

На правах рукописи



Шарпаева Лилия Александровна

**Эвристическо-вероятностные инструменты иерархической
экспертизы инвестиционных предложений
в электроэнергетике**

Специальность:

08.00.13– Математические и инструментальные методы экономики

**Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата экономических наук**

Москва – 2013

Работа выполнена в филиале ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «МЭИ» в г. Смоленске на кафедре менеджмента и информационных технологий в экономике

Научный руководитель:

Карпова Виктория Вениаминовна, доктор экономических наук,
филиал ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «МЭИ» в
г. Смоленске, ведущий научный сотрудник

Официальные оппоненты:

Салмин Сергей Павлович, доктор экономических наук, профессор, Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, профессор кафедры информационных систем и информационного менеджмента;

Денисов Денис Владимирович, кандидат экономических наук, доцент, Московский финансово-промышленный университет «Синергия», заведующий кафедрой информационных систем

Ведущая организация:


Национальный исследовательский университет
«Самарский государственный аэрокосмический университет
имени академика С.П. Королева»

Защита состоится «4» июня 2013 г. в 13-00 часов на заседании диссертационного совета Д 212.204.10 при РХТУ им. Д.И. Менделеева по адресу: 125047, Москва, Миусская пл., д. 9, Конференц-зал (ауд. 443)

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-библиотечном центре РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Автореферат разослан 30.04.2013 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
Д 212.204.10
д.э.н., профессор

 З.В. Вдовенко

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. В настоящее время одним из стратегических приоритетов национальной политики, направленной на создание инновационной модели российской экономики, является интенсивная модернизация электроэнергетической отрасли, которая выступает ключевым источником энергоресурсов, необходимых для эффективного развития отечественной промышленности, сферы услуг, а также общества в целом.

Как показывает анализ современного состояния российской электроэнергетики, в последние годы в данной сфере отмечается системный кризис, являющийся следствием нерациональной политики повышения тарифов на электроэнергию и снижения объемов энергоснабжения промышленных предприятий, коммерческих организаций и социальных систем, а также недостаточного учета демографической ситуации и технических особенностей развития региона.

В этой связи особую актуальность приобретает проблема разработки эффективной инвестиционной политики в области реализации проектов перевода отечественной энергетики на новый организационно-технологический уровень, что будет, в свою очередь, стимулом для развития сопряженных отраслей отечественной промышленности, повышения качества жизни населения и активизации научных исследований в энергетической сфере.

Основные теоретические и практические вопросы организации и управления инвестиционной деятельностью в промышленности рассмотрены в трудах таких зарубежных и отечественных ученых, как Абрамов С.И., Ахметзянов И.Р., Барнес С., Бирман Г., Бланк И.А., Бочаров В.В., Виленский П.Л., Власова В.М., Волков А.С., Волкодав Ю.П., Гибсон Р., Гитман Л., Джонк М., Дамодаран А., Жулина Е.Г., Иванов В.В., Лялин В.А., Катасонов А., Ковалев В.В., Крылов Э.И., Лившиц В.Н., Лившиц С.В., Марченко А.А., Матиенко Н., Мыльник В.В., Олейников Е.А., Ример М., Смоляк А., Фальцман В.К., Холт Р., Черняк В.З., Четыркин Е.М., Шмидт С., Янковский К.П. и другие.

Анализ этих исследований показал, что инвестиционные проекты в области энергетики имеют особую специфику, обусловленную, с одной стороны, наличием специальных типов и вариантов инвестиционных проектов, а с другой – многообразием условий их реализации, что вызвано различными социально-экономическими требованиями, техническими возможностями, географическим положением, климатическими и экологическими особенностями размещения предприятий электроэнергетики.

Методические основы управления инвестиционными процессами в электроэнергетике нашли отражение в трудах Белоброва В.А., Быханова Е.Н., Волкова Е.А., Воропая Н.И., Егорова В.М., Земцова А.С., Кархова А.Н., Макарова А.А., Макаровой А.С., Мамлеева Р.Ф., Пятаевой О.А., Романова И.В., Савина В.А.,

Труфанова В.В., Шапкина Е.И., Шарнопольского Б.П., Шевелевой Г.И., Шульгиной В.С., Эдельмана В.И., Юрлова Ф.Ф. и других. В их работах показано, что в современных технико-технологических условиях промышленного развития модернизация электроэнергетики должна проходить не только за счет обновления производственных фондов и роста основных активов, но и обеспечения экологической безопасности, энергетической эффективности и технико-экономической результативности, а также совершенствования информационных систем управления процессами электrorаспределения и их контроля.

В диссертационных работах, выполненных в середине 2000-х годов, Бронз П.В., Брыкалова С.М., Горюнова В.П., Горюновой М.П., Глуховой М.В., Голова Р.С., Домникова А.Ю., Жолудевой Е.Г., Ивановой И.Ю., Исмагилова И.Ф., Кобаненко В.М., Петросовой О.Б., Прибытковой Г.В., Репина С.С., Степанова А.А., Фадеева А.В., Хабибрахманова Р.Р., Чараевой М.В., Чиженко И.В. показано, что для привлечения инвестиций в электроэнергетику необходимо разработать специальную систему управления капитальными вложениями, которая позволит оптимизировать процесс разработки и реализации инвестиционных предложений с учетом различных показателей эффективности (затраты, качество, энергоэффективность, промышленная и экологическая безопасность и т.д.).

Одним из ключевых элементов системы управления электроэнергетическими предприятиями является организация экспертизы инвестиционных проектов. В теории и практике инвестиционного анализа для решения данной задачи предлагается применять вероятностно-статистические методы. Однако ввиду уникальности каждого инвестиционного проекта в электроэнергетике невозможно сформировать представительный объем статистической информации, необходимый для применения традиционных методов математической статистики и теории вероятности. Данное обстоятельство приводит к необходимости разработки математических и инструментальных методов принятия оптимальных инвестиционных решений на основе использования методов интеллектуального анализа и обобщения накопленного экспертного опыта по оценке аналогичных или сопоставимых инвестиционных проектов.

Проблемам создания инструментов оценки инвестиционных проектов, в том числе с использованием искусственного интеллекта, посвящены диссертационные работы Березовской Е.А., Журавлева А.Ю., Карташевой И.Ю., Крюкова С.В., Немцова Л.Б., Прудникова В.Б., Раевой Т.Д., Сурова С.Б., Шагалиева Р.Д. В то же время в указанных работах не рассмотрены вопросы создания методического и информационного обеспечения организации иерархической экспертизы инвестиционных проектов для выбора экономически эффективных инвестиционных предложений, основанной на использовании эвристических методов и экспертных оценок из-за отсутствия статистической информации, необходимой для принятия обоснованных управленческих

решений.

