

На правах рукописи

Шаталова Ольга Михайловна

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ:
МЕТОДОЛОГИЯ НЕЧЕТКО-МНОЖЕСТВЕННОГО
МОДЕЛИРОВАНИЯ И ОЦЕНКИ**

08.00.13 – Математические и инструментальные методы экономики

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
доктора экономических наук

Ижевск – 2020

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Удмуртский государственный университет» на кафедре управления социально-экономическими системами

Научный консультант: **Тененев Валентин Алексеевич**
доктор физико-математических наук, профессор

Официальные оппоненты: **Ерзян Баграт Айкович**
доктор экономических наук, профессор,
Центральный экономико-математический институт РАН, лаборатория
стратегии экономического развития, главный научный сотрудник,
руководитель лаборатории

Чернов Владимир Георгиевич
доктор экономических наук, профессор,
Владимирский государственный университет имени Александра
Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых,
кафедра «Вычислительная техника и системы управления», профессор

Яковлева Елена Анатольевна
доктор экономических наук, доцент,
Санкт-Петербургский государственный экономический университет,
кафедра экономики и управления предприятиями и производственными
комплексами, профессор

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Воронежский государственный университет»

Защита состоится «____» _____ 20__ года в __:00 часов на заседании диссертационного совета Д-002.073.06 Федерального государственного учреждения «Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук» (ФИЦ ИУ РАН) по адресу: 117312, Москва, проспект 60-летия Октября, 9, конференц-зал, 1-й этаж.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на официальном сайте ФИЦ ИУ РАН
<http://www.frcscs.ru>

Отзывы и замечания по автореферату в двух экземплярах, заверенные оттиском печати, просьба высылать по адресу: 119333, Москва, ул. Вавилова, д. 44, корп. 2, ФИЦ ИУ РАН, диссертационный совет Д 002.073.06.

Автореферат разослан «____» _____ 2020 г.

Телефон для справок +7(499) 135-51-64
Ученый секретарь
диссертационного совета Д-002.073.06

М. П. Фролова

Актуальность темы исследования. Технологические инновации являются для рыночно ориентированных предприятий базовой предпосылкой конкурентоспособности и устойчивости, обеспечивая такие принципиальные условия действенного конкурентного поведения, как дифференциация товара и/или ценовое лидерство, создание надежных рыночных барьеров за счет высокой научно-технической новизны применяемых технологических решений и проч. Высокая стратегическая значимость технологических инноваций, их значительная капиталоемкость, существенная организационная сложность определяют актуальность действенных управлеченческих методов и инструментов, основу которых составляет, как правило, критерий эффективности. Оценка эффективности инновационных процессов как универсального критерия управлеченческих решений рассматривается в качестве существенной функции инновационного менеджмента, реализуемой с позиций комплексного охвата всех существенных аспектов инновационного процесса и в контексте реализуемой корпоративной стратегии.

Исследование генезиса теории и методологии оценки эффективности инновационных процессов позволяет заключить, что к настоящему времени сложился широкий спектр научно обоснованных и практически значимых концепций и методов. В первую очередь следует отметить концепцию инвестиционного анализа и специальные методы ее адаптации к специфике инновационных процессов, в том числе через оценку факторов риска, направленную на решение проблемы стохастической, поведенческой, интервальной неопределенности. Существенное научно-практическое значение в оценке эффективности инновационных процессов имеют научные методы математического программирования, управлеченческой экспертизы, статистического анализа, а также методы решения проблемы неопределенности в управлении экономическими системами – поведенческой, интервальной, интервально-нечеткой и др.

Управление инновационными процессами реализуется в условиях существенной неопределенности. Согласно общетеоретическим положениям инноватики неопределенность является одним из базовых свойств инновационного процесса и предпосылкой успеха инновации. При этом в управлении инновациями зачастую имеет значение нестохастическая (или «истинная» в терминологии Ф. Найта) неопределенность, то есть ситуация, при которой возможно множество исходов, но при этом результаты действий не могут быть детерминировано либо вероятностно заданными. Принятие решений в условиях нестохастической неопределенности усложняется тем, что поведение системы или ее отдельные факторы не могут быть описаны детерминированными, вероятностными, оптимизационными моделями, поскольку отсутствует необходимая для этого информация либо поведение системы не является случайным и / или не формализуется через критерии рационального поведения. Важную роль в таких условиях играют качественные оценки, основанные на эвристических знаниях и ментальных суждениях лиц, принимающих решения (ЛПР). В этой связи для развития методологии оценки эффективности инновационных процессов представляется обоснованной интеграция научных положений теории эффективности экономических систем и теории нечетких множеств. Аппарат теории нечетких множеств обеспечивает математическую формализацию ментальных суждений ЛПР, производимых в форме нечетких числовых характеристик и верbalного описания, что позволяет включить такие суждения в оценку эффективности наряду с четко определенными данными, полученными методами детерминированных, стохастических, оптимизационных расчетов.

Включение в оценку эффективности суждений ЛПР о правилах поведения системы управления инновационными процессами способствует транспарентности и согласованности оснований и мотивов в корпоративном менеджменте инноваций, создает предпосылки к оценке эффективности в качестве управлеченческого критерия принятия решений в условиях нестохастической неопределенности. Интеллектуальные методы теории нечетких множеств формируют возможности построения адекватных моделей, направленных на поддержку (когнитивное усиление) при обосновании решений в управлении инновационными процессами технологического развития предприятий.

Степень разработанности темы исследования. Комплексный междисциплинарный характер исследования обуславливает значимость научных результатов, сложившихся в теориях

инноватики, теории эффективности экономических систем, теории нечетких множеств. Научные основы и закономерности управления инновационными процессами технологического развития предприятий раскрыты в работах Й. А. Шумпетера, М. Портера, П. Друкера, А. И. Анчишкина, С. Freeman, Р. Нельсона, Б.-А. Лундвалла, G. Mensh, Б. Санто, Б. Твисса, С. R. Hulten, Р. Koen, R. G. Cooper, О. Г. Голиченко, Л. Г. Кудинова, Л. Водачека и О. Водачковой, Е. Ю. Хрусталева, В. М. Аньшина, А. В. Трачука, А. В. Фомина, А. Ю. Юданова, С. А. Агаркова, Б. А. Ерznkяна, А. А. Дагаева и др. Разработке теоретико-методологических оснований и экономико-математических методов оценки эффективности в управлении инновационными процессами развития экономических систем посвящены исследования таких ученых как Л. В. Канторович, В. В. Новожилов, А. Л. Лурье, В. Н. Лившиц, С. А. Смоляк, П. Л. Виленский, В. В. Коссов, Л. И. Итин, Т. С. Хачатуров, Л. Дж. Гитман, Д. Норкотт, В. Беренс, П. Хавранек, О. Л. Перерва, Э. А. Козловская, Е. А. Яковлева и др. Системологически значимые положения теории эффективности сформированы в исследованиях Л. В. Канторовича, А. В. Ильичева, Г. Б. Клейнера, Д. А. Новикова, Б. Г. Петухова, В. Н. Волковой, Б. С. Флейшмана, Г. Н. Охотникова, А. И. Рембезы, В. У. Торбина, С. Н. Воробьева и др. Проблеме неопределенности в исследовании систем посвящены работы Ф. Найта, Г. Саймона, Дж. Кейнса, К. Эрроу, Дж. Нэша, Дж. Неймана, О. Моргенштерна, И. Ансоффа, М. Мескона, J. Marschak, A. Tversky, D. Kahneman, С. А. Смоляка, В. Н. Лившица, Д. А. Новикова, А. М. Анисова, Г. В. Рузавина, Ю. П. Пытьева и др. Возможности решения проблемы неопределенности методами нечетко-множественного моделирования раскрыты в трудах ученых – математиков Л. Заде, Е.Н. Mamdani, M. Sugeno, W. Pedrycz, C. Altrock, R. Babuska, Н. J. Zimmermann, A. Пегата, А. И. Орлова, А. Е. Алтунина, В. А. Тененева и др. Разработке экономических приложений теории нечетких множеств для решения задач оценки эффективности инвестиций в проекты развития предприятий посвящены исследования А. М. Хил Лафуэнте, С. А. Смоляка, J. J. Buckley, M. Li Calzi, C.-Y. Chiu, C. S. Park, A. Behrens, I. Gutiérrez, Е. Ю. Хрусталева, В. Г. Чернова, В. М. Аньшина, А. О. Недосекина, А. С. Птускина и др.

Проведенный в диссертационной работе анализ сложившихся научных результатов позволил сформировать следующие заключения. Особенностью инновационных процессов является высокая неопределенность, которую следует трактовать как неполноту и неточность (в том числе нечеткость, размытость) информации об объекте управления и среде его функционирования. Системологическое значение и содержание категории «эффективность» обуславливают высокую значимость данного критерия в управлении экономическими системами. Моделирование экономических систем управления инновационными процессами позволяет извлекать необходимые в принятии управленческих решений знания и информацию. Анализ сформированных к настоящему времени экономико-математические методов моделирования в оценке эффективности инновационных процессов показал, что их использование применимо как в условиях полной определенности, так и в условиях стохастической, интервальной, интервально-нечеткой неопределенности; основой сложившихся методов выступает аксиоматика статистической однородности случайных событий, рациональности поведения ЛПР, определенности и неизменности заданных условий функционирования объекта моделирования. В управлении инновационными процессами важное экономическое значение приобретает проблема нестохастической неопределенности, т. е. неизмеримой статистическими и/или рациональными расчетами. В этом случае высокое значение приобретают эвристические знания и ментальные суждения ЛПР, математическая формализация которых становится возможной за счет интеллектуальных методов нечеткого моделирования. Приложение теории нечетких множеств к решению экономических задач является в настоящее время активно развивающимся направлением научных исследований, в том числе по вопросам нечетко-множественного моделирования для поддержки инвестиционно-финансовых решений в управлении развитием экономических систем. Вместе с тем, результаты проведенного в диссертации теоретического исследования показали, что к настоящему времени не сложились исчерпывающие научные решения, способствующие приложению аппарата теории нечетких множеств к задачам оценки эффективности инновационных процессов и обеспечивающие оценку

эффективности как управляемого критерия принятия решений в экономических системах технологического развития промышленных предприятий в условиях нестохастической неопределенности. Представляется необходимым разработка экономико-математического аппарата построения моделей, позволяющих формировать оценку эффективности на основании комплексного охвата значимых факторов управления инновационным процессом, а также экспертизно задаваемых правил поведения организационно-экономической системы технологического развития на предприятии.

Таким образом, разработка методологического аппарата нечетко-множественного моделирования эффективности инновационных процессов как средства преодоления нестохастической неопределенности является важной научной проблемой, что обуславливает выбор темы и направленность диссертационной работы.

Цель и задачи исследования. Целью исследования является разработка экономико-математического аппарата оценки эффективности инновационных процессов, направленного на решение проблемы нестохастической неопределенности в управлении инновационными процессами технологического развития на промышленных предприятиях.

Для достижения поставленной цели в диссертационной работе решаются следующие задачи.

1 Исследовать научные основания к решению проблемы нестохастической неопределенности в оценке эффективности инновационных процессов и разработать методологическую концепцию ее решения экономико-математическими методами.

2 На основании научных положений теории эффективности экономических систем специфицировать дефиницию эффективности инновационных процессов; дефиниция эффективности при этом должна обеспечивать однозначность ее содержательной интерпретации как критерия принятия решений в управлении инновационными процессами.

3 Разработать концептуальную структурную модель, представляющую существенные факторы эффективности инновационного процесса технологического развития промышленных предприятий и обеспечивающую его описание в форме данных числовой и нечисловой природы.

4 Разработать метод численной оценки целевого экономического эффекта инновационного процесса на основе его стратегически значимых результатов, а также производственных, технологических, инвестиционно-финансовых, рыночных ограничений и управленически значимых предпочтений ЛПР.

5 Разработать математическую модель, в которой может быть интегрирован широкий состав факторов эффективности инновационного процесса посредством необходимых алгебраических функций и функций нечеткого логического вывода (НЛВ). НЛВ обеспечивает формализацию неявных функциональных зависимостей и позволяет решить проблему нестохастической неопределенности за счет реализации семантического принципа тривалентности, размытого (нечеткого) представления допустимых условий инновационного процесса в исследуемой экономической системе, использования операторов недетерминированного выбора как формальных средств моделирования новизны; разрабатываемая математическая модель должна воспроизвести реакцию (по критерию эффективности) исследуемой экономической системы при анализе альтернативных вариантов организации инновационного процесса и рассматривается в качестве основы компьютерного эксперимента для поддержки управленических решений.

Объект исследования – экономические системы управления инновационными процессами технологического развития на производственных промышленных предприятиях, характеризуемые условиями существенной неопределенности.

Предмет исследования – инновационные процессы технологического развития на производственных промышленных предприятиях – закономерности, факторы, взаимосвязи между ними – и возможности их экономико-математического описания (по критерию эффективности), направленного на решение проблемы нестохастической неопределенности.

Методология и методы исследования. Теоретическую и методологическую основу исследования составили общенаучные методы теорий систем, дедукции, индукции, абстрагирования, формализации, а также научные положения теории эффективности технических систем, теории нечетких множеств, теорий инвестиционного капитала, теорий инноватики, теории и методологии эффективности экономических систем, методы экспертного оценивания, методы статистического анализа, методы онтологического моделирования.

