виды шкал, которые представлены в таблице 2.5.

Таблица 2.5 – Виды шкал

Виды шкал			Вербальные оценки
Мягкая	Средняя	Жесткая	
1	1	1	равнозначно
1,25	1,5	1,5	несколько лучше
1,5	2	2,5	лучше
2	3	4	значительно лучше
3	5	6	много лучше
4	7	9	подавляюще лучше
5	9	12	несравненно лучше

Расчет локального вектора приоритетов

Получив совокупность матриц, можно принимать решение на основе их содержательного анализа. Однако, кроме того желательно получить обобщенные оценки альтернатив. Для этого можно применить различные способы усреднения. Саати предлагает использовать геометрическое усреднение и нормирование полученных обобщенных оценок. Пример такой процедуры приведен в таблице 2.6 [79].

Таблица 2.6 – Расчет вектора локальных приоритетов - весов критериев

	Матрица	Вычисление оценок компонент собственного вектора по строкам	Суммирование элементов столбцов и нормирование	Нормирование результатов для полу- чения оценок вектора при- оритетов
	$C_1, C_2 \dots C_m$			
AC_1	$\frac{w_1}{w_1} \frac{w_1}{w_2} \dots \frac{w_1}{w_m}$	$\sqrt[m]{\frac{w_1}{w_1} \times \frac{w_1}{w_2} \times \dots \times \frac{w_1}{w_m}} = a_1$		$\frac{a_1}{\sum_{j=1}^m a_j} = x_1$
AC_2	$\frac{w_2}{w_1} \frac{w_2}{w_2} \dots \frac{w_2}{w_m}$	$\sqrt[m]{\frac{w_2}{w_1} \times \frac{w_2}{w_2} \times \dots \times \frac{w_2}{w_m}} = a_2$		$\frac{a_2}{\sum_{j=1}^m a_j} = x_2$
...
a C_m	$\frac{w_m}{w_1} \frac{w_m}{w_2} \dots \frac{w_m}{w_m}$	$\sqrt[m]{\frac{w_m}{w_1} \times \frac{w_m}{w_2} \times \dots \times \frac{w_m}{w_m}} = a_m$		$\frac{a_m}{\sum_{j=1}^m a_j} = x_m$

Синтез приоритетов

После построения иерархии и определения величин парных субъективных суждений следует этап, на котором иерархическая декомпозиция и относительные суждения объединяются для получения осмысленного решения многокритериальной задачи принятия решения.

Из групп парных сравнений формируется набор локальных критериев, которые выражают относительное влияние элементов на элемент, расположенный на уровне выше.

Иерархический синтез используется для взвешивания собственных векторов матриц парных сравнений альтернатив весами критериев, имеющихся в иерархии, а также для вычисления суммы по всем соответствующим взвешенным компонентам собственных векторов нижележащего уровня иерархии.

Приоритеты синтезируются, начиная со второго уровня, вниз. Локальные приоритеты перемножаются на приоритет соответствующего критерия на вышестоящем уровне и суммируются по каждому элементу в соответствии с критериями, на которые воздействует элемент.

Шаг 1. Для определения относительной ценности каждого элемента необходимо найти среднее геометрическое и с этой целью перемножить m элементов каждой строки и из полученного результата извлечь корни m степени.

$$w_i = \sqrt[m]{x_{i1} \times x_{i2} \dots \times x_{im}} \quad (2.11)$$

Шаг 2. Полученные числа необходимо нормализовать. Для этого определяем нормализующий множитель r :

$$r = w_1 + w_2 + w_3 + \dots + w_m. \quad (2.12)$$

Находим отношения

$$q = \frac{w_i}{r}, \text{ где } i = 1, 2, 3, \dots, m. \quad (2.13)$$

В результате получаем вектор приоритетов

$$q_i = (q_{i1}, q_{i2}, q_{i3}, \dots, q_{im}). \quad (2.14)$$

Подобная процедура проделывается для всех матриц парных сравнений.

Согласованность приоритетов

В практических задачах количественная и транзитивная (порядковая) однородность (согласованность) нарушается. Для улучшения однородности в числовых суждениях, какая бы величина a_{ij} ни была взята для сравнения i -го элемента с j -м, a_{ij} приписывается значение обратной величины, т. е. $a_{ij} = \frac{1}{a_{ji}}$. Отсюда следует, что если один элемент в a раз предпочтительнее другого, то последний только в $\frac{1}{a}$ раз предпочтительнее первого.

При нарушении однородности ранг матрицы отличен от единицы, и она будет иметь несколько собственных значений. Однако при небольших отклонениях суждений от однородности одно из собственных значений будет существенно больше остальных и приблизительно равно порядку матрицы. Таким образом, для оценки однородности суждений эксперта необходимо использовать отклонение величины максимального собственного значения λ_{max} от порядка матрицы m .

Поскольку при такой, достаточно сложной, процедуре обработки оценок неизбежны приближенные вычисления корней (особенно при большом числе критериев), то для проверки согласованности полученных результатов предлагается умножить матрицу на нормированные оценки и получить меру оценки степени отклонения от согласованных оценок – индексы согласованности для каждой из матриц и иерархии в целом [79].

Индекс согласованности в каждой матрице и для всей иерархии может быть выражен следующим образом:

Определяется сумма элементов каждого столбца матрицы суждений:

$$s_j = a_{1j} + a_{2j} + a_{3j} + \dots + a_{mj}, j = 1, 2, 3, \dots, m. \quad (2.15)$$

Затем полученный результат умножается на j -ю компоненту нормализованного вектора приоритетов, т. е. сумму суждений первого столбца на первую компоненту, сумму суждений второго столбца – на вторую и т. д.

$$p_j = s_j \times q_{ij}, \text{ где } j=1, 2, 3, \dots, m. \quad (2.16)$$

Сумма чисел p_j отражает пропорциональность предпочтений. Чем ближе эта величина к m (числу объектов и видов действия в матрице парных сравнений), тем более согласованы суждения:

$$\lambda_{max} = p_1 + p_2 + p_3 + \dots + p_m, \quad (2.17)$$

$$\lambda_{max} = X_i \times Y_i. \quad (2.18)$$

Отклонение от согласованности выражается индексом согласованности

$$ИС = \frac{\lambda_{max} - m}{n - 1}. \quad (2.19)$$

Для определения того, насколько точно индекс согласованности ИС отражает согласованность суждений, его необходимо сравнить со случайным индексом согласованности (СИ) – известным значением, зависящем от размера матрицы и определяемым по данным в таблице 2.7.

Таблица 2.7 – Индекс случайной согласованности

Размер матрицы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Случайный индекс	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Оценки экспертов считаются согласованными, если значение отношения согласованности ($ОС = ИС/СИ$) меньше либо равно 0,1. Если необходимого уровня согласованности добиться не удалось, процедуру оценки требуется повторить.

Если для матрицы парных сравнений отношение однородности $ОС > 0,1$, то это свидетельствует о существенном нарушении логичности суждений, допущенном экспертом при заполнении матрицы, поэтому эксперту предлагается пересмотреть данные, использованные для построения матрицы, чтобы улучшить однородность.

Учет мнений нескольких экспертов

Для повышения степени объективности и качества процедуры принятия решений целесообразно учитывать мнения нескольких экспертов.

Для агрегирования мнений экспертов принимается среднегеометрическое, вычисляемое по следующему соотношению:

$$W_i = \sqrt[k]{x_{i1} \times x_{i2} \times \dots \times x_{ik}}. \quad (2.20)$$

где W_i – агрегированная оценка степени значимости i -го критерия, k – количество экспертов.

Логичность критерия становится очевидной, если два равноценных эксперта указывают при сравнении объектов соответственно оценки a и $1/a$, что при вычислении агрегированной оценки дает единицу и свидетельствует об эквивалентности сравниваемых объектов.

Осреднение суждений экспертов может быть осуществлено и на уровне собственных векторов матрицы парных сравнений. При этом результаты будут эквиваленты тем, которые получен на уровне элементов матриц, если однородность составленных матриц достаточна и удовлетворяет условию $OC \leq 0,1$.

Расчет агрегированной оценки в случае привлечения k экспертов, имеющих различную значимость, осуществляется по формуле:

$$x_{ij}^A = x_{ij}^{a_1} \times x_{ij}^{a_2} \times \dots \times x_{ij}^{a_k}, \quad (2.21)$$

где $x_{ij}^{a_k}$ - оценка объекта, проведенная k -м экспертом с весовым коэффициентом a_k , при этом $a_1 + a_2 + \dots + a_n = 1$.

Преимущества и недостатки метода анализа иерархий

Актуальность и достоверность использования метода анализа иерархий подтверждается многолетней практикой его использования для решения различных задач [113].

Нельзя не отметить ряд достоинств метода, который отличает его от других.

1. Метод позволяет учитывать «человеческий фактор» при подготовке принятия решения. Метод позволяет учесть это обстоятельство с помощью построения дополнительной модели для согласования различных мнений, посредством определения их приоритетов. Это одно из главных достоинств данного метода перед другими.

2. *Простота метода.* Формирование структуры модели принятия решения в методе анализа иерархий достаточно трудоемкий процесс. Однако в итоге удастся получить детальное представление о том, как именно взаимодействуют факторы, влияющие на приоритеты альтернативных решений, и сами решения. Процедуры расчетов рейтингов в методе анализа иерархий достаточно просты (он не похож на «черный ящик»), что выгодно отличает данный метод от других методов принятия решений.

3. *Контроль в процессе обработки данных.* Сбор данных для поддержки принятия решения осуществляется с помощью процедуры парных сравнений. Результаты парных сравнений могут быть противоречивыми, но метод предоставляет большие возможности для выявления противоречий в данных.

4. *Попарность сравнений.* Сравнение предметов по парам естественно с «человеческой» точки зрения. Отсутствие необходимости постоянно держать в поле зрения все факторы или, по крайней мере, группу однородных факторов, позволяет эксперту сконцентрировать внимание на конкретной проблеме. Вследствие этого следует ожидать более точных результатов.

5. *Расширение исходной матрицы.* В практике исследований систем нередко возникают ситуации, когда число влияющих факторов изменяется. Это происходит как вследствие цикличности природных процессов, так и вследствие изменения социально-значимых условий. Тогда приходится добавлять, уменьшать или заменять одни факторы другими. При использовании МАИ это приводит только к необходимости сравнения вновь возникших пар или же к вычеркиванию строк и столбцов матрицы парных сравнений, соответствующих изъятым из рассмотрения факторам. Полученные результаты предыдущих опросов сохраняются, и полного обновления анкеты, как это происходит в других случаях, не требуется. С учетом того, что процедура МАИ, в сущности, сводится к поиску собственного вектора соответствующей матрицы, принадлежащего максимальному собственному значению, с «технической» точки зрения включение дополнительных факторов есть увеличение размерности соответствующего линейного пространства за счет добавления прямых слагаемых.

6. *Наличие вербально-числовой шкалы.* Обычные числовые шкалы не всегда удобны для сопоставления факторов, выражаемых в различных размерностях и понятиях. Особенно сложно сравнивать факторы, показателями которых, с одной стороны являются количественные величины, а с другой – качественные. Так, наиболее часто используемая шкала Харрингтона «принимает на входе» только относительные количественные характеристики, распределенные в интервале от 0 до 1. Вербально-числовые шкалы, одним из вариантов которых является шкала Саати, как раз и призваны оценивать такие несоответствия показателей влияющих факторов [79].

7. *Независимость экспертов.* Модель, составленная с помощью метода анализа иерархий, всегда имеет кластерную структуру. Применение метода позволяет разбить большую задачу, на ряд малых самостоятельных задач. Благодаря этому для подготовки принятия решения можно привлечь экспертов, работающих независимо друг от друга над локальными задачами. Эксперты могут не знать ничего о характере принимаемого решения. В частности, благодаря этому удастся сохранить в тайне информацию о подготовке решения.

8. *«Адаптируемость».* Данный метод может служить надстройкой для других методов, призванных решать плохо формализованные задачи, где более адекватно подходят человеческие опыт и интуиция, нежели сложные математические расчеты.

9. *Универсальность.* Схема применения метода совершенно не зависит от сферы деятельности, в которой принимается решение. Поэтому метод является универсальным, его применение позволяет организовать систему поддержки принятия решений.

Однако помимо достоинств, данный метод имеет и ряд *недостатков*. Возникает ряд вопросов при интерпретации получаемых результатов, и связаны они, прежде всего с критерием качества работы эксперта – с отношением согласованности. Кроме того, приведем ряд других отрицательных особенностей метода.

1. *Достоверность результатов.* В рамках МАИ нет средств для проверки достоверности данных. Это важный недостаток, ограничивающий отчасти возможности применения метода. Однако метод применяется главным образом в тех случаях, когда в принципе не может быть объективных данных, а ведущими мотивами для принятия решения являются предпочтения людей. При этом процедура парных сравнений для сбора данных практически не имеет достойных альтернатив. Если сбор данных проведен с помощью опытных экспертов и в данных нет существенных противоречий, то качество таких данных признается удовлетворительным [106].

2. *Трудоемкость.* Работа по подготовке принятия решений часто является слишком трудоемкой для одного человека. Метод дает только способ рейтингования альтернатив, но не имеет внутренних средств для интерпретации рейтингов, т. е. считается, что человек, принимающий решение, зная рейтинг возможных решений, должен в зависимости от ситуации сам сделать вывод.

3. *«Обратная» логика.* Критерии качества работы эксперта в большинстве своем – и отношение согласованности тоже – основываются на отклонении от некоей статистической характеристики, например, математического ожидания. Как и все критерии, имеющие в основе статистический характер, отношение согласованности является формальным и в некоторых случаях приводит к трудно интерпретируемым результатам. Так, возможна ситуация, когда в результате опросов экспертов обнаруживается несколько случаев, когда весовые коэффициенты резко отличаются от большинства, а то и носят прямо противоположный характер: те факторы, которым большинство придавали наибольшую значимость, эти эксперты оценивали, как менее значимые и – наоборот. При усреднении результатов всех экспертов, соответствующих заданному критерию, что обычно делают для получения обобщенных оценок, это приводит к смещению средних значений весовых коэффициентов.

Таким образом, можно сделать вывод об уникальности метода анализа иерархий. Уникальность метода заключается в том, что он является одновременно и качественным, и количественным. Будучи в основе качественным, т. к. используется информация о попарных качественных сравнениях по лингвистическим критериям, МАИ позволяет количественно оценить приоритеты альтернатив или иных элементов иерархии.

2.1.2 Принятие решений на основе нечеткого логического вывода

При решении многих технических и экономических задач довольно часто встречается нестрогая математическая постановка задачи, нечеткие размытые данные, что связано со следующими обстоятельствами [108]:

- необходимостью прогнозов поведения системы в будущем;
- наличием ошибок в измерении основных параметров технологических процессов и получением значений факторов, определяющих экономическую ситуацию;
- нестрогим характером математических моделей, возможностью введения определенных допущений и упрощений, пренебрежением влияния определенных факторов, наличием неконтролируемых возмущений;

— использованием ограничений и критериев эффективности, содержащих факторы и элементы неопределенности, лингвистические понятия, некоторую размытость и нечеткость в своих требованиях и формулировках.

Все это характерно при принятии решений, связанных с оценкой результатов инновационной деятельности.

На ранних этапах жизненного цикла инновации в условиях неполноты информации и неопределенности последствий их внедрения известные методы оценки эффективности инвестиционных проектов не подходят, так как построены на стоимостном измерении и сопоставлении результатов и затрат на протяжении срока реализации проекта. Статистические и динамические показатели эффективности инноваций также не отражают в стоимостных категориях все проявление эффектов инноваций: научно-технических, производственно-ресурсных, социально-экономических, а также риска реализации инновации на рынке.

Это существенно осложняет построение их адекватных математических моделей, основанных на количественных данных. Используемые в таких моделях количественные параметры могут быть заданы только их оценочными или качественными значениями. Все это может привести к тому, что математические модели, описывающие задачу, достаточно грубо описывают реально решаемую проблему. Попытки построения вероятностных моделей в этих ситуациях связаны с серьезными трудностями из-за отсутствия достаточных объемов статистических данных, невозможностью адекватно предсказать поведение системы в будущем на основе исторических данных, поэтому в ряде случаев являются недостаточно эффективными [114].

Использование в математических моделях вместо неточно известных количественных данных их средних значений может привести при недостаточных объемах данных к решению нереальной проблемы и получению недопустимого для реальной ситуации решения [108].

В связи с этим целесообразно использовать не только численные методы обработки, но и осуществлять чисто качественную оценку ситуации на основе логических выводов, представляя полученные количественные значения переменных в качестве некоторых лингвистических параметров. К преимуществам использования такого подхода можно отнести возможность использования эвристики, опыта эксперта, интуиции ЛПР.

Методы и алгоритмы нечеткой логики позволяют реализовать такие подходы наиболее эффективно в тех случаях, когда математической модели сформулированной задачи не существует, либо она является настолько сложной, что использование ее в рамках реального времени не представляется возможным [109].

Теория нечетких множеств является современным аппаратом формализации различных типов неопределенностей, возникающих при моделировании широкого класса реальных объектов любой сферы деятельности. Первым этапом формализации объекта является описание его посредством естественного языка. В рамках теории нечетких множеств разработаны методы формализации именно такого рода содержательных понятий, что позволяет применять теорию нечетких множеств в традиционно «гуманитарных областях». Необходимость на практике постоянно принимать решения в условиях неполной и нечеткой информации показывает, что теория нечетких множеств является стратегическим инструментом управления сложными системами. Технологии и алгоритмы, разработанные в рамках этой теории, являются универсальными по применимости [115].

Далее в работе используются следующие основные понятия нечеткой логики.

Нечеткое множество A – пара $(U, \mu_A(u))$, где U – универсальное множество, $\mu_A(u)$ – функция, определенная на множестве U и принимающая значения на отрезке $[0;1]$. Функцию $\mu_A(u)$ называют **функцией принадлежности** нечеткого множества A . Функцию принадлежности называют **унимодальной**, если $\sup \mu_A(u)$ достигается лишь в одной точке множества U .

Нечеткой переменной называют набор $\langle \alpha, X, A \rangle$, где α – наименование переменной, X – область определения α (универсальное множество), A – нечеткое множество на X , описывающие ограничения на значения нечеткой переменной α (т.е. $\mu_A(x)$) [116].

Если областью определения нечеткой переменной является множество действительных чисел $X = R$, то такая нечеткая переменная называется **действительным нечетким числом**.

Лингвистической переменной называют набор $\langle \beta, T, X, G, M \rangle$, где β – наименование лингвистической переменной, T – множество значений лингвистической переменной (терм-множество), X – универсальное множество (область определения β), G – синтаксическая процедура, позволяющая оперировать элементами терм-множества T , M – семантическая процедура, позволяющая превратить

каждое новое значение лингвистической переменной, образуемое процедурой G , в нечеткую переменную [116].

Терм – множество допустимых значений лингвистической переменной.

Несущее множества (носитель) – подмножество множества U , состоящее из элементов, на которых $\mu_A(u) > 0$.

Точка перехода – элемент множества U , на котором $\mu_A(u) = 0,5$. Точка перехода – это точка, о которой мнений эксперта можно выразить словами «неизвестно», «не определено».

Нечеткое множество называют **нормальным**, если существует $u_0 (u_0 \in U)$ такое, что $\mu_A(u_0) = 1$ и **субнормальным** в противном случае.

Диаграмма Заде – представление нечеткого множества в виде графика его функции принадлежности в координатах $(U, \mu_A(u))$ на плоскости этого декартова произведения.

Сингелтон – пара $(x, \mu_A(x))$, где на первом месте стоит элемент x принадлежит U , а на втором – его степень принадлежности. Сингелтон называется четким, если $\mu_A(x) = 1$.

Характеристическая функция множества A – функция $\mu_A(x)$, заданную на универсальном множестве U и принимающую значение 1 на тех элементах множества U , которые принадлежат A , и значение 0 на тех элементах, которые не принадлежат A .

При составлении характеристической функции ЛПР может высказывать свое мнение относительно того, в какой степени каждый из элементов U принадлежит множеству A . В таком случае в качестве степени принадлежности можно выбрать любое число с отрезка $[0;1]$. При этом $\mu_A(x) = 1$ означает полную уверенность эксперта в том, что x_1 принадлежит A , $\mu_A(x) = 0$ полную уверенность в обратном.

Наиболее уязвимым для критики вопросом теории нечетких множеств является вопрос о методах построения функции принадлежности. Основной класс методов построения функций принадлежности – это методы экспертных оценок. При использовании таких методов следует учитывать, что имеется два типа свойств: свойства, которые можно непосредственно измерить, и свойства, которые являются качественными и требуют попарного сравнения объектов с целью определения их относительного места в ряду объектов, обладающих данным свойством. Важным является также характер измерений (первичный или производный) и тип

шкалы, в которой получают информацию от эксперта, и которая определяет допустимый вид операций, применяемых к экспертной информации. В данной работе в качестве такого метода будет использован метод анализа иерархий, описанный в пункте 2.1.1 главы 2.

В литературе выделяют два основных метода построения функций принадлежности:

1) *Прямой метод*. При определении нечеткого множества эксперт просто задает значения функции принадлежности для каждого значения универсума. При этом не требуется слишком точного задания функции принадлежности. Достаточно фиксации ее вида и характеристических значений.

2) *Косвенный метод*. Если у формализуемого объекта имеются измеримые свойства, то используют косвенные методы построения. К таким методам, относят метод попарных сравнений на конечных дискретных множествах. Для этого сначала строят некоторую матрицу $A = [a_{ij}]$ в предположении, что ее элементы главной диагонали равны единице, а симметричные относительно главной диагонали – взаимнообратны. Заметим, что $a_{ij} = \frac{\mu_A(x_i)}{\mu_A(x_j)}$, поэтому определение функции принадлежности сводится к нахождению некоторого вектора μ из системы линейных уравнений $A\mu = \lambda\mu$, где λ – максимальное из возможных собственных значений матрицы A . Построение функции принадлежности скорее является не математической, а психологической проблемой, связанной с индивидуальным восприятием свойств объекта.

Таким образом, задача многокритериального принятия решений интерпретируется в терминах нечеткой логики. Каждой возможной альтернативе A_k лицом, принимающим решение, ставится в соответствие некоторое нечеткое множество \bar{M}_k , которое интерпретирует степень эффективности каждой из целевых функций в данной альтернативе. Это множество может быть определено функцией принадлежности вида $\mu_i[f_i(X|A_k)] := f_i(X|A_k) \rightarrow [0; 1]$. Эти функции принадлежности могут быть сведены в матрицу принятия решения вида (табл. 2.8):

Наиболее эффективное компромиссное решение (альтернатива) должно, с одной стороны, принадлежать множеству допустимых альтернатив, с другой – множеству наиболее эффективных решений. Если в модели принятия решений множество значений векторов локальных целевых функций $Z = F(X) = \|Z_i\|_n$

и множество допустимых решений $G = \|G_k\|_m$, представлены нечеткими множествами, то Fuzzy-логическое эффективное компромиссное решение D ищется как некоторое нечеткое множество, которое принадлежит пересечению этих первых двух нечетких множеств $D\{Z_1 \cap Z_2 \cap \dots \cap Z_i \cap \dots \cap Z_n \cap G_1 \cap \dots \cap G_m\}$.

Таблица 2.8 – Матрица принятия решений

	$f_1(X)$	...	$f_i(X)$	...	$f_n(X)$
A_1	$\mu_1[(f_1(X|A_1))]$	...	$\mu_i[(f_i(X|A_1))]$	...	$\mu_n[(f_n(X|A_1))]$
...
A_r	$\mu_1[(f_1(X|A_r))]$	...	$\mu_i[(f_i(X|A_r))]$	...	$\mu_n[(f_n(X|A_r))]$
...
A_R	$\mu_1[(f_1(X|A_R))]$	...	$\mu_i[(f_i(X|A_R))]$	...	$\mu_n[(f_n(X|A_R))]$

Альтернатива A^* , удовлетворяющая условию $\mu_D[(F(X|A^*))] = \max \mu_D[(F(X|A_r))]$, является Fuzzy-оптимальным решением сформулированной задачи.

Механизм нечеткого логического вывода в своей основе имеет базу знаний, формируемую специалистами предметной области в виде совокупности нечетких продукционных правил: если \vec{x} есть A , то Z есть C , где A и C – это нечеткие переменные, определяемые соответствующими функциями принадлежности. Отметим, что A идентифицируется n -мерной функцией принадлежности (n – размерность вектора \vec{x}).

Часть правила " \vec{x} есть A " называется условием или предпосылкой, а " $\text{то } Z \text{ есть } C$ " – следствием или заключением.

Предпосылки нечетких правил, обычно записываются отдельно для каждой компоненты вектора \vec{x} , с использованием одномерных нечетких переменных. Например, в форме Мамдани (Mamdani) нечеткие продукционные правила имеют вид: если x_1 есть A_1 и если x_2 есть A_2 и ... и если x_n есть A_n , то Z есть C , при этом, очевидно $A = A_1 \cap A_2 \cap \dots \cap A_n$ [116].

Нечеткий логический вывод – это алгоритм, позволяющий на основании базы знаний из совокупности нечетких продукционных правил по заданному $\vec{x} = \vec{x}_0$ определить заключение $Z = Z_0$.

Логический вывод осуществляется путем выполнения следующих этапов [116]:

1. *Формирование базы правил.* База правил – это множество правил, где каждому подзаклучению сопоставлен определенный весовой коэффициент. Формируется на основе показателей, используемых для проведения экспертизы.

2. *Введение нечеткости* (фаззификация, fuzzification). Для четко заданных входных значений рассчитываются принадлежности к отдельным термам. Для рассматриваемого примера определяют численные значения.

3. *Агрегирование подусловий.* Агрегирование представляет собой процедуру определения степени истинности условий по каждому из правил системы нечеткого вывода. При этом используются полученные на этапе фаззификации значения функций принадлежности термов лингвистических переменных.

Если условие нечеткого продукционного правила является простым нечетким высказыванием, то степень его истинности соответствует значению функции принадлежности соответствующего терма лингвистической переменной.

Если условие представляет составное высказывание, то степень истинности сложного высказывания определяется на основе известных значений истинности составляющих его элементарных высказываний при помощи, введенных ранее нечетких логических операций. Для определения результата нечеткой конъюнкции используется формула:

$$T(A \cap B) = \min\{T(A) \cap T(B)\} \quad (2.22)$$

4. *Активизация подзаклучений* – это процедура нахождения степени истинности каждого из элементарных логических высказываний (подзаклучений). Поскольку заключения делаются относительно выходных лингвистических переменных, то степенями истинности элементарных подзаклучений при активизации ставятся в соответствие элементарные функции принадлежности.

Если заключение нечеткого продукционного правила является простым нечетким высказыванием, то степень его истинности равна алгебраическому произведению весового коэффициента и степени истинности условия данного нечеткого продукционного правила.

Если заключение представляет составное высказывание, то степень истинности каждого из элементарных высказываний равна алгебраическому произведению

веса коэффициента и степени истинности условия данного нечеткого продукционного правила.