Вышеизложенное определяет актуальность новой научной задачи разработки специальных эвристическо-вероятностных инструментов организации иерархической экспертизы инвестиционных предложений в электроэнергетике, основанных на применении интеллектуальных методов обобщенного голосования, эвристическо-вероятностного анализа экспертных знаний и методов риск-менеджмента, которая имеет существенное значение для развития математических инструментов анализа эффективности инвестиционной деятельности в условиях неопределенности.

Цель исследования состоит в разработке эвристическо-вероятностных инструментов интеллектуальной поддержки процессов оценки инвестиционных проектов в электроэнергетике, основанных на использовании концептуально-логической модели иерархической экспертизы инвестиционных предложений и эвристическо-вероятностной процедуры классификации проектов с помощью нечеткого обобщенного голосования, а также в создании архитектуры информационной системы эвристическо-вероятностного анализа инвестиционных решений.

Для реализации этой цели поставлены и решены следующие основные **задачи исследования**.

1. Анализ особенностей организации инвестиционной деятельности, а также существующих методов оценки экономической эффективности инвестиционных проектов в промышленности.

2. Анализ современного состояния и тенденций развития отечественной электроэнергетики; выявление основных особенностей организации инвестиционной деятельности в данной отрасли.

3. Разработка концептуально-логической модели иерархической экспертизы инвестиционных предложений по развитию электроэнергетики на различных стадиях процесса их реализации.

4. Разработка эвристическо-вероятностной иерархической процедуры экспертизы инвестиционных проектов в электроэнергетике на основе применения модифицированного правила обобщенного голосования и нечетко-логического вывода.

5. Разработка архитектуры информационной системы для иерархической эвристическо-вероятностной экспертизы инвестиционных проектов в электроэнергетике.

6. Разработка методики экспертно-вероятностной оценки экономической эффективности инвестиционных проектов в электроэнергетике с учетом рисков.

7. Практическое применение предложенных эвристическо-вероятностных инструментов принятия инвестиционных решений в филиале ОАО «МРСК-Центр» - «Смоленскэнерго».

Объектом исследования являются электроэнергетические предприятия РФ.

Предметом исследования являются процессы экспертизы инвестиционных предложений в электроэнергетике с использованием математических методов и ин-

струментов.

Научная новизна работы заключается в следующем:

1. На основе результатов анализа специфических особенностей инвестиционного проектирования в отечественной энергетике разработана концептуально-логическая модель организации иерархической экспертизы инвестиционных предложений на различных стадиях их реализации, отличающаяся учетом наличия в электроэнергетике различных типов проектов (по созданию, модернизации и ликвидации энергообъектов), для которых на каждом из этапов их реализации предложены основные направления проведения анализа и последующего исключения неперспективных предложений.

2. Предложена эвристическо-статистическая процедура иерархической экспертизы инвестиционных проектов в электроэнергетике, отличающаяся применением классификации проектов в электроэнергетике, которая учитывает тип и условия реализации проектов и основана на применении квазивероятностного правила обобщенного голосования, для реализации которого в случае отсутствия априорной информации применяются методы нечеткого логического вывода, позволяющие прогнозировать возможность предложения для реализации выявленных классов инвестиционных проектов и появления экспертных ошибок.

3. Разработана архитектура информационной системы эвристическо-вероятностной иерархической экспертизы экономически эффективных инвестиционных проектов в электроэнергетике, реализующей предложенную процедуру нечеткого обобщенного голосования с использованием инструментов пакета программ *Matlab*, которая интегрирована с корпоративной *ERP*-системой, *PM*-системой управления проектами, *EPM*-системой управления эффективностью предприятия и системами автоматизированного проектирования.

4. Разработана методика проведения эвристическо-вероятностной оценки экономической эффективности инвестиционных проектов в электроэнергетике, которая, в отличие от известных, учитывает влияние различных видов рисков на процессы разработки, реализации и коммерциализации результатов и включает процедуру факторного анализа, заключающегося в определении наиболее значимых факторов, оценке возможности возникновения рисков на каждом этапе инвестиционного процесса и определении возможных потерь от их реализации.

Теоретическая и практическая значимость.

1. Предложенная концептуально-логическая модель иерархической экспертизы инвестиционных проектов в электроэнергетике на различных стадиях их реализации имеет определенное значение для развития теории и практики управления инвестициями с использованием математических и инструментальных методов экономики.

2. Разработанные классификационная модель инвестиционных проектов в электроэнергетике, эвристическо-вероятностная процедура отбора инвестиционных

предложений на основе модифицированного правила нечеткого обобщенного голо-
сования и архитектура информационной системы имеют существенное значение для
теории и практики принятия научно обоснованных инвестиционных решений.

Методологической базой исследования являются системный анализ экономиче-
ских явлений и процессов; теория рыночной экономики; методы экономического
анализа, инвестиционного, информационного и риск-менеджмента, методы теории
искусственного интеллекта, теория вероятностей и нечетких множеств, теория про-
ектирования сложных информационных систем, научные положения и выводы,
сформулированные в трудах отечественных и зарубежных ученых по методам экс-
пертного отбора перспективных инвестиционных решений.

Информационной базой исследования являются данные Федеральной службы
государственной статистики, государственные стандарты, законодательные и норма-
тивные правовые акты РФ по тематике диссертации.

Положения, выносимые на защиту:

1. Концептуально-логическая модель организации многоступенчатой экспертизы
инвестиционных предложений на различных стадиях их разработки и реализации,
построенная с учетом наличия в электроэнергетике различных типов проектов.

2. Эвристическо-вероятностная процедура иерархической экспертизы экономиче-
ски эффективных инвестиционных проектов.

3. Архитектура информационной системы эвристическо-вероятностной иерархи-
ческой экспертизы экономически эффективных инвестиционных проектов в электро-
энергетике.

4. Методика определения эвристическо-вероятностных показателей экономиче-
ской эффективности инвестиционных проектов в электроэнергетике, которые учиты-
вают влияние различных видов рисков на процессы разработки, реализации и ком-
мерциализации результатов инвестиционных предложений.

Достоверность и обоснованность научных результатов, выводов и рекомендаций
диссертации определяются корректным применением теорий инвестиционного, ин-
формационного и риск-менеджмента, методов финансового и экономического анали-
за, методов теории искусственного интеллекта и теории нечетких множеств, а также
учетом особенностей электроэнергетики России. Выводы и предложения диссертаци-
онного исследования не противоречат известным теоретическим и практическим
результатам, содержащимся в трудах отечественных и зарубежных ученых по управ-
лению инвестиционной деятельностью промышленных предприятий с использовани-
ем математических и инструментальных методов экономики.