Информационно-эмпирическую базу исследования составили официальные нормативно-правовые акты РФ, материалы информационных агентств, данные Федеральной службы государственной статистики РФ, статистические отчеты, доклады и аналитические обзоры, опубликованные в периодической печати, на электронных ресурсах специализированных фондов и научно-исследовательских институтов, первичная информация о работе предприятий, материалы и данные, полученные в процессе исследования.

Соответствие паспорту научной специальности. Результаты диссертации соответствуют следующим пунктам паспорта научной специальности 08.00.13 «Математические и инструментальные методы экономики»:

1.2 «Теория и методология экономико-математического моделирования, исследование его возможностей и диапазонов применения: теоретические и методологические вопросы отображения социально-экономических процессов и систем в виде математических, информационных и компьютерных моделей», а именно:

- разработана методологическая концепция оценки эффективности инновационных процессов, предусматривающая векторную форму представления параметров эффективности и реализацию функции соответствия через интеллектуальную процедуру нечеткого логического вывода, что обеспечивает математическую формализацию неявных функциональных связей между параметрами эффективности на основании актуальных правил поведения системы;

- сформированы характеристики методологической концепции оценки эффективности инновационных процессов с позиций нестохастической неопределенности в форме логико-семантических положений, обеспечивающие интеграцию методологии математического нечетко-множественного моделирования с методологией инвестиционного анализа, валидацию результатов нечетко-множественного моделирования эффективности с позиций инвестиционного анализа и использование результатов оценки для обоснования управленческих решений;

- специфицирована дефиниция эффективности инновационных процессов, что обеспечивает однозначность в ее содержательной интерпретации применительно к принятому объекту исследования и задает область применения методологии нечетко-множественного моделирования в оценке эффективности как критерия управленческих решений.

1.4 «Разработка и исследование моделей и математических методов анализа микроэкономических процессов и систем – отраслей народного хозяйства, фирм и предприятий, домашних хозяйств, рынков, механизмов формирования спроса и потребления, способов количественной оценки предпринимательских рисков и обоснования инвестиционных решений» – в части следующих результатов диссертации:

- разработана концептуальная структурная модель представления движущих сил инновационного процесса, обеспечивающая решение задачи экспликации данных числовой и нечисловой природы, необходимых для комплексной оценки эффективности методами нечетко-множественного моделирования;

- разработана целевая функция инновационного процесса, которая обеспечивает математическую формализацию функциональной зависимости экономического целевого эффекта инновационного процесса от стратегически значимых результатов технологического развития предприятия при заданных правилах организации инновационного процесса, представленных в форме его существенных ограничений (рыночных, производственно-технологических, инвестиционно-финансовых) и управленческих предпочтений ЛПР; разработанная целевая функция служит основанием для расширенной прогнозной оценки и анализа целевого эффекта при исследовании инновационных процессов в контексте стратегии технологического развития предприятия;

– разработано структурно-функциональное содержание нечетко-множественной модели эффективности инновационного процесса, в составе которой интегрирован широкий состав факторов эффективности; формируемая в нечетко-множественной модели прогнозная оценка комплексного показателя эффективности служит цели обоснования управленческих, в том числе инвестиционных решений в разработке и реализации инновационных процессов технологического развития на промышленных предприятиях.

2.1 «Развитие теории, методологии и практики компьютерного эксперимента в социально-экономических исследованиях и задачах управления», а именно:

– разработанная нечетко-множественная модель эффективности инновационного процесса и программные средства ее реализации представляют инструментальную основу компьютерного эксперимента для поддержки (когнитивного усиления) принятия решений в практике управления технологическим развитием на промышленных предприятиях.

2.8 «Развитие методов и средств аккумуляции знаний о развитии экономической системы и использование искусственного интеллекта при выработке управленческих решений»:

– разработанная нечетко-множественная модель эффективности инновационного процесса включает интеллектуальные процедуры нечеткого логического вывода, которые позволяют переложить эвристические суждения ЛПР на языковые средства математики, что обеспечивает поддержку (в форме когнитивного усиления) принятия решений при управлении инновационными процессами в условиях нестохастической неопределенности.

Научная новизна диссертации состоит в том, что на основе синтеза научных положений теории эффективности экономических систем и теории нечетких множеств разработаны методологическая концепция, соответствующий экономико-математический аппарат и инструментальные средства, позволяющие проводить оценку эффективности инновационных процессов с позиций нестохастической неопределенности. Нестохастическая неопределенность выступает атрибутивным свойством и существенным условием успеха инновации. Проблема нестохастической неопределенности в оценке эффективности инновационных процессов решена через расширенное представление факторов и их интеграцию в составе единой модели с использованием интеллектуальной процедуры нечеткого логического вывода, адаптированной к предметной области исследования; процедура НЛВ обеспечивает включение в оценку эффективности правил поведения системы, формируемых на основе эвристических суждений ЛПР и представленных ее актуальными ограничениями и управленчески значимыми предпочтениями ЛПР. Разработанные экономико-математический аппарат и инструментальные средства служат основой имитационного моделирования инновационных процессов для поддержки управленческих решений при формировании содержания и способов организации инновационных процессов технологического развития промышленных предприятий.

Научную новизну работы составляют следующие результаты, полученные лично автором и выносимые на защиту.

1 Разработана авторская методологическая концепция оценки эффективности с позиций нестохастической неопределенности в управлении инновационными процессами технологического развития промышленных предприятий. Решение проблемы неопределенности в управлении экономическими системами не всегда возможно при помощи рациональных расчетов, высокое значение в этом случае приобретают качественные оценки, основанные на эвристических знаниях и суждениях ЛПР. Аппарат теории нечетких множеств обеспечивает перевод ментальных суждений на языковые средства математики и позволяет включать их в оценку эффективности наряду с четкими числовыми данными. Методологическая концепция служит основой экономико-математического моделирования эффективности инновационных процессов как управленческого критерия принятия решений в условиях нестохастической неопределенности с учетом значимых для экономической системы правил ее поведения, задаваемых в форме ограничений и предпочтений ЛПР.

1.1 Научной предпосылкой для разработки методологической концепции явились результаты исследования теоретических положений об актуальности и способах решения проблемы нестochasticеской неопределенности в управлении экономическими системами, что послужило основанием при формировании комплекса методологически значимых подходов к ее решению в оценке эффективности инновационных процессов.

1.2 Основу методологической концепции составило положение о векторной форме представления параметров эффективности и реализации функции соответствия между ожидаемыми и требуемыми значениями этих параметров через интеллектуальную процедуру нечеткого логического вывода, разработанную на основании алгоритма Мамдани и адаптированную к специфике предметной области исследования.

1.3 Сформированы семантические характеристики методологической концепции оценки эффективности инновационных процессов с позиций нестochasticеской неопределенности. Характеристики методологической концепции разработаны на основе синтеза семантических аспектов инвестиционной и системологической концепций эффективности, что обеспечивает расширение представлений о значимых в управлении инновационными процессами факторах эффективности и подходах к оценке эффективности как управляемого критерия, а также формирует предпосылки к интеграции методологии математического нечетко-множественного моделирования в систему экономического знания и ее валидации с методологией инвестиционного анализа.

2 Составлена специфицированная дефиниция эффективности инновационных процессов, которая обеспечивает однозначность ее содержательной интерпретации как критерия управляемых решений применительно к заданной предметной области исследования, а также устанавливает область применения методологии нечетко-множественного моделирования эффективности инновационных процессов.

3 Разработана концептуальная структурная модель представления движущих сил инновационного процесса, составленная в форме конструктивной онтологии и содержащая экспликацию необходимых для его комплексного описания факторов в форме данных числовой и нечисловой природы. Разработанная концептуальная структурная модель служит основанием к формированию содержания дискретного множества допустимых альтернатив в организации инновационного процесса на промышленных предприятиях и представления набора необходимой информации для оценки его эффективности с позиций нестochasticеской неопределенности.

4 Разработана целевая функция инновационного процесса, представляющая зависимость его целевого экономического эффекта от стратегически значимых факторов и правил поведения исследуемой системы, заданных в форме управляемых значимых ограничений системы и предпочтений ЛПР. Включенная в целевую функцию экспликация стратегически значимых факторов целевого эффекта инновационного процесса составлена на основании изложенных в диссертации положений теорий инноватики о назначении инноваций как средства обеспечения конкурентоспособности и адаптирована к специфике управления инновационными процессами на промышленных предприятиях. Функциональные отношения между факторами организованы математическими средствами нечеткого логического вывода и детерминированными зависимостями. Предложенная целевая функция дополняет принятые в теории и методологии оценки эффективности научно-практические нормы и позволяет составить расширенную оценку экономического эффекта инновационного процесса в контексте стратегии технологического развития предприятия с учетом актуальных возможностей и ограничений предприятия и среды его функционирования.

5 Разработано структурно-функциональное содержание нечетко-множественной модели эффективности инновационных процессов. Модель включает комплекс факторов числовой и нечисловой природы, отражающих существенные аспекты инновационного процесса (производственно-технологические, рыночные, инвестиционно-финансовые), а также формализует связи между факторами посредством необходимых алгебраических функций (при наличии явных функциональных отношений) и функций нечеткого логического вывода (в отсутствие явных

функциональных зависимостей). Интеллектуальные математические методы нечеткого логического вывода обеспечивают в составе единой модели функциональные связи широкого состава факторов эффективности, в том числе факторов нечисловой природы, представляющих правила поведения системы в форме стратегически значимых ограничений и управлеченческих предпочтений ЛПР. Нечетко-множественная модель эффективности обеспечивает имитационное воспроизведение реакции (по критерию эффективности) организационно-экономической системы управления технологическим развитием при исследовании альтернативных вариантов инновационного процесса и служит основой компьютерного эксперимента для поддержки (когнитивного усиления) управлеченческих решений и обоснования выбора по критерию максимальной эффективности из дискретного множества допустимых альтернатив. Разработка модели и средств ее применения в практике управления инновационными процессами включает в себя:

- структурное содержание нечетко-множественной модели, определяющее набор факторов эффективности инновационного процесса и характер функциональных связей между ними;
- комплекс экономико-математических методов, обеспечивающих функциональные связи между параметрами модели, в том числе методов нечеткого логического вывода для организации функциональных связей, которые не могут быть выражены явными зависимостями; нечеткий логический вывод в этом случае позволяет организовать функциональные зависимости между параметрами модели на основании актуальных правил поведения системы;
- логическую структуру нечетко-множественного моделирования эффективности инновационных процессов, представленную в форме алгоритма; алгоритм описывает последовательность этапов оценки эффективности, состав необходимой информации, используемые методы, а также идентифицирует участвующие в реализации оценочных процедур референтные группы, что обеспечивает необходимую упорядоченность процедуры оценки эффективности инновационных процессов в составе нечетко-множественной модели;
- программные средства нечетко-множественного моделирования эффективности инновационных процессов как инструментальную основу численной реализации модели и компьютерного эксперимента в практике управления инновационными процессами технологического развития на промышленных предприятиях.

Теоретическая и методологическая значимость диссертации состоит в развитии сложившегося научного знания о подходах к оценке эффективности инновационных процессов. Разработанные методологическая концепция, математические методы и инструментальные средства обеспечивают оценку эффективности инновационных процессов как управлеченческого критерия принятия решений в условиях нестохастической неопределенности, позволяют интегрировать в составе единой модели широкий состав факторов управления инновационными процессами и включить в оценку эффективности актуальные правила поведения системы, представленные существенными ограничениями и предпочтениями ЛПР. Результаты диссертации расширяют сферу применения математических методов нечетко-множественного моделирования в экономике и развивают методологию оценки эффективности в управлении инновационными процессами на основе синтеза научных положений теории эффективности экономических систем и теории нечетких множеств.

Практическая значимость диссертации обусловлена возможностью применения предложенной нечетко-множественной модели в качестве инструмента поддержки (когнитивного усиления) при разработке и обосновании решений о выборе объектов и активных средств управления инновационными процессами на промышленных предприятиях. Предложенные в диссертации методы оценки эффективности инновационных процессов, основанные на использовании интеллектуальной процедуры нечеткого логического вывода, позволяют исследовать инновационный процесс в контексте стратегии технологического развития промышленных предприятий, включить в оценку эффективности соответствующие правила поведения исследуемой экономической системы, а также широкий состав факторов эффективности, значения которых могут быть получены методами детерминированных расчетов и управлеченческой экспертизы. Практическая зна-

чимость научных положений диссертации подтверждается результатами их аprobации в деятельности промышленных производственных предприятий. Результаты диссертации применяются в образовательной деятельности вузов для формирования у обучающихся профессиональных компетенций в сфере анализа и оценки эффективности инновационных процессов, а также для освоения базовых положений современных методов искусственного интеллекта, в данном случае методов нечеткого моделирования.

Достоверность и обоснованность научных результатов диссертации обеспечивается корректным выбором теоретико-методологических оснований исследования, исходных данных, основных допущений и ограничений при постановке научной задачи, использованием современного аprobированного экономико-математического аппарата при ее решении; исследование согласуется со сложившимися научными результатами теории нечетких множеств, теории эффективности экономических систем, теории инноватики, что подтверждается широким использованием трудов ведущих ученых в данных областях научного знания; результаты исследования характеризуются высокой сходимостью с практикой принятия решений по вопросам управления инновационными процессами на промышленных производственных предприятиях.