Если весовые коэффициенты продукционных правил не указаны явно на этапе формирования базы правил, то их значения по умолчанию равны единице. Функции принадлежности каждого из элементарных подзаключений консеквентов всех продукционных правил находятся при помощи одного из методов нечеткой композиции:

— min-активизация:

$$\mu'(y) = \min\{c_i, \mu(y)\} \quad (2.23)$$

— prod-активизация:

$$\mu'(y) = c_i \cdot \mu(y) \quad (2.24)$$

— average-активизация:

$$\mu'(y) = 0,5(c_i + \mu(y)), \quad (2.25)$$

где $\mu(y)$ и c_i – соответственно функции принадлежности термов лингвистических переменных и степени истинности нечетких высказываний, образующих соответствующие следствия ядер нечетких продукционных правил.

5. *Аккумуляция заключений* – это процесс нахождения функции принадлежности для каждой из выходных лингвистических переменных. Целью этапа аккумуляции является объединение всех степеней истинности подзаключений для получения функции принадлежности каждой из выходных переменных.

6. *Дефаззификация* – это процесс перехода от функции принадлежности выходной лингвистической переменной к её четкому (числовому) значению. Цель дефаззификации заключается в том, чтобы, используя результаты аккумуляции всех выходных лингвистических переменных, получить количественное значение каждой из выходных переменных, которое может быть использовано исполнительным механизмом системы управления, внешними по отношению к системе нечеткого вывода.

Этап дефаззификации считается законченным, когда для каждой из выходных лингвистических переменных будут определены итоговые количественные значения в виде некоторого действительного числа, т.е. в виде: y_1, y_2, \dots, y_s , где s – общее количество выходных лингвистических переменных в базе правил системы нечеткого вывода. Для выполнения численных расчетов на этапе дефаззификации могут быть использованы следующие методы.

— метод центра тяжести:

$$y = \frac{\int_{\min}^{\max} x\mu(x)dx}{\int_{\min}^{\max} \mu(x)dx}, \quad (2.26)$$

где y – результат дефаззификации, x – переменная, соответствующая выходной лингвистической переменной и принимающая значения от $x=\min$ до $x=\max$, \min и \max – левая и правая точки интервала носителя нечеткого множества.

— метод биссектрисы площади:

$$\int_{\min}^u \mu(x)dx = \int_u^{\max} \mu(x)dx, \quad (2.27)$$

где биссектриса площади $y=u$.

— метод левого модального значения:

$$y = \min\{x_m\}, \quad (2.28)$$

где x_m - модальное значение (наименьшая из мод, самая левая) нечеткого множества;

— метод правого модального значения:

$$y = \max\{x_m\}, \quad (2.29)$$

где x_m - модальное значение (наибольшая из мод, самая правая) нечеткого множества;

— модифицированный вариант дефаззификации:

$$y = \frac{\sum_{i=1}^n A_i c_i}{\sum_{i=1}^n A_i}, \quad (2.30)$$

где c_i - четкие значения заключений; A_i - степень истинности для предпосылок или условий каждого из правил.

При оценивании показателей эксперты задают нижние – пессимистические оценки и верхние – оптимистические оценки. Дальнейшую обработку нечетко сформулированных мнений экспертов предлагается осуществлять путем дефаззификации полученных нечетких частных оценок и дальнейшей их обработки в дефаззифицированном виде.

В работе [44] отмечается, что математический аппарат нечетких множеств является достаточно эффективным инструментальным средством, способным учесть неточность исходных данных. Нечетко-множественные подходы свободны от вероятностной аксиоматики и от проблем с обоснованием выбора вероятностных весов (в отличие от аксиологической теории вероятностей), кроме того, они включают в себя все

возможные сценарии развития событий. Такой подход позволяет генерировать непрерывный спектр сценариев реализации по каждому из прогнозируемых параметров инновации (в отличие от обычных интервальных подходов). Еще одним доводом в пользу выбора математического аппарата теории нечетких множеств является то, что он позволяет не только учесть неопределенность, но и формализовать и оперировать, как качественными критериями (социальная, экологическая, научно-техническая эффективность), так и количественными критериями (экономическая эффективность) оценки эффективности инноваций, привести качественные и количественные оценки к одному основанию и рассчитать интегральный показатель эффективности инновации, зависящий от многих параметров, на основе свертки критериев [44].

Анализ проблемы формирования перечня критериев [44-49, 125-130] и методов оценки инновационных проектов [50-54, 56-60, 64-72, 117-124] показал, что в настоящее время не существует универсальной формализованной методики проведения экспертизы инноваций, а также отсутствует единый подход к формированию состава характеристик для проведения оценки.

2.2 Базовый комплекс критериев оценки инновационных проектов

С целью составления перечня наиболее часто используемых критериев при проведении конкурсных отборов инновационных проектов был проведен сбор статистических данных на основе следующих научных мероприятий (прил. Ж, И):

- городская научно-практическая конференция школьников «Интеллектуал» (2014, 2015, 2019 гг., г. Кемерово);
- конкурс Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере – «УМНИК» (2015 г., г. Кемерово);
- РФФИ – Региональный конкурс СИБИРЬ (РФФИ – Кузбасс) (2015 г., г. Кемерово);
- всероссийский конкурс «Новая идея» на лучшую научно-техническую разработку среди молодежи предприятий и организаций топливно-энергетического комплекса (2016 г., г. Раменское).

В результате исследования была определена информационно-эмпирическая база характеристик и критериев оценки проектов [125]. Результаты исследования показали, что в большинстве случаев для проведения предварительного отбора проектов экспертными группами используются следующие шесть групп показателей в различных их сочетаниях.

1) *Научно-технический уровень разработки*: патентная защищенность, актуальность идеи, научная новизна, масштабность проекта, осведомленность авторов проекта о текущем состоянии проблемы в данной сфере деятельности, объем и характер рынка продукта, техническая значимость проекта, наличие плана реализации, соответствие приоритетным направлениям развития науки, технологии и техники в Российской Федерации, степень проработки проектной документации.

2) *Экономическая эффективность проекта*: возможность коммерциализации результатов деятельности, наличие и качество бизнес-плана реализации проекта, соответствие объема заявленных инвестиций задачам проекта, время достижения точки безубыточности, прогнозируемый среднегодовой размер прибыли, величина чистой текущей стоимости, внутренняя норма доходности, срок окупаемости, наличие рисков реализации, наличие потенциального заказчика, повышение производительности труда, длительность производственного цикла, численность сотрудников.

3) *Производственные критерии*: потребность в оборудовании и сырье, потребность в персонале, соответствие проекта имеющимся основным средствам, наличие

Таблица 2.9 – Описание лингвистических переменных для оценки проектов

Название лингвистической переменной	Лингвистические терм-множества
<i>Показатели группы «Научно-технический уровень разработки»</i>	
Уровень патентной защищенности	<ul style="list-style-type: none"> — Низкий — Средний — Высокий
Научная новизна	<ul style="list-style-type: none"> — Новизна отсутствует — Низкая степень новизны — Новизна присутствует — Абсолютная новая идея
Актуальность идеи	<ul style="list-style-type: none"> — Неактуально — Низкая актуальность — Средняя актуальность — Актуальность выше среднего — Высокая актуальность
Осведомленность авторов проекта о текущем состоянии проблемы	<ul style="list-style-type: none"> — Осведомленность отсутствует — Есть небольшие представления о проблеме — Проблема хорошо изучена — Высокий уровень осведомленности
Масштабность проекта	<ul style="list-style-type: none"> — Низкая (на уровне учреждения) — Средняя (на уровне региона) — Высокая (на уровне государства) — Глобальная (на мировом уровне)
Объем и характер рынка продукта	<ul style="list-style-type: none"> — Очень низкий — Низкий — Средний — Выше среднего — Высокий

Продолжение таблицы 2.9

Название лингвистической переменной	Лингвистические терм-множества
Наличие плана реализации проекта	<ul style="list-style-type: none"> — Плана реализации идеи нет — Участник имеет приблизительный план реализации идеи без учета временных и финансовых затрат — Участник имеет пошаговый план реализации идеи с указанием временных или экономических затрат — Участник имеет подробный план реализации идеи с указанием временных и финансовых затрат
Степень проработанности проектной документации	<ul style="list-style-type: none"> — Проект не проработан — Проект мало проработан — Проект достаточно проработан, но имеются проблемы — Проект полностью проработан
Техническая значимость проекта	<ul style="list-style-type: none"> — Идея не оказывает никакого влияния на современную технику и технологии, имеются аналогичные разработки, обладающие значительным преимуществом или по представленному выступлению техническую значимость невозможно оценить — Предложение участника имеет некоторые уникальные особенности, создающие технологические или эксплуатационные преимущества, и в определенной мере оказывают влияние на современную технику и технологии — Существенная часть разработки оказывает влияние на современную технику и технологии — Разработка оказывает очевидное влияние на современную технику и технологии
Соответствие проекта приоритетным направлениям развития науки, технологии и техники в Российской Федерации	<ul style="list-style-type: none"> — Не соответствует — Частично соответствует — Соответствует 1 приоритету — Соответствует нескольким приоритетам — Соответствует всем приоритетам
<i>Показатели группы «Экономическая эффективность проекта»</i>	
Возможность коммерциализации результатов	<ul style="list-style-type: none"> — Отсутствует — Низкая возможность — Средняя возможность — Высокая возможность — Очень высокая возможность
Наличие и качество бизнес-плана	<ul style="list-style-type: none"> — Бизнес-план отсутствует — Бизнес-план неполноценен — Бизнес-план составлен качественно — Бизнес-план корректен и полностью раскрывает показатели проекта

Продолжение таблицы 2.9

Название лингвистической переменной	Лингвистические терм-множества
Соответствие объема заявленных инвестиций задачам проекта	<ul style="list-style-type: none"> — Не соответствует — Мало соответствует — Соответствует
Время достижения точки безубыточности	<ul style="list-style-type: none"> — Не достигается — >15 лет — 10-15 лет — 5-9 лет — 1-5 лет — < 1 года
Длительность производственного цикла	<ul style="list-style-type: none"> — Небольшая (до 24 месяцев) — Средняя (от 18 до 60 месяцев) — Большая (свыше 60 месяцев)
Численность сотрудников	<ul style="list-style-type: none"> — Небольшая (до 10 человек) — Средняя (10-25 человек) — Большая (25-50 человек) — Очень большая (больше 50 человек)
Прогнозируемый среднегодовой размер прибыли	Значения задаются опционально
Величина чистой текущей стоимости	Значения задаются опционально
Внутренняя норма доходности	Значения задаются опционально
Срок окупаемости	<ul style="list-style-type: none"> — Менее 1 года — 1-3 года — 3-5 лет — Более 5 лет
Наличие рисков реализации	<ul style="list-style-type: none"> — Отсутствуют — Низкие — Средние — Высокие
Наличие потенциального заказчика	<ul style="list-style-type: none"> — Отсутствует — Заказчик имеется — Имеется несколько заказчиков
Повышение производительности труда	<ul style="list-style-type: none"> — Не предполагается — Низкий уровень повышения — Средний уровень повышения — Высокий уровень повышения
Наличие потенциального заказчика	<ul style="list-style-type: none"> — Отсутствует — Есть заказчик — Есть более 1 заказчика
<i>Группа показателей «Производственные критерии»</i>	
Потребность в оборудовании и сырье	<ul style="list-style-type: none"> — Не требуется — Требуется в небольшом объеме — Требуется в большом объеме
Потребность в персонале	<ul style="list-style-type: none"> — Не требуется — Требуется от 1 до 5 человек — Требуется от 5 до 10 человек — Требуется от 10 до 50 человек — Требуется > 50 человек

Продолжение таблицы 2.9

Название лингвистической переменной	Лингвистические терм-множества
Соответствие проекта имеющимся основным средствам	<ul style="list-style-type: none"> — Не соответствует — Частично соответствует — Соответствует в полной мере
Наличие экспериментального образца	<ul style="list-style-type: none"> — Отсутствует — Образец имеется
Возможность апробации результатов	<ul style="list-style-type: none"> — Отсутствует — Малая возможность — Средняя возможность — Высокая возможность
Соответствие экологическим стандартам и нормам безопасности	<ul style="list-style-type: none"> — Не соответствует — Соответствует с нарушениями — Соответствует
<i>Группа показателей «Социальная значимость»</i>	
Использование труда социальных категорий граждан	<ul style="list-style-type: none"> — Не предполагается — Частично предполагается — Предполагается
Возможность создания новых рабочих мест	<ul style="list-style-type: none"> — Не предполагается — Предполагается
Повышение качества труда	<ul style="list-style-type: none"> — Не предполагается — Низкая степень повышения — Средняя степень повышения — Высокая степень повышения
Развитие социальной инфраструктуры	<ul style="list-style-type: none"> — Не предполагается — Развитие незначительно — Развитие достаточно — Высокая степень развития
Повышение уровня безопасности труда	<ul style="list-style-type: none"> — Не предполагается — Повышение незначительно — Повышение достаточно — Высокая степень повышения
<i>Показатели группы «Авторский коллектив»</i>	
Инициативность автора	<ul style="list-style-type: none"> — Отсутствует — Мала — Достаточна — Высока
Оценка возможностей руководителя проекта и его команды	<ul style="list-style-type: none"> — Коллектив не структурирован и некомпетентен — Коллектив компетентен, роли распределены корректно
Научный задел каждого из членов команды по проблеме	<ul style="list-style-type: none"> — Отсутствует — Имеются публикации по тематике проекта — Проект был представлен на конференциях и конкурсах — Проект является победителем конкурсов — Проект поддержан грантами
Публикационная активность членов авторского коллектива	<ul style="list-style-type: none"> — Публикации отсутствуют — Публикации имеются, но отсутствуют по тематике проекта — Имеются публикации по тематике проекта

Продолжение таблицы 2.9

Название лингвистической переменной	Лингвистические терм-множества
Квалификация членов авторского коллектива	<ul style="list-style-type: none"> — Члены коллектива не имеют квалификации — Члены коллектива имеют квалификацию магистра, специалиста — Члены коллектива имеют ученую степень / ученое звание
<i>Показатели группы «Демонстрация проекта»</i>	
Оценка качества подготовленной презентации результатов работы (проекта)	<ul style="list-style-type: none"> — Низкое — Среднее — Высокое
Степень осведомленности автора по вопросам, касающимся проекта, во время его защиты	<ul style="list-style-type: none"> — Низкая — Средняя — Высокая

Перечисленные показатели реализованы в составе справочников информационной системы поддержки принятия решений.

2.3 Методика и алгоритм оценки инновационных проектов на основе метода анализа иерархий и нечеткой логики

Методика поддержки принятия решений, реализованная в виде алгоритма оценки инновационных проектов на предынвестиционной стадии жизненного цикла, базирующегося на комплексном применении метода анализа иерархий и элементов нечеткой логики и использующая сформированный комплекс критериев оценки, представлена на рисунке 2.3 [126-144].

В рамках методики критерии оценки рассматриваются как нечеткие множества, которые заданы на универсальных множествах вариантов с помощью функции принадлежности. Для описания нечетких множеств в работе используется понятие нечеткой лингвистической переменной. Каждая группа показателей оценки представлена набором правил, где показатель выступает в качестве лингвистической переменной, а диапазон значений, которые она может принимать, задан в виде терм-множеств. Состав показателей и значения термов лингвистических переменных задаются экспертом, принимающим участие в оценке проектов.

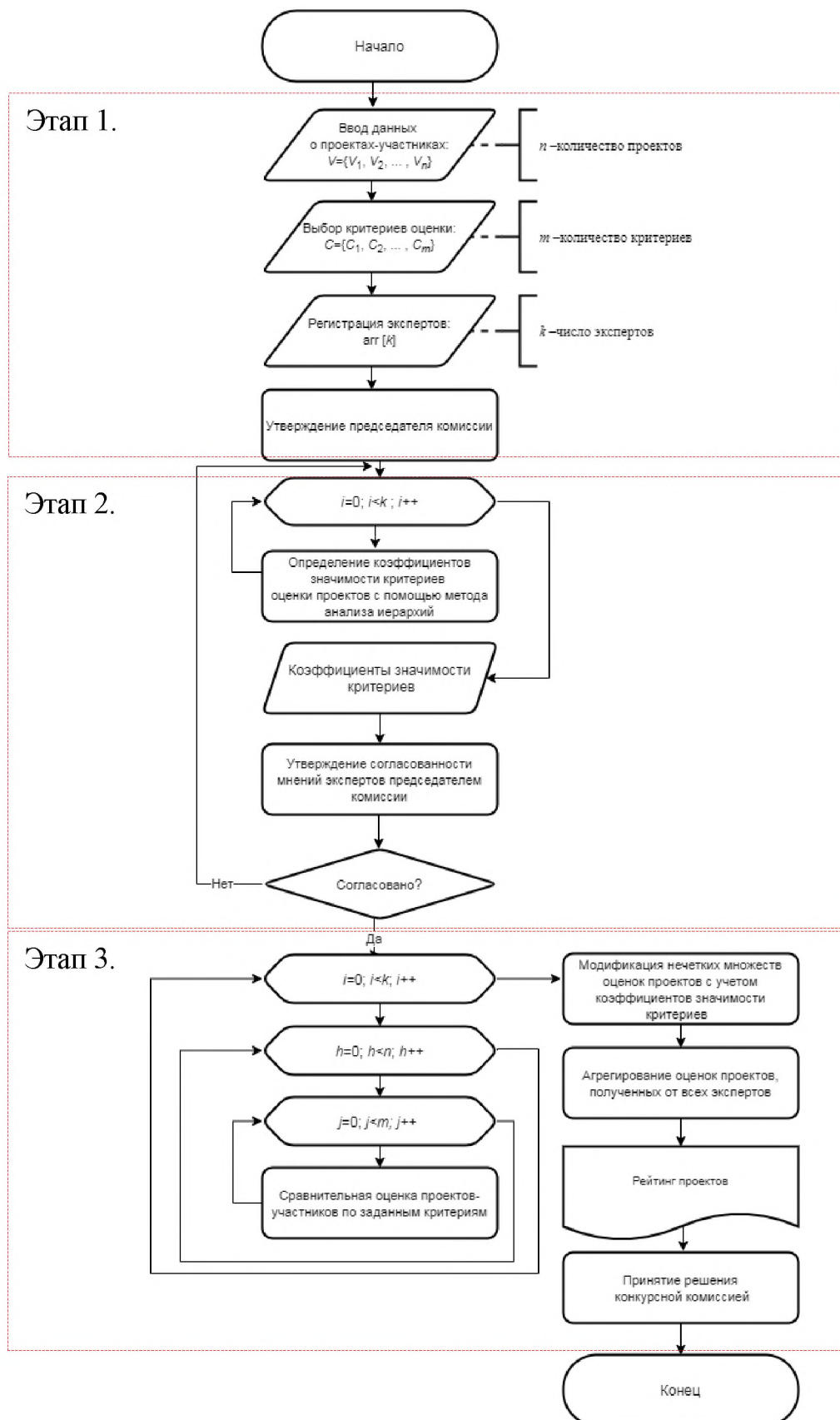


Рисунок 2.3 – Укрупненный алгоритм проведения сравнительной оценки инновационных проектов

В составе справочника критериев информационной системы показатели оценки проектов представлены лингвистическими переменными вида $L = (T, X, G, M)$, где T – множество значений лингвистической переменной (терм-множество); X – универсальное множество (область определения лингвистической переменной); G – синтаксическая процедура, позволяющая оперировать элементами терм-множества T ; M – семантическая процедура, позволяющая превратить каждое новое значение лингвистической переменной, образуемое процедурой G , в нечеткую переменную [116].

Рассмотрим задачу сравнительной оценки инновационных проектов.

Дано:

$V = \{V_1, V_2, \dots, V_n\}$ – множество инновационных проектов, которые подлежат многокритериальному анализу;

$C = \{C_1, C_2, \dots, C_m\}$ – множество количественных и качественных критериев, с помощью которых оцениваются проекты.

Требуется упорядочить элементы множества V по критериям из множества C учетом коэффициентов их значимости, вычисляемых на этапе 2.

Для этого предлагается разработать метод и алгоритм получения комплексной численной оценки потенциальной эффективности инновационных проектов на основе метода анализа иерархий Т. Саати и элементов нечеткого логического вывода.

Была разработана методика проведения сопоставительной экспертизы инновационных проектов, которая основана на получении численной комплексной оценки результатов научно-инновационной деятельности путем определения лингвистической переменной и ее значений для каждого из вышеперечисленных критериев сравнения участвующих в оценке альтернатив [126-144]. Предлагаемая методика состоит из трех этапов.

Перед началом оценки проводится предварительная экспертиза проектов с целью исключения участников по формальным показателям несоответствия тематике и условиям конкурсного отбора.

Этап 1. Определение условий проведения экспертизы и ввод данных.

Производится ввод данных, связанных с оцениваемыми проектами, экспертами, принимающими участие в экспертизе, определяется перечень используемых

для проведения оценки критериев, утверждается председатель экспертной комиссии. Данные заносятся в приложение администратором информационной системы или организатором конкурсного отбора путем выбора из справочников, либо вручную.

Последующие этапы выполнения экспертизы проводятся каждым участником экспертной комиссии индивидуально с помощью личного кабинета эксперта.

Этап 2. Определение коэффициентов значимости критериев оценки проектов с помощью метода анализа иерархий.

Иерархическая модель оценки включает три уровня: цель проведения экспертизы, критерии оценки, альтернативные инновационные проекты. Ввиду того, что критерии имеют различную степень значимости относительно достижения цели проекта, каждый эксперт определяет коэффициенты значимости каждого критерия с помощью шкалы относительных сравнений Т. Саати (табл. 2.4).

Последовательное попарное сравнение критериев экспертом представляет собой часть алгоритма, основанную на методе анализа иерархий. Математический аппарат расчетов на данном этапе представлен в таблице 2.6.

С помощью метода анализа иерархий (МАИ) Т. Саати выполняются декомпозиция проблемы, представленной в виде иерархии, на более простые составляющие части и поэтапное установление приоритетов оцениваемых компонент с использованием метода парных сравнений, который основан на оценке каждой альтернативы, ее значимости для решения задач вышестоящего уровня. Метод анализа иерархий предполагает выполнение 10 этапов, программно реализованных в составе информационной системы поддержки принятия решений (пункт 2.1.1):

- 1) декомпозиция проблемы в иерархию задач;
- 2) выделение критериев оценки решения задач;
- 3) построение матриц парных сравнений критериев (производится задание приоритетов каждого показателя по мнению каждого из экспертов);
- 4) построение матриц парных сравнений альтернатив с учетом заданного уровня значимости критериев для каждого лица, принимающего решение;
- 5) вычисление приоритетов;
- 6) синтез приоритетов;
- 7) проверка согласованности;
- 8) расчет глобального вектора приоритетов по всем уровням иерархии;

9) поочередный выбор каждого из экспертов для проведения экспертизы в данном проекте;

10) расчет итогового вектора приоритетов с учетом мнения всех экспертов, принимавших участие в проведении оценки.

Результатом выполнения этапа является получение коэффициентов значимости критериев для дальнейшего проведения экспертизы.

Этап 3. Сравнительная оценка проектов-участников по заданным критериям.

1. Процедура оценки проектов каждым экспертом по выбранным критериям предполагает программное выполнение элементов нечеткого логического вывода. Устанавливается соответствие между конкретным значением каждой входной переменной системы нечеткого вывода и значением функции принадлежности соответствующего ей терма входной лингвистической переменной. Этап предполагает рассмотрение критериев как нечетких множеств, которые заданы на универсальных множествах вариантов с помощью функции принадлежности в виде треугольных нечетких чисел.

При решении практических задач целесообразнее использовать те функции принадлежности, которые допускают аналитическое представление в виде некоторой простой математической функции [109].

Существует свыше десятка типовых форм кривых для задания функций принадлежности [83-85]. Наиболее распространены кусочно-линейные, Z - образные, S-образные, П-образные функции принадлежности.

В задаче, решаемой в рамках данной работы, базовое для нечеткого множества пространство непрерывно, из чего следует, что и функция принадлежности непрерывна и может иметь различные формальные представления и соответствующие графические интерпретации. Наиболее классическими и часто используемыми являются треугольная и трапециевидная функция принадлежности. В рамках данной работы используется треугольная функция принадлежности, которая определяется тройкой чисел (a, b, c) , и ее значение в точке x (2.31):

$$\mu(x) = \begin{cases} 0, & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b}, & c \leq x \leq b \\ 0, & x \geq c \end{cases} \quad (2.31)$$

где a, b, c – некоторые числовые параметры, принимающие произвольные действительные значения и упорядоченные отношением: $a \leq b \leq c$.

Так, например, для показателя «Актуальность», ранговые оценки, выставляемые экспертом, по которому могут принимать значения от 1 до 5, где 1 – проект не является актуальным, а 5 – обладает высокой долей актуальности, график функции принадлежности будет выглядеть следующим образом (рис. 2.4).

При $(b-a)=(c-b)$ имеем случай симметричной треугольной функции принадлежности, которая может быть однозначно задана двумя параметрами из тройки (a, b, c) .

При этом должен соблюдаться принцип того, что значение функции принадлежности должно быть больше нуля хотя бы для одного лингвистического термина.

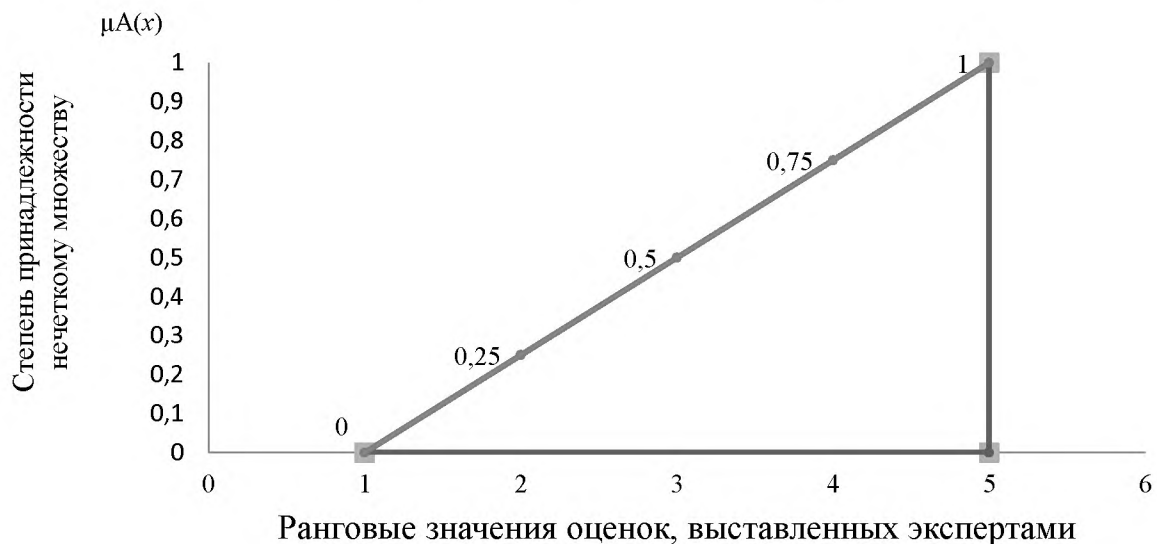


Рисунок 2.4 – График функции принадлежности треугольной формы

Для задания трапецеидальной функции принадлежности необходима четверка чисел (a, b, c, d) .

$$\mu(x) = \begin{cases} 0, x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}, a \leq x \leq b \\ 1, b \leq x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c}, c \leq x \leq d \\ 0, d \leq x \end{cases} \quad (2.32)$$

При $(b-a) = (d-c)$ трапецеидальная функция принадлежности принимает симметричный вид.