Апробация работы. Основные положения диссертационной работы докладыва-
лись и обсуждались на XX Международной научно-практической конференции
«Наука и современность – 2013» (Новосибирск, 2013 г.), Международной научно-
практической конференции «Наука, образование, общество: тенденции и перспекти-

вы» (Москва, 2013 г.), I Международной научно-практической конференции «Перспективы развития научных исследований в 21 веке» (Москва, 2013 г.), X Международной научно-технической конференции «Информационные технологии, энергетика и экономика» (Смоленск, 2013 г.), а также научных семинарах филиала «Национального исследовательского университета «МЭИ» в г. Смоленске.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 8 печатных работ общим объемом 10,1 п.л., в том числе лично автору принадлежит 4,2 п.л.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, трех глав, заключения, списка литературы, включающего 130 наименований. Диссертация содержит 139 страниц машинописного текста, 12 рисунков и 20 таблиц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснованы актуальность сформулированной научной задачи; приведены основная цель и задачи диссертационного исследования; обоснована теоретическая и практическая значимость основных результатов диссертации; приведены данные об апробации работы и основных публикациях по теме исследования.

В первой главе «Анализ современных научных исследований по организации и управлению инвестиционной деятельностью в электроэнергетике» рассмотрены современные подходы к организации инвестиционной деятельности в промышленности; описаны существующие методы оценки экономической эффективности инвестиционных проектов; проанализированы математические методы экспертизы инвестиционных предложений; выявлены особенности инвестиционной деятельности в отечественной электроэнергетике.

В настоящее время одной из наиболее инвестиционно привлекательных отраслей промышленности России является электроэнергетика, продукция которой характеризуется низкой эластичностью спроса, что в некоторой степени выступает гарантией будущего возврата вложенных в ее развитие средств.

Важным препятствием на пути построения новой модели функционирования электроэнергетики являются высокий уровень износа оборудования и недостаточная развитость инфраструктуры, обеспечивающей электроснабжение населения, промышленности и сферы услуги. В то же время необходимо отметить, что в последние годы наблюдается ускорение темпов промышленного развития, что приводит к росту объемов энергопотребления и, как следствие, к необходимости расширения электрогенерирующих мощностей и возможностей распределительных сетей.

В связи с этим особую актуальность приобретает проблема формирования эффективной инвестиционной политики, нацеленной на активизацию процессов модернизации в энергетической сфере.

Проведенный в диссертационной работе анализ показал, что основными особенностями инвестиционного проектирования в отечественной электроэнергетике явля-

ются:

1) Длительные сроки реализации инвестиционных проектов. В зависимости от типа энергообъекта (тепловая, гидравлическая или атомная электростанция) его строительство может занимать от 6 до 15 лет, а эксплуатация – от 30 до 100 лет.

2) Высокая стоимость возведения и эксплуатации энергообъекта. Например, планируемая стоимость строительства ТЭЦ «Восточная» (г. Владивосток) составляет 10,2 млрд. руб., а Няганской ГРЭС (Ханты-Мансийский автономный округ) – 64,174 млрд. руб.

3) Специальные социально-экономические и инженерно-технологические требования, предъявляемые к потенциальным инвесторам. Ввиду социально-экономической значимости иностранным инвесторам ограничен доступ к финансированию стратегических инфраструктурных проектов в сфере энергетики. В целом, реализация инвестиционных программ осуществляется в рамках государственно-частного партнерства.

4) Высокие риски разработки и реализации инвестиционного проекта (политические, технические, экономические, экологические и т.д.), что в условиях длительного срока окупаемости инвестиций в электроэнергетике приводит к необходимости постоянного мониторинга состояния разработки и реализации проекта с целью своевременного создания комплекса мер по устранению причин и последствий рискованных ситуаций.

5) Многообразие географических и климатических условий, не позволяющих применять традиционные схемы реализации инвестиционных проектов, и как следствие, необходимость серьезной модификации стандартных проектов или разработки уникальных решений.

6) Государственное регулирование тарифов на электроэнергию, что в условиях рыночного изменения цен на ресурсы может приводить к снижению прибыли энергопредприятий.

7) Различная стоимость производства электроэнергии, обусловленная применением разных способов и технологий, временем ее производства и стоимостью природных топливно-энергетических ресурсов.

8) Социальная направленность, обуславливающая необходимость деятельности в убыточных сегментах (например, поставка электроэнергии в отчужденные районы с низкой плотностью населения).

Для реализации эффективной инвестиционной политики необходимо использование научно обоснованной процедуры отбора перспективных инвестиционных предложений и инвестиционных проектов.

Для решения данной задачи целесообразно использовать современные математические методы выбора оптимальных решений, классификация которых представлена на рисунке 1.



Рисунок 1 – Классификация методов выбора оптимальных решений

В настоящее время широкое распространение получили инструменты выбора оптимальных решений на основе методов математической статистики и теории вероятностей. Однако ввиду выявленной специфики проектирования и эксплуатации энергетических предприятий, в ряде случаев отсутствуют достаточные объемы статистической информации, необходимой для использования традиционных параметрических методов.

В то же время активная инвестиционная политика в электроэнергетике позволяет накапливать определенный массив данных и знаний экспертов об эффективности уже реализованных или реализуемых инвестиционных проектов, который может быть использован при разработке формализованных инструментов управления инвестициями с учетом накопленного опыта.

В качестве альтернативного подхода к классификации инвестиционных предложений может рассматриваться использование непараметрических методов, среди которых наибольший интерес представляют методы на основе применения квазивероятностного правила обобщенного голосования.

Данный непараметрический метод не требует определения законов распределения вероятностей признаков классифицируемых проектов. В этом случае достоверность получаемых решений в значительной степени зависит от корректной классификации признаков и определения степени соответствия применяемых законов распределения

их истинным описаниям. Однако при практической реализации данного правила могут возникать сложности с определением априорных вероятностей попадания значений показателей эффективности в различные области. В этом случае целесообразно использовать методы нечеткой логики, использующие экспертную информацию при применении квазивероятностного правила обобщенного голосования для отбора инновационных предложений в электроэнергетике.

Во второй главе «Разработка эвристическо-вероятностных инструментов организации иерархической экспертизы инвестиционных предложений в электроэнергетике» проведен анализ современного состояния и перспектив развития отечественной электроэнергетики; предложена концептуально-логическая модель иерархической экспертизы инвестиционных проектов на различных стадиях процесса их разработки и реализации, разработана эвристическо-вероятностная иерархическая экспертиза инвестиционных предложений; предложена архитектура информационной системы эвристическо-вероятностной экспертизы инвестиционных решений.

В настоящее время российский электроэнергетический комплекс состоит из семи Объединенных энергосистем, которые включают порядка 600 электростанций, подразделяющихся на тепловые (68,4%), гидравлические (20,4%) и атомные электростанции (11,1%). В общей структуре потребления производимой электроэнергии около 70% приходится на промышленные предприятия и порядка 20% – на частный сектор.

В последние годы в России наблюдается повышение объемов производства электроэнергии, что в значительной степени обусловлено стремительным качественным и количественным ростом промышленных потребностей отечественной экономики. В то же время необходимо отметить определенное снижение энергоемкости ВВП страны, что свидетельствует о повышении энергоэффективности российской экономики.