Аprobация результатов исследования. Сформированные в ходе исследования теоретические, методологические, методические положения использованы и аprobированы при выполнении научно-исследовательских работ:

- проект РФФИ 18-010-00942/18 «Оценка эффективности технологических инноваций методами нечеткого моделирования организационных систем технологического развития на промышленных предприятиях»;
- проект РГНФ 15-12-18001 «Методология измерения и оценки региональной эффективности технологических инноваций в системе государственного стимулирования инновационного предпринимательства (на примере УР)»;
- договор от 09.08.2019 с ОАО «Элеконд» на комплексное обследование предприятия и разработку функционально-технических требований к проекту развития автоматизированной системы управления предприятием;
- договор УЦСИР-2-14/П с ОАО «Элеконд» на разработку проекта «Программа развития ОАО «Элеконд» на 2015–2020 гг.;
- договор М-1-14/Ш от 01.11.2014 с ООО «ТПК «Удмуртия» на разработку организационно-экономической модели участия предприятий малого и среднего предпринимательства в программах государственной поддержки инновационной активности (на примере УР);
- проект ПСР/М2/Н2.5/ШОМ «Развитие инструментальных средств управления проектами коммерциализации инноваций» ВНТИЦ 01201275727 от 19.10.2012 г.;
- договор М-2-12/Ш от 06.06.2012 г. с ООО «СИТЕК-ИТ» на разработку моделей методической и информационной поддержки участия предприятий малого и среднего бизнеса в программах институтов развития.

Основные положения и выводы диссертации доложены и получили положительную оценку на международных и всероссийских научно-практических конференциях: XIX Всероссийский симпозиум «Стратегическое планирование и развитие предприятий» (Москва, 2018); XIII Всероссийский симпозиум «АМУР-2019» (Симферополь – Судак, 2019); IX Международная конференция «Управление развитием крупномасштабных систем (MLSD'2016)» (Москва, 2016); III Всероссийский симпозиум по региональной экономике (Екатеринбург, 2015); XVI Всероссийский симпозиум «Стратегическое планирование и развитие предприятий» (Москва, 2015) и др.

Практические положения диссертации реализованы в ОАО «Элеконд», АНО «Центр развития бизнеса Удмуртской Республики», ИжГТУ имени М. Т. Калашникова; аprobация результатов диссертационной работы подтверждена актами внедрения. Основные положения и результаты диссертации использованы в учебном процессе Удмуртского государственного университета.

Публикации. Основные научные результаты диссертации опубликованы в четырех монографиях, 38 научных статьях, в том числе 28 статьях в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России, а также в 19 публикациях в виде докладов и тезисов

научных конференций. Общий объем научных публикаций по теме диссертации составил 40,96 усл. печ. л., в том числе вклад автора – 38,32 усл. печ. л. Получено одно свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Структура работы. Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературных источников, содержащего 292 наименования, четырех приложений. Работа изложена на 358 страницах, включая 47 таблиц и 24 рисунка, список сокращений.

Во введении раскрыты актуальность темы исследования, степень изученности проблемы, цель и задачи, объект и предмет исследования; обоснованы научная новизна, теоретическая и практическая значимость результатов работы; представлены основные результаты исследования, раскрывающие научную новизну в решении поставленных задач.

В первой главе «Эффективность инновационных процессов: сущность и экономико-математические методы оценки» выполнен анализ сложившихся дефиниций эффективности, исследован генезис и содержание экономико-математических методов оценки эффективности, выявлены возможности их развития в решении проблемы нестохастической неопределенности; на этой основе сформирована гипотеза об актуальности развития методологии оценки эффективности инновационных процессов на основе расширенного системного представления показателя эффективности и составлено соответствующее описание научной задачи исследования.

Во второй главе «Инновационный процесс технологического развития как объект математического моделирования» представлены: структурное описание инновационного процесса в форме конструктивной онтологии; целевая функция инновационного процесса; характеристика существенных в управлении инновационным процессом условий – стратегический контекст и неопределенность; на основе данных результатов сформированы решения поставленной научной задачи в части выявления состава параметров эффективности.

Третья глава «Нечетко-множественное моделирование эффективности инновационных процессов: теоретико-методологические положения и актуальные методы» содержит результаты исследования проблемы нестохастической неопределенности и возможностей ее решения с использованием математического аппарата теории нечетких множеств. На основе полученных результатов сформирована концепция оценки эффективности инновационных процессов с позиций нестохастической неопределенности; разработано структурно-функциональное содержание нечетко-множественной модели эффективности; составлены логическая структура и семантические характеристики методологии нечетко-множественного моделирования эффективности инновационных процессов.

Четвертая глава «Программно-инструментальные средства нечетко-множественного моделирования эффективности инновационных процессов» содержит результаты исследования и разработки информационных технологий нечетко-множественного моделирования эффективности инновационных процессов.

В пятой главе «Практико-ориентированные решения нечетко-множественного моделирования эффективности инновационных процессов» содержатся результаты разработки содержания управлеченческой экспертизы для практической реализации нечетко-множественной модели, а также результаты апробации разработанного методического комплекса в решении базовых задач управления инновационными процессами на промышленных предприятиях.

Общее представление содержания диссертации в форме структурной схемы, отражающей состав и последовательность решения научных задач в соответствии с логикой исследования, приведено на рис. 1.

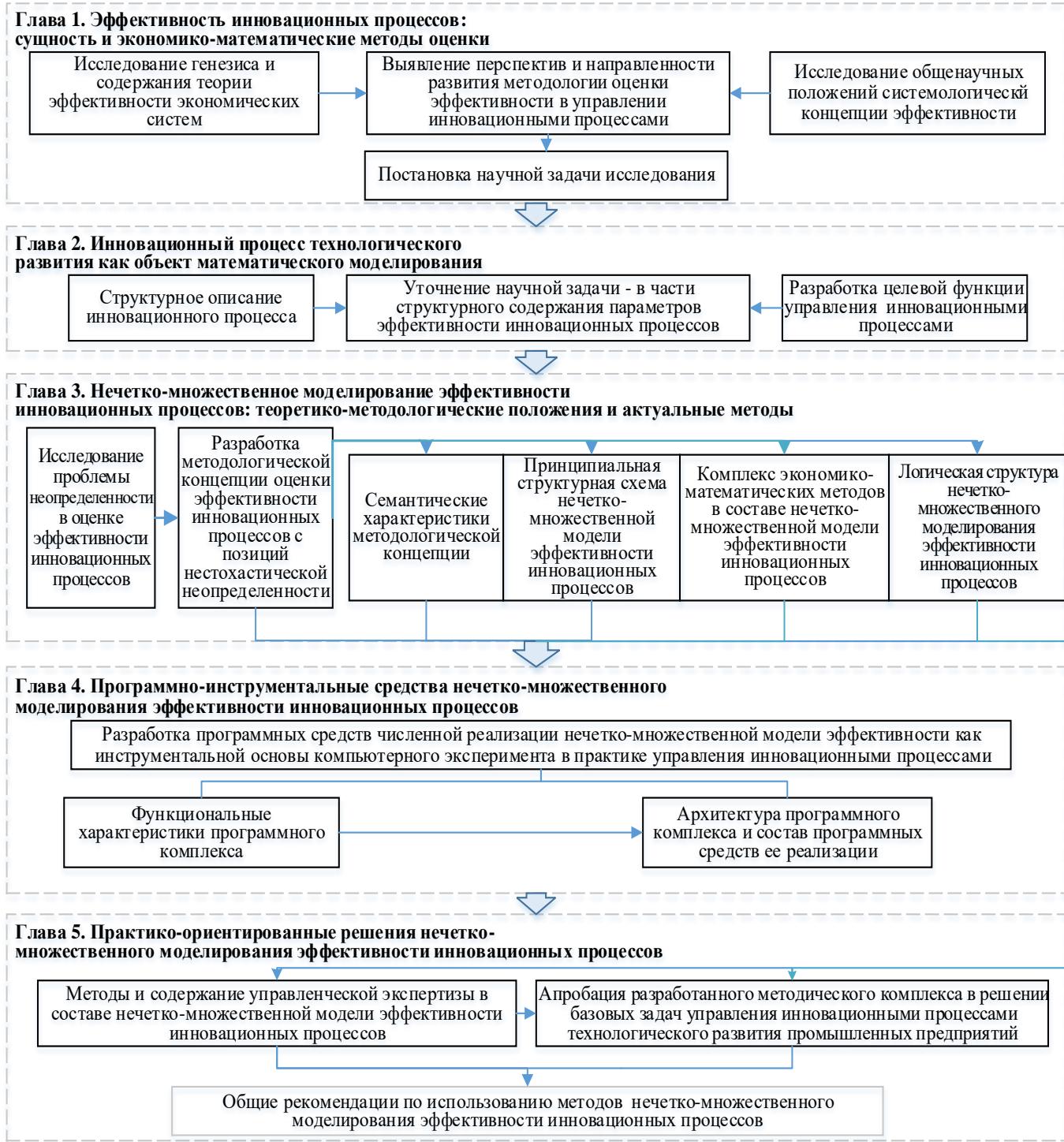


Рисунок 1 – Логическая структура диссертационной работы

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ ДИССЕРТАЦИИ, ВЫНОСИМЫЕ НА ЗАЩИТУ

1 Авторская методологическая концепция оценки эффективности инновационных процессов с позиций нестохастической неопределенности. Методологическая концепция основана на синтезе научных положений теории эффективности экономических систем и теории нечетких множеств и служит основанием экономико-математического моделирования эффективности инновационных процессов как управляемого критерия принятия решений, оцениваемого с учетом правил поведения системы, задаваемых в форме значимых для экономической системы ограничений и предпочтений ЛПР.

1.1 Научной предпосылкой к разработке методологической концепции явились результаты исследования теоретических положений об актуальности проблемы нестохастической неопределенности в управлении экономическими системами и подходах к ее решению.

Объективным условием в управлении экономическими системами выступает недоступность исчерпывающего знания об управляемой системе и среде ее функционирования, трактуемая как неопределенность. Проблема неопределенности имеет как общенаучное, так и прикладное значение и изучается в рамках экономической теории, математики, философии. Актуальность и возможности решения данной проблемы в управлении экономическими системами описаны в работах Ф. Найта, Г. Саймона, Дж. Кейнса, Дж. Неймана, Дж. Нэша, М. Мескона, С. А. Смоляка, В. Н. Лившица, Д. А. Новикова, М. В. Белова, А. М. Анисова, Г. В. Рузавина и др.

Экономическое значение проблемы неопределенности было обозначено неоклассическими представлениями о предпринимательском ресурсе, обеспечивающем прибыль как результат действий в условиях неопределенности. По мнению Ф. Найта, прибыль в данном случае полностью зависит от деловых способностей предпринимателя и не может определяться только «рациональными» расчетами, т. к. они в принципе невозможны ввиду отсутствия необходимой информации; в то же время исследователь отмечал, что знания предпринимателя и зачастую неосознаваемые в процессе мышления методы логического анализа составляют основу предпринимательского успеха. Положения теории Ф. Найта дополняются результатами исследований Й. А. Шумпетера, в которых в частности отмечается, что предпринимательский доход обусловлен действиями, связанными с принятием на себя неопределенности реализации новых комбинаций факторов производства, обеспечивающих конкурентные преимущества либо монопольное положение на товарном рынке.

Прогнозная оценка эффективности инноваций как критерия принятия решений в управлении инновационными процессами технологического развития сопряжена с проблемой существенной неопределенности *нестохастического* характера. Новизна предметной области инновационного процесса, являясь, с одной стороны, ключевым условием успеха инновации, с другой стороны, усложняет процесс оценки эффективности ввиду отсутствия надежных детерминированных и стохастических данных о внутриорганизационных факторах инновационного процесса и факторах рыночной среды.

В результате проведенного исследования способов решения проблемы нестохастической неопределенности в оценке эффективности инновационных процессов были сделаны следующие обобщения.

1 Общее положение о высокой значимости проблемы неопределенности в управлении экономическими системами (Ф. Найт, Г. Саймон, Дж. Кейнс, Дж. Нейман, И. Анофф, М. Мескон и др.).

2 Сложившиеся теоретические представления о неопределенности:

а) неопределенность как ситуация, при которой возможны многие исходы, но при этом результаты действий не могут быть детерминировано либо вероятностно заданными (Ф. Найт);

б) неопределенность как неполнота и неточность информации о системе и ее окружении (С. А. Смоляк, В. Н. Лившиц, В. В. Коссов);

в) неопределенные переменные, т. е. переменные, о значениях которых в реальном процессе исследователь осведомлен не полностью; такие переменные в зависимости от характера неопределенности подразделяются на случайные переменные и неопределенные переменные нестochasticеского характера (Г. Н. Охотников).

3 Предпосылка о двух базовых формах неопределенности (по источникам ее возникновения) – гносеологической и онтологической (А. М. Анисов, Г. В. Рузавин).

4 Классификация видов неопределенности в зависимости от информированности ЛПР (М. В. Белов, Д. А. Новиков): детерминированный случай – неопределенность отсутствует; интервальная неопределенность; вероятностная неопределенность; нечеткая неопределенность.

5 Классификация используемых в оценке эффективности факторов в зависимости от уровня информированности и возможностей получения ЛПР информации (А. И. Рембеза и др.); в соответствии с данной классификацией выделяют определенные (детерминированные) и неопределенные (индетерминированные) факторы; неопределенные факторы в этом случае подразделяют на две группы: а) случайные неопределенные факторы, в том числе с известным распределением и неизвестным распределением; б) факторы с неопределенностью нестochasticеского характера, из которых выделяют факторы природной неопределенности, поведенческой неопределенности, целевой неопределенности.