Как видно из формул 2.31 и 2.32 использование в рамках данной работы трапецевидной функции не представляется возможным, так как суть функции предполагает наличие нескольких элементов нечеткого множества, где степень принадлежности может быть равной 1, что в рассматриваемой задаче исключено.

2. Выполняется модификация нечетких множеств оценок проектов с учетом степени значимости критериев оценки $C = \{C_1, C_2, \dots, C_m\}$ по мнению каждого эксперта путем возведения в степень, соответствующую коэффициенту значимости критерия $W = \{W_1, W_2, \dots, W_m\}$, полученному на этапе 2.

3. Происходит агрегирование оценок проектов, полученных от всех экспертов. Свертка полученных матриц с учетом принципа Беллмана – Заде, в котором наилучшей системой считается та, которая одновременно лучше по всем критериям множества $C = \{C_1, C_2, \dots, C_m\}$. В связи с этим нечеткое множество, которое необходимо для рейтингового анализа, определяется в виде пересечения множеств:

$$D = Q_1 \cap Q_2 \cap \dots \cap Q_m, \quad (2.33)$$

где $Q = \{Q_1, Q_2, \dots, Q_m\}$ – множество оценок проектов, приведенных к нечеткому виду и модифицированных с учетом элементов множества $W = \{W_1, W_2, \dots, W_m\}$ – коэффициентов значимости критериев $C = \{C_1, C_2, \dots, C_m\}$, полученных на этапе 2 алгоритма (рис. 2.3). Применение данного подхода исключает возможность проявления «эффекта компенсации», когда неприемлемые оценки по одним критериям могут быть компенсированы высокими оценками по другим критериям. Таким образом, вычисляется агрегированный рейтинг каждого проекта, принимающего участие в экспертизе.

Для определения «проекта-победителя» используется «максиминный подход» – критерий Вальда. Это гарантирует, что степени удовлетворения частным критериям в точке оптимума будут не ниже степени удовлетворения наименее значимому критерию.

Выводы по второй главе

В главе обозначены специфические особенности инновационных проектов, отличающие их от инвестиционных, среди которых главными являются высокая доля неопределенности и необходимость учета не только финансово-экономических показателей оценки, но и осуществление качественного анализа данных. Данный факт не позволяет полностью проецировать методы оценки инвестиционных проектов на инновационные проекты.

Анализ существующих методов управления инновациями показал, что, как правило, оценка инновационных проектов базируется на экспертных методах принятия решений, однако в настоящее время отсутствует единый подход к формированию состава информационной базы критериев инновационных проектов. В связи с этим возникает вопрос о средствах и методах, которые снизить степень неопределенности при принятии конечного решения о внедрении или реализации инновационного проекта.

Проанализированы достоинства и недостатки методов, применяемых к оценке проектов. Для удобства проведения анализа методы были разделены на две группы: качественные и количественные. Качественные методы позволяют рассмотреть показатели, не имеющие числового выражения, с учетом компетентности, интуиции и опыта эксперта, но получаемые при этом результаты оценки часто обладают не очень высокой объективностью и точностью.

Использование количественных методов дает возможность получить численную оценку по критериям, которые возможно оценить количественно. К числу недостатков этих методов можно отнести необходимость сбора большого объема исходной информации за длительный период времени (статистический метод); сложности при определении законов распределения исследуемых параметров (факторов) и результирующих показателей (статистический метод, метод Монте-Карло); изолированное рассмотрение изменения одного фактора без учета влияния других (анализ чувствительности, метод проверки устойчивости) и т. д.

В результате анализа классических методов принятия решений в условиях неопределенности в качестве основы для разработки универсальной модели принятия решений на этапе предынвестиционной оценки инновационных проектов обосновано использование метода анализа иерархий Т. Саати в сочетании с элементами

нечеткого логического вывода. Именно данные методы при их комплексном использовании позволяют формализовать и оперировать не только количественными критериями оценки, но и качественными, что позволяет численно выраженным показателям эффективности подвергаться субъективной оценке экспертом, причем результат такой оценки можно выразить на естественном языке, что особенно удобно при проведении экспертизы инновационных проектов.

Разработан базовый комплекс критериев оценки инновационных проектов, отличный от общепринятого в инновационном менеджменте, который базировался на принципах оценки инвестиционных проектах и основан на критериях доходности. Учтено принципиальное отличие инновационных проектов от инвестиционных проектов. Комплекс реализован в составе информационной базы, на которую получено два свидетельства о государственной регистрации № 2016621203 от 01.09.2016 «База данных для поддержки принятия решений на основе методов системного анализа» и № 2017621349 от 22.11.2017 «База данных для принятия решений на основе нечеткого логического вывода» [145, 146].

Предложена методика, реализованная в виде алгоритма оценки инновационных проектов на предынвестиционной стадии жизненного цикла, базирующегося на комплексном использовании метода анализа иерархий и элементов нечеткой логики. Методика позволяет учитывать многокритериальную специфику оценки инновационных проектов, позволяет производить оценку по количественным и качественным критериям, оперируя лингвистическими переменными, приведенными к числовому виду, при этом благодаря элементам нечеткой логики результат такой оценки может быть выражен на естественном для эксперта языке.

ГЛАВА 3. ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ НА ОСНОВЕ МЕТОДА АНАЛИЗА ИЕРАРХИЙ И ЭЛЕМЕНТОВ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ

3.1 Программное обеспечение поддержки принятия решений

Методы, описанные в главе 2, используются для построения математических моделей в составе систем поддержки принятия решений. Под *системами поддержки принятия решений* (СППР) понимаются интерактивно-автоматизированные системы, которые позволяют лицам, принимающим решение, использовать данные и знания объективного и субъективного характера для решения слабо структурированных (плохо формализованных) проблем.

Можно выделить основные классы задач, на решение которых направлено создание СППР:

- 1) оказание помощи лицу, принимающему решение (ЛПР), при анализе исходной информации (оценке сложившейся обстановки и ограничений, накладываемых внешней средой);
- 2) выявление и ранжирование приоритетов, учет неопределенности в оценках ЛПР и формирование его предпочтений;
- 3) генерация возможных решений (формирование списка альтернатив);
- 4) оценка возможных альтернатив, исходя из предпочтений ЛПР, и ограничение, накладываемое внешней средой;
- 5) анализ возможных последствий принимаемых решений;
- 6) выбор лучшего, с точки зрения ЛПР, возможного варианта.

Для систем поддержки принятия решений характерны следующие специфические особенности:

- 1) возможность ликвидировать разрыв между аналитиками и лицами, принимающими решения, поскольку их конечными пользователями являются именно специалисты, принимающие решения, а не технические специалисты;
- 2) использование экономико-математических методов и моделей для обоснования альтернатив (вариантов управленческих решений);
- 3) наличие базы данных;
- 4) представление информации в формате и терминологии, которые привычны ЛПР;
- 5) выборочное предоставление информации и минимальная ее избыточность.

В существующих в настоящее время СППР для анализа альтернатив и выработки предложений используются различные инструменты, которые можно разделить на несколько основных групп, таких как:

- 1) интеллектуальный анализ данных;
- 2) поиск знаний в базах данных;
- 3) рассуждение на основе прецедентов;
- 4) *системный анализ*;
- 5) эволюционные вычисления и генетические алгоритмы;
- 6) нейронные сети;
- 7) ситуационный анализ;
- 8) когнитивное моделирование и др.

С целью снижения интеллектуальных, трудовых и временных затрат лица, принимающего решения, в данной работе на основе методов, описанных в пунктах 2.1.1, 2.1.2 разработан алгоритм, реализованный в составе информационной системы поддержки принятия решений.

Рассмотрим программные продукты, реализующие отдельные методы принятия решения в условиях неопределенности на основе экспертной информации или их некоторую совокупность и предназначенные для решения широкого спектра задач принятия решений.

Программный продукт *Expert Choice* (разработан в университете Дж. Вашингтона (США) Эрнестом Форманом). Фирма Expert Choice является мировым лидером в области создания программных продуктов по реализации систем поддержки принятия решений. Данными продуктами пользуются более 100 ведущих мировых фирм (IBM, General motors, Boeing, AOL, NISA, GAO, IRS [147]).

Система обладает следующими особенностями:

- 1) существует возможность учета мнений нескольких экспертов, оценка работы отдельных экспертов, а также расчет степени согласованности их работы;
- 2) имеется большое количество настроек проекта;
- 3) простой интерфейс для создания модели ввода суждений, не требующий никаких теоретических знаний о математических основах МАИ;
- 4) имеется возможность добавления комментариев и любых других данных к критериям, реализовано три режима парных сравнений: вербальный, числовой и графический;
- 5) существует возможность синхронного и асинхронного режима работы экспертов и т. д.

Однако, несмотря на огромное количество возможностей данной системы, а также ее неоспоримых достоинств, необходимо отметить одну достаточно весомую характеристику – для работы с системой Expert Choice требуется покупка дорогостоящей лицензии, кроме того отсутствует русскоязычная версия программы, а также требуется специальная подготовка специалистов для работы с инструментарием.

Программный продукт *Decision Lens*. Данная программа является коммерческим продуктом для поддержки принятия решений при решении задач стратегического планирования. Обеспечивает широкий инструментарий по работе с методом анализа иерархий [148].

Программный продукт *Император 3.1* (разработан ЗАО «Нейросплав») позволяет решать задачи планирования деятельности, распределения времени, ресурсов и оптимальной расстановки. Стандартная версия программы обладает следующим функционалом [149]:

- 1) создание и редактирование графических схем ситуаций принятия решения;
- 2) сбор данных путем проведения парных сравнений в различных шкалах (возможен учет качественных предпочтений лица, принимающего решения);
- 3) поиск противоречий в сравнениях и средства для их минимизации;
- 4) расчет приоритетов альтернативных решений, комментирование всех этапов построения иерархических моделей принятия решения;
- 5) работа с библиотеками, содержащими проекты с типичными моделями принятия решений;
- 6) создание аналитических отчетов в формате MS Word;
- 7) сохранение и загрузка моделей в файле формата MS Excel;
- 8) синтез моделей ситуаций принятия решения из нескольких иерархических моделей.

Однако данная система является коммерческим продуктом с весьма дорогостоящей лицензией на ее приобретение, причем стоимость лицензии варьируется в зависимости от уровня профессиональности необходимой версии.

Система поддержки принятия решений «*Выбор*» является аналитической системой, основанной на МАИ, возможности которой позволяют [150]:

- 1) структурировать проблему;
- 2) построить набор альтернатив;
- 3) выделить характеризующие их факторы;
- 4) задать значимость этих факторов;
- 5) оценить альтернативы по каждому из факторов;

6) найти неточности и противоречия в суждениях лица принимающего решение ЛПР;

7) проранжировать альтернативы;

8) провести анализ решения и обосновать полученные результаты.

Данная система ориентирована на решение следующих *типовых* задач:

1) оценка качества организационных, проектных и конструкторских решений;

2) определение политики инвестиций в различных областях; задачи размещения (выбор места расположения вредных и опасных производств, пунктов обслуживания);

3) распределение ресурсов;

4) проведение анализа проблемы по методу «стоимость-эффективность»;

5) стратегическое планирование;

6) проектирование и выбор оборудования, товаров;

7) выбор профессии, места работы, подбор кадров.

Основными недостатками системы является невозможность организации работы групп экспертов, а также возможность использования программы только в платном режиме, путем покупки лицензии.

Система поддержки принятия решений «*MPRIORITY*» предоставляет возможность многокритериальной оценки альтернатив на основе метода анализа иерархий. Среди достоинств системы можно отметить [151]:

1) возможность использования для нахождения наилучшего решения многокритериальных задач различной направленности;

2) простой интерфейс;

3) возможность визуализации полученных итоговых результатов в виде диаграмм.

Однако данная система имеет больше недостатков, чем достоинств, среди которых немаловажное значение имеют следующие:

1. Использование шаблонов. На любом этапе алгоритма решения задачи может возникнуть необходимость внесения изменений в структуру иерархической модели, или же необходимость изменения приоритетов любого уровня иерархии. *MPRIORITY*, как и большинство существующих на рынке программ, не поддерживают такой функции, а работает на заранее созданных шаблонах, с заранее определенным количеством уровней.

2. Отсутствует возможность работы нескольких экспертов, когда необходимо получить не только общую оценку, но и оценку отдельной интересующей нас группы респондентов. Например, при разработке иерархической модели, позволяющей оценивать силу переговорной позиции работника, в качестве экспертов были привлечены эксперты трех групп: исследователи, занимающиеся проблемами российского рынка труда; работодатели бюджетного сектора и работодатели коммерческого сектора, что позволило бы оценить важность составляющих переговорных позиций для каждого сектора в отдельности. Система MPRIORITY такой функции не поддерживает.

3. При нарушении свойства транзитивности матриц парных сравнений, система выдает ошибку. Эксперт, который знаком с особенностями МАИ, вернется и скорректирует свои первоначальные показатели, а пользователь, который не является специалистом в области МАИ, окажется в тупике, т.к. интерфейс программы MPRIORITY адаптирован под «продвинутого» эксперта, нет диалога с пользователем.

4. Одним из главных недостатков данной программы является довольно дорогостоящая лицензия.

Программный продукт «УНИКУМ» (авторы Олейников Д.П., Бутенко Л.Н., Олейников С.П.) реализует авторский метод принятия решений «Уникум», базирующийся на методе анализа иерархий и алгоритмах программного комплекса «ЗАПРОС» [152].

Программный продукт *Super Decisions* создан для критериального сравнения альтернатив на основе метода анализа иерархий и метода анализа сетей [153].

Программный продукт «WinEXP+» (разработан Paul Gerhart) является инструментальным средством для построения систем экспертных оценок. Функциональные возможности системы обеспечивают [154]:

- 1) создание сложных и разветвленных иерархий;
- 2) создание и редактирование графических схем ситуаций принятия решения;
- 3) проведение парных сравнений;
- 4) вычисление приоритетов альтернативных решений;
- 5) сохранение иерархий в соответствующих файлах для дальнейшего использования;
- 6) прямое и обратное планирование.

Достоинствами системы являются:

- 1) дружественный интерфейс, включающий интерактивную справку;
- 2) гибкие цветовые настройки системы;
- 3) возможность расширения системы;
- 4) простота и доступность при обучении пользователей.

Система поддержки принятия решений «Эксперт». ЭСППР [155] реализует возможность выбора более чем из 50 методов принятия решений в условиях неопределенности, позволяет производить групповое принятие решений и осуществлять многомерный анализ данных.

К особенностям данной системы можно отнести поддержку как числовых значений, так и субъективных вербальных предпочтений пользователя. Характеризуется возможностью анализа данных на предмет согласованности и достоверности, кроме того предполагает исправление несогласованности.

Достоинствами данного приложения являются:

- 1) удобный графический интерфейс;
- 2) инструменты для формализации проблемы, анализа результатов;
- 3) возможность составления подробных печатных отчетов;
- 4) библиотеки типовых иерархий для решения задач прогнозирования и управления в различных сферах деятельности;
- 5) специальные библиотеки решений типовых задач в области финансов, экономики, управлении персоналом, предприятием и т.п.

Для сравнения программных продуктов, реализующих МАИ, между собой выделим несколько основных критериев:

- K_1 – вид распространения ПО;
- K_2 – возможность работать с явлением из любой предметной области;
- K_3 – простота интерфейса;
- K_4 – возможность внесения изменений в иерархическую модель на любом этапе алгоритма;
- K_5 – возможность учета мнений нескольких экспертов;
- K_6 – учет степени согласованности оценок экспертов;
- K_7 – использование разных шкал для задания уровня приоритетов;
- K_8 – возможность выгрузки отчета в текстовые редакторы;
- K_9 – возможность учета как количественных, так и качественных показателей;
- K_{10} – расширяемость системы в плане используемых методов.

В таблице 3.1 приведен сравнительный анализ наиболее распространенных систем: по вышеприведенным критериям.

Сравнительный анализ ряда систем показал, что программным продуктом, наиболее удовлетворяющим заданным критериям, является система «Император». Однако недостатками этого продукта являются необходимость приобретения лицензии на использование, а также частичное несоответствие критериям К₄, К₅, К₉ и К₁₀, а именно: отсутствует возможность рассчитывать агрегированные оценки групп экспертов, возможность внесения изменений в иерархическую модель на любом этапе алгоритма, не предполагается учет, как количественных, так и качественных показателей оценки, а также возможность дальнейшего расширения системы в плане используемых инструментов для проведения экспертиз.

Таблица 3.1 – Анализ систем, реализующих МАИ

Программный продукт	К ₁	К ₂	К ₃	К ₄	К ₅	К ₆	К ₇	К ₈	К ₉	К ₁₀
Expert Choice	Demo	+	+	-	+	+/-	-	-	-	-
MPRIORITY	Freeware	+	-	-	-	+	-	-	-	-
СППР «Выбор»	Demo	-	+	-	-	+	-	+	-	-
Император	Demo	+	+	-	-	+	+	+	-	-
WinEXP+	Freeware	+	+	-	-	-	-	-	-	-
УНИКУМ	Demo	-	+	-	-	+/-	-	+	-	-
СППР «Эксперт»	Demo	-	-	-	-	+/-	+	-	-	-
Decision Lens	Demo	+	-	-	+	-	+	-	+	-
Super Decisions	Demo	+	-	-	+	+/-	+	-	-	+
ОВИОНТ-АСМО	Demo	+	+	-	+	-	+	+	+	-

Программное обеспечение для поддержки принятия решений на основе нечеткой логики

CubiCalc представляет собой своего рода экспертную систему, в которой пользователь задает набор правил типа "если – то", а система пытается на основе этих правил адекватно реагировать на изменение ситуации [156].

FuziCalc фирмы FuziWare – это первая в мире электронная таблица, позволяющая работать как с точными числовыми значениями, так и с приблизительными, "нечеткими" величинами [157].

Парус-Аналитика – это программа для оперативного и стратегического управления предприятием оптовой и розничной торговли, супермаркетом, сбытовой сетью. Сегодня Триумф-Аналитика - единственный аналитический продукт на российском рынке, предоставляющий возможности анализа, прогноза и оптимизации торговой деятельности. Назначение пакета - дать руководителю торгового предприятия полную и точную картину его бизнеса, быстро выявить скрытые резервы и, в конечном итоге, увеличить доходность и снизить издержки своей фирмы [158].

AnyLogic – первый и единственный инструмент имитационного моделирования, объединивший методы системной динамики, "процессного" дискретно-событийного и агентного моделирования в одном языке и одной среде разработки моделей [159].

Таким образом, результаты проведенного анализа существующих на рынке систем по организации сложных экспертиз на основе методов системного анализа и нечеткой логики показали, что на данный момент существует необходимость разработки системы, которая бы решала проблемы, приведенные в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Проблемы существующих аналогов разрабатываемой системы

Проблема	Решение
Универсальность области принятия решений	Создать универсальную систему, позволяющую решать задачи различных направлений
Возможность учета как количественных, так и качественных показателей	Реализовать возможность учета количественных и качественных оценок рассматриваемой проблемы.
Сложность проведения экспертизы для пользователя в части математического аппарата	Разработать возможность выражения численных характеристик в виде оцениваемых лингвистических параметров
Поддержка удобного диалогового интерфейса адаптированного под метод анализа иерархий и метод решающих матриц с возможностью дальнейшего расширения списка используемых методов для проведения экспертиз	Диалоговый интерфейс «эксперт-компьютер», должен быть адаптирован под особенности используемых методов, что позволит повысить эффективность и, тем самым, улучшить качество принимаемых решений
Изменение структуры иерархической модели в процессе анализа	Реализовать функцию добавления и удаления любой вершины, в результате чего будет происходить расчет приоритетов дополнительных компонент и пересчет иерархического синтеза

Продолжение таблицы 3.2

Проблема	Решение
Нарушение свойства обратной симметричности при заполнении матриц парных сравнений	Создать «Мастер приоритетов», который автоматически будет заносить значения в ячейки матриц парных сравнений в обратно симметричном порядке, исходя из опроса эксперта, что снизит риск несогласованности результата
Нарушение свойства транзитивности при заполнении матриц парных сравнений	При превышении установленных пределов значения индекса согласованности система должна выводить сообщение о нарушении согласованности и предлагает эксперту перейти на этап заполнения матрицы парных сравнения для данного уровня повторно
Получение информации со всех уровней иерархии	Возможность в любой момент получить информацию о приоритете любой вершины иерархии
Получение обобщенных оценок различных групп экспертов	Реализовать возможность получения обобщенных оценок различных групп экспертов
Получение сводной итоговой отчетности о проведенной экспертизе в текстовом и графическом виде	Реализовать возможность получения результатов работы системы в виде отчетов, экспортируемых в текстовые редакторы, а также в виде диаграмм в самой системе

Проведенный анализ показывает, что в настоящее время не существует программных средств, предоставляющих инструменты для комплексного решения набора типовых задач при принятии решения об оценке инновационных проектов, обозначенных в главе 2.

3.2 Среда и средства разработки информационной системы

В качестве среды для разработки информационной системы выбрана Microsoft Visual Studio – современная платформа для создания приложений в MS Windows. Данная среда позволяет создавать гибкие и масштабируемые приложения с учетом основных возможностей объектно-ориентированного подхода, а также визуального проектирования пользовательского интерфейса. Языком программной разработки является C# – это типизированный, объектно-ориентированный язык программирования, который позволяет создавать multifunctional приложения. При использовании возможностей .NET Framework Visual C# позволяет создавать приложения Windows, веб-

службы, инструменты, компоненты и элементы управления базами данных, а также многое другое.

Создание прикладных программ Microsoft Visual Studio выполняется в интегрированной среде разработки IDE (Integrated Development Environment). IDE служит для организации взаимодействия с программистом и включает в себя ряд окон, содержащих различные управляющие элементы. С помощью средств интегрированной среды разработчик может удобно проектировать интерфейсную часть приложения, а также писать программный код и связывать его с управляющими элементами. При этом вся работа по созданию приложения, включая отладку, происходит в интегрированной среде разработки. Интегрированная среда разработки Microsoft Visual Studio представляет собой многооконную систему. Вид интегрированной среды разработки (интерфейс) может различаться в зависимости от настроек [160].

Для разработки был использован объектно-ориентированный подход, позволяющий создавать максимально удобную и расширяемую архитектуру. Каждый логический элемент системы был реализован в виде отдельного класса.

Выбор системы управления базой данных (СУБД) представляет собой сложную многопараметрическую задачу и является одним из важных этапов при разработке приложений баз данных. Выбранный программный продукт должен удовлетворять как текущим, так и будущим потребностям пользователя, при этом следует учитывать финансовые затраты на приобретение необходимого оборудования, разработку программного обеспечения на ее основе, а также обучения персонала.

В качестве СУБД выбрана Microsoft SQL Server – реляционная СУБД корпорации Microsoft. Она обладает широким спектром функций, обладает всеми качествами, необходимыми для реализации ключевых требований к СУБД, а именно – производительностью, стабильностью и возможностью масштабирования. Одним из преимуществ SQL Server является простота его применения, в частности администрирования. Microsoft SQL Server Management Studio, входящий в состав всех редакций Microsoft SQL Server (за исключением MSDE), представляет собой полнофункциональное и достаточно простое средство для администрирования этой СУБД.

В качестве хранилища для базы данных выбрана облачная платформа Microsoft Azure, которая предоставляет возможность совместной разработки и работы с данными, выполнения приложений и хранения данных на серверах, расположенных в определённых дата-центрах.

3.3 Состав и структура базы данных

Информационная система поддержки принятия решений для оценки инновационных проектов [161, 162] функционирует на основе базы данных [145, 146], структура которой представлена на рисунке 3.1.

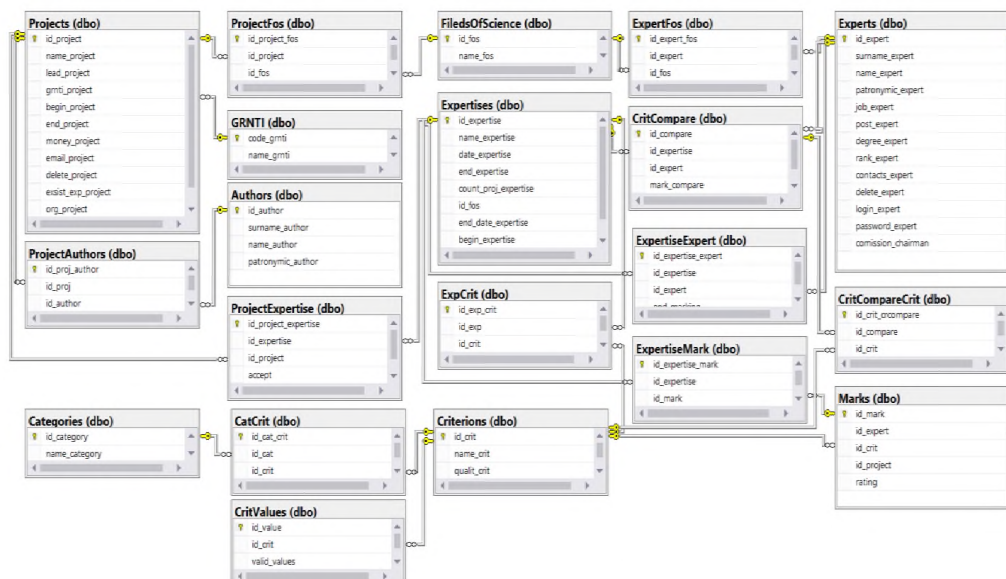


Рисунок 3.1 – Структура базы данных

Ниже приводятся описания нескольких ключевых таблиц базы данных (табл. 3.3-3.22).