В таблице 1 представлены основные показатели, в определенной степени характеризующие современное состояние развития отечественной электроэнергетики.

Несмотря на увеличение объемов капитальных вложений в основной капитал, одной из важнейших проблем электроэнергетической отрасли является высокая степень износа оборудования генерирующих мощностей (около 65%) и распределительного сетевого комплекса (около 69%). В постсоветские годы средний возраст оборудования российских электростанций увеличился на 15 лет и сегодня насчитывает в среднем более 33 лет. В этих условиях особенно актуальным является активизация инвестиционной политики, которая должна быть направлена на обновление и модернизацию основных фондов, а также внедрение инновационных, энергосберегающих и экологических технологий.

Таблица 1 – Основные показатели развития отечественной электроэнергетики*

Показатель	2009 год	2010 год	2011 год
Производство электроэнергии, млрд. кВт·ч	957,1	1004,7	1 040,4
Потребление электроэнергии, млрд. кВт·ч	942,8	988,9	1 021,1
Максимум потребления мощности, млрд. кВт	150,0	149,2	147,8
Экспорт электроэнергии, млрд. кВт·ч	15,8	18,6	22,7
Установленная мощность электростанций, МВт	211 845,7	214 868,6	218 235,8
Коэффициент использования установленной мощности ТЭС / ГЭС / АЭС, %	49,9/42,9/80,3	52,9/40,8/81,6	52,9/39,9/81,4
Сальдированный финансовый результат, млрд. руб.	+221,1	+343,6	+117,9
Доля прибыльных организаций, %	74,8	72,2	75,2
Рентабельность продаж, %	11,0	10,2	9,9
Рентабельность активов, %	4,9	5,2	1,8
Коэффициент автономии, %	61,4	51,4	53,5
Ввод генерирующих мощностей, МВт	1535,2	3239,3	4 688,3
Ввод электросетевого оборудования:			
- трансформаторные мощности, МВА	16 349	20 605	27 445
- ЛЭП, км	12 301	19 733	22 225
Инвестиции в основной капитал, млрд. руб.	445,7	572,6	729,9

*- по данным Росстата

Специфика реализации различных инвестиционных предложений в электроэнергетике, заключающаяся в их высокой стоимости и технической сложности, обуславливает значимость их тщательной подготовки, особенно на начальных этапах, что приводит к необходимости разработки инструментов научно обоснованной превентивной экспертизы, которая будет охватывать различные аспекты реализации проектов (технологические, организационные, экономические, социальные, экологические и т.д.).

В целом, в электроэнергетике можно выделить шесть основных типов инвестиционных проектов, которые могут реализовываться на различных стадиях инвестиционного процесса и, как следствие, включать различные этапы их разработки. Данное обстоятельство обуславливает необходимость разработки концептуально-логической модели экспертизы инвестиционных проектов с учетом особенностей их реализации.

В таблице 2 представлена концептуально-логическая модель иерархической экспертизы инвестиционных проектов в энергетике на различных стадиях процесса их разработки и реализации.

Таблица 2– Концептуально-логическая модель экспертизы инвестиционных проектов

Стадия инвестиционного процесса	Тип инвестиционного проекта	Этап стадии инвестиционного процесса	Направление сравнения	Прим.		
Преинвестиционная	Строительство объекта	Разработка инвестиционной идеи	Укрупненная социально-экономическая оценка	Сравнение возможных альтернатив		
		Маркетинговые исследования	Оценка экономической эффективности (чистый приведенный доход NPV , внутренняя норма доходности IRR , индекс доходности PI , срок окупаемости)			
		Разработка технико-экономического обоснования проекта	Техническая оценка			
			Экологическая оценка			
			Разработка бизнес-плана		Финансовые показатели Бюджетная эффективность Организационные показатели	
		Разработка плана проектно-исследовательских работ	Эксплуатационные показатели Оценка промышленной (промышл.) безопасности			
			Инвестиционная		Модернизация	Разработка технико-экономического обоснования проекта
		Модификация бизнес-плана				Финансовые показатели
Модификация плана проектно-исследовательских работ	Эксплуатационные показатели Оценка промышл. безопасности					
	Эксплуатационная	Расширение	Маркетинговые исследования	Сравнение с текущим положением на объекте		
Разработка технико-экономического обоснования проекта			Оценка экономической эффективности (NPV , IRR , PI , срок окупаемости)			
			Техническая оценка Экологическая оценка			
Разработка бизнес-плана			Финансовые показатели			
		Разработка плана проектно-исследовательских работ	Эксплуатационные показатели Оценка промышленной безопасности			
Техническое перевооружение и реконструкция			Разработка технико-экономического обоснования	Финансово-экономическая оценка Техническая оценка		
		Разработка плана проектно-исследовательских работ		Эксплуатационные показатели Оценка промышл. безопасности		
			Продление срока службы	Маркетинговые исследования	Оценка экономической эффективности (NPV , IRR , PI , срок окупаемости)	Сравнение с ликвидацией
		Разработка технико-экономического обоснования				
Ликвидационная			Разработка плана проектно-исследовательских работ	Эксплуатационные показатели Оценка промышл. безопасности		
		Ликвидация объекта		Разработка плана вывода объекта из эксплуатации	Технико-экологическая оценка объекта и территории Финансовая оценка Организационные показатели	

На основе результатов экспертизы, проводимой в соответствии с предложенной концептуально-логической моделью, осуществляется процедура отбора перспективных инвестиционных проектов, которая с математической точки зрения представляет собой задачу классификации объектов.

В таблице 3 представлены основные классы инвестиционных проектов в отечественной электроэнергетике, а также основные управленческие решения по их реализации.

Таблица 3 – Классы инвестиционных проектов и основные управленческие решения

Класс	Отличительные характеристики	Управленческие решения
Стратегические	Крупномасштабные проекты, имеющие стратегическое значение для развития энергетической инфраструктуры на федеральном уровне.	Поиск и аккумуляция ресурсов для реализации проекта. Тщательная проработка инвестиционного плана и жесткий контроль за его реализацией.
Базисные	Локальные проекты, имеющие важное социально-экономическое значение для развития региона.	Проекты имеют первоочередной приоритет. Поиск и привлечение ресурсов для их реализации, в том числе за счет иностранных инвесторов.
Локальные	Локальные проекты, которые решают не критические на данный момент времени задачи.	Реализацию проекта можно либо отложить, либо растянуть во времени.
Субсидируемые	Социально ориентированные проекты, которые экономически неэффективны, однако имеют большое значение для развития региона.	Формирование источников покрытия будущих убытков (например, разработка и реализация высокоэффективных комплиментарных проектов).
Развивающиеся	Проекты, которые представляют социально-экономическую значимость, однако требуют более глубокой проработки.	Выявление основных недостатков, их устранение и проведение повторного анализа.
Неперспективные	Проекты, характеризующиеся недостаточной проработкой, экономической неэффективностью, отсутствием социальной значимости, низкой промышленной и экологической безопасности и т.д.	Проект целесообразно отклонить.