6 Решению проблемы неопределенности в управлении экономическими системами посвящены работы широкого круга исследователей. В решении поведенческой неопределенности разработаны методы теории игр (Д. Нейман, О. Моргенштерн, Д. Нэш, К. Д. Эрроу, Н. Н. Воробьев, Д. А. Новиков и др.), метод анализа иерархий (Томас Л. Саати и др.). В решение интервальной неопределенности сложились методы максиминного критерия, минимаксного критерия, критерия оптимизма-пессимизма (А. Вальд, Л. Севидж, Л. Гурвиц, С. А. Смоляк, В. Н. Лившиц, Р. И. Трухаев, А. И. Орлов и др.). Методы экономических расчетов при нечетких векторных входных параметрах и использовании нечетких переменных, а также методы решения интервально-нечеткой неопределенности содержатся в работах J.J. Buckley, I. Gutiérrez, C.-Y. Chiu & C. S. Park, A. И. Орлова, M. Li Calzi, A. Behrens, Хил Лафусенте, С. А. Смоляка, Г. Н. Охотникова, А. О. Недосекина, А. С. Птушкина, В. Г. Чернова, В. М. Аньшина и др.

7 Понимание *нестochasticеской* неопределенности: «ситуация, когда факторы, влияющие на результат функционирования системы, не могут быть описаны в рамках вероятностных моделей, так как либо отсутствует необходимая для этого информация, либо они вообще не являются случайными; в лучшем случае ЛПР располагает информацией о диапазоне возможных значений этих факторов» (А.И. Рембеза и др.); при этом авторы отмечают, что исследование эффективности с позиций нестochasticеской неопределенности «осложняется отсутствием достаточно общей теории (подобно теории вероятностей для исследования случайных явлений), формирующей методологические основания изучения явлений с неопределенными <нестochasticескими> факторами».

8 На основании теоретических положений об актуальности проблемы нестochasticеской неопределенности в управлении экономическими системами и обобщения научных решений, предложенных в работах Г. В. Рузавина, А. М. Анисова, А. И. Рембезы, Г. Н. Охотникова и др., а также исходя из методологического аппарата теории нечетких множеств (Л. Заде, E. Mamdani, A. Пегат, C. Altrock и др.), в диссертационной работе был сформирован комплекс методологически значимых подходов к решению проблемы нестochasticеской неопределенности в оценке эффективности инновационных процессов (табл. 1).

В качестве основных решений проблемы нестochasticеской неопределенности при оценке эффективности инновационных процессов следует отметить:

- использование многофакторной формы представления целевого эффекта инновации;
- исчерпывающая управленческая экспертиза, направленная на выявление правил поведения системы – в форме предпочтений ЛПР и ограничений системы;
- использование специальных интеллектуальных методов обработки данных о параметрах эффективности, позволяющих воспроизводить логику принятия решений ЛПР за счет реализации

семантического принципа тривалентности, применения формальных средств моделирования новизны, нечеткого («размытого») представления оцениваемых параметров.

Таблица 1 – Комплекс подходов к решению проблемы нестохастической неопределенности в оценке эффективности инновационных процессов

Проявление		Подходы к решению проблемы нестохастической неопределенности
Целевая Н	Состоит в нечетком представлении цели операции, приводящем к неоднозначной трактовке соответствия между реальным (либо ожидаемым) и требуемым результатом операции	Расширенное представление <i>целевого экономического эффекта</i> инновационного процесса как функции его стратегически значимых результатов; состав таких результатов основан на эвристических знаниях и правилах лучших практик; функциональные связи организованы через интеллектуальную процедуру НЛВ, включающую в оценку эффективности актуальные правила поведения системы
Поведенческая Н	Обусловлена наличием целенаправленного противодействия со стороны конкурирующей системы, способы действий которой неизвестны исследователю; как случай поведенческой неопределенности выступает <i>неопределенность выбора</i> , связанная с иррациональностью в принятии решений	Управленческая экспертиза инновационного процесса, направленная на выявление и изменение <i>правил поведения системы</i> – в форме ее актуальных ограничений и предпочтений ЛПР. Использование специальных формализмов, обеспечивающих включение правил поведения системы в оценку эффективности инновационных процессов – в форме базы правил и параметров фазификации / дефазификации
Природная Н	Связана с недостаточной изученностью либо невозможностью такого изучения явлений, сопровождающих процесс функционирования системы, в силу причин гносеологического и/или онтологического характера (А. И. Рембеза и др.)	Вовлечение в прогнозную оценку <i>W</i> ментальных знаний ЛПР о системе и ее окружении, в том числе в нечеткой форме и вербальном выражении – через представление параметров модели в форме лингвистических переменных. Введение формальных средств моделирования новизны – в форме нечетких импликаций. Использование семантического принципа тривалентности – через введение функций принадлежности. Использование нечеткого («размытого») представления оцениваемых параметров и результатов, обеспечивающего адаптивность суждений – через задание параметров лингвистической переменной (универсального множества, термов, синтаксического правила, семантической процедуры). Интеграция ментальных, детерминированных, стохастических знаний о системе и их обработка интеллектуальными методами, обеспечивающими воспроизведение применяемых в мышлении человека методов логического анализа через функции фазификации, вывод по заданной базе правил, дефазификации

1.2 Основу методологической концепции составляет положение о векторной форме представления параметров эффективности и реализации функции соответствия между ожидаемыми и требуемыми значениями этих параметров через нечеткий логический вывод. Интеллектуальная процедура нечеткого логического вывода в этом случае обеспечивает возможность включения в оценку эффективности актуальных правил поведения системы.

В рамках диссертационной работы был изучен системологический расширенный подход к пониманию эффективности и ее количественной оценке (Г. Н. Охотников, А. И. Рембеза, С. А. Смоляк, В. Н. Лившиц, Б. С. Флейшман, Г. Б. Петухов и др.). Согласно системологическим представлениям под эффективностью понимается общее определяющее свойство целенаправленной деятельности, объективно выражаемое степенью достижения цели с учетом стоимости затраченных ресурсов и временных ограничений.

Эффективность *W* в этом случае трактуется как мера соответствия между требуемым и достигаемым/ожидаемым (при стратегии *u*) значениями параметров показателя эффективности – *Y_{тр}* и *Y(u)*, соответственно.

Показатель эффективности *Y*, по определению, представлен в форме трехмерного вектора базовых параметров эффективности – целевой эффект (*q*), стоимость ресурсов (*C*), сроки (*T*):

$$Y = |q, C, T|^T. \quad (1)$$

Количественная оценка эффективности *W* реализуется на основании специальной функции соответствия *ρ*:

$$W = \rho(Y(u), Y_{\text{тр}}). \quad (2)$$

В зависимости от уровня сложности исследуемой системы и уровня определенности/неопределенности должны быть заданы соответствующие форма представления *Y* и вид функции соответствия *ρ*.

Для оценки эффективности в условиях определенности векторная форма Y может быть преобразована в скалярную посредством свертки параметров, например, в форме степенной функции:

$$Y = \alpha_0 q^{\alpha_1} C^{\alpha_2} T^{\alpha_3}, \quad (3)$$

где $\alpha_0, \alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ – дополнительно вводимые параметры функции Y .

Оценка эффективности W в этом случае основана на бинарном задании функции соответствия ρ , исходя из достижения необходимого соотношения между $Y_{\text{тр}}$ и $Y(u)$:

$$\rho = \begin{cases} 1, & \text{если } Y(u) \geq Y_{\text{тр}}, \\ 0, & \text{если } Y(u) < Y_{\text{тр}}. \end{cases} \quad (4)$$

В оценке эффективности инновационных процессов скалярная форма Y и оценка W с применением классической бивалентной логики может быть сопряжена с рядом сложностей, в том числе: а) не всегда возможно и необходимо стоимостное измерение целевого эффекта инновации q ; б) форма функциональной связи параметров q, C, T не всегда может быть задана определенным образом – взаимосвязи этих параметров в значительной степени зависят от предпочтений ЛПР и ограничений исследуемой системы, формируемых в стратегическом контексте реализации инновационного процесса; в) значения каждого из параметров эффективности инновации зачастую трудно поддаются четкой оценке.

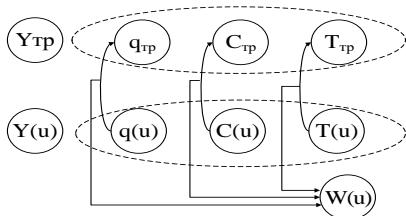
В исследовании процессов, реализуемых в условиях нестохастической неопределенности, в оценку W вводится параметр $\Theta_{\text{н}}$, призванный отразить «отношение ЛПР к риску нестохастической природы» (В. У. Торбин, Г. Н. Охотников, Е. С. Егоров и др.):

$$W = \varphi \left[\left| \rho(y_1(u), y_1^{\text{тр}}, \Theta_{\text{н}}), \rho(y_2(u), y_2^{\text{тр}}, \Theta_{\text{н}}), \dots, \rho(y_m(u), y_m^{\text{тр}}, \Theta_{\text{н}}) \right|^T \right], \quad (y_1, y_2, \dots, y_m) \in Y, \quad (5)$$

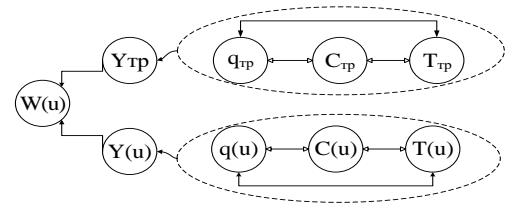
где $\varphi(\cdot)$ – функция агрегирования.

Для решения проблемы нестохастической неопределенности при оценке эффективности инновационных процессов предложено реализовывать функцию соответствия ρ между требуемыми (допустимыми) и ожидаемыми значениями параметров эффективности через нечеткий логический вывод. В этом случае категория «эффективность» раскрывается в следующем смысле: *полное соответствие между максимальными требуемыми значениями каждого из параметров эффективности и значениями параметров, ожидаемыми при -м варианте (стратегии) инновационного процесса, можно трактовать как «высокую эффективность» и наоборот.*

Схематичное представление векторной формы задания параметров W и реализации функции соответствия ρ в оценке W через НЛВ (в сопоставлении с «традиционной» скалярной формой оценки показателей эффективности) приведено на рис. 2.



а – векторная форма Y и реализация ρ через НЛВ



б – скалярная форма Y

Рисунок 2 – Схема оценки эффективности при векторной (а) и при скалярной (б) форме представления Y

Векторная форма представления параметров эффективности и реализация функции соответствия между ними через НЛВ позволяют включить в оценку эффективности актуальные правила поведения системы, представленные ее ограничениями и управлением значимыми предпочтениями ЛПР. Нечеткое интервальное задание параметров $q_{\text{тр}}, C_{\text{тр}}, T_{\text{тр}}$ (в форме лингвистических переменных) позволяет включить в оценку эффективности возможности и ограничения в отношении инвестиционно-финансовых условий экономической системы, жизненного цикла инновации, рыночных и производственных условий достижения целевого эффекта инновационного

процесса. Аппарат НЛВ формирует предпосылки к включению в оценку эффективности величины целевого эффекта q не только в стоимостном выражении, но и в иных в актуальных для управлеченческих целей единицах измерения. Аппарат НЛВ дает возможность расширенного представления каждого из параметров (q, C, T) и позволяет составить развернутую модель эффективности, интегрирующую в своем составе необходимый комплекс управлеченческих факторов. Интеллектуальная процедура НЛВ обеспечивает математическую формализацию суждений ЛПР (в форме нечетких численных и вербальных характеристик) и использование результатов таких суждений наряду с четкими числовыми данными в составе единой модели. Формируются предпосылки к дополнению сложившегося методологического подхода сценарного моделирования – в составе НММ все возможные сценарии развития событий, отражающиеся во входных параметрах модели, учтены в соответствующих нечетких интервальных оценках, а через используемые в НММ функции принадлежности и базу правил обеспечивается активизация этих сценариев исходя из ментальных представлений ЛПР об условиях функционирования системы (А. О. Недосекин).

Предложенная методологическая концепция оценки эффективности представляет задачу обоснования решений выбора из дискретного множества допустимых альтернатив; оценка эффективности реализуется в этом случае в форме задачи измерения¹, предполагающей относительно каждого представителя объекта выбора численную форму ответа о мере предпочтительности в задаваемой шкале отношений (то есть при фиксированном начале отсчета и переменном масштабе).

В организации интеллектуальной процедуры нечеткого логического вывода был принят за основу алгоритм Мамдани, адаптированный к специфике задач оценки эффективности инновационных процессов.

Составленная процедура НЛВ описывается следующими положениями.