Таблица 3.3 – Таблица «Projects» для хранения информации о проектах

№ п/п	Поле	Тип	Описание
1	Id_project	INT, NOT NULL, PRIMARY KEY	Идентификатор, первичный ключ
2	name_project	NVARCHAR(MAX), NOT NULL	Название проекта
3	lead_project	NVARCHAR(MAX), NOT NULL	Руководитель проекта
4	grnti_project	NCHAR(10), NOT NULL	Код ГРНТИ
5	begin_project	DATE, NOT NULL	Дата начала проекта
6	end_project	DATE, NOT NULL	Дата окончания проекта
7	money_project	NCHAR(30), NOT NULL	Размер финансирования
8	email_project	NVARCHAR(50), NOT NULL	Е-mail проекта для связи с разработчиками
9	delete_project	BIT, NOT NULL	Удален проект или нет
10	exsist_exp_project	BIT, NOT NULL	Была ли проведена экспертиза по данному проекту
11	org_project	NVARCHAR(MAX), NOT NULL	Организация, создавшая проект

Таблица 3.4 – Таблица «FieldsOfScience» для хранения данных об областях науки

№ п/п	Поле	Тип	Описание
1	Id_fos	INT, NOT NULL, PRIMARY KEY	Идентификатор, первичный ключ
2	name_fos	NVARCHAR(MAX), NOT NULL	Название области науки

Таблица 3.5 – Таблица «ProjectFos» для хранения данных о соотношении проекта и области науки, в которой будет реализован проект

№ п/п	Поле	Тип	Описание
1	Id_project_fos	INT, NOT NULL, PRIMARY KEY	Идентификатор, первичный ключ
2	Id_project	INT, NOT NULL, SECONDARY KEY	Идентификатор проекта
3	Id_fos	INT, NOT NULL, SECONDARY KEY	Идентификатор области науки

Таблица 3.6 – Таблица «GRNTI» для хранения данных справочника ГРНТИ

№ п/п	Поле	Тип	Описание
1	code_grnti	NCHAR(10), NOT NULL	Код ГРНТИ
2	name_grnti	NVARCHAR(MAX), NOT NULL	Название области знания

Таблица 3.7 – Таблица «ProjectAuthors» для хранения данных о соотношении проекта и его авторов

№ п/п	Поле	Тип	Описание
1	Id_proj_author	INT, NOT NULL, PRIMARY KEY	Идентификатор, первичный ключ
2	Id_proj	INT, NOT NULL, SECONDARY KEY	Идентификатор проекта
3	Id_author	INT, NOT NULL, SECONDARY KEY	Идентификатор автора проекта

Таблица 3.8 – Таблица «ExpertFos» для хранения информации о соотношении эксперта и области науки, которую он представляет

№ п/п	Поле	Тип	Описание
1	Id_expert_fos	INT, NOT NULL, PRIMARY KEY	Идентификатор, первичный ключ
2	Id_expert	INT, NOT NULL, SECONDARY KEY	Идентификатор эксперта
3	Id_fos	INT, NOT NULL, SECONDARY KEY	Идентификатор области науки

Таблица 3.9 – Таблица «Experts» для хранения данных об экспертах

№ п/п	Поле	Тип	Описание
1	Id_expert	INT, NOT NULL, PRIMARY KEY	Идентификатор, первичный ключ
2	surname_expert	NVARCHAR(40), NOT NULL	Фамилия эксперта
3	name_expert	NVARCHAR(40), NOT NULL	Имя эксперта
4	patronymic_expert	NVARCHAR(40), NOT NULL	Отчество эксперта
5	job_expert	NVARCHAR(MAX), NOT NULL	Место работы эксперта
6	post_expert	NVARCHAR(MAX), NOT NULL	Должность эксперта
7	degree_expert	NVARCHAR(MAX), NOT NULL	Научная степень эксперта
8	rank_expert	Nvarchar(40), not null	Учёное звание эксперта
9	contacts_expert	Nvarchar(Max), not null	Контактные данные
10	delete_expert	Bit, not null	Удален эксперт или нет
11	login_expert	Nvarchar(Max), not null	Логин эксперта
12	password_expert	Nvarchar(Max), not null	Пароль эксперта
13	commission_chairman	Bit, not null	Является ли эксперт председателем

Таблица 3.10 – Таблица «Authors» для хранения данных об авторах проектов

№ п/п	Поле	Тип	Описание
1	Id_author	INT, NOT NULL, PRIMARY KEY	Идентификатор, первичный ключ
2	surname_author	NVARCHAR(40), NOT NULL	Фамилия автора
3	name_author	NVARCHAR(40), NOT NULL	Имя автора
4	patronymic_author	NVARCHAR(40), NOT NULL	Отчество автора

Таблица 3.11 – Таблица «ExpertiseExpert» для хранения информации о соотношении экспертизы и экспертов, входящих в экспертную комиссию

№ п/п	Поле	Тип	Описание
1	Id_expertise_expert	INT, NOT NULL, PRIMARY KEY	Идентификатор, первичный ключ
2	Id_expertise	INT, NOT NULL, SECONDARY KEY	Идентификатор экспертизы
3	Id_expert	INT, NOT NULL, SECONDARY KEY	Идентификатор эксперта
4	end_marking	BIT, NOT NULL	Закончилось ли оценивание

Таблица 3.12 – Таблица «ExpertiseMark» для хранения данных о соотношении оценок и экспертизы, к которой они относятся

№ п/п	Поле	Тип	Описание
1	Id_expertise_mark	INT, NOT NULL, PRIMARY KEY	Идентификатор, первичный ключ
2	Id_expertise	INT, NOT NULL, SECONDARY KEY	Идентификатор экспертизы
3	Id_mark	INT, NOT NULL, SECONDARY KEY	Идентификатор оценки

Таблица 3.13 – Таблица «Expertises» для хранения данных об экспертизах

№ п/п	Поле	Тип	Описание
1	Id_expertise	INT, NOT NULL, PRIMARY KEY	Идентификатор, первичный ключ
2	name_expertise	NVARCHAR(MAX), NOT NULL	Название экспертизы
3	date_expertise	DATE, NOT NULL	Дата начала экспертизы
4	end_expertise	BIT, NOT NULL	Закончилась ли экспертиза
5	count_proj_expertise	INT, NOT NULL	Количество проектов проходящих экспертизу
6	Id_fos	INT, NOT NULL, SECONDARY KEY	Идентификатор области науки
7	end_date_expertise	DATE, NOT NULL	Дата окончания экспертизы
8	begin_expertise	BIT, NOT NULL	Начата ли экспертиза

Таблица 3.14 – Таблица «ProjectExpertise» для хранения данных о соотношении проектов и экспертизы, к которой относятся проекты

№ п/п	Поле	Тип	Описание
1	Id_project_expertise	INT, NOT NULL, PRIMARY KEY	Идентификатор, первичный ключ
2	Id_expertise	INT, NOT NULL, SECONDARY KEY	Идентификатор экспертизы
3	Id_project	INT, NOT NULL, SECONDARY KEY	Идентификатор проекта
4	accept	BIT, NOT NULL	Поддержан ли проект

Таблица 3.15 – Таблица «ExpCrit» для хранения данных о соотношении критериев и экспертизы, к которой они относятся

№ п/п	Поле	Тип	Описание
1	Id_exp_crit	INT, NOT NULL, PRIMARY KEY	Идентификатор, первичный ключ
2	Id_exp	INT, NOT NULL, SECONDARY KEY	Идентификатор экспертизы
3	Id_crit	INT, NOT NULL, SECONDARY KEY	Идентификатор критерия

Таблица 3.16 – Таблица «Marks» для хранения данных об оценках экспертов

№ п/п	Поле	Тип	Описание
1	Id_mark	INT, NOT NULL, PRIMARY KEY	Идентификатор, первичный ключ
2	Id_expert	INT, NOT NULL, SECONDARY KEY	Идентификатор эксперта
3	Id_crit	INT, NOT NULL, SECONDARY KEY	Идентификатор критерия
4	Id_project	INT, NOT NULL, SECONDARY KEY	Идентификатор проекта
5	rating	INT, NOT NULL	Рейтинг

Таблица 3.17 – Таблица «CritCompare» для хранения данных о сравнении критериев

№ п/п	Поле	Тип	Описание
1	Id_compare	INT, NOT NULL, PRIMARY KEY	Идентификатор, первичный ключ
2	Id_expertise	INT, NOT NULL, SECONDARY KEY	Идентификатор экспертизы
3	Id_expert	INT, NOT NULL, SECONDARY KEY	Идентификатор проекта
4	mark_compare	FLOAT, NOT NULL	Поддержан ли проект

Таблица 3.18 – Таблица «CritCompareCrit» для хранения данных о соотношении критериев и их сравнении

№ п/п	Поле	Тип	Описание
1	Id_crit_crcompare	INT, NOT NULL, PRIMARY KEY	Идентификатор, первичный ключ
2	Id_compare	INT, NOT NULL, SECONDARY KEY	Идентификатор сравнения
3	Id_crit	INT, NOT NULL, SECONDARY KEY	Идентификатор критерия

Таблица 3.19 – Таблица «Criteria» для хранения информации о критериях

№ п/п	Поле	Тип	Описание
1	Id_crit	INT, NOT NULL, PRIMARY KEY	Идентификатор, первичный ключ
2	name_crit	NVARCHAR(MAX), NOT NULL	Название критерия
3	qualit_crit	BIT, NOT NULL	Качественный ли критерий

Таблица 3.20 – Таблица «CritValues» для хранения данных о допустимых значениях критериев

№ п/п	Поле	Тип	Описание
1	Id_value	INT, NOT NULL, PRIMARY KEY	Идентификатор, первичный ключ
2	Id_crit	INT, NOT NULL, SECONDARY KEY	Идентификатор критерия
3	valid_values	NVARCHAR(MAX), NOT NULL	Допустимые значения

Таблица 3.21 – Таблицы «Categories» для хранения информации о категориях критериев

№ п/п	Поле	Тип	Описание
1	Id_category	INT, NOT NULL, PRIMARY KEY	Идентификатор, первичный ключ
2	name_category	NVARCHAR(MAX), NOT NULL	Название категории

Таблица 3.22 – Таблица «CatCrit» для хранения данных о соотношении критерия и категории, к которой он относится

№ п/п	Поле	Тип	Описание
1	Id_cat_crit	INT, NOT NULL, PRIMARY KEY	Идентификатор, первичный ключ
2	Id_cat	INT, NOT NULL, SECONDARY KEY	Идентификатор категории
3	Id_crit	INT, NOT NULL, SECONDARY KEY	Идентификатор критерия

3.4 Интерфейс и функциональные возможности системы

Для представления изучаемой проблемы в иерархическом виде используются следующие виды структурных объектов.

1. *Узел* – общее название для всех возможных решений (альтернатив) главного критерия (главной цели) рейтингования решений, всех факторов, от которых, так или иначе, зависит рейтинг. Название узла совпадает с названием соответствующего решения, критерия или фактора.

2. *Уровень* – группа всех однотипных узлов. Название уровня отражает назначения, функцию группы узлов в ситуации принятия решения. Каждый узел определяется не только своим названием, но и названием уровня, которому он принадлежит.

3. *Вершина* – узел, соответствующий главному критерию (главной цели) отбора альтернатив.

4. *Связь* – указание на наличие влияния одного узла (доминирующего) на другой (подчиненный). На схеме связь изображается стрелкой.

5. *Система* – совокупность всех узлов, сгруппированных по уровням, и всех связей между узлами.

6. *Иерархия* – система, в которой уровни расположены и пронумерованы так что: нижний уровень содержит рейтингуемые альтернативы, а узлы уровней с большими номерами могут доминировать только над узлами уровней с меньшими номерами.

Таким образом, в иерархии связи определяют пути одной направленности – от вершины к альтернативам через промежуточные уровни, которые состоят из узлов-факторов.

Система представляет собой строгую иерархию, если допустимы связи только между соседними уровнями от верхнего уровня к нижнему. При запуске приложения отображается главное меню, отображающее 4 основных модуля программы (рис. 3.2.):

1. Модуль «Меню», позволяющий создавать новые объекты системы, такие как проект, эксперт (лицо, принимающее решение) и экспертиза.
2. Модуль «Справочники», предназначенный для хранения данных о:
 - проектах, экспертиза по которым проводилась в системе;
 - экспертах, принимающих участие в экспертизах;
 - критериях, по которым осуществляется экспертиза проектов;
 - направлениях науки, в соответствии с которыми проводятся экспертизы;
 - кодах ГРНТИ.
3. Модуль «Отчеты», включающий два блока: данные о завершенных и текущих экспертизах.
4. Модуль «Кабинет эксперта» предназначенный для работы каждого из лиц, задействованных в принятии решения по оценке проектов.

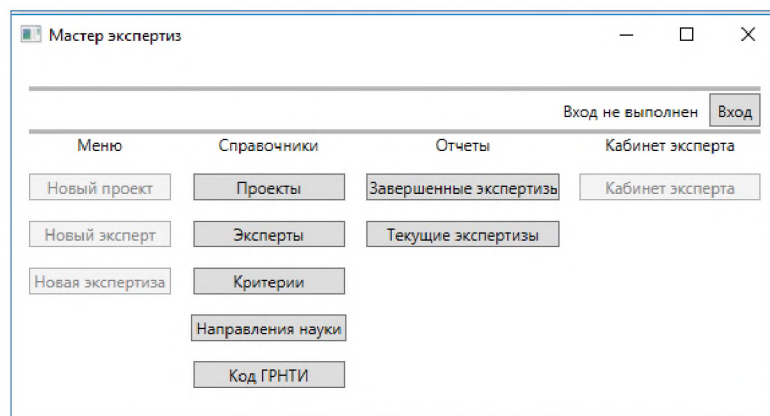


Рисунок 3.2 – Главное меню системы

Для начала работы с системой пользователю необходимо произвести авторизацию (рис. 3.3.), после которой становятся доступными режимы заполнения справочников данными о проектах, экспертах, а также непосредственное проведение экспертизы.

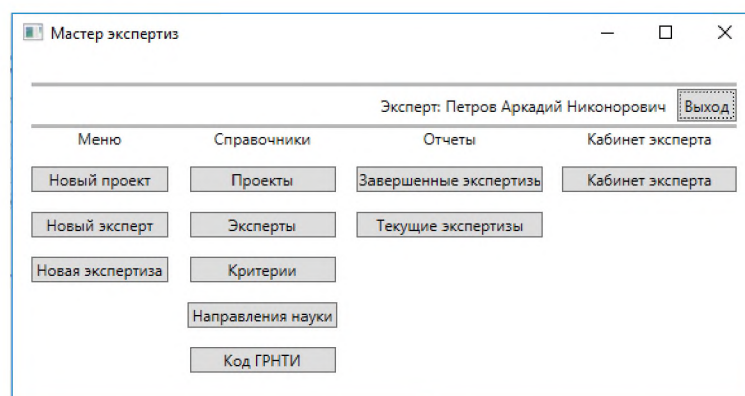


Рисунок 3.3 – Форма авторизации пользователя

На рисунках 3.4 представлена форма создания карточки нового проекта, которая содержит основные данные о проекте, авторе и области исследования. Данные формы частично заполняются на основе статичных справочников: коды ГРНТИ (рис. 3.5), направления науки (рис. 3.6), а также пользователю предоставляется возможность производить динамическое заполнение информации об авторских коллективах на основе ранее введенных данных (рис. 3.7, 3.8).

Рисунок 3.4 – Форма создания карточки проекта

Рисунок 3.5 – Форма создания карточки проекта: заполнение на основе справочника «Коды ГРНТИ»

Рисунок 3.6 – Форма создания карточки проекта: заполнение данных на основе справочника «Направления науки»

Рисунок 3.7 – Форма добавления информации об авторе проекта

Новый проект

Наименование проекта:

Руководитель проекта:

Авторский коллектив:

Журавель Флора Олеговна
Маркова Лиана Павловна
Скачков Эдуард Федорович

Журавель Флора Олеговна
Маркова Лиана Павловна
Журавель Будимир Евгеньевич
Скачков Эдуард Федорович
Миронов Тихон Максович
Осипова Ганна Геннадиевна
Фомин Адис Денисович
Смирнова Мальвина Васильевна
Чистяков Мина Филиппович
Осипова Людмила Романовна
Демьянова Альбина Ивановна

Область знаний:

Код ГРНТИ:

Дата начала проекта:

Дата завершения:

Организация:

Сумма финансирования:

Контактные данные:

Рисунок 3.8 – Форма создания карточки проекта

Справочники

Для удобства пользователя в системе представлены следующие справочники:

1. Справочник «Коды ГРНТИ» (рис. 3.9).

Справочник ГРНТИ

Государственный рубрикатор научно-технической информации

Код	Название
00	ОБЩЕСТВЕННЫЕ НАУКИ В ЦЕЛОМ
02	ФИЛОСОФИЯ
03	ИСТОРИЯ, ИСТОРИЧЕСКИЕ НАУКИ
04	СОЦИОЛОГИЯ
05	ДЕМОГРАФИЯ
06	ЭКОНОМИКА И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ
10	ГОСУДАРСТВО И ПРАВО, ЮРИДИЧЕСКИЕ НАУКИ
11	ПОЛИТИКА И ПОЛИТИЧЕСКИЕ НАУКИ
12	НАУКОВЕДЕНИЕ
13	КУЛЬТУРА, КУЛЬТУРАЛОГИЯ
14	НАРОДНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ, ПЕДАГОГИКА
15	ПСИХОЛОГИЯ
16	ЯЗЫКОЗНАНИЕ
17	ЛИТЕРАТУРА, ЛИТЕРАТУРОВЕДЕНИЕ, УСТНОЕ НАРОДНОЕ ТВОРЧЕСТВО
18	ИСКУССТВО, ИСКУССТВОВЕДЕНИЕ
19	МАССОВАЯ КОММУНИКАЦИЯ, ЖУРНАЛИСТИКА, СРЕДСТВА МАССОВОЙ ИНФОРМАЦИИ
20	ИНФОРМАТИКА
21	РЕЛИГИЯ, АТЕИЗМ
23	КОМПЛЕКСНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ОТДЕЛЬНЫХ СТРАН И РЕГИОНОВ
26	КОМПЛЕКСНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОБЩЕСТВЕННЫХ НАУК
27	МАТЕМАТИКА
28	КИБЕРНЕТИКА

Рисунок 3.9 – Справочник «Коды ГРНТИ»

2. Справочник «Направления науки» (рис. 3.10). Реализована возможность редактирования элементов справочника (3.11).

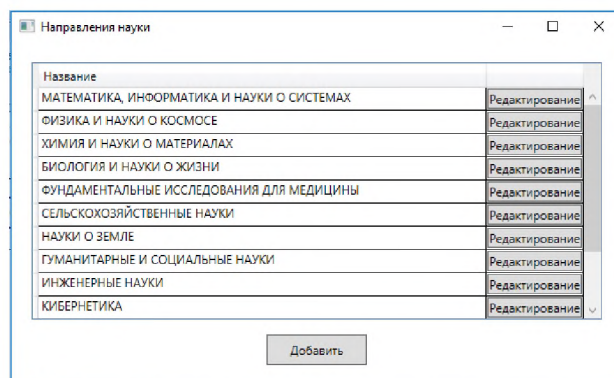


Рисунок 3.10 – Форма справочника «Направления науки»

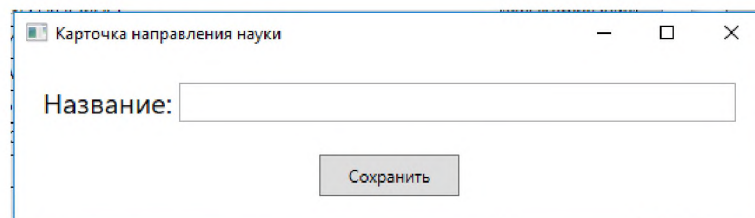


Рисунок 3.11 –Форма редактирования элементов справочника «Направления науки»

3. Справочник «Критерии оценки проектов» (рис. 3.12). Элементы справочника сгруппированы в 6 категорий, выбирая каждую из которых пользователю представляются критерии каждой категории.

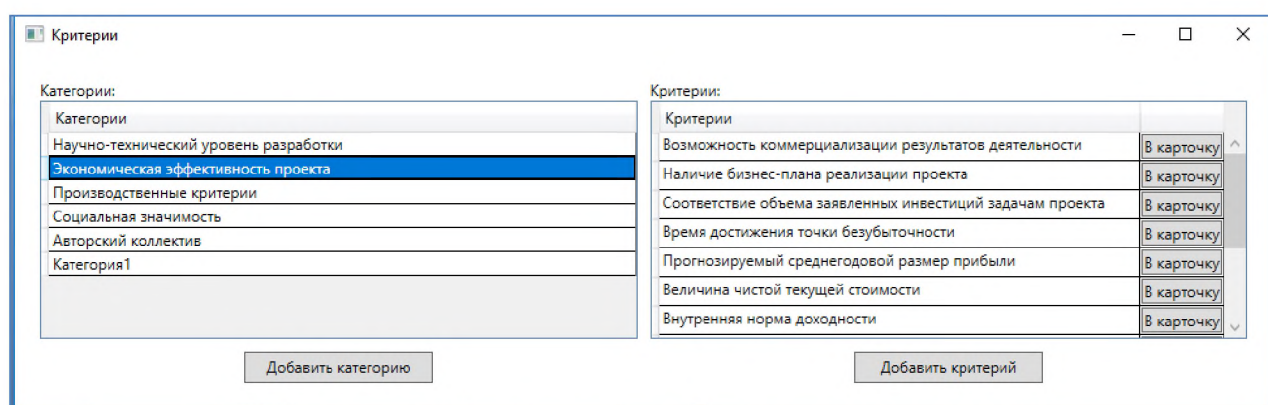


Рисунок 3.12 – Форма справочника «Критерии»

Для осуществления возможности проведения оценки по критериям, имеющим различную природу – количественные и качественные, реализованы карточки критериев, где в зависимости от природы показателя вводится

либо качественное выражение признака в виде лингвистических переменных (рис. 3.13, 3.14), либо количественные характеристики критерия (рис. 3.15).

Карточка критерия

Название:

Показатель:

Название терм	Численное выражение
Отсутствует	1
Низкая	2
Средняя	3
Высокая	4
Очень высокая	5

Критерий относится к категории "Экономическая эффективность проекта"

Рисунок 3.13 – Форма карточки критерия: качественные характеристики

Карточка критерия

Название:

Показатель:

Название тер	Численное выражение
5 лет - 10 лет	1
2 года - 5 лет	2
1 год - 2 года	3
6 мес. - 1 год	4
0-6 мес.	5

Критерий относится к категории "Экономическая эффективность проекта"

Рисунок 3.14 – Форма карточки критерия: качественные характеристики

Карточка критерия

Название:

Показатель:

Название термина	Численное выражение
1 млн. рублей	1
2 млн. рублей	2
до 5 млн. рублей	3
до 10 млн. рублей	4
свыше 10 млн. рублей	5

Критерий относится к категории "Экономическая эффективность проекта"

Рисунок 3.15 – Форма карточки критерия: количественные характеристики

4. Справочник «Эксперты» (рис. 3.16) содержит информацию обо всех экспертах, принимающих участие в экспертизах проектов, в том числе о количестве проведенных экспертиз каждым экспертом.

№	ФИО	Организация	Должность	Ученая степень, учен	Кол-во проведенных	Статус	
7	Петров Аркадий Никонорович	Политех	Профессор	Профессор, К.Т.Н.	0	Активен	В карточку
8	Веселков Владимир Петрович	Служба независимых	Штатный эксперт	Профессор, Доктор н.	0	Активен	В карточку
9	Мартынова Луиза Львовна	Служба независимых	Штатный эксперт	Профессор, Доктор н.	2	Активен	В карточку
10	Николаев Владимир Филиппович	Служба независимых	Старший эксперт	Профессор, Кандидат	1	Активен	В карточку
11	Тарский Модест Вениаминович	Служба независимых	Штатный эксперт	Профессор, Доктор н.	2	Активен	В карточку
12	Ивашкин Аркадий Олегович	ФГБОУ ВО "Кузбасски	Профессор	Профессор, д.т.н.	0	Активен	В карточку

Рисунок 3.16 – Форма справочника «Эксперты»

Карточка эксперта

Фамилия: Ивашкин

Имя: Аркадий

Отчество: Олегович

Место работы: ФГБОУ ВО "Кузбасский государственный технический университет"

Должность: Профессор

Ученая степень: д.т.н.

Ученое звание: Профессор

Направление работы:

1 ФИЗИКА И НАУКИ О КОСМОСЕ
2 ИНЖЕНЕРНЫЕ НАУКИ
3 КИБЕРНЕТИКА

Контактные данные: 8-3842-35-85-98

Логин: ivashkin

Пароль: ivashkin

☒ Председатель комиссии

Редактировать Удалить карточку

Участие в экспертизах:

№	Наименование	Направление	Дата	Поддержаны г	Статус	
1	Конкурсный отб	КИБЕРНЕТИКА	05.05.2019		В работе	В карточку

Рисунок 3.17 – Карточка эксперта

В карточке производится сохранение информации обо всех экспертизах, в которых эксперт принимал участие, с возможностью просмотра всех экспертиз.

№	Наименование проекта	Руководитель	Направление	Код ГРНТИ	Дата начала	Дата завершения	Экспертиза	
21	Создание профориентационного портала "Мой выбор"	Лямина О.А.	ГУМАНИТАРНЫЕ И СОЦИАЛЬНЫЕ НАУКИ	20	01.10.2018	01.03.2019	Не проводилась	В карточку
22	Создание веб-сервиса по оптимизации подбора возо	Гараничева С.В.	МАТЕМАТИКА, ИНФОРМАТИКА И НАУКИ О СИСТЕМАХ	20	01.07.2018	05.02.2019	Не проводилась	В карточку
23	Интерактивно обучающая система по изучению язык	Баян М.В.	МАТЕМАТИКА, ИНФОРМАТИКА И НАУКИ О СИСТЕМАХ	20	05.06.2018	11.11.2018	Не проводилась	В карточку
24	Мобильное приложение "Карманный Лицей"	Баян М.В.	МАТЕМАТИКА, ИНФОРМАТИКА И НАУКИ О СИСТЕМАХ	20	03.03.2018	12.12.2018	Не проводилась	В карточку
25	3D моделирование и прототипирование на основе Ar	Теряева Т.М.	МАТЕМАТИКА, ИНФОРМАТИКА И НАУКИ О СИСТЕМАХ	20	05.06.2018	01.01.2019	Не проводилась	В карточку
26	Исследование методов оптимизации задачи о миними	Калагур О.А.	МАТЕМАТИКА, ИНФОРМАТИКА И НАУКИ О СИСТЕМАХ	20	02.03.2018	16.11.2018	Не проводилась	В карточку
27	Создание игры на кроссплатформенном 3D движке U	Полухина Л.А.	МАТЕМАТИКА, ИНФОРМАТИКА И НАУКИ О СИСТЕМАХ	20	01.02.2019	13.05.2019	Не проводилась	В карточку

Рисунок 3.18 – Форма справочника «Проекты»

Более подробная информация об эксперте содержится в карточке эксперта (рис. 3.17). В форме представлена информация непосредственно об эксперте: Ф.И.О., должность, место работы, должность, ученое звание, ученая степень, контактные данные, а также информация о направлениях науки, для проведения экспертиз по которым возможно привлечение каждого конкретного эксперта. Реализована возможность утверждения эксперта председателем экспертной комиссии.

Рисунок 3.19 – Форма редактирования карточки проекта

(рис. 3.18). Отображает информацию о сроках реализации проекта, а также статус проведения экспертизы («Проводилась / Не проводилась») с возможностью перехода в карточку каждого из перечня проектов (рис. 3.19), а также ее редактирования и удаления (рис. 3.20).