Отбор экономически эффективных инвестиционных проектов целесообразно осуществлять с использованием экспертных методов, которые хотя и обладают некоторой субъективностью, но в условиях недостатка аналитической и статистической информации позволяют неформальным образом учитывать опыт, накопленный в смежных областях. Таким образом, появляется необходимость разработки решающего правила, позволяющего получать обобщенное решение о классе рассматриваемого инвестиционного проекта с высокой доверительной вероятностью.

Для решения указанной задачи в диссертационной работе предлагается использовать квазивероятностное правило обобщенного голосования, эффективно работающее в условиях отсутствия сведений о законах распределения вероятностей признаков классифицируемых объектов. В то же время уникальность инвестиционных проектов в электроэнергетике приводит к невозможности аналитического определения априорных вероятностей классов и возникновения экспертных ошибок, что обуславливает целесообразность модификации исходного метода путем введения элементов нечеткой логики.

В диссертации предложена эвристическо-вероятностная вычислительная процедура иерархической экспертизы инвестиционных проектов на основе правила нечеткого обобщенного голосования, в котором мнения экспертов считаются равнозначными.

Реализация решающего правила выбора класса инвестиционного проекта с целью выработки соответствующих управленческих решений может осуществляться с ограничениями:

1. При наличии статистических данных по инвестиционным проектам, тип и условия реализации которых совпадают с исследуемым проектом, используется традиционный подход к обобщенному голосованию:

$$i = \arg \max_i \left\{ \log_a P(A_i) + \sum_{k=1}^M m_k \cdot \log_a \lambda_{ik} \right\},$$

где i – номер класса, a – основание логарифма ($a > 1$), $P(A_i)$ – априорная вероятность класса A_i в процентах, λ_{ik} – вероятность отнесения объекта класса A_i к классу A_k ($k \neq i$) в процентах, получаемая в результате проведения эксперимента, m_k – число голосов в пользу класса A_k ($k \neq i$), M – количество классов.

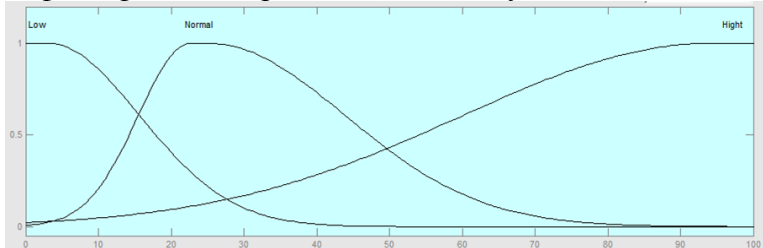
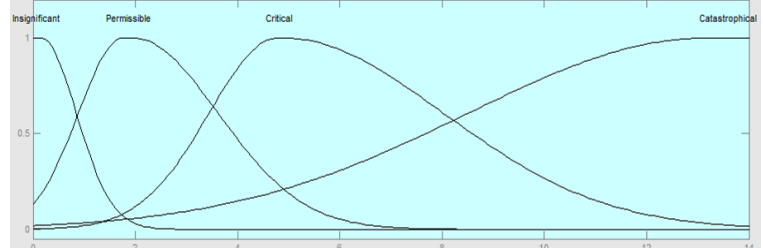
2. При наличии статистических данных по однотипным инвестиционным проектам, которые реализуются в разнообразных условиях, проводится корректировка вероятностей $P(A_i)$ и λ_{ik} . Поправочные коэффициенты определяются экспертным методом, при этом должно выполняться условие: $\sum_{i=1}^M P(A_i) = 100\%$.

3. При отсутствии статистических данных используются методы нечеткой логики для определения возможностей возникновения класса $P(A_i)$ и экспертных ошибок λ_{ik} . Для нечетко-логического вывода целесообразно использовать алгоритм Мамдани, который использует как количественные данные, так и качественные знания.

В таблице 4 представлена обобщенная структура методики нечетко-логического вывода, описывающая входы и функции принадлежности выходной переменной.

В целях реализации правила $\sum_{i=1}^M P(A_i) = 100\%$ целесообразно для получаемых с помощью нечетко-логического вывода возможностей возникновения классов проводить нормирование их значений.

Таблица 4 – Обобщенная структура методики нечетко-логического вывода

	Входные переменные	Выходная переменная (возможность возникновения)
$P(A_i)$	<ol style="list-style-type: none"> 1. Распространенность проектов данного типа в электроэнергетике. 2. Социально-экономическое развитие региона. 3. Технические возможности региона. 4. Уровень эффективности энергетических проектов в регионе. 	Дефаззификация: средний из максимумов. 
λ_{ik}	<ol style="list-style-type: none"> 1. Компетентность экспертов. 2. Степень сложности проекта. 3. Близость сравниваемых классов i и k. 4. Экономико-техническая проработанность проекта. 5. Время принятия экспертом решения. 	Дефаззификация: наибольший из максимумов. 

Предложенные эвристическо-вероятностные инструменты для проведения экспертизы инвестиционных предложений в электроэнергетике программно реализованы в виде информационной системы поддержки принятия управленческих решений, которая разработана с использованием инструментов пакета прикладных программ *Matlab* и может интегрироваться с информационными системами типа *ERP (Enterprise Resource Planning)*, *EPM (Enterprise Performance Management)* и *PM (Project Management)*, используемыми для технического проектирования и управления инвестиционными проектами.

На рисунке 2 показана архитектура информационной системы эвристическо-вероятностной экспертизы инвестиционных проектов в электроэнергетике.

Блок нечетко-логического моделирования, программно реализованный с использованием инструментов нечеткой логики *Fuzzy Logic Toolbox*, предназначен для расчета возможной принадлежности к классу инвестиционных проектов в электроэнергетике с учетом возникновения экспертных ошибок из-за неправильного отнесения проекта к классу.

Блок экспертного анализа, программно реализованный с помощью встроенного языка пакета программ *Matlab* и инструментов работы с базами данных *DatabaseToolbox*, предназначен для определения класса инвестиционного проекта с помощью правила нечеткого обобщенного голосования на основе результатов аналитической обработки экспертных мнений и нечетко-логического моделирования.

Интеграционная платформа предназначена для решения задач по сбору, верификации, консолидации и передачи данных между используемыми на предприятии информационными системами управления инвестиционными процессами.