1. Задание вектора входных переменных – представление в четких числовых значениях вектора входных переменных для каждой исследуемой альтернативы (u):

$$Y(u) = |q(u) \ C(u) \ t(u)|^T = \{y_i\}, \quad i = \overline{1, 3}. \quad (6)$$

2. Задание параметров $q_{\text{тр}}$, $C_{\text{тр}}$, $T_{\text{тр}}$ – представление в форме лингвистических переменных в соответствии с общей формой (Л.Заде):

$$\langle \gamma, T(\gamma), U, G, M \rangle, \quad (7)$$

где γ – наименование лингвистической переменной; U – область определения лингвистической переменной (универсальное множество лингвистической переменной); G – синтаксическое правило, определяющее образование термов; M – семантическая процедура – правило задания на U каждой нечеткой переменной α в соответствии с правилом G ; $T(\gamma)$ – терм-множество лингвистической переменной γ , представляющее собой множество наименований ее лингвистических значений (термов), каждое из которых представляет нечеткую переменную α со значениями из универсального множества U ;

$$T(\gamma) = \{T_k\}, \quad k = \overline{1, 3}; \quad \forall T_k \exists \alpha = \langle a, \chi, A(a, \chi) \rangle, \quad (8)$$

где α – название нечеткой переменной; χ – область определения $\{U_{T_k}\}$ нечеткой переменной α на универсальном множестве U ; $A(a, \chi)$ – нечеткое множество на χ , описывающее возможные значения нечеткой переменной α .

Для задачи оценки эффективности предложено использовать «тривиальный» подход к заданию G и M : правило G определяет общую лексическую интерпретацию для $\{T_k\}$:

$\langle \text{Negative}, \text{Zero}, \text{Positive} \rangle$; правило M определяет вид и метод задания функции принадлежности.

3. Формирование базы правил $\{R_k\}$. База правил представлена нечеткими импликациями в форме простых подусловий:

¹ По признаку «форма ожидаемого ответа» задачи обоснования решений делят на задачи классификации, задачи упорядочения, задачи измерения (Г. Н. Охотников)

$$R_{y_{i_k}}: \text{if } y_i \in T_{y_{i_k}} \text{ then } w_i \in T_{w_{i_k}}, \quad (9)$$

где $T_{y_{i_k}} (T_{w_{i_k}})$ – k -й терм лингвистической переменной $y_i (w_i)$; w_i – частный показатель эффективности как результат нечеткой импликации $y_i \rightarrow w_i$. Принимая во внимание структуру модели НЛВ и количество термов, база правил включает девять подусловий.

4. Фазификация значений входных переменных – преобразование значений входных параметров в величину степени принадлежности этих значений нечетким множествам $\mu_{T_{y_{i_k}}}(y_i)$. Для фазификации предложено использование *интуитивных функций принадлежности* (C. Altrock, A. Пегат) – гауссовой и сигмоидальной. Для задания параметров этих функций – модального значения ($m_{y_{i_k}}$) и ширины ($\sigma_{y_{i_k}}$) – предложено использование метода критической точки (C. Altrock). Под критической точкой p в этом случае понимается такое значение y_{i_p} , для которого степень принадлежности $\mu_{T_{y_{i_k}}}(y_{i_p}) = 0,5$; такое значение параметра y_i в равной степени может быть отнесено и к нечеткому множеству $T_{y_{i_k}}$, и к нечеткому множеству $T_{y_{i_{k+1}}}$ (либо $T_{y_{i_{k-1}}}$) с одинаковой степенью принадлежности, равной 0,5.

Представление терма $T_{y_{i_1}}$ (левого «крайнего» терма) реализовано с использованием левой (L) сигмоидальной функции принадлежности:

$$\mu_{T_{y_{i_1}}}(y_i) = 1 - \frac{1}{1 + \exp\left[-\sigma_{y_i}^L(y_i - y_{i_p}^L)\right]}, \quad (10)$$

где $y_{i_p}^L$ – координата критической точки p_i^L левого «крайнего» терма (соответствует значению левой критической точки соседнего терма $T_{y_{i_2}}$ (задается экспертизой)), $\sigma_{y_i}^L$ – параметр, определяющий угол наклона сигмоидальной функции в точке p_i^L :

$$\sigma_{y_i}^L = -\frac{\ln(100)}{(y_{i_{min}} - y_{i_p}^L)}, \quad (11)$$

где $y_{i_{min}}$ – крайнее левое значение области определения переменной y_i (задаваемое экспертизой).

Представление «внутреннего» терма $T_{y_{i_2}}$ осуществляется через функцию принадлежности на основе симметричной гауссовой функции:

$$\mu_{T_{y_{i_2}}}(y_i) = \exp\left(-\frac{(y_i - m_{y_{i_2}})^2}{\sigma_{y_{i_2}}^2}\right), \quad (12)$$

Значение параметра $\sigma_{y_{i_2}}$ определяется методом критической точки следующим образом:

$$\sigma_{y_{i_2}} = \frac{|y_{i_p}^L - m_{y_{i_2}}|}{\sqrt{\ln 2}}, \quad (13)$$

где $m_{y_{i_2}}$ – параметр гауссовой функции для $T_{y_{i_2}}$, задающий ее модальное значение; определяется как средняя величина между критическими точками – левой и правой для $T_{y_{i_2}}$:

$$m_{i_k} = \frac{(y_{i_p}^L + y_{i_p}^R)}{2}. \quad (14)$$

Отображение правого «крайнего» терма $T_{y_{i_3}}$ реализовано с использованием правой сигмоидальной функции принадлежности, задаваемой следующим образом:

$$\mu_{T_{y_{i_3}}}(y) = \frac{1}{1 + \exp\left[-\sigma_{y_i}^R(y - y_{i_p}^R)\right]}, \quad (15)$$

где $y_{i_p}^R$ – координата критической точки p_i^R правового «крайнего» нечеткого множества (соответствует значению правой критической точки соседнего нечеткого множества $T_{y_{i_2}}$); $\sigma_{y_i}^R$ – параметр, определяющий угол наклона R -сигмоидальной функции в точке p_i^R :

$$\sigma_{y_i}^R = \frac{\ln(100)}{(y_{i_{max}} - y_{i_p}^R)}, \quad (16)$$

где $y_{i_{max}}$ – крайнее правое значение области определения переменной y_i (задается экспертом).

Условия фазификации (9)–(16) приняты в связи с тем, что процедура НЛВ в оценке эффективности ориентирована на использование в режиме *экспертных знаний* о системе.

5. Активизация подзаключений. Состоит в нахождении степени выполнения (степени истинности) подусловий. Производится с использованием оператора импликации Мамдани через mi -отсечение:

$$\mu_{R_{y_{i_k}}}(\tilde{y}_i, w_i) = \min \left(\mu_{T_{y_{i_k}}}(\tilde{y}_i), \mu_{T_{w_{i_k}}}(w_i) \right), \quad R_{y_{i_k}}: T_{y_{i_k}} \rightarrow T_{w_{i_k}} \quad \forall R_{y_i} \in \{R_{y_{i_k}}\}. \quad (17)$$

Полученный результат представляет активизированное нечеткое множество $\mu_{R_{y_{i_k}}}(\tilde{y}_i, w_i)$ для каждого подзаключения базы правил $\{R_{y_{i_k}}\}$.

6. Аккумуляция подзаключений. Направлена на получение нечеткого множества $\mu_{R_{y_i}}(\tilde{y}_i, w_i)$ для выходной переменной w_i , включающего результаты активизации подзаключений. В разрабатываемой процедуре НЛВ проводится через объединение активизированных подзаключений $\mu_{R_{y_{i_k}}}(\tilde{y}, w)$:

$$\mu_{R_{y_i}}(\tilde{y}_i, w_i) = \mu_{T_{y_{i_1}} \rightarrow T_{w_{i_1}}}(\tilde{y}_i, w_i) \cup \mu_{T_{y_{i_2}} \rightarrow T_{w_{i_2}}}(\tilde{y}_i, w_i) \cup \mu_{T_{y_{i_3}} \rightarrow T_{w_{i_3}}}(\tilde{y}_i, w_i) = \max \{ \mu_{R_{y_{i_k}}}(\tilde{y}_i, w_i) \}. \quad (18)$$

7. Дефазификация выходного параметра. Обеспечивает нахождение четкого значения выходного параметра \tilde{w}_i , которое наилучшим образом представляет нечеткое множество $\mu_{R_{y_i}}(\tilde{y}_i, w_i)$. Использован метод центра тяжести как наиболее «чувствительный» к изменению входных сигналов, поскольку в дефазификации участвуют все активные правила:

$$\tilde{w}_i = \frac{\int \mu_{R_{y_i}}(\tilde{y}_i, w_i) w_i dw_i}{\int \mu_{R_{y_i}}(\tilde{y}_i, w_i) dw_i}. \quad (19)$$

Пределы интегрирования в (19) принимаются в соответствии со значениями области определения U для лингвистической переменной w_i .

8. Расчет итогового значения показателя эффективности W – реализация приемлемой функции агрегирования $\varphi(\cdot)$ результатов НЛВ в оценке частных показателей \tilde{w}_i ; функция агрегирования реализована как средневзвешенная величина:

$$W = \frac{\sum_{i=1}^3 \omega_i \tilde{w}_i}{\sum_{i=1}^3 \omega_i}, \quad (20)$$

где ω_i – коэффициент управлеченческих предпочтений P_q, P_C, P_T по результативности / экономичности / срочности (соответственно); задается вектором:

$$\bar{P}_4 = |P_q, P_C, P_T|^T. \quad (21)$$

Значения вектора \bar{P}_4 формируются по результатам управлеченческой экспертизы (описаны в п. 5.2 диссертации, п. 5.2 автореферата).

Таким образом, разработанная методологическая концепция оценки эффективности инновационных процессов с позиций нестохастической неопределенности состоит в следующих положениях:

- 1) расширенное содержание категории «эффективность», основанное на общенаучных системных положениях о ее дефиниции и подходах к оценке и измерению;
- 2) векторная форма представления базовых параметров эффективности – целевой эффект q , стоимость ресурсов C , сроки T ;
- 3) реализация функции соответствия в количественной оценке эффективности показателя эффективности W через нечеткий логический вывод.

1.3 Семантические характеристики методологической концепции оценки эффективности инновационных процессов с позиций нестохастической неопределенности.

Характеристики методологической концепции разработаны на основе синтеза семантических аспектов инвестиционной и системологической концепций эффективности и призваны обеспечить расширение представлений о значимых в управлении инновационными процессами факторах эффективности и подходах к ее оценке, а также формирует предпосылки к интеграции методологии математического нечетко-множественного моделирования в систему экономического знания и ее валидации с методологией инвестиционного анализа.

Разработка семантического описания проводилась из следующих предпосылок:

– семантическое описание методологии представляет собой установление смысловых значений ее базовых категорий в их взаимосвязи и в контексте сложившихся в заданной дисциплинарной области языковых и научных норм;

– семантическое описание составлено в разрезе базовых методологически значимых категорий: объект и предмет исследования эффективности, цель и задачи исследования эффективности, принципы исследования эффективности, виды эффективности, показатели эффективности;

– разработка семантического описания направлена на расширение представлений о значимых в управлении инновационными процессами факторах, обеспечение единства тезауруса знаний специалистов в сфере управления инновационными процессами и инвестициями; это создает предпосылки к тому, что результаты использования методологической концепции оценки эффективности инноваций с позиций нестохастической неопределенности являются верифицируемыми в общей системе экономического знания и могут быть интерпретированы с позиций методологии инвестиционного анализа.

Учитывая указанные предпосылки, в разработке семантического описания методологии НММ *W* (как характеристик методологии) за основу был принят комплекс семантических характеристик методологии инвестиционного анализа и оценки эффективности инвестиций (В. Н. Лившиц, С. А. Смоляк, П. Л. Виленский). Данный комплекс был дополнен актуальными положениями, сложившимися в теории эффективности технических систем (А. И. Рембеза, Г. Н. Охотников, Г. Б. Петухов и др.) и теории нечетких множеств. Результат разработки представлен в табл. 2. Сопоставляя и анализируя смысловое содержание методологии оценки эффективности в концепциях системного подхода и инвестиционного анализа, можно отметить очевидную непротиворечивость и взаимосвязь этих элементов. Выявленный высокий уровень соответствия семантических аспектов системной и инвестиционной концепций эффективности позволяет заключить, что методология оценки эффективности инновационных процессов может быть построена на синтезе этих концепций:

– семантика системной концепции формирует предпосылки к расширению методических и инструментальных средств оценки эффективности инновационных процессов, в том числе с позиций нестохастической неопределенности, что особенно актуально на предынвестиционной стадии управления в условиях существенной неопределенности нестохастического характера;

– использование семантики инвестиционной концепции эффективности создает методологические основания для получения экономически корректного результата, обеспечивает взаимосвязь предынвестиционной и инвестиционной стадий в управлении инновационными процессами: инновационная стратегия, сформированная по критерию эффективности на предынвестиционной стадии, впоследствии (на стадии инвестирования) должна получить адекватную инвестиционную оценку как в целом по проекту, так и с позиций потенциальных участников проекта и, по возможности, должна быть скорректирована по известным для данной стадии экономическим и/или финансовым параметрам и с учетом необходимых финансово-экономических механизмов обеспечения устойчивости проекта.

Составленное семантическое описание (в дополнение к сложившимся семантическим аспектам) обеспечивает: а) расширение представлений о значимых в управлении инновационными процессами факторах эффективности; б) единство тезауруса знаний в сфере управления инновациями и инвестициями; в) интерпретацию результатов нечетко-множественного моделирования эффективности инновационных процессов с позиций методологии инвестиционного анализа.