Проведение экспертизы

Разработанная система предполагает многопользовательский режим работы, в связи с чем реализован «Кабинет эксперта» (рис. 3.21), в котором

5. Справочник «Проекты» хранит информацию обо всех проектах, зарегистрированных в системе (рис. 3.18). Отображает информацию о сроках реализации проекта, а также статус проведения экспертизы («Проводилась / Не проводилась») с возможностью перехода в карточку каждого из перечня проектов (рис. 3.19), а также ее редактирования и удаления (рис. 3.20).

6. Справочник «Проекты» хранит информацию обо всех проектах, зарегистрированных в системе

Рисунок 3.20 – Форма сохранения изменений после редактирования карточки проекта

каждый эксперт, принимающий участие в оценке инновационных проектов осуществляет процедуру сравнения.

В кабинете отображается информация о текущих экспертизах, в которых принимает участие эксперт, а также о уже завершенных, по которым вынесено решение.

Опция создания экспертизы доступна только эксперту, которому в системе присвоен признак «Председатель комиссии» (рис. 3.17), либо организатору конкурса, администратору системы.

Форма создания экспертизы (рис. 3.22) разделена на 4 блока:

- информация об экспертизе;
- направления науки;
- данные о проектах-участниках экспертизы;
- данные о критериях оценки, которые будут использованы при проведении экспертизы;
- данные об экспертах, которые примут участие в экспертизе.

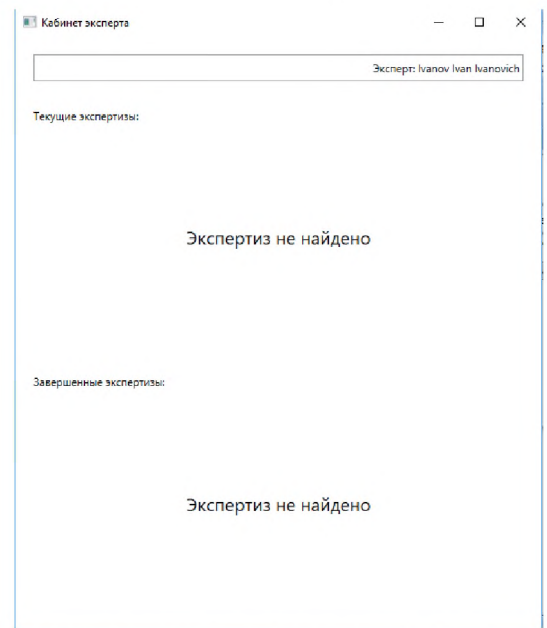


Рисунок 3.21 – Форма «Кабинета эксперта»

Рисунок 3.22 – Форма «Создание экспертизы»

Для начала экспертизы необходимо:

1) Выбрать направление науки, после чего система отобразит все проекты, зарегистрированные в системе по заданному направлению, а также отобразит всех экспертов, которые имеют право проведения экспертизы по данной области знаний, в соответствии с ранее заполненной карточкой эксперта (рис. 3.23).

Рисунок 3.23 – Форма «Создание экспертизы» после выбора параметра «Направление науки»

2) Добавить проекты, по которым будет проводиться экспертиза, выбрав их из справочника, отображаемого на форме. Элементы справочника отображаются в соответствии с заданным направлением науки (рис. 3.24).

Рисунок 3.24 – Форма «Создание экспертизы»: выбор проектов для экспертизы

3) Определить перечень критериев, выбрав необходимые критерии из каждой категории, которые были описаны в п. 2.1 данной работы (рис. 3.25).

Выбранные критерии:

Название
Соответствие проекта приоритетным направлениям развития эко
Публичное представление результатов работы группы
Актуальность идеи
Осведомленность авторов проекта о текущем состоянии проблем

Доступные критерии:

Название
Оценка коммерческого потенциала разработки
Патентная защищенность
Актуальность идеи
Осведомленность авторов проекта о текущем состоянии проблем
Объем и характер рынка продукта

Категории:

Название
Научно-технический уровень разработки
Экономическая эффективность проекта
Производственные критерии
Социальная значимость
Авторский коллектив

Рисунок 3.25 – Форма «Создание экспертизы»: добавление критериев оценки проектов

4) Определить количество проектов, которые будут выделены как «лидеры» по результатам оценки, набрав наибольший совокупный балл по всем заданным критериям (рис. 3.26).

Количество проектов, которые предполагается поддержать:

Рисунок 3.26 – Форма «Создание экспертизы»: определение количества «проектов-победителей»

5) Определить перечень экспертов, которые будут задействованы в проведении экспертизы (рис. 3.27).

Эксперты-участники:

Фамилия	Имя	Отчество
Рускова	Нина	Александровна
Лисичкина	Елена	Алексеевна
Петров	Петр	Петрович

Все эксперты:

Фамилия	Имя	Отчество
Рускова	Нина	Александровна
Лисичкина	Елена	Алексеевна
Петров	Петр	Петрович

Рисунок 3.27 – Форма «Создание экспертизы»: определение перечня экспертов

После произведенных операций в блоке меню «Текущие экспертизы» появится добавленная экспертиза (рис. 3.28) с информацией о дате ее проведения, проектах участниках и составом экспертной комиссии.

Текущие экспертизы

№	Статус	Наименование	дата начала
23	В работе	XX городская научно-практическая конференция школы	10.05.2019

Проекты: Количество: 5

Наименование
Создание веб-сервиса по оптимизации подбора возобновляемых источников электр
Интерактивная обучающая система по изучению языка программирования C++
Мобильное приложение "Карманный Лицей"
Создание игры на кроссплатформенном 3D движке Unity для подготовки к ГИА 9 кл

Экспертная комиссия:

ФИО
Рускова Нина Александровна
Лисичкина Елена Алексеевна
Петров Петр Петрович

Рисунок 3.28 – Форма «Текущие экспертизы»

При переходе в карточку экспертизы выводится более подробная информация о проводимой экспертизе, включая данные о проведенном оценивании экспертами, либо его отсутствии, статусе экспертизе и количестве проектов-участников (рис. 3.29).

Карточка экспертизы

Наименование экспертизы: XX городская научно-практическая конференция школьников "Интеллектуал-2019". Секция "Информатика и программирование"

Направление науки: МАТЕМАТИКА, ИНФОРМАТИКА И НАУКИ О СИСТЕМАХ

Статус:

Проекты-участники:

№	Наименование	Руководитель	Организация	Количество
21	Создание профориентационного портала "Мой выбор" для обучающихся Кемеровской области	Лямина О.А.	Лицей №62, г. Кемерово	
22	Создание веб-сервиса по оптимизации подбора возобновляемых источников электроэнергии	Гараничева С.В.	Лицей №62, г. Кемерово	
23	Интерактивно обучающая система по изучению языка программирования C++	Баян М.В.	Городской классический лицей, г. Кемерово	
24	Мобильное приложение "Карманный Лицей"	Баян М.В.	Городской классический лицей, г. Кемерово	
27	Создание игры на кроссплатформенном 3D движке Unity для подготовки к ГИА 9 классов школьников	Полухина П.А.	Лицей №23, г. Кемерово	

Категории:

Название
Социальная значимость
Авторский коллектив
Научно-технический уровень разработки

Критерии:

Название
Соответствие проекта приоритетным направлениям развития экономики РФ

Результат работы экспертной комиссии:

Не все эксперты выставили оценки.

Рисунок 3.29 – Форма «Карточка экспертизы»

При выборе категории критериев эксперт может ознакомиться с тем, по каким критериям предполагается проведение оценки (рис. 3.30).

Далее в кабинете эксперта, который произвел авторизацию, отобразится экспертиза, в которую он был зарегистрирован, как участник. Кабинет логически подразделен на два блока: текущие экспертизы и завершенные экспертизы (рис. 3.31). Из кабинета эксперта реализована возможность просмотра карточки каждой экспертизы со всеми ее параметрами.

Карточка экспертизы

Наименование экспертизы: XX городская научно-практическая конференция школьников "Интеллектуал-2019". Секция "Информатика и программирование"

Направление науки: МАТЕМАТИКА, ИНФОРМАТИКА И НАУКИ О СИСТЕМАХ

Статус: В работе

Проекты-участники:

№	Наименование	Руководитель	Организация	Количество проектов
21	Создание профориентационного портала "Мой выбор" для обучающихся Кемеровской области	Лямина О.А.	Лицей №62, г. Кемерово	В карточке
22	Создание веб-сервиса по оптимизации подбора возобновляемых источников электроэнергии	Гараничева С.В.	Лицей №62, г. Кемерово	В карточке
23	Интерактивно обучающая система по изучению языка программирования C++	Баян М.В.	Городской классический лицей, г. Кемерово	В карточке
24	Мобильное приложение "Карманный Лицей"	Баян М.В.	Городской классический лицей, г. Кемерово	В карточке
27	Создание игры на кроссплатформенном 3D движке Unity для подготовки к ГИА 9 классов школьников	Полухина П.А.	Лицей №23, г. Кемерово	В карточке

Категории:

Название
Социальная значимость
Авторский коллектив
Научно-технический уровень разработки

Критерии:

Название
Актуальность идеи
Осведомленность авторов проекта о текущем состоянии проблемы в данной сфере деятельности

Рисунок 3.30 – Форма «Карточка экспертизы»: критерии оценки

Для начала экспертизы эксперту необходимо нажать кнопку «К проведению», после чего появится форма непосредственного проведения экспертизы (рис. 3.32).

б) Произвести процедуру сравнения критериев для определения их степени значимости (рис. 3.32), нажав кнопку «Перейти к определению» в блоке «Этап 1».

Рисунок 3.31 – Форма «Кабинет эксперта»

Рис. 3.32 – Форма «Начало экспертизы»

Рисунок 3.33 – Форма «Мастер приоритетов»

Рисунок 3.34 – Форма «Мастер приоритетов»: шкала относительной важности критериев оценки

Для проведения сопоставления критериев используется шкала относительной важности Т. Саати, описанная в пункте 2.1.1 работы (3.33, 3.34).

После того, как произведено задание степени значимости каждого критерия по сравнению с остальными, создается матрица парных сравнений критериев, отражающая информацию о том, какой критерий признан наиболее или наименее значим (рис. 3.35).

Мастер приоритетов

Получена матрица сравнения критериев:

	Соответствие проекта	Публичное представление	Актуальность идеи	Осведомленность авторов проекта о текущем состоянии проблемы
Актуальность идеи	5	3	1	0,111
Соответствие проекта приоритетным направлениям развития экономики РФ	1	3	0,2	9
Публичное представление результатов работы группы	0,333	1	0,333	0,2
Осведомленность авторов проекта о текущем состоянии проблемы в данной сфере	0,111	5	9	1

Рисунок 3.35 – Форма «Мастер приоритетов»: матрица парных сравнений критериев оценки

7) далее происходит процедура непосредственного оценивания альтернативных инновационных проектов по каждому критерию с учетом его значимости, заданной на предыдущем этапе экспертизы (рис. 3.37). Результаты первого этапа выводятся в карточке экспертизы (рис. 3.36).

Этап 1 - Определение степени важности критериев.

	Соответствие проекта	Публичное представление	Актуальность идеи	Осведомленность авторов проекта о текущем состоянии проблемы в данной сфере деятельности
Соответствие проекта приоритетным направлениям раз	1	3	0,2	9
Публичное представление результатов работы группы	0,333	1	0,333	0,2
Актуальность идеи	5	3	1	0,111
Осведомленность авторов проекта о текущем состоянии	0,111	5	9	1

Этап 2 - Оценивание проектов по критериям.

Перейти к оцениванию

Рисунок 3.36 – Форма «Мастер приоритетов»: матрица парных сравнений критериев оценки

Мастер оценки проектов

Оцените проекты

Критерий: Соответствие проекта приоритетным направлениям развития экономики РФ

Создание профориентационного портала "Мой выбор" для обучающихся Кемеровской области	Средний уровень соответствия	Числовое значение: 3
Создание веб-сервиса по оптимизации подбора возобновляемых источников электроэнергии	Полностью соответствует	Числовое значение: 5
Интерактивно обучающая система по изучению языка программирования C++	Средний уровень соответствия	Числовое значение: 3
Мобильное приложение "Карманный Лицей"	Средний уровень соответствия	Числовое значение: 3
Создание игры на кроссплатформенном 3D движке Unity для подготовки к ГИА 9 классов школьников	Низкий уровень соответствия	Числовое значение: 2

Рисунок 3.37 – Форма «Мастер приоритетов»: сравнение проектов-участников по критерию

В зависимости от критерия, по которому производится оценка, выводятся различные значения степени выраженности его признака (в виде числовых значе-

ний для критериев, имеющих количественную природу, в виде качественных характеристик для критериев, которые невозможно выразить количественно). Возможные значения для каждого критерия предварительно задаются в справочнике критериев системы.

Мастер оценки проектов

Оцените проекты

Критерий: Соответствие проекта приоритетным направлениям развития экономики РФ

Создание профориентационного портала "Мой выбор" для обучающихся Кемеровской области	Средний уровень соответствия	Числовое значение: 3
Создание веб-сервиса по оптимизации подбора возобновляемых источников электроэнергии	Полностью соответствует	Числовое значение: 5
Интерактивно обучающая система по изучению языка программирования C++	Средний уровень соответствия	Числовое значение: 3
Мобильное приложение "Карманный Лицей"	Средний уровень соответствия	Числовое значение: 3
Создание игры на кроссплатформенном 3D движке Unity для подготовки к ГИА 9 классов школьников	Низкий уровень соответствия	Числовое значение: 2

Рисунок. 3.38 – Форма «Мастер приоритетов»: сравнение проектов-участников по критерию «Соответствие проекта приоритетным направлениям развития экономики РФ»

Мастер оценки проектов

Оцените проекты

Критерий: Публичное представление результатов работы группы

Создание профориентационного портала "Мой выбор" для обучающихся Кемеровской области	Проект награжден дипломом или выиграл грант	Числовое значение: 5
Создание веб-сервиса по оптимизации подбора возобновляемых источников электроэнергии	Проект участвовал в конкурсах	Числовое значение: 4
Интерактивно обучающая система по изучению языка программирования C++	Проект участвовал в конференции	Числовое значение: 3
Мобильное приложение "Карманный Лицей"	Проект не представлялся	Числовое значение: 1
Создание игры на кроссплатформенном 3D движке Unity для подготовки к ГИА 9 классов школьников	Проект публиковался	Числовое значение: 2

Рисунок 3.39 – Форма «Мастер приоритетов»: сравнение проектов-участников по критерию «Публичное представление результатов работы»

После того, как экспертом проведены все этапы сравнения, система предлагает сохранить результаты экспертизы для текущего пользователя (рис. 3.40).

Мастер оценки проектов

Оцените проекты

Оценивание завершено.
Сохранить выставленные оценки?

Сохранить Отмена

Рисунок 3.40 – Форма «Мастер приоритетов»: сохранение результатов экспертизы

По результатам двух этапов на форме карточки экспертизы отображаются итоги оценивания, выставленные текущим пользователем (рис. 3.41).

Этап 1 - Определение степени важности критериев.

	Соответствие проекта	Публичное представление	Актуальность идеи	Осведомленность авторов проекта о текущем состоянии проблемы в данной сфере деятельности
Соответствие проекта приоритетным направлениям развития эко	1	3	0,2	9
Публичное представление результатов работы группы	0,333	1	0,333	0,2
Актуальность идеи	5	3	1	0,111
Осведомленность авторов проекта о текущем состоянии проблем	0,111	5	9	1

Этап 2 - Оценивание проектов по критериям.

	Соответствие проекта	Публичное представление	Актуальность идеи	Осведомленность авторов проекта о текущем состоянии проблемы в данной сфере деятельности
Создание профориентационного портала "Мой выбор" для обуч	3	5	5	5
Создание веб-сервиса по оптимизации подбора возобновляемы	5	4	5	4
Интерактивно обучающая система по изучению языка программ	3	3	3	1
Мобильное приложение "Карманный Лицей"	3	1	3	3
Создание игры на кроссплатформенном 3D движке Unity для под	2	2	2	3

Рисунок 3.41 – Форма «Мастер приоритетов»: матрицы парных сравнений по результатам двух этапов экспертизы

Описанная процедура должна быть пройдена всеми экспертами, которые были зарегистрированы на данную экспертизу. Для этого каждый эксперт должен пройти процедуру авторизации в системе, зайти в кабинет эксперта, где отобразится экспертиза, в которой он принимает участие.

После этого в карточке экспертизы отобразится информация об итогах экспертизы, которую произвел каждый эксперт отдельно и общий итог. Данная возможность доступна под учетной записью эксперта, которому был присвоен статус «Председатель комиссии» (рис. 3.42).

Карточка экспертизы

Наименование экспертизы: XX городская научно-практическая конференция школьников "Интеллектуал-2019". Секция "Информатика и программирование"

Направление науки: МАТЕМАТИКА, ИНФОРМАТИКА И НАУКИ О СИСТЕМАХ

Статус: В работ

Количество проектов:

№	Наименование	Руководитель	Организация	В карточку
21	Создание профориентационного портала "Мой выбор" для обучающихся Кемеровской области	Лямина О.А.	Лицей №62, г. Кемерово	В карточку
22	Создание веб-сервиса по оптимизации подбора возобновляемых источников электроэнергии	Гараничева С.В.	Лицей №62, г. Кемерово	В карточку
23	Интерактивно обучающая система по изучению языка программирования C++	Баян М.В.	Городской классический лицей, г. Кемерово	В карточку
24	Мобильное приложение "Карманный Лицей"	Баян М.В.	Городской классический лицей, г. Кемерово	В карточку
27	Создание игры на кроссплатформенном 3D движке Unity для подготовки к ГИА 9 классов школьников	Полухина П.А.	Лицей №23, г. Кемерово	В карточку

Категории:

Название
Социальная значимость
Авторский коллектив
Научно-технический уровень разработки

Критерии:

Название

Результат работы экспертной комиссии:

Смотреть результаты

Эксперт	Соответствие проекта	Публичное представление результатов работы группы	Актуальность идеи	Осведомленность авторов проекта о текущем состоянии проблемы в данной сфере деятельности
В карточку Русакова Нина, Александровна	0,128	0,159	0,541	0,173
В карточку Лисицина Елена, Алексеевна	0,235	0,136	0,573	0,056
В карточку Петров Петр, Петрович	0,336	0,085	0,25	0,329

Рисунок 3.42 – Форма «Карточка экспертизы»: результаты оценки экспертами

При нажатии на кнопку «Смотреть результат» выводится общий совокупный рейтинг, рассчитанный на основе оценивания проектов всеми экспертами, а также детальная информация выставленных оценок по каждому критерию каждым экспертом в отдельности (рис. 3.43).

Результат экспертизы

Рейтинг проектов:

	Рейтинг проекта	
области	0.05931	^
ергии	0.19762	
	0.50634	
	0.53262	Pe v

Поддержать
рекомендованные
проекты?

Поддержать

Рисунок 3.43 – Форма «Карточка экспертизы»: детальные результаты экспертизы

Для утверждения результатов экспертизы при согласии с итоговым рейтингом проектов необходимо нажать кнопку «Поддержать рекомендованные проекты» (рис. 3.43), после чего статус экспертизы изменится на «Завершена». Информация по данной экспертизе отобразится в справочнике «Завершенные экспертизы» (рис. 3.44) и в кабинете эксперта (3.45).

Завершенные экспертизы

Экспертизы:

№	Статус	Наименование	дата начала	дата конца	
23	Завершена	XX городская	10.05.2019	10.05.2019	В карточку

Проекты: Количество: 5

Наименование	Поддержан?
Создание профориентационного портала "М	Нет
Создание веб-сервиса по оптимизации подб	Нет
Интерактивно обучающая система по изуче	Нет
Мобильное приложение "Карманный Лицей	Да
Создание игры на кроссплатформенном 3D	Нет

Экспертная комиссия:

ФИО
Русакова Нина Александровна
Липсичкина Елена Алексеевна
Петров Петр. Петрович

Рисунок 3.44 – Форма «Завершенные экспертизы»

Кабинет эксперта

Эксперт: Петров Петр. Петрович

Текущие экспертизы:

Экспертиз не найдено

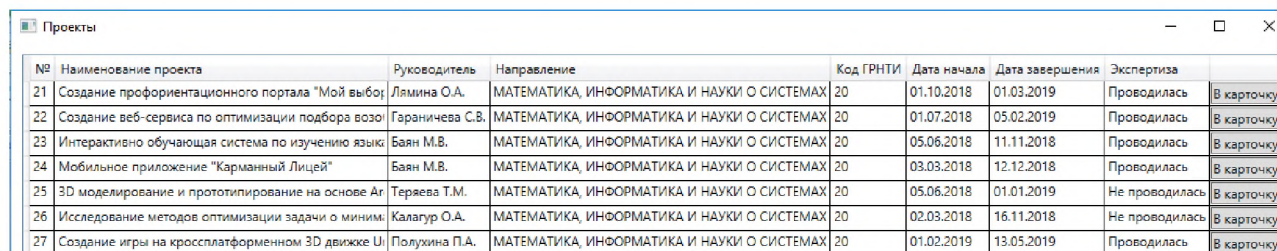
Завершенные экспертизы:

№	Наименование	Дата завершения
23	XX городская научно-практическая конференция школьников	10.05.2019

Рисунок 3.45 – Форма «Кабинет эксперта»: информация о завершенных экспертизах, проведенных текущим пользователем

При наличии текущих, не завершенных экспертизах, в которых участвует текущий пользователь, информация об этом также отобразится в кабинете.

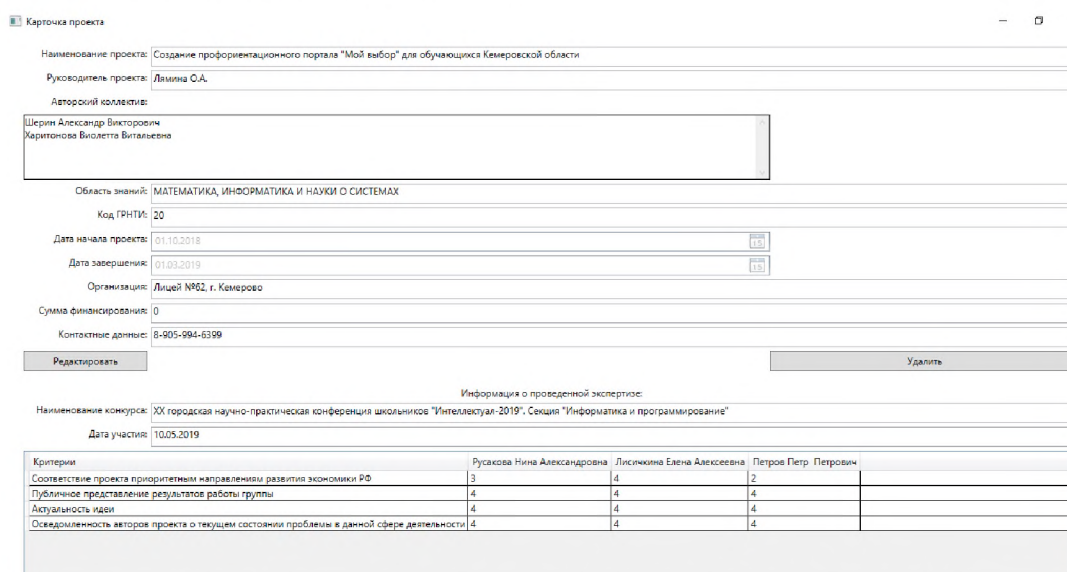
В справочнике проектов изменится статус экспертизы по каждому из проектов системы: проводилась / не проводилась (рис. 3.46)



№	Наименование проекта	Руководитель	Направление	Код ГРНТИ	Дата начала	Дата завершения	Экспертиза	
21	Создание профориентационного портала "Мой выбор"	Лямина О.А.	МАТЕМАТИКА, ИНФОРМАТИКА И НАУКИ О СИСТЕМАХ	20	01.10.2018	01.03.2019	Проводилась	В карточку
22	Создание веб-сервиса по оптимизации подбора возо	Гараничева С.В.	МАТЕМАТИКА, ИНФОРМАТИКА И НАУКИ О СИСТЕМАХ	20	01.07.2018	05.02.2019	Проводилась	В карточку
23	Интерактивно обучающая система по изучению язык	Баян М.В.	МАТЕМАТИКА, ИНФОРМАТИКА И НАУКИ О СИСТЕМАХ	20	05.06.2018	11.11.2018	Проводилась	В карточку
24	Мобильное приложение "Карманный Лицей"	Баян М.В.	МАТЕМАТИКА, ИНФОРМАТИКА И НАУКИ О СИСТЕМАХ	20	03.03.2018	12.12.2018	Проводилась	В карточку
25	3D моделирование и прототипирование на основе Ar	Теряева Т.И.	МАТЕМАТИКА, ИНФОРМАТИКА И НАУКИ О СИСТЕМАХ	20	05.06.2018	01.01.2019	Не проводилась	В карточку
26	Исследование методов оптимизации задачи о миним	Калагур О.А.	МАТЕМАТИКА, ИНФОРМАТИКА И НАУКИ О СИСТЕМАХ	20	02.03.2018	16.11.2018	Не проводилась	В карточку
27	Создание игры на кроссплатформенном 3D движке U	Полухина П.А.	МАТЕМАТИКА, ИНФОРМАТИКА И НАУКИ О СИСТЕМАХ	20	01.02.2019	13.05.2019	Проводилась	В карточку

Рисунок 3.46 – Форма «Справочник проектов»: изменение статуса экспертизы по проекту

После того, как проект принимает участие в экспертизе, информация о названии и дате проведения экспертизы, составе комиссии и выставленных оценок по проекту, появляется в карточке проекта (рис. 3.47).



Карточка проекта

Наименование проекта: Создание профориентационного портала "Мой выбор" для обучающихся Кемеровской области

Руководитель проекта: Лямина О.А.

Авторский коллектив:

Шерин Александр Викторович
Харитонов Витальевна

Область знаний: МАТЕМАТИКА, ИНФОРМАТИКА И НАУКИ О СИСТЕМАХ

Код ГРНТИ: 20

Дата начала проекта: 01.10.2018

Дата завершения: 01.03.2019

Организация: Лицей №62, г. Кемерово

Сумма финансирования: 0

Контактные данные: 8-905-994-6399

Редактировать

Удалить

Информация о проведенной экспертизе:

Наименование конкурса: XX городская научно-практическая конференция школьников "Интеллектуал-2019". Секция "Информатика и программирование"

Дата участия: 10.05.2019

Критерии	Русакова Нина Александровна	Лисичкина Елена Алексеевна	Петров Петр Петрович
Соответствие проекта приоритетным направлениям развития экономики РФ	3	4	2
Публичное представление результатов работы группы	4	4	4
Актуальность идеи	4	4	4
Осведомленность авторов проекта о текущем состоянии проблемы в данной сфере деятельности	4	4	4

Рисунок 3.47 – Форма «Карточка проекта»: обновление информации о проведенных экспертизах по проекту

На разработанные программные продукты и базы данных получены свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ и баз данных: № 2016621203 от 01.09.2016 «База данных для поддержки принятия решений на основе методов системного анализа» [145], № 2016619383 от 18.08.2016 «Информационная система поддержки принятия решений на основе методов системного анализа» [161], № 2017621349 от 22.11.2017 «База данных для принятия решений на основе нечеткого

логического вывода» [146], № 2017662964 от 22.11.2017 «Информационная система поддержки принятия решений на основе нечеткого логического вывода» [162].