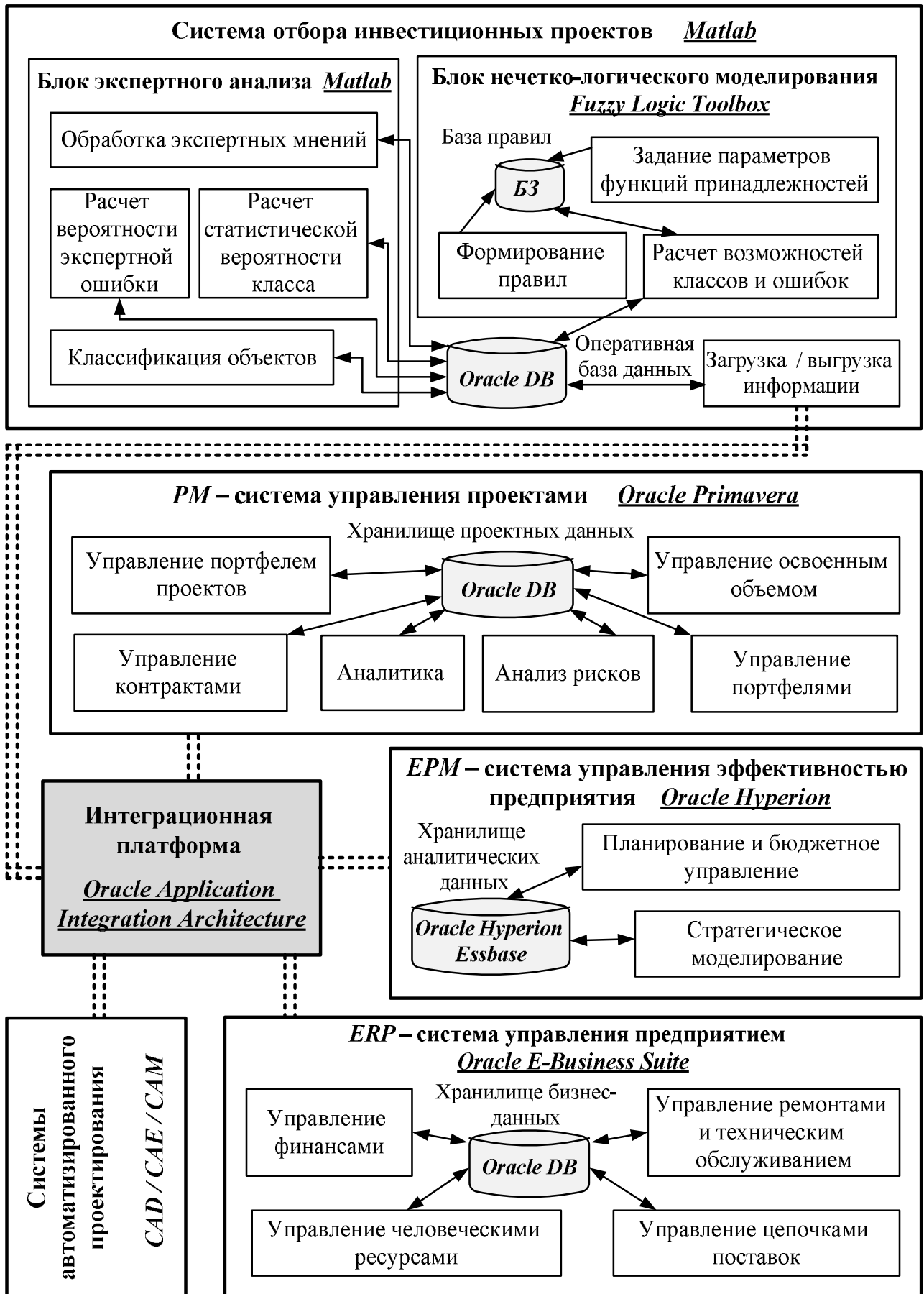


Рисунок 2–Архитектура информационной системы эвристическо-вероятностной иерархической экспертизы инвестиционных проектов

Информационная система *Oracle Primavera* типа управления проектами *PM (Project Management)* предназначена для управления проектами и их портфелями. Данное решение предоставляет программные средства для эффективной реализации выполнения инвестиционного проекта в установленные сроки и в пределах выделенного бюджета (планирование, управление ресурсами и работами подрядчиков, мониторинг реализации проекта и контроль, а также управление рисками).

Корпоративная информационная система *Oracle E-Business Suite* типа управления ресурсами *ERP (Enterprise Resource Planning)* предназначена для автоматизации планирования, учета и контроля всех видов ресурсов, а также анализа эффективности основных бизнес-процессов электроэнергетического предприятия.

Информационная система *Hyperion Performance Management Applications* типа управления показателями производительности *EPM (Enterprise Performance Management)* предназначена для поддержки управления эффективностью деятельности предприятия. Данная система поддерживает процессы формирования целей, построения стратегических карт, определения ключевых показателей производительности и эффективности, моделирования сценариев развития, а также планирования, мониторинга и анализа результатов реализации проектов.

В третьей главе «Результаты практического применения эвристическо-вероятностных инструментов иерархической экспертизы инвестиционных проектов в электроэнергетике» предложена методика эвристическо-вероятностной оценки экономической эффективности инвестиционных проектов в электроэнергетике; приведена процедура процесса разработки и отбора перспективных инвестиционных предложений, а также описаны результаты практического использования предложенных эвристическо-вероятностных инструментов в филиале ОАО «МРСК-Центр» - «Смоленскэнерго».

Важным этапом проведения экспертизы инвестиционного предложения и принятия научно обоснованного решения о перспективности его реализации является экономическая оценка эффективности. Согласно рекомендациям ОАО РАО «ЕЭС России», основным показателем экономической эффективности инвестиционных проектов в электроэнергетике является чистый приведенный доход (*NPV – Net Present Value*).

В современных условиях нестабильности экономики *NPV* необходимо определять с учетом возможности финансовых потерь в результате возникновения рисков ситуаций, характерных как для внутренней, так и внешней среды электроэнергетических предприятий.

Для расчета величины *NPV* с учетом рисков можно использовать следующую обобщенную формулу:

$$NPV = \sum_{t=0}^T \frac{(I_t - f(x_1, \dots, x_n)) - (C_t + f(y_1, \dots, y_m))}{(1 + DR)^t},$$

$$DR = FR + g(z_1, \dots, z_p),$$

где I_t – доходы от реализации инвестиционного проекта в t -ом периоде; C_t – расходы на реализацию инвестиционного проекта в t -ом периоде; DR – норма дисконта; FR – безрисковая ставка; x_1, \dots, x_n – риски, влияющие на коммерциализацию результатов инвестиционного проекта (например, маркетинговые, коммерческие и т.д.); y_1, \dots, y_m – риски реализации инвестиционного проекта (например, кредитные, производственные, снабженческие и т.д.); z_1, \dots, z_p – риски изменения стоимости денег во времени (например, политические, общеэкономические и т.д.); T – количество периодов дисконтирования.