Таблица 2 – Основные семантические аспекты методологической концепции оценки эффективности инноваций с позиций нестохастической неопределенности

Эле- менты	Содержание элементов в методологии оценки эффективности инвестиций в инновационные проекты	Содержание элементов в концепции оценки эффективности инноваций с позиций нестохастической неопределенности
Объект исследования эффективности	<p>Инвестиционный проект Под проектом понимается «комплекс <...> действий, обеспечивающих достижение определенных целей (получение определенных результатов)» Под инвестициями понимаются «средства, направляемые на увеличение основных средств и/или оборотного капитала с целью последующего возможного получения каких-либо результатов (чаще всего, дохода)»</p>	<p>Инновационный процесс как совокупность целенаправленных действий по разработке научно-технических знаний и их преобразованию в коммерчески значимые технологии производства, обеспечивающие конкурентные преимущества на актуальных товарных рынках и реализуемые в контексте деловой стратегии предприятия</p>
Предмет исследования эффективности	<p>Условия финансовой реализуемости, выгодности реализации и/или участия в проекте, устойчивости проекта (сохранение его выгодности и финансовой реализуемости) при колебаниях факторов внешней среды, а также распределения инвестиционных ресурсов (при условии их ограниченности) между альтернативными объектами инвестирования</p>	<p>Закономерности формирования и коммерческого использования научно-технических, технологических, производственных возможностей предприятия, обеспечивающих конкурентные преимущества на актуальных товарных рынках (<i>составленная формулировка предмета оценки эффективности дополняет методологические положения инвестиционного анализа с позиций оценивания управленческой эффективности и приводится в соответствии с положениями системной методологии, определяющими в качестве предмета исследования эффективности «закономерности, связывающие эффективность операции с качеством системы, условиями и способами ее использования в операции» (Г.Н. Охотников, А.И. Рембеза)</i>)</p>
Цель исследования эффективности	<p>Определение потенциальной привлекательности проекта для его возможных участников и для поиска источников финансирования</p>	<p>Сравнительная характеристика по критерию W дискретного множества альтернативных вариантов при разработке содержания и способов организации инновационного процесса Характеристика альтернатив по критерию W формируется на основе комплексной оценки широкого круга факторов в контексте деловой конкурентной стратегии, актуальных предпочтений ЛПР и ограничений функционирования системы Сравнительная характеристика формируется в численной оценке W. Оценка W в этом случае относится к классу <i>задач измерения</i> и обеспечивает численную форму оценки меры предпочтительности каждого представителя объекта выбора в задаваемой <i>шкале отношения</i></p>
Задачи исследования эффективности	<p>Оценка реализуемости проектов (вариантов), т. е. проверка каждого из них по всем имеющимся ограничениям (технического, экономического, экологического, социального и иного характера). Оценка абсолютной эффективности проекта, т. е. превышения оценки совокупного результата над оценкой совокупных затрат. Оценка сравнительной эффективности проектов, т. е. определение большей (меньшей) предпочтительности одного проекта или их совокупности по сравнению с другим (другими). Выбор из множества проектов совокупности наиболее эффективных при тех или иных ограничениях (как правило, ограничениях на их суммарное финансирование), т. е. оптимизация на исходном или формируемом множестве реализуемых в совокупности проектов</p>	<p>Детерминированная, стохастическая, экспертная оценка факторов эффективности. Управленческая экспертиза ограничений (производственных, инвестиционно-финансовых, рыночных) в реализации инновационного процесса и предпочтений ЛПР в стратегическом контексте развития исследуемой экономической системы</p>

Окончание табл. 2

Элементы	Содержание элементов в методологии оценки эффективности инвестиций в инновационные проекты	Содержание элементов в концепции оценки эффективности инноваций с позиций нестохастической неопределенности
Принципы исследования эффективности	<p>Методологические: измеримость; сравнимость; выгодность; согласованность интересов; неотрицательность и плотность ресурсов; системность; комплексность; неопровергаемость методов.</p> <p>Методические: сравнение ситуаций «с проектом» и «без проекта»; уникальность; субоптимизация; неуправляемость прошлого; динамичность; временная ценность денег; неполнота информации; структура капитала; многовалютность.</p> <p>Операциональные: взаимосвязь параметров; моделирование; организационно-экономический механизм реализации проекта; многостадийность оценки; информационная и методическая согласованность; симплификация</p>	<p><i>В дополнение к принципам, сложившимся в методологии инвестиционного анализа и оценки эффективности, предложены следующие принципы системного исследования эффективности (условия направлены на развитие общеметодологического принципа системности):</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – рассмотрение не объектов как таковых, а их агрегированных моделей (А.И. Рембеза); – абстрагирование, формализация и математизация моделируемого процесса с формализованным количественным описанием функциональных отношений между параметрами модели; – конкретность целей исследуемой системы (Г. Б. Петухов) при их расширенном представлении и специализации для целей исследования эффективности инновационного процесса; – принцип декомпозиции систем (как средство снижения уровня сложности исследования) (Б. С. Флейшман); – принцип разделения системного исследования на обобщенные и детальные (Г. Н. Охотников)
Виды эффективности	<p>Эффективность проекта в целом, в том числе общественная (социально-экономическая) эффективность проекта, коммерческая эффективность проекта.</p> <p>Эффективность участия в проекте, в том числе:</p> <ul style="list-style-type: none"> эффективность участия прямых инвесторов; эффективность инвестирования в акции предприятия (эффективность для акционеров акционерных предприятий – участников инвестиционного проекта (ИП)); эффективность участия в проекте структур более высокого уровня по отношению к предприятиям – участникам ИП (региональная и народнохозяйственная эффективность; отраслевая эффективность; бюджетная эффективность 	<p>Управленческая эффективность, представляемая как <i>свойство</i> организационной системы и реализуемых в ней инновационных процессов, которое гносеологически выражено через степень достижения цели исследуемой системы с учетом актуальных для нее правил поведения, в том числе ограничений (ресурсных и временных) и управленческих предпочтений ЛПР (<i>составлено в соответствии с положениями системной методологии эффективности (В.Н. Лившиц, Г.Б. Петухов, А.И. Рембеза и др.)</i></p>
Показатели эффективности	Чистый доход и чистый дисконтированный доход, индексы доходности, срок окупаемости, внутренняя норма доходности, потребность в дополнительном финансировании и т.д.	Комплексный показатель эффективности инновационного процесса W , представляющий собой меру степени соответствия прогнозных значений его ключевых параметров нечетко заданным ограничениям, измеряемую с учетом управленческих предпочтений ЛПР

2 Специфицированная дефиниция эффективности инновационных процессов, раскрывающая ее семантическое содержание в качестве критерия управленческих решений применительно к заданному объекту исследования.

Проведенный теоретический анализ сложившихся в экономических исследованиях дефиниций эффективности показал, что при общем единстве мнений о высокой значимости функции оценивания эффективности в управлении экономическими системами, сама категория «эффективность» трансформируется в зависимости от цели и объекта исследования. Дефиниции эффективности, применяемые в управлении инновационными процессами, раскрывают данную категорию либо с позиций экономичности – «ресурсной эффективности» (efficiency), либо с позиций «целевой эффективности» (effectiveness). Понимание эффективности как экономичности предполагает соотнесение величины экономического результата с суммой затраченных ресурсов; такое соотношение реализуется посредством алгебраических функций, обеспечивающих свертку данных параметров в соответствующий показатель производительности ресурсов. В случае целевой концепции эффективность определяется как соотношение между достигаемым и требуемым целевым результатом; при этом формируется некоторая спецификация значимых результатов исследуемого процесса; в то же время остается открытым вопрос о форме связи между такими результатами и дефидентом, а также о влиянии на оценку эффективности факторов ресурсной обеспеченности и срочности. Неоднозначность в толковании термина «эффективность» применительно к специфике инновационного процесса приводит к тому, что его содержание приобретает множество смыслов, и это затрудняет использование показателей эффективности в качестве критериев принятия решений в управлении инновационными процессами. Принимая во внимание концептуальное условие диссертационной работы о приоритетной значимости общей системологической дефиниции эффективности, было составлено уточнение дефиниции инновационного процесса на основе сложившегося экономического содержания данной категории, системологических положений, а также с учетом специфических свойств инновационных процессов. При этом мы исходили из общих положений о назначении и порядке формирования дефиниции как результата логико-семантического анализа, направленного на раскрытие истинного содержания изучаемого термина в контексте условий его применения. Исследуемая дефиниция составлена на основании спецификации элементов, имеющих значение для ее однозначной семантической идентификации: родовой признак (G); видовые характеристики и формы проявления (F), присущие дефиденту; объект дефиниции (O); атрибуты (A), раскрывающие видовые характеристики и форму проявления. Разработанная спецификация представлена в табл. 3.

Таблица 3 – Спецификация элементов дефиниции «эффективность инновационного процесса»

Элементы	Содержание	Характеристика
G	Свойство действия, выполняемого в составе исследуемой системы	Общее системное представление об эффективности
F	Степень соответствия между требуемым и достигаемым (ожидаемым) состоянием системы	Общее системное представление об эффективности
		Степень соответствия устанавливается на основании специально вводимой числовой функции
		Вид функции соответствия принимается в зависимости от цели исследования эффективности и характера исследуемой системы, в том числе уровня определенности / неопределенности, зависящего от стадии жизненного цикла инновации
		Для условий определенности – бинарное задание функции соответствия при скалярной свертке параметров эффективности. Для условий высокой неопределенности нестохастического характера – оценка степени соответствия на основе нечетко-множественного моделирования, позволяющего включить в исследование эффективности актуальные правила поведения системы, в том числе предпочтения ЛПР по результативности / срочности / экономичности и системно значимые ограничения инновационного процесса
O	Инновационный процесс, реализуемый в составе организационно-экономической системы	Необходимое для дефиниции эффективности уточнение объекта исследования – инновационный процесс как совокупность целенаправленных действий по разработке научно-технических знаний и их преобразованию в коммерчески значимые технологии производства, обеспечивающие конкурентные преимущества на актуальных товарных рынках и реализуемые в контексте деловой стратегии предприятия, формирующей управленчески значимые ограничения исследуемой системы и предпочтения ЛПР

Элементы	Содержание	Характеристика
A	1 Достижимость цели	Общий системно значимый атрибут эффективности
		Обеспечивает концепцию «целевой эффективности» (effectiveness), реализуемую через оценку приспособленности процесса к достижению цели системы
		Реализуется за счет уточнения существа цели – в экономическом и управленческом проявлениях, а также методов оценки соответствующих результатов и ограничений.
	2 Соответствие ресурсным ограничениям	Экономическое проявление целеполагания реализуется через его выражение в форме релевантной операционной прибыли за период жизненного цикла инновации; управленческое проявление – через стратегически значимые результаты инновационного процесса, уровень их значимости в контексте деловой конкурентной стратегии, а также рыночные и внутриорганизационные ограничения в достижимости экономического результата. Связь между экономическими и управленческими аспектами целеполагания реализуется в составе целевой функции инновационного процесса
		Общий системно значимый атрибут эффективности
		Обеспечивает концепцию «ресурсной эффективности» (efficiency), проявляющуюся соотношением объема затраченных ресурсов с полученными результатами, а также с инвестиционно-финансовыми ограничениями
	3 Соответствие временным ограничениям	Реализуется через уточнение состава ресурсов (инвестиций) инновационного процесса, оценку их объема и ограничений (инвестиционно-финансового характера)
		Общий системно значимый атрибут эффективности
		Отражение временных ограничений производится через фиксацию временных параметров инновационного процесса и учет неравнозначности денежных сумм во времени, а также включение в оценку эффективности приоритетов и ограничений по продолжительности стадия жизненного цикла инновации
		Реализуется через уточнение временных параметров инновационного процесса, оценку их значений, ограничений и значимости в контексте реализуемой инновационной стратегии и в соответствии с концепцией жизненного цикла инновации

На основании составленной спецификации была сформирована следующая дефиниция термина «эффективность инновационного процесса»: *комплексное свойство целенаправленной деятельности по разработке и коммерциализации технологических новшеств, выражаемое степенью достижения цели технологического развития предприятия при соответствии ресурсным и временными ограничениям.*

Специфицированная дефиниция эффективности призвана обеспечить однозначность ее содержательной интерпретации в качестве управленческого критерия применительно к заданному объекту исследования и устанавливает область применения методологии нечетко-множественного моделирования. Математический аппарат нечетко-множественного моделирования обеспечивает выполнение видового признака дефиниции эффективности в отношении ее атрибутов (достижимость цели и соответствие ресурсным и временными ограничениям) применительно к условиям высокой неопределенности нестохастического характера, представляющих особую значимость на *ранних стадиях жизненного цикла инновации*.

3 Концептуальная структурная модель представления движущих сил инновационного процесса, составленная в форме конструктивной онтологии и содержащая экспликацию необходимых для его комплексного описания факторов. Концептуальная структурная модель служит основанием разработки содержания допустимых альтернатив в организации инновационного процесса на промышленных предприятиях и представления необходимой информации для оценки его эффективности с позиций нестохастической неопределенности.