3.5 Апробация информационной системы поддержки принятия решений

В данном разделе рассматривается процедура проведения экспертизы инновационных проектов с помощью алгоритма, представленного в пункте 2.3 данной работы с использованием информационной системы поддержки принятия решений, описанной в пункте 3.4 [163-174].

Рассмотрим пример проведения экспертизы на основе данных о проведенном конкурсном отборе научно-инновационных проектов в г. Кемерово «УМНИК»-2015. Для оценки выберем 5 проектов.

Постановка задачи

Применительно к рассматриваемым проектам были определены лингвистические переменные L_{ij} , где i – номер альтернативы; j – номер критерия. Диапазон для всех лингвистических переменных задан как $X_i = [0; 1]$. В роли критериев оценки используются: C_1 – актуальность идеи; C_2 – научная новизна; C_3 – техническая значимость; C_4 – возможность коммерциализации; C_5 – наличие бизнес-плана реализации проекта.

Множества значений лингвистических переменных $\{T(L_{ij})\}$ по каждому из критериев сформулированы следующим образом (в скобках приведены ранговые оценки нечетких переменных):

$T(L_{i1})$ = неактуально (1) + низкая актуальность (2) + средняя актуальность (3) + актуальность выше среднего (4) + высокая актуальность (5);

$T(L_{i2})$ = новизна отсутствует (1) + новизна присутствует (2) + абсолютно новая идея (3);

$T(L_{i3})$ = идея не оказывает никакого влияния на современную технику и технологии, имеются аналогичные разработки, обладающие значительным преимуществом или по представленному выступлению техническую значимость невозможно оценить (1) + существенная часть разработки оказывает влияние на современную технику и технологии (2) + разработка оказывает очевидное влияние на современную технику и технологии (3);

$T(L_{i4})$ = отсутствует (1) + низкая (2) + средняя (3) + высокая (4) + очень высокая (5);

$T(L_{i5})$ = отсутствует (1) + приблизительный план (2) + пошаговый детальный план (3).

Нечеткие переменные каждого терм-множества использованы как качественные оценки альтернатив по одному из критериев.

Для проведения экспертного опроса введем следующие ранговые оценки нечетких переменных:

1) Актуальность идеи:

- неактуально – 1;
- низкая актуальность – 2;
- средняя актуальность – 3;
- актуальность выше среднего – 4;
- высокая актуальность – 5.

2) Научная новизна:

- новизна отсутствует – 1;
- новизна присутствует – 2;
- абсолютная новая идея – 3.

3) Техническая значимость:

- идея не оказывает никакого влияния на современную технику и технологии, имеются аналогичные разработки, обладающие значительным преимуществом или по представленному выступлению техническую значимость невозможно оценить – 1;

— существенная часть разработки оказывает влияние на современную технику и технологии – 2;

— разработка оказывает очевидное влияние на современную технику и технологии – 3.

4) Возможность коммерциализации:

- отсутствует – 1;
- низкая возможность – 2;
- средняя возможность – 3;
- высокая возможность – 4;
- очень высокая возможность – 5.

5) Наличие бизнес-плана реализации проекта:

- отсутствует – 1;
- имеется приблизительный план – 2;
- имеется пошаговый подробный план – 3.

Нечеткие переменные каждого терм-множества будем использовать как качественные оценки альтернатив по одному из критериев.

Проведение экспертизы

Этап 1. Определение условий проведения экспертизы и ввод данных

После того как проведена предварительная экспертиза проектов с целью исключения по формальным показателям проектов, не удовлетворяющим условиям проведения конкурса, заполняются данные о проектах-участниках (рис. 3.48, 3.49):

Рисунок 3.48 – Карточка проекта

№	Наименование проекта	Руководитель	Направление	Код ГРНТИ	Дата начала	Дата завершения	Экспертиза	
32	Разработка модульной системы "Умный Дом" с возможностью дистанционного web	Степанок А.В.	МАТЕМАТИКА, ИНФОРМАТИКА И НАУКИ О СИСТЕМАХ	28	01.01.2015	31.12.2015	Не проводилась	В карточку
31	Разработка сервиса врачебных онлайн-консультаций	Панасюк А.С.	МАТЕМАТИКА, ИНФОРМАТИКА И НАУКИ О СИСТЕМАХ	28	01.01.2015	31.12.2015	Не проводилась	В карточку
30	Разработка программного комплекса с пользовательским интерфейсом для автомати	Матюшина А.С.	МАТЕМАТИКА, ИНФОРМАТИКА И НАУКИ О СИСТЕМАХ	28	05.04.2015	31.12.2015	Не проводилась	В карточку
29	Разработка программно-аппаратного комплекса виртуальной реальности для подгот	Трофименко Д.В.	МАТЕМАТИКА, ИНФОРМАТИКА И НАУКИ О СИСТЕМАХ	28	05.06.2014	06.04.2015	Не проводилась	В карточку
28	Разработка системы имитационного моделирования очистных горных работ (СИМОГР)	Кравчук С. В.	МАТЕМАТИКА, ИНФОРМАТИКА И НАУКИ О СИСТЕМАХ	28	01.01.2015	30.06.2016	Не проводилась	В карточку

Рисунок 3.49 – Перечень проектов-участников

Вводится информация об экспертах, принимающих участие в экспертизе (рис. 3.50).

№	ФИО	Организация	Должность	Ученая степень, учен	Кол-во проведенных	Статус	
17	Иванов Иван Иванович	ООО "Кузбасский техн"	Эксперт	доцент, ктн	0	Активен	В карточку
16	Петров Петр Петрович	КузГТУ	Профессор кафедры	Профессор, д.т.н.	1	Активен	В карточку
15	Лисичкина Елена Алексеевна	РЭУ им. Г.В. Плеханов	Предподаватель кафе	нет, нет	1	Активен	В карточку

Рисунок 3.50 – Перечень экспертов, принимающих участие в экспертизе

Задаются параметры проведения экспертизы в части используемых критериев для проведения оценки (рис. 3.51-3.53).

Карточка критерия

Название:

Показатель:

Название термина	Численное выражение
Идея не актуальна	1
Низкая актуальность	2
Средняя актуальность	3
Актуальность чуть выше среднего	4
Актуальная идея	5

Критерий относится к категории "Научно-технический уровень разработки"

Рисунок 3.51 – Карточка критерия «Актуальность»

Новая экспертиза

Наименование экспертизы:

Направление науки:

Проекты-участники:

№	Наименование
32	Разработка модульной системы 'Умный Дом' с возможностью дистанционного веб и мобильного управления
31	Разработка сервиса врачебных онлайн-консультаций
30	Разработка программного комплекса с пользовательским интерфейсом для автоматизированной подготовки маршера
29	Разработка программно-аппаратного комплекса виртуальной реальности для подготовки высококвалифицированных специалистов
28	Разработка системы имитационного моделирования опасных горных работ (СИМОГР)

Выбранные критерии:

Название
Актуальность идеи
Научная новизна
Техническая значимость
Возможность коммерциализации
Наличие бизнес-плана реализации проекта

Количество проектов, которые предполагается поддержать:

Эксперты-участники:

Фамилия	Имя	Отчество
Иванов	Иван	Иванович
Петров	Петр	Петрович
Лисичкина	Елена	Александровна

Доступные критерии:

Название
Возможность коммерциализации результатов деятельности
Наличие бизнес-плана реализации проекта
Соответствие объема заявленных инвестиций задачам проекта
Время достижения точки безубыточности
Прогнозируемый среднегодовой размер прибыли

Категории:

Название
Научно-технический уровень разработки
Экономическая эффективность проекта
Производственные критерии
Социальная значимость
Авторский коллектив

Все эксперты:

Фамилия	Имя	Отчество
Рускова	Нина	Александровна
Лисичкина	Елена	Александровна
Петров	Петр	Петрович
Иванов	Иван	Иванович

Рисунок 3.52 – Карточка экспертизы

Текущие экспертизы

№	Статус	Наименование	дата начала
24	В работе	Конкурсный отбор программы 'Умный'	13.06.2015

Проекты:

Наименование
Разработка модульной системы 'Умный Дом' с возможностью дистанционного веб и мобильного управления
Разработка сервиса врачебных онлайн-консультаций
Разработка программного комплекса с пользовательским интерфейсом для автоматизированной подготовки маршера
Разработка программно-аппаратного комплекса виртуальной реальности для подготовки высококвалифицированных специалистов
Разработка системы имитационного моделирования опасных горных работ (СИМОГР)

Количество: 5

Экспертная комиссия:

ФИО
Иванов Иван Иванович
Петров Петр Петрович
Лисичкина Елена Александровна

Рисунок 3.53 – Элемент справочника «Текущие экспертизы»

Данная информация заводится в систему либо администратором информационной системы, либо организатором конкурсного отбора.

Последующие этапы выполнения экспертизы проводятся каждым участником экспертной комиссии отдельно с помощью личного кабинета эксперта после утверждения введенной информации председателем экспертной комиссии (рис. 3.54).

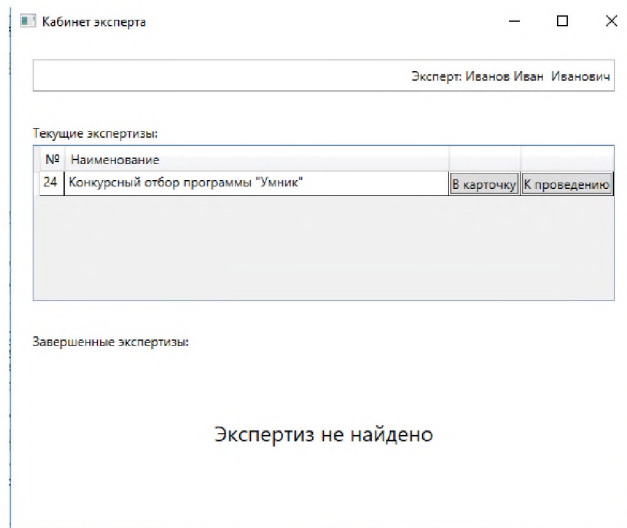


Рисунок 3.54 – Начало экспертизы: кабинет эксперта

Этап 3. Определение коэффициентов значимости критериев оценки проектов с помощью метода анализа иерархий.

Иерархическая модель оценки перед ее началом выглядит следующим образом (рис. 3.55).

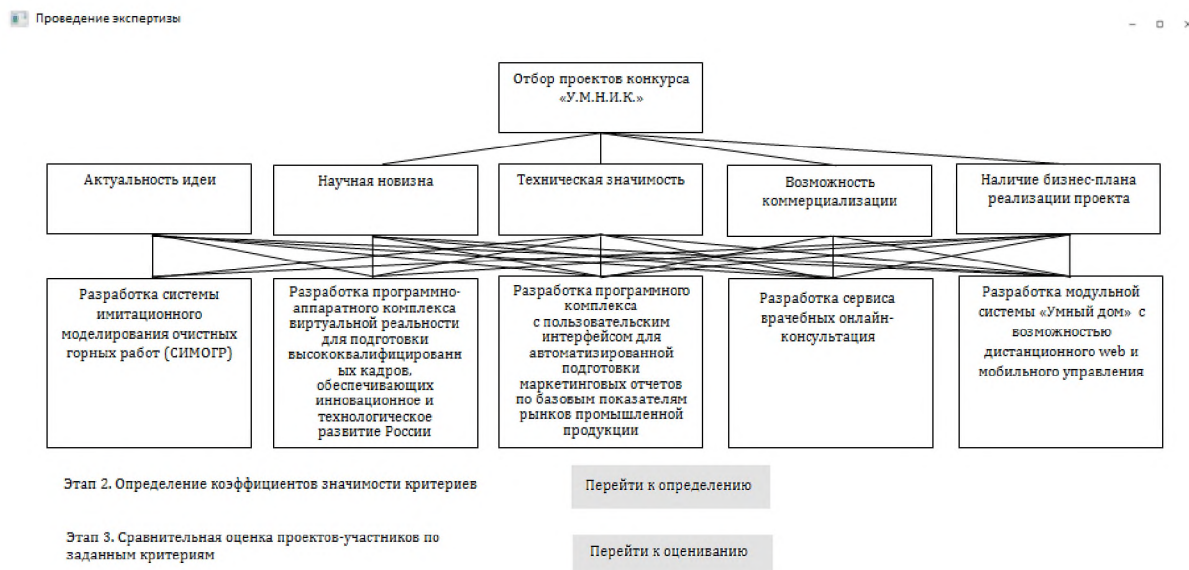


Рисунок 3.55 – Иерархическая модель проведения экспертизы и начало процедуры оценки

Ввиду того, что критерии имеют различную степень важности относительно достижения целей проекта, определим их коэффициенты значимости с помощью метода анализа иерархий (п. 1.4.1).

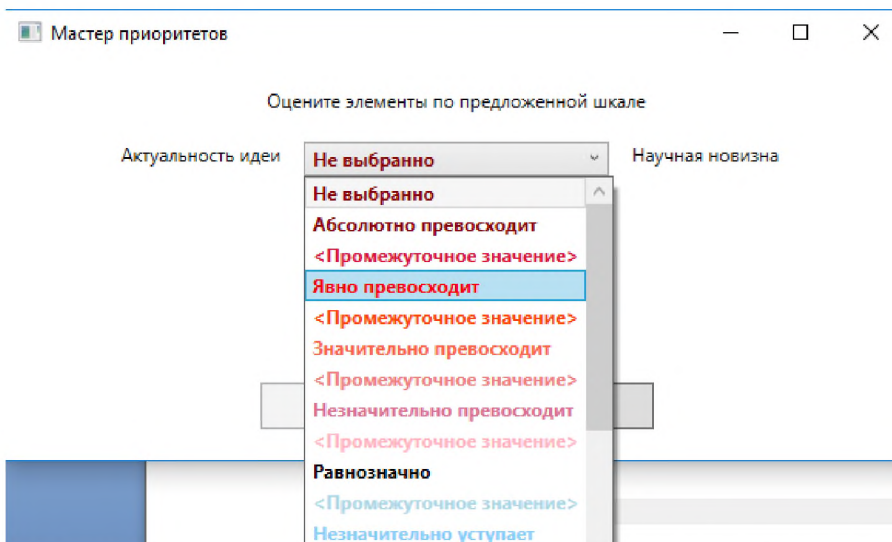


Рисунок 3.56 – Мастер приоритетов: сравнение степени важности критериев

После проставления приоритетов критериев получаем матрицу парных сравнений критериев следующего вида (рис. 3.57):

Мастер приоритетов

Получена матрица сравнения критериев:

	Актуальность идеи	Научная новизна	Техническая значимость	Возможность коммерциализации	Наличие бизнес-плана реализации проекта
Актуальность идеи	1	1	0.2	0.2	5
Научная новизна	1	1	3	1	7
Техническая значимость	5	0.333	1	0.2	7
Возможность коммерциализации	5	1	5	1	9
Наличие бизнес-плана реализации проекта	0.2	0.143	0.143	0.111	1

Рис. 3.57 – Матрица парных сравнений критериев оценки

Рассчитываются собственные векторы матриц парных сравнений критериев по каждому эксперту (табл. 3.23-3.25), после чего определим общий рейтинг критериев с учетом мнения всех экспертов (табл. 3.26).

Таблица 3.23 – Результаты сравнения критериев экспертом 1

Критерий	Компонент собственного вектора	Собственный вектор
Актуальность идеи	0,725	0,105
Научная новизна	1,838	0,266
Техническая значимость	1,184	0,171
Возможность коммерциализации	2,954	0,427
Наличие бизнес-плана реализации проекта	0,214	0,031
	6,916	

Таблица 3.24 – Результаты сравнения критериев экспертом 2

Критерий	Компонент собственного вектора	Собственный вектор
Актуальность идеи	1,184	0,184
Научная новизна	1,838	0,285
Техническая значимость	1,310	0,203
Возможность коммерциализации	1,933	0,300
Наличие бизнес-плана реализации проекта	0,181	0,028
	6,447	

Таблица 3.25 – Результаты сравнения критериев экспертом 3

Критерий	Компонент собственного вектора	Собственный вектор
Актуальность идеи	0,543	0,083
Научная новизна	0,999	0,152
Техническая значимость	1,184	0,180
Возможность коммерциализации	3,380	0,515
Наличие бизнес-плана реализации проекта	0,459	0,070
	6,566	

Таблица 3.26 – Совокупный рейтинг каждого критерия по результатам оценки всеми экспертами

Критерий	Приоритет
Актуальность идеи	0,117
Научная новизна	0,226
Техническая значимость	0,184
Возможность коммерциализации	0,404
Наличие бизнес-плана реализации проекта	0,039

Этап 3. Проведения сравнительной оценки инновационных проектов по заданным критериям

Мастер оценки проектов

Оцените проекты

Критерий: Актуальность идеи

Разработка модульной системы "Умный Дом" с возможностью дистанционного веб и мобильного управления	Датумная идея	Числовое значение: 5
Разработка сервиса врачебных онлайн-консультаций	Средняя актуальность	Числовое значение: 3
Разработка программного комплекса с пользовательским интерфейсом для автоматизированной подготовки маркетинговых отчетов по базовым	Актуальность чуть выше среднего	Числовое значение: 4
Разработка программно-аппаратного комплекса виртуальной реальности для подготовки высококвалифицированных кадров, обеспечивающих	Низкая актуальность	Числовое значение: 2
Разработка системы имитационного моделирования очистных горючих работ (СИМОТ)	Актуальная идея	Числовое значение: 5

Далее →

Сохранить Отмена

Рисунок 3.58 – Сравнение альтернативных проектов экспертов по критерию «Актуальность»

Эксперт производит оценивание каждого проекта поочередно по каждому критерию (рис. 3.58). Аналогичным образом производится сравнительная процедура по каждому критерию каждым экспертом. После того как эксперт произвел оценивание, результат оценки выглядит следующим образом (рис. 3.59).

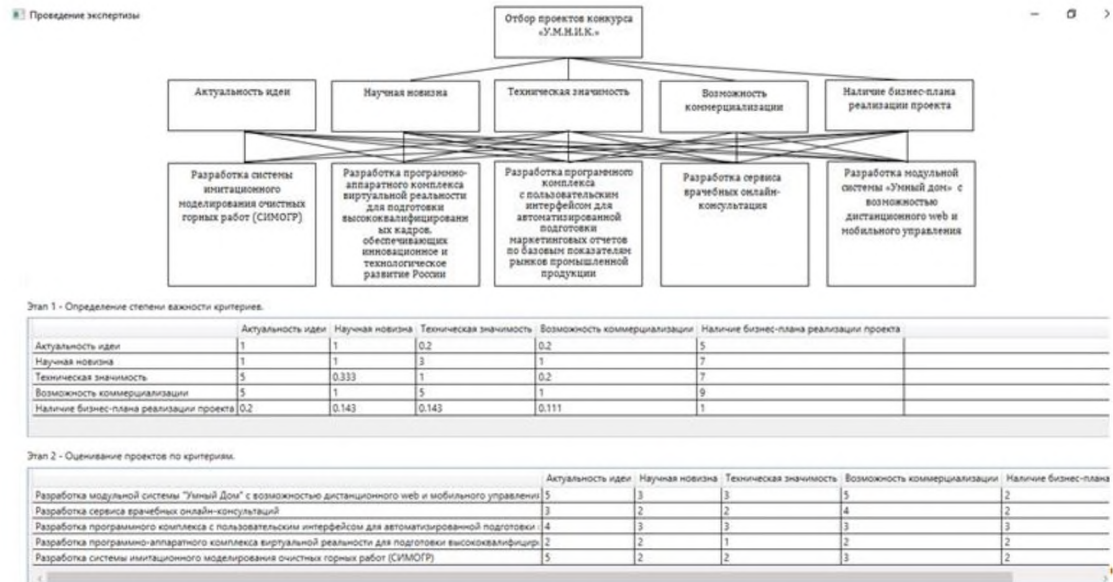


Рисунок 3.59 – Результат проведения экспертизы одним экспертом

Результаты опроса экспертной группы представлены в таблице 3.27.

Таблица 3.27 – Результаты экспертного опроса

Критерий	Альтернативные проекты	Эксперт 1	Эксперт 2	Эксперт 3
C ₁	V ₁	5	5	5
	V ₂	3	2	3
	V ₃	4	3	4
	V ₄	2	3	2
	V ₅	5	4	5
C ₂	V ₁	3	3	3
	V ₂	2	2	3
	V ₃	3	3	3
	V ₄	2	2	1
	V ₅	2	2	3
C ₃	V ₁	3	3	3
	V ₂	2	2	3
	V ₃	3	3	3
	V ₄	1	1	1
	V ₅	2	3	3
C ₄	V ₁	5	5	5
	V ₂	4	4	3
	V ₃	3	3	3
	V ₄	2	2	1
	V ₅	3	2	2

Продолжение таблицы 3.27

Критерий	Альтернативные проекты	Эксперт 1	Эксперт 2	Эксперт 3
C ₅	V ₁	2	2	2
	V ₂	2	1	1
	V ₃	3	3	3
	V ₄	2	3	3
	V ₅	2	2	2

Для дальнейшей возможности обработки экспертных оценок приведем функции принадлежности нечетких подмножеств $U_i = [0; 1]$, следующего вида (табл. 3.28):

Критерий «Актуальность идеи»

$$M \text{ (Высокая актуальность)} = \int_0^{0,25} (-4u + 1)/u \quad (3.1)$$

$$M \text{ (Актуальность выше среднего)} = \int_0^{0,25} (4u)/u + \int_{0,25}^{0,5} (-4u + 2)/u \quad (3.2)$$

$$M \text{ (Средняя актуальность)} = \int_{0,25}^{0,5} (4u - 1)/u + \int_{0,5}^{0,75} (-4u + 3)/u \quad (3.3)$$

$$M \text{ (Низкая актуальность)} = \int_{0,5}^{0,75} (4u - 2)/u + \int_{0,75}^1 (-4u + 4)/u \quad (3.4)$$

$$M \text{ (Неактуально)} = \int_{0,75}^1 (4u - 3)/u \quad (3.5)$$

Критерий «Научная новизна»

$$M \text{ (Абсолютно новая идея)} = \int_0^{0,5} (-2u + 1)/u \quad (3.6)$$

$$M \text{ (Новизна присутствует)} = \int_0^{0,5} (2u)/u + \int_{0,5}^1 (-2u + 2)/u \quad (3.7)$$

$$M \text{ (Новизна отсутствует)} = \int_{0,5}^1 (2u - 1)/u \quad (3.8)$$

Критерия «Техническая значимость»

$$M \text{ (Оказывает большое влияние)} = \int_0^{0,5} (-2u + 1)/u \quad (3.9)$$

$$M \text{ (Оказывает влияние)} = \int_0^{0,5} (2u)/u + \int_{0,5}^1 (-2u + 2)/u \quad (3.10)$$

$$M \text{ (Идея не оказывает никакого влияния)} = \int_{0,5}^1 (2u - 1)/u \quad (3.11)$$

Критерий «Возможность коммерциализации»

$$M \text{ (Очень высокая возможность)} = \int_0^{0,25} (-4u + 1)/u \quad (3.12)$$

$$M \text{ (Высокая возможность)} = \int_0^{0,25} (4u)/u + \int_{0,25}^{0,5} (-4u + 2)/u \quad (3.13)$$

$$M \text{ (Средняя возможность)} = \int_{0,25}^{0,5} (4u - 1)/u + \int_{0,5}^{0,75} (-4u + 3)/u \quad (3.14)$$

$$M \text{ (Низкая возможность)} = \int_{0,5}^{0,75} (4u - 2)/u + \int_{0,75}^1 (-4u + 4)/u \quad (3.15)$$

$$M \text{ (Отсутствует)} = \int_{0,75}^1 (4u - 3)/u \quad (3.16)$$

Критерий «Наличие бизнес-плана реализации проекта»

$$M \text{ (Пошаговый план)} = \int_0^{0,5} (-2u + 1)/u \quad (3.17)$$

$$M \text{ (Приблизительный план)} = \int_0^{0,5} (2u)/u + \int_{0,5}^1 (-2u + 2)/u \quad (3.18)$$

$$M \text{ (План отсутствует)} = \int_{0,5}^1 (2u - 1)/u \quad (3.19)$$

Найдем числовые значения нечетких переменных, отражающих экспертные оценки, предполагая, что уровень совместимости равен 1.

Таблица 3.28 – Числовые значения экспертных оценок по критериям

Критерий	Альтернативные проекты	Эксперт 1	Эксперт 2	Эксперт 3	Среднее значение
C₁	V₁	1	1	1	1
	V₂	0,5	0,25	0,5	0,42
	V₃	0,75	0,5	0,75	0,67
	V₄	0,25	0,5	0,25	0,33
	V₅	1	0,75	1	0,92
C₂	V₁	0,5	0,5	0,5	0,5
	V₂	0,25	0,25	0,5	0,33
	V₃	0,5	0,5	0,5	0,5
	V₄	0,25	0,25	0	0,17
	V₅	0,25	0,25	0,5	0,33
C₃	V₁	0,5	0,5	0,5	0,5
	V₂	0,25	0,25	0,5	0,33
	V₃	0,5	0,5	0,5	0,5
	V₄	0	0	0	0
	V₅	0,25	0,5	0,5	0,42
C₄	V₁	1	1	1	1
	V₂	0,75	0,75	0,5	0,67
	V₃	0,5	0,5	0,5	0,5
	V₄	0,25	0,25	0	0,17
	V₅	0,5	0,25	0,25	0,33
C₅	V₁	0,25	0,25	0,25	0,25
	V₂	0,25	0	0	0,08
	V₃	0,5	0,5	0,5	0,5
	V₄	0,25	0,5	0,5	0,42
	V₅	0,25	0,25	0,25	0,25

Используя усредненные оценки альтернатив по каждому из критериев, сформируем матрицу средних оценок (табл. 3.29).

Таблица 3.29– Матрица средних оценок проектов

	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅
V ₁	1	0,5	0,5	1	0,25
V ₂	0,42	0,33	0,33	0,67	0,08
V ₃	0,67	0,5	0,5	0,5	0,5
V ₄	0,33	0,17	0	0,17	0,42
V ₅	0,92	0,33	0,42	0,33	0,25

После того, как процедура оценки проведена всеми экспертами карточка экспертизы принимает следующий вид (рис. 3.60).