Для определения степени влияния нестабильности внешней и внутренней среды на оценку эффективности реализации инвестиционного проекта автором разработана методика эвристическо-вероятностной оценки экономической эффективности инвестиционных проектов в электроэнергетике с учетом рисков на основе проведения риск-факторного анализа:

1. Формирование набора типовых рисков, характерных для инвестиционных проектов в отечественной электроэнергетике.

2. Определение факторов возникновения выявленных видов риска и выбор показателей для их оценки (от 3 до 6). Например, для оценки риска бесперебойного электроснабжения, характерного для генерирующих предприятий, можно учитывать количество поставщиков, частоту сбоев поставок и объемы запаса топлива, а для сетевых распределительных предприятий – частоту и длительность перебоев в подаче электроэнергии, а также число используемых генерирующих объектов.

3. Возможность возникновения конкретного вида риска определяется с помощью нечетко-логического вывода с использованием алгоритма Мамдани, который позволяет учитывать как количественные данные, так и качественные знания, необходимые для оценки данного вида рисков.

4. Определение возможного ущерба от возникновения рисков ситуаций как суммы денежных потерь от реализации выделенных факторов рисков.

5. Расчет интегрированного негативного влияния (ущерба) рисков ситуаций на результирующий показатель (доходы, расходы, ставку дисконтирования):

$$f^t(r_1, \dots, r_n) = \sum_{i=1}^n q^t(r_i) \cdot d^t(r_i),$$

где r_1, \dots, r_n – риски реализации инвестиционного проекта; $q^t(r_i)$ – возможность возникновения i -ого риска в t -ом периоде (в долях); $d^t(r_i)$ – ущерб от возникновения i -ого риска в t -ом периоде (для рисков, влияющих на изменение стоимости денег во времени, ущерб равен 1); n – количество рисков.

Кроме того, при принятии окончательного решения о целесообразности реализации инвестиционного проекта также целесообразно учитывать такие показатели, как внутренняя норма доходности, индекс прибыльности инвестиций и срок их окупаемости, которые будут рассчитываться с учетом предложенного подхода к определению денежного потока и ставки дисконтирования.

Большое значение для экономической эффективности инвестиционной деятельности предприятия играет правильная организация системы мониторинга реализации инвестиционных проектов, которая позволяет своевременно выявлять отклонения, разрабатывать управленческие решения, а также формировать новые предложения по развитию и модификации реализуемых инвестиционных проектов.

На рисунке 3 представлена логико-информационная модель бизнес-процесса разработки и эвристическо-вероятностной иерархической экспертизы инвестиционных предложений в электроэнергетике.

Предложенные в диссертации эвристическо-вероятностные инструменты иерархической экспертизы инвестиционных проектов в электроэнергетике были практически использованы в филиале ОАО «МРСК Центра»-«Смоленскэнерго» для экспертизы реализуемых в Смоленской области инвестиционных проектов по улучшению системы передачи и распределения электроэнергии. С использованием указанных инструментов в 2011-2012 годах было рассмотрено 13 малых инвестиционных проектов, из которых 7 предложений были поддержаны, а 2 предложения направлены на доработку.

В диссертации кратко изложены особенности применения методических рекомендаций по оценке экономической эффективности на примере малого инвестиционного проекта по развитию ЛЭП «Реконструкция ВЛ-110 кВ № 121/122 на участке опор № 1-№33», реализация которого направлена на повышение качества передаваемой электроэнергии и обеспечение бесперебойности электроснабжения.

Проведенный анализ тенденций развития г. Смоленска показывает, что в ближайшие годы планируется увеличение числа потребителей электроэнергии, а также рост нагрузок, в первую очередь, со стороны промышленных предприятий. Согласно результатам проведенной экспертизы, экономический эффект будет достигнут за счёт повышения надежности электроснабжения и отсутствия необходимости проведения капремонта в ближайшие 20-25 лет.

В таблице 5 представлены исходные данные для определения экономической эффективности реализации указанного инвестиционного проекта с учетом различных видов рисков.