Экспликация состава факторов (движущих сил) инновационного процесса представлена в форме конструктивной онтологии. Составленная конструктивная онтология инновационного процесса (КОИП) решает задачу идентификации основных параметров инновационного процесса как основания для установления приемлемого содержания инновационного процесса. Построение онтологий исследуемых объектов выступает средством структурирования информации, тем самым формируются предпосылки к ее системной обработке с использованием автоматизированных программных средств. Разработка основана, во-первых, на общем понимании онтологии как учения о фундаментальных принципах, сущностных формах, свойствах, категориальных распределениях в устройстве бытия; во-вторых, с позиций прикладной значимости исследуемого вопроса. В этой связи за основу разработки КОИП был принят во внимание применяемый в инже-

нерии знаний подход к назначению и построению онтологии (IDEF5). В данном понимании онтология (O) является формальным описанием (либо экспликацией элементов) исследуемого объекта в форме концептуальной модели, представляющей посредством спецификации концептов (X), отношений (предикатов) между ними (P), а также набора аксиом и правил (Φ), т. е. в форме кортежа:

$$O = \langle X, P, \Phi \rangle, \quad (22)$$

где X – конечное непустое множество концептов (структурных, классов – метаданных); P – конечное множество (возможно, пустое) отношений между ними (предикатов); Φ – конечное, (возможно, пустое) множество функций интерпретации, формируемых через набор аксиом и правил и задаваемых на концептах и/или предикатах в разрабатываемой онтологии.

Для целей проводимого исследования разработка КОИП проводилась из условия $P = 0$, $\Phi = 0$; то есть КОИП представлена спецификацией концептов, структурированных в классы – объекты метаданных. Данное условие представляется достаточным для решения поставленной задачи – идентификация основных факторов (движущих сил) стратегии реализации инновационного процесса как основания для установления дискретного множества альтернатив, описываемых набором соответствующих концептов.

Для разработки КОИП принята конструктивная парадигма системного исследования, согласно которой исследование системы и ее онтологическое описание должны основываться на исходных предпосылках – постановка цели, задание временного интервала, задание конечного множества функциональных элементов, выделяемого из среды в соответствии с определенной целью и временными характеристиками. Построение КОИП базировалось также на сложившемся понимании процесса (ISO 9001) как совокупности взаимосвязанных действий, преобразующих входы в выходы и направленных на достижение установленной цели. Состав действий образует конечное неслучайное множество и представлен базовыми классами описания процесса: (1) вход, (2) выход, (3) ресурсы, (4) участники, (5) показатели. Принимая во внимание неоднородность инновационного процесса во временном аспекте, дополнительно введен класс (6) стадии жизненного цикла инновации. Соответствующая данному представлению содержания инновационного процесса композиционная схема КОИП показана на рис. 3.

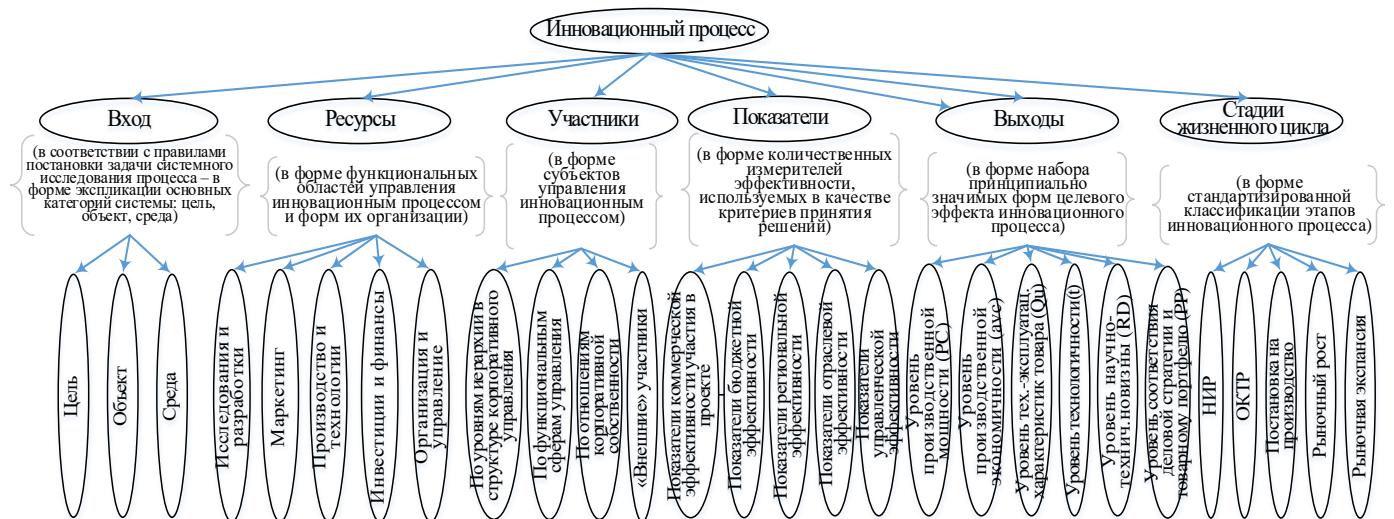


Рисунок 3 – Композиционная схема КОИП (объекты метаданных)

Каждый из представленных в композиционной схеме КОИП объектов метаданных специфицирован в разрезе концептов в соответствии со сложившимися в теории и практике управления инновационными процессами унифицированными подходами – в форме общепринятых научных, технических, экономических, правовых норм (спецификация концептов приведена в тексте диссертации).

На основании разработанной композиционной схемы КОИП была сформирована концептуальная модель, описывающая инновационный процесс в форме данных числовой и нечисловой природы и обеспечивающая представление состава необходимой информации о значимых условиях реализации инновационного процесса для оценки его эффективности с позиций нестохастической неопределенности (см. п. 2.4 диссертации).

Композиционная схема КОИП служит также цели разработки дискретного множества допустимых альтернатив в организации инновационного процесса. Перспектива использования разработанной конструктивной онтологии состоит в формировании на этой основе практико-ориентированной базы знаний в составе автоматизированных экспертизных систем управления инновационными процессами на предприятии.

4 Целевая функция инновационного процесса, представляющая зависимость его целевого экономического эффекта от стратегически значимых факторов и правил поведения системы, заданных в форме управленческих значимых ограничений системы и предпочтений ЛПР.

Разработанная целевая функция инновационного процесса позволяет формировать расширенную оценку целевого эффекта инновационного процесса на основе стратегически значимых факторов инновационного процесса и представлений ЛПР о значимости этих факторов в стратегическом контексте, а также актуальных рыночных и производственных ограничений предприятия.

По результатам эвристического анализа сложившихся научных представлений о роли технологических инноваций как средства обеспечения конкурентоспособности и об инновационных стратегиях (М. Портер, П. Друкер, Б. Санто, Б. Твесс, Л. Г. Кудинов, Л. Водачек и О. Водачкова, В. М. Аньшин, А. В. Трачук, А. В. Фомина, А. Ю. Юданов, С. А. Агарков и др.) составлена экспликация стратегически значимых факторов инновационного процесса на промышленных предприятиях (табл. 4).

Таблица 4 – Стратегически значимые факторы целевого эффекта инновационного процесса

Факторы целевого эффекта	Характеристика (в контексте ДКС)
Качественные характеристики товара – объекта инновационного процесса (Qu)	– непосредственная предпосылка товарной дифференциации (фокусирования на дифференциации)
Уровень производственной экономичности (прямые производственные издержки) (avc)	– непосредственная предпосылка лидерства в издержках (фокусирования на издержках)
Уровень производственной мощности (PC)	– условие обеспечения возможностей реализации конкурентных преимуществ и/или формирования защитных барьеров и/или эффекта масштаба
Характеристика производственной технологичности (t)	– обусловленная конструктивными и технологическими решениями надежность в обеспечении экономичности производства, проектируемых качественных и количественных характеристик производства
Степень научно-технической новизны и уровень правовой охраны результатов НИОКР, лежащих в основе инновационного процесса (RD)	– условие обеспечения и сохранения эффективной монополии (для нового товарного рынка) либо конкурентных преимуществ за счет уникальных (для рынка) способов производства
Характеристика инновационного процесса в контексте сложившегося товарного портфеля и деловой конкурентной стратегии (PP)	– условие обеспечения «синергизма продаж» (И. Ансофф) в отношении нового либо модернизированного товара и/или нового географического рынка, и/или нового способа производства товара

Многокомпонентное содержание целевого эффекта обеспечивает комплексный подход к оценке экономического результата инновационного процесса в стратегическом контексте.

Схематичное структурное представление соотношения данных факторов с целевым экономическим эффектом Pr (в форме операционной прибыли, релевантной инновационному процессу) представлено на рис. 4.

Функциональные связи между стратегически значимыми результатами инновационного процесса и его экономически значимыми параметрами – объем производства и продаж (Q), цена реализации (p), себестоимость производства (ac) – предложено реализовывать через нечеткий логический вывод с использованием алгоритма, аналогичного описанному в (8)-(20).

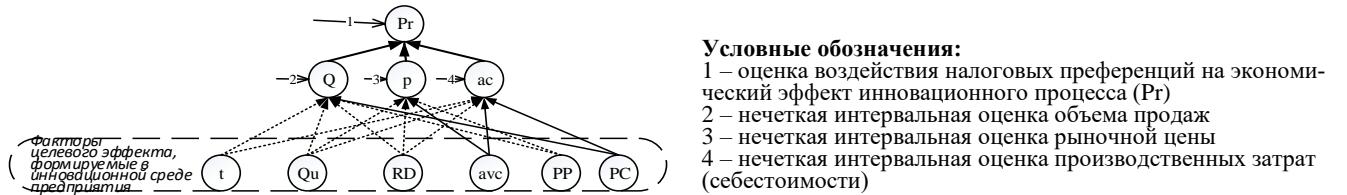


Рисунок 4 – Структурная модель целевого экономического эффекта инновационного процесса

В реализации алгоритма НЛВ при оценке Q, p, ac заложены следующие существенные условия. Значения вектора входных переменных $\bar{X} = |PC \ Qu \ avc \ t \ PP \ RD|^T$ заданы посредством управленческой экспертизы – в балльных оценках; соответствующий модуль экспертизы, разработанный в рамках исследования, приведен в табл. 27 диссертации. Активизация подзаключений проводится через t -отсечение; аккумуляция подзаключений – через \max -функцию объединения; дефазификация – методом центра тяжести. Расчет итоговых значений параметров Q, p, ac производится в два этапа:

1) через функцию агрегирования (реализуемую как средневзвешенная величина, аналогично (20)) устанавливается балльная оценка параметров Q, p, ac . При этом используемые в функции агрегирования весовые коэффициенты представляют значимость стратегических факторов целевого эффекта, определяющую предпочтения ЛПР в соответствии с принятым типом инновационной стратегии;

2) перевод балльных оценок в натуральные и стоимостные единицы измерения для Q, p, ac проводится через функцию конвертации, которая реализована через НЛВ; тем самым обеспечивается возможность включить в прогноз этих параметров нечеткие интервальные оценки, дифференцированные по областям определения термов; области определения термов в прогнозной оценке Q, p, ac задаются экспертно (соответствующий модуль экспертизы приведен в табл. 28 диссертации).

Формализованное представление целевой функции инновационного процесса, оцениваемой в соответствии с описанным подходом, может быть выражено следующими функциональными зависимостями:

$$\begin{aligned}
 Pr &= f(Q, p, ac) \rightarrow \max, \\
 Q &= \mathfrak{f}(U_Q, Qu, PC, RD, PP, t, \bar{P}_1^{u1}), \\
 U_Q &\in (Q_{\min}, Q_{\max}), \\
 p &= \mathfrak{f}(U_p, Qu, PC, RD, PP, avc, \bar{P}_1^{u2}), \\
 U_p &\in (p_{\min}, p_{\max}), \\
 ac &= \mathfrak{f}(U_{ac}, avc, PC, t, \bar{P}_1^{u3}), \\
 U_{ac} &\in (ac_{\min}, ac_{\max}),
 \end{aligned} \tag{23}$$

где $f(\cdot)$ – функциональные отношения между параметрами, задаваемые алгебраическими функциями; $\mathfrak{f}(\cdot)$ – функциональные отношения, формируемые с использованием процедуры НЛВ; U_Q, U_p, U_{ac} – нечеткие интервальные оценки (области определения) лингвистических переменных Q, p, ac ; $\bar{P}_1^{u1}, \bar{P}_1^{u2}, \bar{P}_1^{u3}$ – результат нормализации вектора приоритетов \bar{P}_1 в соответствии с содержанием функций Q, p, ac (соответственно). Вектор \bar{P}_1 определяет результат экспертизы оценок значимости стратегических факторов целевого эффекта (методом ранжирования с последующим вычислением нормированного центроида матрицы преобразованных рангов):

$$\bar{P}_1 = |P_{PC} \ P_{avc} \ P_{Qu} \ P_{RD} \ P_{PP} \ P_t|^T. \tag{24}$$

Предложенное положение о содержании и формах оценки целевого эффекта в управлении инновационными процессами технологического развития промышленных предприятий дополняет принятые в теории и методологии оценки эффективности научно-практические нормы и экономико-математические методы, в соответствии с которыми в таком качестве рассматриваются экономические параметры в форме чистого дохода, прибыли и ее производных. Разрабо-

танская целевая функция инновационного процесса обеспечивает расширенную оценку экономического эффекта математическими методами нечеткого моделирования.

5 Структурно-функциональное содержание нечетко-множественной модели эффективности инновационного процесса. Модель включает комплекс факторов числовой и нечисловой природы, отражающих существенные аспекты инновационного процесса (производственно-технологические, рыночные, инвестиционно-финансовые), а также формализует связи между факторами посредством необходимых алгебраических функций и функций нечеткого логического вывода. Интеллектуальные математические методы нечеткого логического вывода обеспечивают в составе единой модели функциональные связи широкого состава факторов эффективности, в том числе факторов нечисловой природы, представляющих правила поведения системы в форме стратегически значимых ограничений исследуемой системы и управлеченческих предпочтений ЛПР.