Карточка экспертизы

Наименование экспертизы: Конкурсный отбор программы "Умник"

Направление науки: МАТЕМАТИКА, ИНФОРМАТИКА И НАУКИ О СИСТЕМАХ

Статус: В работе

Проекты-участники: Количество проектов: 5

№	Наименование	Руководитель	Организация	В карточку
32	Разработка модульной системы "Умный Дом" с возможностью дистанционного web и мобильного управления	Степанов А.В.	КузГТУ	В карточку
31	Разработка сервиса врачебных онлайн-консультаций	Панасюк А.С.	КТМА	В карточку
30	Разработка программного комплекса с пользовательским интерфейсом для автоматизированной подготовки маркетинговых отчетов по базовым показателям рынков промыв	Матюшина А.С.	ООО "Проектный офис"	В карточку
29	Разработка программно-аппаратного комплекса виртуальной реальности для подготовки высококвалифицированных кадров, обеспечивающих инновационное и технологич	Трофименко Д.В.	СибГИУ	В карточку
28	Разработка системы имитационного моделирования опасных горных работ (СИМОГР)	Кравчук С. В.	КузГТУ	В карточку

Категории:

Название: Научно-технический уровень разработки

Экономическая эффективность проекта

Критерии:

Название

Актуальность идеи

Научная новизна

Техническая значимость

Возможность коммерциализации

Результат работы экспертной комиссии: [Смотреть результат](#)

Эксперт	Актуальность идеи	Научная новизна	Техническая значимость	Возможность коммерциализации	Наличие бизнес-плана реализации проекта
В карточку Иванова Иван, Иванович	0.105	0.266	0.171	0.427	0.031
В карточку Петров Петр, Петрович	0.184	0.285	0.203	0.3	0.028
В карточку Лисицкина Елена, Алексеевна	0.083	0.152	0.18	0.515	0.07

Рисунок 3.60 – Результат проведения экспертизы всеми экспертами

При этом система позволяет перейти в карточку выставленных оценок каждым экспертом для подробного анализа результата экспертизы.

С помощью алгоритма, описанного в пункте 2.1.1, получаем следующие собственные векторы матрицы совокупного приоритета критериев оценки с учетом оценок всех экспертов: $W_1 = 0,124$, $W_2 = 0,234$, $W_3 = 0,185$, $W_4 = 0,414$, $W_5 = 0,043$.

На следующем шаге производится модификация нечеткого множества оценок проектов, данных экспертами, посредством возведения в степень, соответствующую коэффициенту значимости $W = \{W_1, W_2, \dots, W_m\}$ каждого критерия $C = \{C_1, C_2, \dots, C_m\}$ (табл. 3.28). Затем определяется минимальное значение модифицированной оценки $Q = \{Q_1, Q_2, \dots, Q_m\}$ по каждому проекту $V = \{V_1, V_2, \dots, V_n\}$ (табл. 3.30), которое и представляет собой рейтинг каждого проекта в проводимой экспертизе.

Таблица 3.30 – Модифицированные оценки проектов с учетом коэффициента значимости критериев

C_1	C_2	C_3	C_4	C_5
1	0,855	0,88	1	0,947
0,904	0,778	0,815	0,851	0,905
0,954	0,855	0,88	0,756	0,973
0,879	0,67	0	0,489	0,966
0,99	0,778	0,852	0,639	0,947

Таблица 3.31 – Минимальные модифицированные оценки

Проект	min
V_1	0,855
V_2	0,778
V_3	0,756
V_4	0
V_5	0,639

На основе максиминного критерия Вальда определяется «проект-победитель». Максимальное значение оценки имеет альтернатива V_1 (табл. 3.31), поэтому именно ей следует отдать предпочтение при выборе проекта для поддержки.

Выводы по третьей главе

Разработана информационная система поддержки принятия решений, которая позволяет производить экспертизу инновационных проектов по единому перечню критериев, охватывающему все ключевые аспекты значимости и потенциальной эффективности проектов с точки зрения лица, принимающего решение.

Программный продукт позволяет автоматизировать трудоемкий процесс проведения экспертизы при принятии решений о внедрении инновации в независимости от конкретной сферы применения, «природы» показателей, сложности оцениваемого проекта и числа экспертов. Система позволяет учитывать как количественные, так и качественные критерии в совокупности с учетом их большого числа, что сделает принятия решений комфортным, технологичным, а главное – эффективным. Производить оценку с помощью разработанной системы возможно как очно, так и в дистанционном режиме, что позволяет организовывать работу экспертов более оперативно.

На разработанную систему получены свидетельства о регистрации программы для ЭВМ №2017662964 от 22.11.2017 «Информационная система для поддержки принятия решений на основе нечеткого логического вывода», №2016619383 от 18.08.2016 «Информационная система для поддержки принятия решений на основе методов системного анализа» [161-162].

Продемонстрирована работа системы на основе данных о проведенном конкурсном отборе инновационных проектов «УМНИК».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диссертация является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной задачи разработки методического и программного обеспечения, базирующегося на комплексном использовании метода анализа иерархий и элементов нечеткой логики и имеющего существенное значение для поддержки принятия решений при оценке инновационных проектов.

В рамках исследования получены следующие результаты:

1. Рассмотрены и проанализированы организационные и методические основы процесса оценки инновационных проектов в Российской Федерации, выполнен обзор и анализ критериев и методов проведения экспертизы инновационных проектов, в результате чего выявлены принципиальные отличия инновационных проектов от инвестиционных проектов.

2. На основе анализа информационно-эмпирической базы собранных данных о проводимых конкурсных отборах инновационных проектов сформирован базовый комплекс критериев их оценки, сгруппированных в 6 тематических блоков в зависимости от характера оцениваемой информации. При формировании комплекса учтена специфика инновационных проектов, отличающая их от инвестиционных, что позволяет производить оценку проектов не только на основе финансовых критериев доходности, но и учитывать прочие виды потенциальной эффективности инноваций.

3. Предложена формализованная в виде алгоритма методика оценки инновационных проектов, базирующаяся на комплексном использовании метода анализа иерархий Т. Саати и элементов нечеткой логики, что позволяет производить оценку как по количественным критериям, так и по качественным. С использованием методики процедура проведения оценки проектов принимает четкий формализованный вид, базируясь на строгом математическом аппарате, а с другой стороны позволяет экспертам производить оценку на естественном для них языке, выражая результат такой оценки в виде лингвистических параметров.

4. Спроектированы и созданы базы данных для хранения сведений, используемых при проведении экспертиз инновационных проектов с применением разработанной информационной системы поддержки принятия решений.

5. Разработанный алгоритм реализован в составе оригинальной информационной системы поддержки принятия решений, что позволяет производить автоматизированный расчет рейтинга инновационных проектов, снижая временные и интеллектуальные затраты экспертов. Система позволяет производить оценивание вне зависимости от сферы применения инновации, количества экспертов и критериев, что делает процедуру принятия решений обоснованной и оперативной.

6. Работоспособность разработанной методики и информационной системы поддержки принятия решений подтверждена результатами их использования при проведении исследований в рамках гранта, поддержанного Российским гуманитарным научным фондом и Российским фондом фундаментальных исследований № 16-32-00062 «Управление инновациями: комплексный подход на основе методов системного анализа и нечеткой логики», использованием в методических материалах к курсу «Математические и инструментальные методы поддержки принятия решений» в КузГТУ, а также применением управлением образования Администрации г. Кемерово для оценки исследовательских работ в рамках проведения XXI городской научно-практической конференции школьников «ИНТЕЛЛЕКТУАЛ».

7. На разработанные программные продукты и базы данных получены свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ и баз данных: №2016621203 от 01.09.2016 «База данных для поддержки принятия решений на основе методов системного анализа», № 2016619383 от 18.08.2016 «Информационная система поддержки принятия решений на основе методов системного анализа», № 2017621349 от 22.11.2017 «База данных для принятия решений на основе нечеткого логического вывода», № 2017662964 от 22.11.2017 «Информационная система поддержки принятия решений на основе нечеткого логического вывода».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Круглов, В.Н. Эволюция теории инноваций в зарубежной и отечественной науке / В.Н. Круглов, С.А. Пауков // Региональная экономика: теория и практика. – 2016. – №5. – С. 6-24. – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://rucont.ru/efd/408061>.
2. Зинов, В.Г. Менеджмент инноваций: Кадровое обеспечение. – М.: Дело, 2005. – 496 с.
3. Bogers, M. Managing Distributed Innovation: Strategic Utilization of Open and User Innovation. Creativity and Innovation Management. – 2012, vol. 21, pp. 61-75. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1467-8691.2011.00622.x>.
4. Санто, Б. Инновация как средство экономического развития / Общ. ред. и вступ. ст. Б.В. Сазонова. – М.: Прогресс, 1990. – 296 с.
5. Твисс, Б. Управление научно-техническими нововведениями: сокр. пер. с англ. / Авт. предисл. и науч. ред. К.Ф. Пузыня. – М.: Экономика, 1989. – 271 с.
6. Фатхутдинов, Р.А. Инновационный менеджмент: Учебник для вузов. 5-е изд. – СПб.: Питер, 2005. – 448 с.
7. Кокурин, Д.И. Инновационная экономика (управленческий и маркетинговый аспекты): монография / В.С. Волков, Е.И. Сафиуллина, К.Н. Назин. – М.: Экономика, 2011. – 532 с.
8. Гунин, В.И. Управление инновациями: 17-модульная программа для менеджеров «Управление развитием организации». Модуль 7 / В.Н. Гунин, В.П. Баранчев, В.А. Устинов и др. – М.: ИНФРА-М, 1999. – 328 с.
9. Завлин, П.Н. Основы инновационного менеджмента. – М.: Экономика, 2000. – 475 с.
10. Новейший англо-русский словарь, русско-английский словарь. – М.: ИКТЦ Лада, 2011. – 960 с.
11. Комлев, Н.Г. Словарь иностранных слов. – М.: Эксмо-Пресс, 2000. – 1308 с.
12. Ерохина, Е.В. Управление инновационной деятельностью в регионах: экономика, кластеры, логистика: научное издание. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2013. – 368 с.
13. Полушкина, И.Н. Сущность инноваций и проблема перехода к инновационной экономике в России / И.Н. Полушкина, И.Ю. Малявина // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского, 2012. – №2. – С. 229-233.

14. Сибирская, Е.В. Инновационная деятельность в национальной экономике: содержание и структура / Е.В. Сибирская, О.А. Строева, С.Н. Мартов // Инновации, 2014. – №5. – С. 30-33.
15. Рыковский, И.М. Аудит инновационного менеджмента // Наука и инновации. – 2012. – №11. – С. 47-50.
16. Фатхутдинов, Р.А. Производственный менеджмент: учебник для вузов. 4-е изд. – СПб.: Питер, 2003. – 491 с.
17. Ильдеменов, С.В. Операционный менеджмент: учебник / С.В. Ильдеменов, А.С. Ильдеменов, С.В. Лобов. – М.: Инфра-М, 2015. – 338 с.
18. Руководство Осло: рекомендации по сбору и анализу данных по инновациям. Москва / Совместная публикация ОЭСР и Евростата. – М. – 2006. – 192 с.
19. Сергеев, В.А. Основы инновационного проектирования: учебное пособие / В.А. Сергеев, Е.В. Кипчарская, Д.К. Подымало. – Ульяновск: УлГТУ, 2010. – 246 с.
20. Концепция инновационной политики Российской Федерации на 1998-2000 годы: постановление Правительства Российской Федерации от 24.08.1998 №832. – М. – 1998. – 220 с.
21. Федеральный закон «О науке и государственной научно-технической политике» от 23.08.1996 № 127-ФЗ (последняя редакция) – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_11507/.
22. Кондратьев, Н.Д. Большие циклы конъюнктуры и теория предвидения. – М.: Экономика, 2002. – 767 с.
23. Freeman, C. The Economics of Industrial Innovation. Harmondsworth: Penguin Modern Economic Texts, London, 1974. – 322 p.
24. Друкер, П.Ф. Бизнес и инновации. – М.: Изд. дом «Вильямс», 2007. – 432 с.
25. Глазьев, С.Ю. О стратегии устойчивого развития экономики России // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. – 2013. – №1 (25). – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/o-strategii-ustoychivogo-razvitiya-ekonomiki-rossii>.
26. Варшавский, А.Е. Идеи академика А.И. Анчишкина и проблемы инновационного развития России // Мир новой экономики, 2013. – №3-4. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/idei-akademika-a-i-anchishkina-i-problemy-innovatsionnogo-razvitiya-rossii>.
27. Яковец, Ю.В. Грамматика инноваций и стратегия инновационного прорыва. Пособие для молодых инноваторов. – М.: МИСК, 2015. – 43 с.

28. Hall, Bronwyn H. Innovation and Productivity (June 2011). NBER Working Paper No. w17178 – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ssrn.com/abstract=1879040>.
29. Джети Сенгупта. Теория инноваций: новая парадигма роста. – М., 2014. – 140 с.
30. Мюллер, Р.У. Сущность и классификация инноваций // Фундаментальные исследования. – 2012. – № 6-1. – С. 244-248.
31. Яшин, С.Н. Анализ эффективности инновационной деятельности: учеб. пособие / С.Н. Яшин, Е.В. Кошелев, С.А. Макаров. – СПб.: БХВ-Петербург, 2012. – 288 с.
32. ГОСТ Р ИСО 9004-2019 Менеджмент качества. Качество организации. Руководство по достижению успеха организации. – М.: Стандартинформ, 2019. – 62 с.
33. Зинов, В.Г. Инновационное развитие экономики и управление им // Общество и экономика. – 2006. – №6. – С. 43-103.
34. Мукайаров, А.А. Адаптация инновационных банковских продуктов и услуг в российской банковской системе: дис. ... канд. техн. наук: 08.00.10. – М., 2016. – 171 с.
35. Пятецкий, В.Е. Управление инновационными процессами: организационные аспекты инновационного менеджмента / В.Е. Пятецкий, А.Л. Генкин, В.П. Разбегин. – Москва, 2013. – 125 с.
36. Распоряжение Правительства РФ от 17.11.2008 №1662-р (ред. от 08.08.2009) «О Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года» (вместе с «Концепцией долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года») // Собрание законодательства РФ. – 24.11.2008. – №47. – ст. 5489.
37. Национальный центр по мониторингу инновационной инфраструктуры научно-технической деятельности и региональных инновационных систем (НИАЦ МИИРИС). – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.miiris.ru/>.
38. Индикаторы инновационной деятельности 2018: статистический сборник ВШЭ. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.hse.ru/primarydata/ii2018>.
39. Захарова, А.А. Модели и программное обеспечение поддержки принятия стратегических решений в социально-экономических системах на основе экспертных знаний: дис. ... док. техн. наук: 05.13.10. – Томск, 2017. – 408 с.

40. Hollanders, H. Rethinking the European Innovation Scoreboard: a revised methodology for 2008-2010 / H. Hollanders, A. van Cruysen. // Output paper for the workshop on Improving the European Innovation Scoreboard methodology. – Brussels, 2008. – 44 p.
41. Шишов, В.В. Инструмент диагностики и анализа инновационной системы - портал «Барометр Российских Инноваций» / В.В. Шишов, В.А. Ануфриев, П.Л. Отоцкий // Международная конференция Восьмой международный форум «Высокие технологии XXI века». – М., 2007. – С.189-192.
42. Максимов, Ю.М. Инновационное развитие экономической системы: обобщенный показатель / Ю.М. Максимов, С.Н. Митяков, О.И. Митякова // Инновации. – 2006. – №5. – С. 47-49.
43. Матвиенко, С.В. Формирование и развитие региональных и макрорегиональных инновационных систем: финансовое, кадровое и организационное обеспечение. – СПб.: СПбГИЭУ, 2007. – 324 с.
44. Маслобоев, А.В. Метод и технология оценки эффективности инноваций на начальных этапах жизненного цикла на основе математического аппарата / А.В. Маслобоев, В.В. Максимова // Теории нечетных множеств. Труды Кольского научного центра РАН. – 2010. – №3. – С. 50-66.
45. Елохова, И.В. Современные проблемы оценки экономической эффективности инновационных проектов / И.В. Елохова, С.И. Маслобоева // Вестник пермского университета. – 2014. – №3. – С. 74-81.
46. Джурабаева, Г.В. Система показателей комплексной оценки эффективности инновационных проектов с учетом риска финансирования нововведений // Организатор производства. – 2007. – №3. – С. 56-60.
47. Бажиров, К.Н. Управление инновационным проектом промышленного предприятия / К.Н. Бажиров, Б.А. Мархаева, Р.С. Сальманов // Вестник Казанского технологического университета. – 2011. – №14. – С. 244-247.
48. Ильин, С.Н. Оценка социально-экономической эффективности инновационных проектов / С.Н. Ильин, И.С. Кошель // Известия Юго-Западного государственного университета. – 2013. – №4. – С.59-64.
49. Ковалева, Н.А. Критерии определяющие эффективность инновационных проектов // Риск: ресурсы, информация, снабжение, конкуренция. – 2009. – №2. – С. 123-126.
50. Харитонов, В.А. Количественный анализ уровней риска на основе универсальной бинарной модели предпочтения лицом, принимающим решение (ЛПР) /

В.А. Харитонов, А.О. Алексеев // Вестник Пермского университета, Сер.: Экономика. – 2009. – №2. – С.13-23.

51. Рогачева, Г.И. Эффективность инновационно-инвестиционных проектов: критерии, особенности оценки // Ресурсы. Информация. Снабжение. Конкуренция. – 2013. – №2. – С.248-251.

52. Тумина, Т.А. Методология оценки эффективности инновационной деятельности // Транспортное дело России. – 2008. – №25. – С. 46-49.

53. Земскова, О.Н. Анализ эффективности заемного финансирования инновационной деятельности предприятия // Экономические науки. – 2010. – №62. – С. 391-396.

54. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов: утв. Минэкономки РФ, Минфином РФ, Госкомстроем РФ ВК 477 от 21.06.1999, вторая редакция. – М.: Экономика, 2000. – 414 с.

55. Богомолова, А. В. Управление инновациями: Учебное пособие. – Томск: ТУСУР, 2012. – 144 с.

56. Mc' Grath, R.E. Assessing Technology Project Using Real Option Reasoning / R.E. Mc' Grath, I.C. Mc' Millan // RTM. – 2000. – Vol. 43. – No.4. – P. 35-49.

57. Caplan, R.S. Using the Balanced Scorecard as a Strategic Management System / R.S. Caplan, D.P. Norton // Harvard Business Review, 1996. – P. 75-85.

58. Davis, J. Determining a project's probability of success / J. Davis, A. Fusfeld, E. Scriven, G. Tritle // RTM. – 2001. – Vol. 44. – No. 4. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://doi.org/10.1080/08956308.2001.11671430>.

59. Ротштейн, А.П. Медицинская диагностика на нечеткой логике. – Винница: Континент-Прим, 1996. – 132 с.

60. Миночкин, Д.В. Экономическая оценка альтернатив при стратегическом планировании развития угледобывающих предприятий: дис. ... канд. экон. наук: 08.00.05 / Миночкин Денис Владимирович. – Москва, 2008. – 105 с.

61. Козлов, В.Н. Системный анализ, оптимизация и принятие решений: учебное пособие. – М.: Проспект, 2012. – 176 с.

62. Системный анализ и принятие решений: Словарь-справочник: учеб. пособие для вузов / Под ред. В.Н. Волковой, В.Н. Козлова. – М.: Высш. шк., 2004. – 616 с.

63. Трофимова, Л.А. Управленческие решения (методы принятия и реализации): учебное пособие / Л.А. Трофимова, В.В. Трофимов. – СПб.: Изд-во СПбГУЭФ, 2011. – 190 с.

64. Малинина С.Е. Современные проблемы оценки экономической эффективности инновационных проектов // Креативная экономика. – 2014. – Том 8. – № 4. – С. 16-27.
65. Андрейчиков, А.В. Анализ, синтез, планирование решений в экономике. – М.: Финансы и статистика, 2000. – 368 с.
66. Литвак, Б.Г. Экспертная информация: методы получения и анализа. – М.: Радио и связь, 1982. – 184 с.
67. Ушачева, И.Г. Инновационная деятельность в агропромышленном комплексе России / И.Г. Ушачева, Е.С. Оглобина, И.С. Санду, А.И. Трубилина. – М.: Экономика и информатика, 2006. – 374 с.
68. Маслобоев, А.В. Математические модели и методы оценки экономической эффективности инновационных структур / А.В. Маслобоев, В.А. Путилов // Информационные технологии в региональном развитии. – Апатиты, 2009. – Выпуск 9. – С. 6-16.
69. Богацкий, Р.О. Технология волшебства: исследование и оценка эффективности инноваций // Креативная экономика. – 2010. – № 3. – С. 70-74.
70. Абакумов, Р.Г. Методы оценки эффективности инновационных проектов / Р.Г. Абакумов, Е.Ю. Подоскина // Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. – 2016. – №1 (11). – С. 9-13.
71. Архангельский, Н.Е. Экспертные оценки и методология их использования / Н.Е. Архангельский, С.А. Валуев, В.А. Половников, А.М. Черногорский. – М.: Изд-во МЭСИ, 1974. – 125 с.
72. Кузовков, Д.В. Применение экспертно-квалиметрического подхода к оценке эффективности инноваций и выбору поставщика оборудования в сфере инфокоммуникаций // Век качества. – 2009. – №1. – С. 30-33.
73. Мешков, Н.А. Исследование систем управления: управление инновациями и инвестициями: учебное пособие. – М.: МИЭМ, 2011. – 106 с.
74. Шляхто, И.В. Оценка инновационного потенциала промышленного предприятия // Вестник Брянского государственного технического университета. – 2006. – №1 (9). – С. 109-115.
75. Першина, Е.Л. Интеллектуальные системы поддержки принятия решений: комплексы программ, модели, методы, приложения. – Омск: СибАДИ, 2010. – 204 с.
76. Ларичев, О.И. Наука и искусство принятия решений. – М.: Наука, 1979. – 220 с.

77. Емельянов, С.В. Многокритериальные методы принятия решений / С.В. Емельянов, О.И. Ларичев. – М.: Наука, 1985. – 64 с.
78. Кини, Р.Л. Принятие решений при многих критериях: замещения и предпочтения: пер. с англ. / Р.Л. Кини, Х. Райфа. – М.: Радио и связь, 1981. – 560 с.
79. Саати, Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий: пер. с англ. – М.: Радио и связь, 1993. – 278 с.
80. Петровский, А.Б. Теория и методы принятия решений. – Таганрог: Изд-во ЮФУ, 2013. – 165 с.
81. Анохин, А.М. Комплексное оценивание и оптимизация на моделях многомерных объектов / А.М. Анохин, В.Б. Гусев, В.В. Павельев. – М., 2003. – 80 с.
82. Заде, Л.А. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений / Л.А. Заде; пер. с англ. Н.И. Ринго; под. ред. Н.Н. Моисеева, С.А. Орловского. – М.: Мир, 1976. – 167 с.
83. Борисов, А.Н. Модели принятия решений на основе лингвистической переменной / А.Н. Борисов, А.В. Алексеев, О.А. Крумберг. – Рига: Зинатне, 1982. – 256 с.
84. Борисов, А.Н. Принятие решений на основе нечетких моделей. Примеры использования / А.Н. Борисов, О.А. Крумберг, И.П. Федоров. – Рига: Зинатне, 1990. – 184 с.
85. Борисов, В.В. Нечеткие модели и сети / В.В. Борисов, В.В. Круглов, А.С. Федулов. – М.: Горячая линия-Телеком, 2007. – 284 с.
86. Бочарников, В.П. Fuzzy-технология: Математические основы. Практика моделирования в экономике / В.П. Бочарников. – СПб: Наука, 2001. – 328 с.
87. Жуковин, В.Е. Нечеткие многокритериальные модели принятия решений. – Тбилиси: Мецниереба, 1988. – 71 с.
88. Кофман, А. Введение в теорию нечетких множеств. – М.: Радио и связь, 1982. – 432 с.
89. Нейман, Дж. Теория игр и экономическое поведение / Дж. Нейман, О. Моргенштерн. – М.: Наука, 1970. – 708 с.
90. Мак Кинси, Дж. Введение в теорию игр. – М.: Физматгиз, 1960. – 420 с.
91. Воробьев, И.Н. Матричные игры. – М.: Физматгиз, 1961. – 280 с.
92. Новиков, Д.А. Рефлексивные игры / Д.А. Новиков, А.Г. Чхартишвили. – М.: СИНТЕГ, 2003. – 149 с.
93. Емельянов, А.А. Имитационное моделирование экономических процессов / А.А. Емельянов, Е.А. Власова, Р.В. Дума. – М.: Финансы и статистика, 2005. – 368 с.

94. Бурков, В.Н. Применение игрового имитационного моделирования для оценки эффективности экономических механизмов / В.Н. Бурков, Г.С. Джавахадзе, Н.И. Динова, А.В. Щепкин. – М.: ИПУ РАН, 2003. – 51 с.
95. Барский, А.Б. Нейронные сети: распознавание, управление, принятие решений. – М.: Финансы и статистика, 2004. – 176 с.
96. Хайкин, С. Нейронные сети: полный курс, 2-е изд.: Пер. с англ. – М.: И.Д. Вильямс, 2016. – 1104 с.
97. Кузнецов, О.П. Искусственный интеллект и когнитивные науки // Информационно-измерительные и управляющие системы. – 2013. – № 5. – С.16-24.
98. Кулинич, А.А. Компьютерные системы моделирования когнитивных карт: подходы и методы // Проблемы управления. – 2010. – №3. –С. 2-16.
99. Силов, В.Б. Принятие стратегических решений в нечеткой обстановке. – М.: ИНПРО-РЕС, 1995. – 228 с.
100. Новичихин, А.В. Когнитивное моделирование для диагностики социально-экономических систем топливно-сырьевого региона / А.В. Новичихин, В.Н. Фрянов // Экономика и менеджмент систем управления. – 2014. – №2 (12). – С. 72-83.
101. Кравченко, Т.К. Экспертная система поддержки принятия решений / Т.К. Кравченко // Открытое образование. – 2010. – № 6. – С.147-156.
102. Орлов, А.И. Организационно-экономическое моделирование: учебник: в 3 ч. Ч. 2: Экспертные оценки. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. – 486 с.
103. Ширяев, А.Н. Вероятностно-статистические методы в теории принятия решений / А.Н. Ширяев. – М.: МЦНМО, 2011. – 144 с.
104. Орлов, А.И. Теория экспертных оценок в нашей стране // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2013. – № 93. – С. 1-11.
105. Перегудов, Ф.И. Введение в системный анализ / Ф.И. Перегудов, Ф.П. Тарасенко. – М.: Высшая школа, 1989. – 367 с.
106. Волкова, В.Н. Теория систем и системный анализ: учебник для бакалавров / В.Н. Волкова, А.А. Денисов. – М.: Издательство Юрайт, 2012. – 679 с.
107. Панкова, Л.А. Организация экспертизы и анализ экспертной информации. – М.: Наука, 1984. – 120 с.
108. Зак, Ю.А. Принятие многокритериальных решений. – М.: Экономика, 2011. – 236 с.
109. Лотов, А.В. Многокритериальные задачи принятия решений: учебное пособие. – М.: МАКС Пресс, 2008. – 197 с.