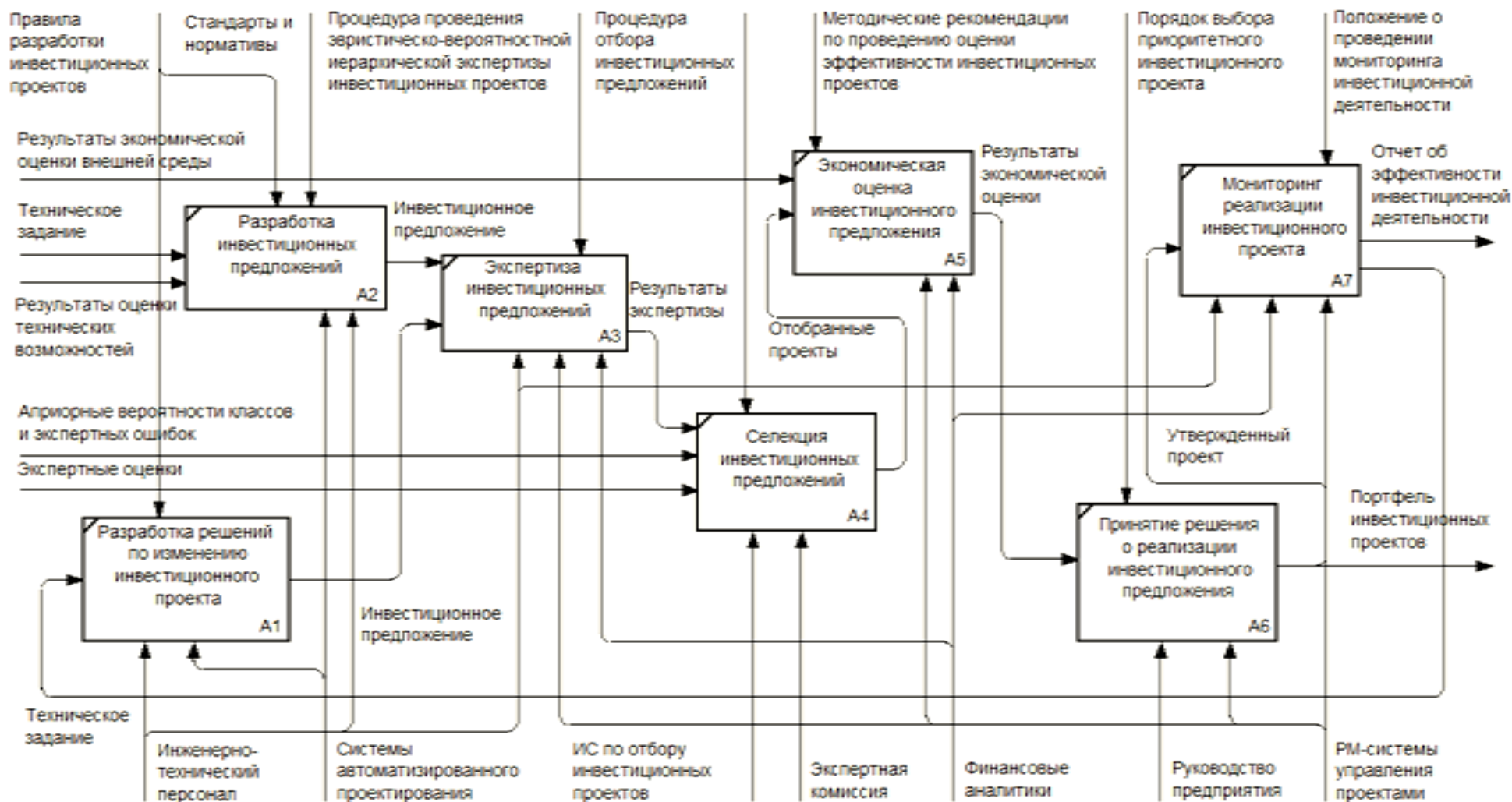


Рисунок 3 – Логико-информационная модель бизнес-процесса разработки и экспертизы инвестиционных предложений в электроэнергетике

Таблица 5 – Расчет показателей экономической эффективности реализации инвестиционного проекта по развитию ЛЭП «Реконструкция ВЛ-110 кВ № 121/122 на участке опор № 1-№33» с учетом рисков

Статья	2011-2012	2013-2014	2015-2019	2020-2030	2031-2050
Дополнительные доходы от реализации проекта, тыс. руб.	120	315	37460	70070	61272
Ущерб от рисков, влияющих на коммерциализацию результатов проекта, тыс. руб.	7	12	1 840	3 182	3 170
Расходы на реализацию, тыс. руб.	822	50 100	0	0	0
Ущерб от рисков, влияющих на реализацию проекта, тыс. руб.	3	55	247	242	466
Безрисковая ставка, %	8	8,25	8,25	8	7,75
Возможность рисков, влияющих на изменение стоимости денег во времени, %	2	2,75	2,75	3	3,25

В соответствии с предложенной методикой определения денежного потока и ставки дисконтирования с учетом рисков получено, что *NPV* от реализации проекта составит 2 268 тыс. руб., внутренняя норма доходности – 12%, а дисконтированный срок окупаемости – 23 года. Данные результаты свидетельствуют о социально-экономической целесообразности реализации инвестиционного проекта по реконструкции ВЛ-110кВ №121-122 на двухцепном участке за счет устранения технической непригодности используемых ЛЭП, снижения аварийности и повышения надёжности электроснабжения.

Таким образом, применение предложенных эвристическо-вероятностных инструментов позволяет повысить экономическую эффективность инвестиционной деятельности за счет использования системы научно обоснованной экспертизы перспективных инвестиционных проектов.

В заключении приведены результаты исследования, выводы и предложения.

В приложении представлена справка об использовании результатов диссертации в филиале ОАО «МРСК Центра»-«Смоленскэнерго».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Проведен анализ специфических особенностей инвестиционного проектирования в отечественной энергетике, на основе результатов которого разработана концептуально-логическая модель проведения многоступенчатой экспертизы инвестиционных проектов на различных стадиях процесса их реализации.

2. Разработана эвристическо-статистическая процедура иерархической экспертизы инвестиционных проектов в электроэнергетике, основанная на применении квази-вероятностного правила обобщенного голосования, модифицированного с помощью введения методов нечеткой логики с целью определения возможностей возникнове-

ния инвестиционных проектов различных классов и экспертных ошибок.

3. Предложена архитектура информационной системы эвристическо-вероятностной иерархической экспертизы инвестиционных проектов, реализующей процедуру нечеткого обобщенного голосования с использованием математического пакета *Matlab*, которая может интегрироваться с различными информационными системами управления проектами и предприятием.

4. Разработана методика проведения эвристическо-вероятностной оценки экономической эффективности инвестиционных проектов в электроэнергетике, которая на основе риск-факторного анализа учитывает влияние различных видов рисков при разработке, реализации и коммерциализации результатов проектирования.

5. Практическое применение предложенных в работе инструментов экспертизы инвестиционных проектов в электроэнергетике в филиале ОАО «МРСК Центра»-«Смоленскэнерго» позволило повысить экономическую эффективность инвестиционной деятельности за счет научно обоснованного выбора перспективных инвестиционных проектов.

По мнению автора, настоящая диссертация является законченной научно-квалификационной работой, в которой решена научная задача разработки специальных эвристическо-вероятностных инструментов организации иерархической экспертизы инвестиционных предложений в электроэнергетике, имеющая существенное значение для развития теории и практики применения математических и инструментальных методов экономики для анализа инвестиционной деятельности в условиях неопределенности.

Список работ, опубликованных по теме диссертации

В журналах перечня ВАК:

1. Шарпаева Л.А. Экспресс оценки развития инвестиционных предложений, учитывающие инфляционные и инвестиционные риски // Интеграл. – 2009. – № 5. – С. 29.

2. Шарпаева Л.А. Многоуровневая решающая схема для мониторинга, селекции и выбора инвестиционных и инновационных предложений // Журнал правовых и экономических исследований. – 2011. – № 1. – С. 156-159.

3. Шарпаева Л.А. Селекция инвестиционных проектов в электроэнергетике с использованием алгоритма нечеткого обобщенного голосования // Транспортное дело России. – 2012. – №4. – С. 92-96.

В других изданиях:

4. Шарпаева Л.А. Выбор математического аппарата для проведения отбора инвестиционных предложений в энергетике // Перспективы развития научных исследований в 21 веке: сборник I Международной научно-практической конференции. – М.,

2013. – С.23-25.

5. Шарпаева Л.А., Багузова О.В. Применение нечеткого обобщенного голосования для отбора инвестиционных проектов в энергетике // Наука, образование, общество: тенденции и перспективы: сборник по материалам Международной научно-практической конференции. В 7 частях. Часть 1. – М.: АР-Консалт, 2013. – С. 70-72.

6. Шарпаева Л.А. Экономико-математические аспекты организации селекции инвестиционных проектов в энергетике // Наука и современность – 2013: сборник материалов XX Международной научно-практической конференции. – Новосибирск: ООО агентство «СИБПРИНТ», 2013. – С. 262-264.

7. Шарпаева Л.А. Разработка математико-алгоритмического обеспечения процесса селекции инвестиционных проектов в электроэнергетике // Информационные технологии, энергетика и экономика: сборник трудов X Международной научно-технической конференции студентов и аспирантов. В 3 т. Т.3. – Смоленск: Универсум, 2013. - С.354-356.

8. Карпова В.В., Шарпаева Л.А., Багузова О.В. Математические методы анализа инвестиционных проектов в энергетике.– Смоленск: Универсум, 2013. – 142 с.