110. Баранова, Е.К. Информационная безопасность и защита информации: учебное пособие / Е.К. Баранова, А.В. Бабаш. – М.: ЕАОИ, 2012. – 311 с.
111. Митихин, В.Г. Применение метода анализа иерархий в практике психосоциальной реабилитации в программе дестигматизации: методические рекомендации / В.С. Ястребов, В.Г. Митихин. – М.: Изд-во ЗАО Юстицинформ, 2009. – 26 с.
112. Грачев, В.А. Организационно-технологические решения капитального ремонта магистральных газопроводов: дис. ... док. техн. наук: 25.00.19. – Уфа, 2010. – 296 с.
113. Литвин, В.Г. Метод анализа иерархий на службе менеджеров российских предприятий // Экономика и коммерция. – 2003. – №1-2. – С. 52-58.
114. Трухаев, Р.И. Модели принятия решений в условиях неопределенности. – М.: Наука, 1981. – 258 с.
115. Таганов, А.И. Основы идентификации, анализа и мониторинга проектных рисков качества программных изделий в условиях нечеткости. – М.: Горячая линия - Телеком, 2012. – 224 с.
116. Усков А.А. Интеллектуальные системы управления на основе методов нечеткой логики / А.А. Усков, В.В. Круглов. – Смоленск: СГК, 2003. – 177 с.
117. Кузнецов, Г.В. Критерии оценки качества проектов создания инновационной продукции // Транспортное дело России. – 2008. – № 4. – С. 106-108.
118. Чудаев, Д.А. Формирование системы критериев оценки инвестиционно-инновационных проектов и программ / Д.А. Чудаев, Г.Я. Белякова // Сибирский журнал науки и технологий. – 2010. – №4. – С. 170-173.
119. Жилиева, А.С. Универсальная система критериев оценки инновационных проектов / А.С. Жилиева, Н.Б. Культин // Инновации. – 2017. – №10. – С. 100-105.
120. Смородинов, Р.В. Показатели оценки эффективности инновационно-инвестиционных проектов наукоемких производств / Р.В. Смородинов, Н.И. Смородинова // Сибирский журнал науки и технологий. – 2014. – №5. – С. 295-298.
121. Кузнецов, В.В. Многокритериальная оценка инновационных проектов / В.В. Кузнецов, А.П. Лящевский, А.Н. Крайнюков // Вестник Саратовского государственного технического университета. – 2007. – №2. – С. 182-187.
122. Баев, Л.А. Иерархическая модель принятия многокритериальных решений регионального управления малым инновационным бизнесом / Л.А. Баев, М.Ю. Литке // Вестник Южно-Уральского государственного университета. – 2011. – №21. – С. 93-97.

123. Баев, Л.А. Теоретические основы принятия многокритериальных решений в управлении инновационными проектами малого бизнеса: региональный аспект / Л.А. Баев, М.Ю. Литке // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Экономика и менеджмент. – 2011. – №8. – С. 46-53.

124. Митрофанов, Е.П. Методы оценки эффективности инновационных проектов информационно-коммуникационных технологий региона // Вестник Чувашского университета. – 2009. – №3. – С. 470-475.

125. Раевская, Е.А. Информационная база критериев оценки инновационных проектов для системы поддержки принятия решений по управлению инновациями / Е.А. Раевская, Т.В. Сарапулова // Инновационный конвент «Кузбасс: образование, наука, инновации»: материалы Инновационного конвента. – Новокузнецк: Изд. центр СибГИУ, 2016. – С. 406 - 408.

126. Раевская, Е.А. Методика и программное обеспечение экспертизы инноваций на основе нечеткого логического вывода и методов системного анализа / Е.А. Раевская, А.Г. Пимонов, Т.В. Сарапулова // Экономика и менеджмент систем управления. – 2017. – №4.3(26). – С. 392-400.

127. Раевская, Е.А. Интеллектуальная информационная система для оценки профессиональных компетенций на основе методов системного анализа / Е.А. Раевская, С.О. Воронин // Молодежь и наука: сборник материалов IX Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых с международным участием, посвященной 385-летию со дня основания г. Красноярска. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т., 2013. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://conf.sfu-ras.ru/sites/mn2013/section044.html>.

128. Раевская, Е.А. Программный комплекс поддержки принятия решений на основе методов системного анализа // Вестник экономического научного общества студентов и аспирантов № 41 / Межвузовский студенческий научный журнал. Bulletin of students' economic scientific society. – 2014. – № 41. – СПб: Изд-во МБИ. – С.86-101.

129. Раевская, Е.А. Поддержка принятия решений в задачах управления инновациями на основе методов организации сложных экспертиз и нечеткой логики // Современные технологии поддержки принятия решений в экономике: сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2015. – С. 53-55.

130. Раевская, Е.А. Оценка коммерческого потенциала инновационных проектов на основе теории нечетких множеств // Сборник материалов VII Всероссийской,

научно-практической конференции с международным участием «Россия молодая», 21-24 апр. 2015 г. – Кемерово, 2015. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://science.kuzstu.ru/wp-content/Events/Conference/RM/2015/RM15/pages/Articles/IITMA/5/51.pdf>.

131. Раевская, Е.А. Поддержка принятия решений при управлении инновациями на угольных предприятиях / Е.А. Раевская, А.Г. Пимонов // Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции «Фундаментальные и прикладные проблемы в горном деле». – Междуреченск, 2016. – С. 265-270.

132. Раевская, Е.А. Методы управления инновациями и автоматизация процедуры проведения экспертизы инновационных проектов / Е.А. Раевская, Т.В. Сарапулова // VIII Всероссийская 61 научно-практическая конференция молодых ученых с международным участием: сборник материалов. – Кемерово: КузГТУ, 2016. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://science.kuzstu.ru/wp-content/Events/Conference/RM/2016/RM16/pages/Articles/IITMA/12/59.pdf>.

133. Раевская, Е.А. Проведение экспертизы научных проектов с использованием метода анализа иерархий и аппарата нечеткой логики / Е.А. Раевская, Т.В. Сарапулова, А.Г. Пимонов // Природные и интеллектуальные ресурсы Сибири. Сибресурс 2016. Материалы XVI Международной научно-практической конференции, 23-24 ноября 2016 г., Кемерово / ФГБОУ ВО «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т.Ф. Горбачева». – Кемерово, 2016. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://science.kuzstu.ru/wp-content/Events/Conference/Sibresource/2016/materials/page/Articles/sovremennye_puti_razvitiya_informacionnyh_tehnologiy,_mashinostroeniya_i_avtotransporta/138.pdf.

134. Раевская, Е.А. Управление инновациями в сфере информационных технологий: комплексный подход на основе методов системного анализа и нечеткой логики / Е.А. Раевская, А.Г. Пимонов // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Информационно-телекоммуникационные системы и технологии». – Кемерово, 2018. – С. 9-11.

135. Раевская, Е.А. Экспертное оценивание эколого-экономических рисков внедрения инноваций горного машиностроения угледобывающими предприятиями на основе нечеткого логического вывода / Е.А. Раевская, А.Г. Пимонов, В.Г. Михайлов // Инновации в машиностроении. Сборник трудов X Международной научно-практической конференции. – Кемерово, 2019. – С. 747-753.

136. Раевская, Е.А. Нечеткий логический вывод в решении многокритериальной задачи экспертизы инновационных проектов / Е.А. Раевская, Т.В. Сарапулова //

Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции «Информационно-телекоммуникационные системы и технологии». – Кемерово, 2017. – С. 395-397.

137. Пимонов, А.Г. Управление инновациями на основе нечеткой логики и метода анализа иерархий / А.Г. Пимонов, Е.А. Раевская, Т.В. Сарапулова // Инжиниринг предприятий и управление знаниями (ИП&УЗ-2017): сборник научных трудов XX юбилейной Всероссийской научной конференции: в 2 т. – М.: ФГБОУ ВО «РЭУ им. Г. В. Плеханова», 2017. – С. 167-174.

138. Раевская, Е.А. Использование аппарата теории нечетких множеств для оценки коммерческого потенциала инновационных проектов / Инновационный конвент «Кузбасс: образование, наука, инновации»: материалы Инновационного конвента / Сиб. гос. индустр. ун-т. – Кемерово; Новокузнецк: Изд. Центр СибГИУ, 2014. – С. 330-332.

139. Раевская, Е.А. Алгоритмизация проведения сложных экспертиз на основе методов системного анализа / Е.А. Раевская, А.Г. Пимонов // Алгоритмические и программные средства в информационных технологиях, радиоэлектронике и телекоммуникациях: сб. статей I международной заочной научно-технической конференции. Ч. 1. – Тольятти: Изд-во ПВГУС, 2013. – С. 117-121.

140. Раевская, Е.А. Разработка экспертной системы оценки инновационного потенциала предприятия на основе теории нечетких множеств / Перспективы развития информационных технологий: Труды Всероссийской молодежной научно-практической конференции, г. Кемерово, 29-30 мая 2014 г. – Кемерово: КузГТУ, 2014. – С. 111-113.

141. Барбара, А.Д. Методы и алгоритмы численной оценки трудового потенциала инженерно-технических работников для системы поддержки принятия решений в задачах управления персоналом / А.Д. Барбара, Е.А. Раевская, А.Г. Пимонов // Вестник Кемеровского государственного университета. – 2015. – №1. – С. 6-12.

142. Раевская, Е.А. Применение методов многокритериальной оптимизации в системах поддержки принятия решений / Материалы 51-й Международной научной студенческой конференции «Студент и научно-технический прогресс»: Информационные технологии / Новосиб. гос. ун-т. Новосибирск, 2013. – С. 234.

143. Раевская, Е.А. Алгоритм оценки инновационных проектов на основе методов системного анализа и нечеткой логики / Е.А. Раевская, Т.В. Сарапулова // Сборник материалов IX Всероссийской научно-практической конференции с международным

участием «Россия молодая», Кемерово. – 2017. – [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://science.kuzstu.ru/wp-content/Events/Conference/RM_2017/RM17/pages/Articles/0403008.

144. Раевская, Е.А. Процедура комплексной оценки инновационных проектов, основанная на алгоритмах нечеткой логики / Е.А. Раевская, А.Г. Пимонов, Т.В. Сарапулова // Сборник лучших статей VIII Всероссийской, 61 научно-практической конференции молодых ученых, 19-22 апреля 2016 г. / Редкол.: О. В. Тайлаков (отв. редактор) [и др.]; Кемерово: КузГТУ. – 2016. – С. 386-390.

145. Раевская, Е.А. База данных для поддержки принятия решений на основе методов системного анализа / Е.А. Раевская, А.Г. Пимонов, Т.В. Сарапулова // Свидетельство об официальной регистрации базы данных №2016621203; заяв. 04.07.2016; зарегистрировано в Реестре баз данных 01.09.2016.

146. Раевская, Е.А. База данных для поддержки принятия решений на основе нечеткого логического вывода / Е.А. Раевская, А.Г. Пимонов, Т.В. Сарапулова, И.А. Гордеев // Свидетельство об официальной регистрации базы данных №201762349; заяв. 02.10.2017; зарегистрировано в Реестре баз данных 22.11.2017.

147. ExpertChoice for Collaborative Decision Making. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.expertchoice.com>.

148. Decision Lens. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.decisionlens.com>.

149. Император 3.1. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.neirosplav.com>.

150. СППР «Выбор». – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ciritas.ru/product.php?id=10>.

151. MPRIORITY. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.tomaCechoice.com/mpriority.html>.

152. Олейников, Д.П. Система поддержки принятия решений «УНИКУМ» / Д.П. Олейников, Л.Н. Бутенко, С.П. Олейников // Программные продукты и системы. – 2014. – № 1. – С. 97-106.

153. Super Decisions Software / Creative Decision Foundation. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.superdecisions.com>.

154. WinEXP+. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.teleform.ru/pages/0002/0006/0001/0002.html>.

155. Лаборатория геоинформатики. Система поддержки принятия решений СППР «Эксперт». – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.lab12.geosys.ru/pageslab/lab12_expert.html.

156. Пакет CubiCalc. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.docme.ru/doc/266930/paket-cubicalc>.

157. Пакет FuzzyCulc. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.sergioforex.com/kulikov42.1.html>.

158. Система «Парус-Аналитика». – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: – businesspress.ru/newspaper/article_mId_37_aId_9071.html.

159. Пакет «Anylogic». – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: – <https://www.anylogic.ru>.

160. Сарапулова, Т.В. Методы и алгоритмы численного анализа экономических процессов региона: дис. канд. техн. наук: 05.13.10. – Кемерово, 2013. – 131 с.

161. Раевская, Е.А. Информационная система для поддержки принятия решений на основе методов системного анализа / Е.А. Раевская, А.Г. Пимонов // Свидетельство об официальной регистрации программ для ЭВМ № 2016619383; заяв. 04.07.2016; зарегистрировано в Реестре баз данных 18.08.2016.

162. Раевская, Е.А. Информационная система для поддержки принятия решений на основе нечеткого логического вывода / Е.А. Раевская, А.Г. Пимонов // Свидетельство об официальной регистрации программ для ЭВМ № 2017662964; заяв. 02.10.2017; зарегистрировано в Реестре баз данных 22.11.2017.

163. Раевская, Е.А. Система поддержки принятия решений на основе методов системного анализа // Инновации в технологиях и образовании: сб. ст. участников VI Международной научно-практической конференции «Инновации в технологиях и образовании» (17–18 мая 2013 г.): в 4 частях. Ч. 2. – Белово: Изд-во филиала КузГТУ в г. Белово, Россия; Изд-во университета «Св. Кирилла и Св. Мефодия», Велико Тырново, Болгария, 2013. – С. 222-226.

164. Раевская, Е.А. Программный инструментарий поддержки принятия решений на основе методов системного анализа / Е.А. Раевская, А.Г. Пимонов // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2013. – №5. – С. 154-159.

165. Раевская, Е.А. Программный инструментарий для оценки коммерческого потенциала результатов научно-технической деятельности // Материалы 52-й Международной научной студенческой конференции МНСК-2014: Экономика. – Новосибирск: Новосиб. гос. ун-т, 2014. – С. 85.

166. Раевская, Е.А. Особенности разработки экспертной системы для оценки инновационного потенциала предприятия на основе теории нечетких множеств // Информационные системы и технологии в образовании, науке и бизнесе (ИСИТ-2014). Материалы Всероссийской молодежной научно-практической школы, г. Кемерово, 19-21 июня 2014 г. – Кемерово, 2014. – С. 131-132.

167. Раевская, Е.А. Информационная система поддержки принятия решений при проведении сложных экспертиз // SMART IT: сборник трудов международного конкурса научных работ студентов (1 апреля-23 мая 2014 года, г. Орел, Госуниверситет – УНПК). – Орел: Госуниверситет – УНПК, 2014. – С.117-121.

168. Раевская, Е.А. Информационная система поддержки принятия решений для оценки коммерческого потенциала научно-инновационных проектов на основе методов организации сложных экспертиз // Сборник научных трудов 17-й Российской научно-практической конференции «Инжиниринг предприятий и управление знаниями». – М.: Моск. госуд. ун-т экономики, статистики и информатики, 2014. – С. 392-396.

169. Pimonov, A. Expert evaluation of innovation projects of mining enterprises on the basis of methods of system analysis and fuzzy logics // A. Pimonov, E. Raevskaya, T. Sarapulova // E3S Web Conf. Volume 15, 2017. The 1st Scientific Practical Conference “International Innovative Mining Symposium (in memory of Prof. Vladimir Pronoza)”. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/abs/2017/03/e3sconf_iims2017_01021/e3sconf_iims2017_01021.html.

170. Раевская, Е.А. Программный инструментарий для проведения экспертизы инновационных проектов с использованием нечеткого логического вывода / Е.А. Раевская, Т.В. Сарапулова, А.Г. Пимонов // Инновации в информационных технологиях, машиностроении и автотранспорте: сборник материалов Международной научно-практической конференции (29-30 ноября 2017 года). – Кемерово: КузГТУ, 2017. – С. 167-170.

171. Раевская, Е.А. Информационное и программное обеспечение поддержки принятия решений при управлении инновациями / Е.А. Раевская, М.В. Фидченко, А.А. Заболотин // Сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Современные технологии принятия решений в цифровой экономике». – Томск, 2018. – С. 225-227.

172. Раевская, Е.А. Информационная система поддержки принятия решений на основе нечеткого логического вывода / Е.А. Раевская, И.А. Гордеев, М.В. Фидченко, А.А. Заболотин // Сборник материалов X Всерос. научно-практической конференции

с международным участием «Россия молодая», 24-27 апр. 2018 г. – Кемерово, 2018. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://science.kuzstu.ru/wp-content/Events/Conference/RM/2018/RM18/pages/Articles/31552-.pdf>.

173. Raevskaya, E. Expert Evaluation of Ecological and Economic Risks of Implementing Engineering Innovations by Coal-Mining Enterprises Based on Fuzzy Logic / E. Raevskaya, A. Pimonov, V. Mihailov // MATEC Web Conf. Volume 297, 2019. X International Scientific and Practical Conference “Innovations in Mechanical Engineering” (ISPCIME-2019) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.mateconferences.org/articles/mateconf/pdf/2019/46/mateconf_ispcime18_07005.pdf.

174. Raevskaya, E. Expert Evaluation of the Risks in Coal-Mining Enterprises Based on Fuzzy Logic / E. Raevskaya, A. Pimonov, V. Mihailov // E3S Web Conf. Volume 134, 2019. The First Interregional Conference “Sustainable Development of Eurasian Mining Regions (SDEMR-2019)” [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/pdf/2019/60/e3sconf_sdemr18_03006.pdf.

Я.В. Славолубова

ПРИЛОЖЕНИЕ Б.**Справка об использовании результатов диссертационной работы****АДМИНИСТРАЦИЯ ГОРОДА
КЕМЕРОВО
УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ**

просп.Советский, 54, г. Кемерово, 650000
тел. 36-46-19, факс 58-51-95, 75-85-90
e-mail: edu@kemerovo.ru

24.08.2020 № 04-04-12/25.22

СПРАВКА

об использовании результатов диссертационной работы
на соискание ученой степени кандидата технических наук
Раевской Елены Александровны

Настоящий документ свидетельствует о том, что результаты диссертационной работы Раевской Е.А. «Методическое и программное обеспечение поддержки принятия решений при оценке инновационных проектов», представленные в виде разработанного программного продукта, использованы в управлении образования Администрации г. Кемерово и отделом по работе с одаренными детьми МБОУ ДПО «Научно-методический центр» для оценки исследовательских работ учащихся в рамках проведения XXI городской научно-практической конференции школьников «ИНТЕЛЛЕКТУАЛ».

Экспертами, представляющими учреждения высшего образования г. Кемерово, и организаторами конференции использованы следующие возможности разработанного программного продукта:

- Ведение базы критериев оценки проектов с возможностью добавления и редактирования.
- Использование методики оценки проектов, которая позволяет производить оценку как по количественным, так и по качественным критериям.
- Проведение автоматизированной оценки проектов участников конференции каждым членом жюри по перечню критериев, утвержденному Приказом управления образования администрации г. Кемерово от 14.10.2019 №1463.
- Автоматизированный расчет совокупного рейтинга проектов участников с учетом мнения всех экспертов для определения победителей и призеров конференции.
- Формирование отчета об итогах проведения конференции.

Внедрение научно-практических результатов диссертационного исследования Е.А. Раевской позволяет существенно увеличить оперативность и

обоснованность принятия решений при оценке исследовательских работ учащихся, снижая временные и интеллектуальные затраты экспертов.

Отличительной чертой программного продукта является механизм учета мнений нескольких экспертов, что делает возможным привлечение специалистов, обладающих компетенциями в различных областях знаний, и, следовательно, способствует принятию более объективного и качественного решения при оценке проектов. Программный продукт позволяет автоматизировать трудоемкий процесс проведения экспертизы научно-исследовательских работ в независимости от сложности оцениваемого проекта и числа экспертов.

Начальник управления



Н.Ю. Дашковская

ПРИЛОЖЕНИЕ В.

Свидетельство о государственной регистрации базы данных

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



СВИДЕТЕЛЬСТВО
о государственной регистрации базы данных

№ 2016621203

**База данных для поддержки принятия решений на основе
методов системного анализа**

Правообладатель: *федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования «Кузбасский
государственный технический университет имени Т. Ф.
Горбачева» (КузГТУ) (RU)*

Авторы: *Раевская Елена Александровна (RU), Лимонов Александр
Григорьевич (RU), Сарапулова Татьяна Викторовна (RU)*

Заявка № **2016620904**
Дата поступления **04 июля 2016 г.**
Дата государственной регистрации
в Реестре баз данных **01 сентября 2016 г.**



Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Г.П. Изюмов Г.П. Изюмов

ПРИЛОЖЕНИЕ Г.

Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



СВИДЕТЕЛЬСТВО
о государственной регистрации программы для ЭВМ
№ 2016619383

**Информационная система для поддержки принятия
решений на основе методов системного анализа**

Правообладатель: *федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования «Кузбасский
государственный технический университет имени Т.Ф.
Горбачева» (КузГТУ) (RU)*

Авторы: *Ряевская Елена Александровна (RU),
Пимонов Александр Григорьевич (RU)*

Заявка № **2016617080**
Дата поступления **04 июля 2016 г.**
Дата государственной регистрации
в Реестре программ для ЭВМ **18 августа 2016 г.**



Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

 Г.П. Налимов

ПРИЛОЖЕНИЕ Д.
Свидетельство о государственной регистрации базы данных

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



СВИДЕТЕЛЬСТВО
о государственной регистрации базы данных
№ 2017621349

**База данных для поддержки принятия решений на основе
нечеткого логического вывода**

Правообладатель: *федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования «Кузбасский
государственный технический университет имени Т.Ф.
Горбачева» (КузГТУ) (RU)*

Авторы: *Ряевская Елена Александровна (RU), Пимонов Александр
Григорьевич (RU), Саранулова Татьяна Викторовна (RU), Гордеев
Илья Андреевич (RU)*

Заявка № **2017621060**
Дата поступления **02 октября 2017 г.**
Дата государственной регистрации
в Реестре баз данных **22 ноября 2017 г.**



Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

 **Г.П. Низнев**

ПРИЛОЖЕНИЕ Е.

Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



СВИДЕТЕЛЬСТВО
о государственной регистрации программы для ЭВМ
№ 2017662964

**Информационная система для поддержки принятия
решений на основе нечеткого логического вывода**

Правообладатель: *федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования «Кузбасский
государственный технический университет имени Т.Ф.
Горбачева» (КузГТУ) (RU)*

Авторы: *Раевская Елена Александровна (RU), Пимонов Александр
Григорьевич (RU), Фидченко Михаил Викторович (RU),
Заболотин Александр Анатольевич (RU)*

Заявка № **2017619790**
Дата поступления **02 октября 2017 г.**
Дата государственной регистрации
в Реестре программ для ЭВМ **22 ноября 2017 г.**



*Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности*
 **Г.П. Налимов**

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж.
Критерии оценки проектов по конкурсной программе «УМНИК»
(г. Кемерово, 2015 г.)

Критерий	Балл и его значение
Оценка своих возможностей	<p>0: представленные материалы не позволяют оценить наличие у выступающего возможностей для реализации идеи;</p> <p>1-4: участник имеет доступ к оборудованию для проведения НИР;</p> <p>5-9: участник имеет доступ к оборудованию для проведения НИР, стремится к созданию собственного предприятия, подтверждена заинтересованность от потенциальных заказчиков</p> <p>10: участник имеет доступ к оборудованию для проведения НИР, экспериментальную базу для проведения испытаний, подтверждена заинтересованность от потенциальных заказчиков, подтверждена возможность привлечения дополнительных инвестиций</p>
Увлеченность идеями	<p>1-4: выступающий в процессе изложения идеи часто или постоянно пользуется записями, не может ответить на вопросы экспертного совета, качество презентационных материалов низкое;</p> <p>5-9: выступающий презентует идею без помощи записей, на большинство вопросов экспертного совета отвечает уверенно, презентационные материалы адаптированы почти под все критерии оценки;</p> <p>10: выступающий энергично презентует идею без помощи записей, на все вопросы экспертного совета отвечает развернуто, презентационные материалы адаптированы под все критерии оценки</p>
Перспектива коммерциализации результата НИР	<p>0: нет перспектив коммерческой реализации продукта, отсутствует платежеспособный рынок или пути коммерциализации не приведены в материалах выступления участника; риски проекта и меры по их уменьшению не приведены или совершенно не обоснованы;</p> <p>1-4: анализ рынка проведен поверхностно, перспективы недостаточно обоснованы; обоснование рисков проекта и мер по их уменьшению приведены поверхностно или вызывают большие сомнения;</p> <p>5-9: анализ рынка проведен детально, однако обоснование перспектив коммерческой реализации вызывает сомнения; обоснование рисков проекта и мер по их уменьшению вызывают сомнения только по отдельным пунктам;</p> <p>10: анализ рынка проведен детально, обоснование перспектив коммерческой реализации не вызывает сомнений; обоснование рисков проекта и мер по их уменьшению не вызывают сомнения.</p>

Критерий	Балл и его значение
План реализации	<p>0: участник не имеет плана реализации идеи;</p> <p>1-4: участник имеет приблизительный план реализации идеи без учета временных и финансовых затрат;</p> <p>5-9: участник имеет пошаговый план реализации идеи с указанием временных или экономических затрат;</p> <p>10: участник имеет подробный план реализации идеи с указанием временных и финансовых затрат.</p>
Актуальность идеи	<p>0: идея не является актуальной, отсутствует потребность;</p> <p>1-4: существует вероятность актуализации предлагаемой идеи в будущем;</p> <p>5-9: идея актуальна, но сфера применения узкая;</p> <p>10: идея является крайне актуальной для современного общества.</p>
Техническая значимость продукции или технологии	<p>0: идея не оказывает никакого влияния на современную технику и технологии, имеются аналогичные разработки, обладающие значительным преимуществом или по представленному выступлению техническую значимость невозможно оценить;</p> <p>1-4: предложение участника имеет некоторые уникальные особенности, создающие технологические или эксплуатационные преимущества, и в определенной мере оказывают влияние на современную технику и технологии;</p> <p>5-9: существенная часть разработки оказывает влияние на современную технику и технологии;</p> <p>10: разработка оказывает очевидное влияние на современную технику и технологии.</p>
Научная новизна	<p>0: идея не является новой, имеются аналогичные разработки или по представленному выступлению новизну невозможно оценить;</p> <p>1-4: предложение участника имеет некоторые уникальные особенности, создающие неочевидные технологические или эксплуатационные преимущества;</p> <p>5-9: существенная часть разработки является новой;</p> <p>10: предлагаемая идея является абсолютной новой.</p>

ПРИЛОЖЕНИЕ И.**Критерии оценки проектов городской научно-практической конференции
«Интеллектуал»**

(г. Кемерово, 2014, 2015, 2019 гг.)

Критерий	Балл
Использование знаний внешкольной программы	10
Научное и практическое значение результатов работы	10
Новизна работы	10
Знакомство с современным состоянием проблемы	10
Полнота цитируемой литературы, ссылки на известные работы ученых и исследователей, занимающихся данной проблемой	10
Логика изложения, убедительность рассуждений, оригинальность мышления	10
Структура работы (имеются: введение, цель, постановка задачи, вывод, список литературы)	5
Грамотность автора	5
Логичность, полнота изложения	20
Наличие слайдовой презентации	5
Оригинальность работы	3