Структурно-функциональное содержание нечетко-множественной модели эффективности инновационного процесса (НММ *W*) разработано исходя из общего понимания *нечеткой модели* как математической модели, описывающей поведение системы на основе обработки данных средствами нечетких вычислений, которые состоят в сопоставлении данных о системе с нечеткими лингвистическими характеристиками, актуальными для исследуемой системы, и использовании правил ее поведения. Назначение разрабатываемой модели – обоснование выбора по критерию максимума *W* наилучшего варианта организации инновационного процесса из дискретного множества допустимых альтернатив. Компонентами выбора при этом выступают: объект инновационного процесса, состав активных средств, тип стратегии инновационной деятельности.

Разработанная НММ *W* является имитационной и направлена на воспроизведение возможной реакции (по критерию эффективности) исследуемой системы управления при различных альтернативных вариантах инновационного процесса. Адекватность НММ *W*, в том числе в качестве имитационной модели, обеспечивается: а) широким составом включенных в нее параметров, обоснованным с теоретических позиций инноватики и с учетом практико-ориентированных норм инновационного менеджмента; б) использованием средств моделирования новизны, реализованных нечеткими импликациями; в) набором правил функционирования исследуемой системы, реализованных через базу правил НЛВ и параметры функций принадлежности. Это формирует предпосылки к тому, что все возможные сценарии исследуемого инновационного процесса активируются исходя из ментальных представлений ЛПР об условиях функционирования системы. Использование имитационной НММ *W* направлено на преодоление такой существенной сложности в исследовании экономических систем, как невозможность реального эксперимента в управлении такими системами.

НММ *W* обеспечивает решение задачи экономической оценки эффективности инвестиций в инновационный проект – для прямого инвестора. Общие основания решения такого типа задач сформированы в методологии оценки эффективности инвестиционных проектов (П. Л. Виленский, В. Н. Лившиц, С. А. Смоляк). НММ *W* призвана расширить сложившуюся методологию в части включения в оценку эффективности актуальных ограничений (по объему инвестиционных ресурсов, временными параметрам, параметрам целевого эффекта) и управлеченчески значимых предпочтений ЛПР (в том числе по результативности / экономичности / срочности и др.). Постановка задачи предусматривает ряд необходимых упрощений – исключены из рассмотрения: структура финансирования и соответствующие финансовые издержки; экологические, социальные, бюджетные эффекты.

5.1 Структурное содержание нечетко-множественной модели, определяющее набор факторов эффективности и характер функциональных связей между ними.

Структурное содержание НММ *W* сформировано на основании детализированного представления каждого параметра эффективности:

– детализация параметра сроков T проводится в соответствии со структурой жизненного цикла инновационного процесса; в составе общей продолжительности жизненного цикла инновации ($T_{жци}$) выделены следующие структурные элементы: исследования и разработки (T_{rd}), постановка производства ($T_{пп}$), рыночный рост ($T_{рп}$), рыночная экспансия ($T_{рэ}$);

– детализация параметра затрат C проведена в соответствии с укрупненным представлением инвестиций, связанных с инновационными процессами: единовременные расходы (ЕВР) на исследования и разработки (C_{rd}), ЕВР на постановку производства ($C_{пп}$), ЕВР на формирование оборотного капитала ($C_{ок}$), прочие ЕВР ($C_{пр}$), в том числе на маркетинговое и кадровое обеспечение инновационного процесса; в составе параметра C выделен существенный для НММ W элемент – инвестиционно-финансовые ограничения в инновационном процессе ($C_{ИФО}$), которые учитываются в составе НММ W в качестве областей определения нечетких множеств при оценке через НЛВ параметра C ;

– целевой эффект q представлен показателем «экономический эффект за полный период жизненного цикла инновации» VR , определяемый как результат свертки параметров Pr , срок жизненного цикла инновации (в части периода коммерциализации, т. е. сумма параметров $T_{рп}$ и $T_{рэ}$), требуемая норма доходности инвестированного капитала $R_{СК}$; операционный экономический результат Pr определяется на основании разработанной в диссертации целевой функции инновационного процесса (см. п. 4 автореферата);

– для оценки Pr введены экономически значимые параметры: прогнозный объем условно-постоянных операционных затрат FC , сумма налоговых платежей FP (порядок оценки этих параметров описан в диссертации).

Структурная схема НММ W , отражающая состав факторов эффективности инновационного процесса и формы связи между ними, приведена на рис. 5.

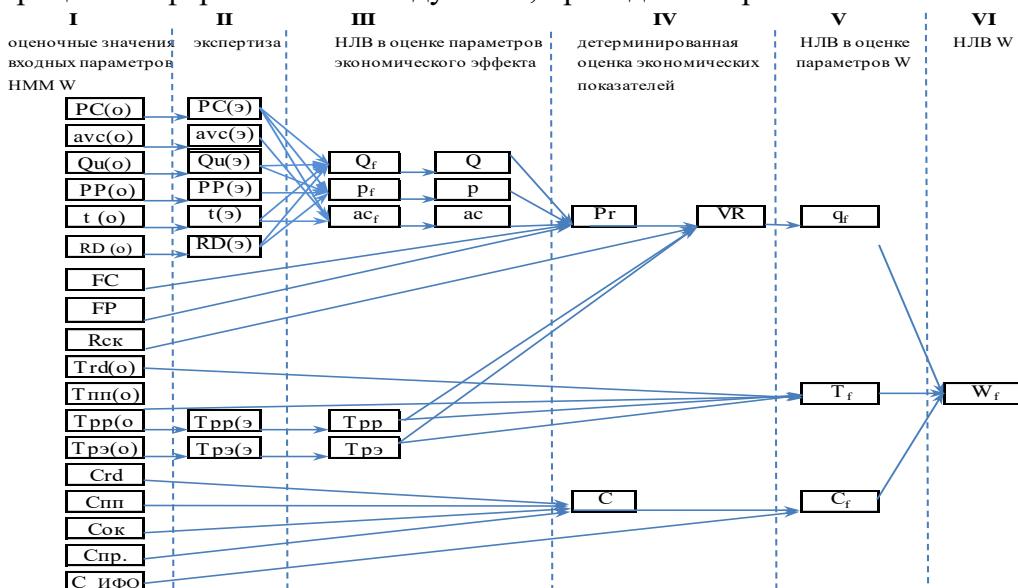


Рисунок 5 – Структурно-функциональное содержание НММ W

Структурное содержание модели представляет: а) необходимый комплекс факторов эффективности инновационного процесса, сформированный исходя из его онтологии; б) состав функциональных связей между этими факторами.

5.2 Комплекс экономико-математических методов, обеспечивающих функциональные связи между параметрами нечетко-множественной модели эффективности инновационного процесса

Функциональные связи между факторами реализованы: а) необходимыми алгебраическими функциями – при наличии явных функциональных отношений между параметрами модели; б) функциями нечеткого логического вывода – для организации функциональных связей между факторами модели, которые не могут быть выражены явными функциональными зависимостями.

НЛВ в этом случае позволяет включить в оценку эффективности актуальные правила поведения системы, представляемые в форме существенных ограничений (внутрисистемных и внешних) и управлеченческих предпочтений ЛПР.

5.2.1 Математический аппарат НЛВ в составе НММ W

Аппарат НЛВ используется для организации функциональных связей на III, V, VI уровнях НММ W . В диссертационной работе был решен вопрос его адаптации к специфике оценки эффективности инновационных процессов. В том числе предложены способы задания правил НЛВ, правил фазификации и дефазификации. Содержательное представление аппарата НЛВ для каждого из этих уровней модели приведено в табл. 5. Сформированный методический комплекс организации НЛВ в высокой степени соответствуют специфике экономических систем управления инновационными процессами и обеспечивают необходимую точность вычислений при приемлемом уровне сложности: использование гауссовой и сигмоидальных функции при фазификации / дефазификации параметров как формы интуитивной функции принадлежности; предусмотренное ограничение по числу используемых термов принято в соответствии с общей практикой формирования прогнозов (пессимистичный, номинальный, оптимистичный); центроидный метод дефазификации обеспечивает достаточную чувствительность модели к изменению входных сигналов.

Разработанная НММ W ориентирована на ее использование в режиме «экспертных знаний о системе» (А. Пегат). Для выявления необходимого набора «внутренних» знаний ЛПР (выступающих в качестве экспертов) о поведении исследуемого объекта становится актуальной адекватная управлеченческая экспертиза. Для обеспечения практической реализуемости НММ W разработано содержание управлеченческой экспертизы, направленной на выявление экспертных знаний об инновационном процессе (п. 5.2 диссертации): а) экспертная оценка *входных параметров* НММ W и построение вектора входных переменных $\bar{X} = |PC \ Qu \ ayc \ t \ PP \ RD|^T$ (в балльных оценках); б) экспертиза *предпочтений* ЛПР \wp (как условие активации простых подусловий базы правил через соответствующие векторы приоритетов) – определяемые векторами приоритетов $\bar{P}_4, \bar{P}_2, \bar{P}_1$; в) экспертное задание областей определения используемых лингвистических переменных – области определения формализуют в этом случае представления об актуальных *ограничениях* \bar{Y}^{trp} исследуемой системы: а) в отношении инвестиционно-финансовых условий \bar{Y}^{trp}_{INV} , в том числе финансовых ограничений $\bar{Y}^{trp}_{C_IF0}$ и ограничений по величине экономического эффекта \bar{Y}^{trp}_{VR} ; б) в отношении экономических и рыночных характеристик инновации \bar{Y}^{trp}_{inn} : $\langle \bar{Y}^{trp}_Q, \bar{Y}^{trp}_p, \bar{Y}^{trp}_{ac} \rangle$; в) в отношении временных ограничений по срокам жизненного цикла инновационного проекта \bar{Y}^{trp}_T . Управлеченческая экспертиза построена на результатах исследования онтологии инновационного процесса, апробирована при проведении практико-ориентированных исследований; включает в себя эвристические знания и правила надлежащей практики, описанные в том числе в теоретических положениях инноватики, стратегического менеджмента, инвестиционного капитала.

5.2.2 Методический комплекс организации явных функциональных связей между параметрами НММ W .

Разработка методов проведена в соответствии со структурой НММ W (IV уровень НММ W) и основана на сложившихся методах технико-экономических и инвестиционно-финансовых расчетов. Методический комплекс представлен следующими положениями.

1. Продолжительность жизненного цикла инновации:

$$T_{жци} = f(T_{rd}, T_{ПП}, T_{pp}, T_{рэ}), \quad (25)$$

а также стоимость ресурсов инновационного процесса:

$$C = f(C_{rd}, C_{ПП}, C_{ок}, C_{пр}) \quad (26)$$

задаются в составе НММ W через детерминированную оценку как сумма значений соответствующих входных параметров.

Таблица 5 – Содержание методического аппарата НЛВ в оценке параметров НММ W (III, V, VI уровни)

Функции	Содержание функций	Методический аппарат
Оценка эффективности W (балльная): $W = \mathcal{F}(q, C, T, \varphi_k)$	<p>Функция реализована через НЛВ, формализующий отношения между параметрами эффективности при векторной форме их представления, что обеспечивает возможность: 1) сопоставления каждого из прогнозных значений q, C, T с требуемыми значениями при нечетко интервальном способе их задания; 2) учета управлеченческих предпочтений ЛПР φ_k по результативности / срочности / экономичности (задаваемых вектором \bar{P}_4).</p> <p>Расчет W производится в балльной оценке при использовании нормированной шкалы отношений, т. е. W представляет собой <i>сравнительную характеристику</i> дискретного множества альтернативных решений в организации инновационного процесса, применимую для исследуемой экономической системы</p>	<p>– метод экспертной оценки управленческих предпочтений ЛПР по результативности / срочности / экономичности (φ_k);</p> <p>– использован метод парных сравнений с последующим построением нормализованного вектора весовых коэффициентов – вектора приоритетов \bar{P}_4:</p> $\bar{P}_4 = P_q, P_C, P_T ^T,$ <p>вектор \bar{P}_4 использован для активации простых подусловий (через функцию агрегирования $\varphi(\cdot)$) в организации НЛВ W</p>
Оценка целевого эффекта инновации q_f (балльная): $q_f = \mathcal{F}(VR, \bar{Y}_{VR}^{\text{тр}})$	<p>Функция реализована через НЛВ, формализующий оценку VR в соответствии с нечетко заданными ограничениями $\bar{Y}_{VR}^{\text{тр}}$, которые представлены в форме областей определения $\{U_{VR}\}$ лингвистической переменной VR; в реализации НЛВ q_f использована нормированная шкала отношений входного параметра VR – исходя из результатов оценки требований к уровню отдачи <i>инвестиированного капитала</i></p>	<p>– методические условия формирования областей определения нечетких множеств для термов лингвистической переменной q_f:</p> $\{U_{VR}\}$
Оценка стоимостного параметра C_f (балльная): $C_f = \mathcal{F}(C, \bar{Y}_{C_ИФО}^{\text{тр}})$	<p>Функция реализована через НЛВ, формализующий оценку стоимостных характеристик инновационного процесса исходя из нечетко заданных инвестиционно-финансовых ограничений $\bar{Y}_{C_ИФО}^{\text{тр}}$ исследуемой экономической системы; в реализации НЛВ C_f использована нормированная шкала – исходя из результатов оценки финансовых возможностей и ограничений исследуемой системы</p>	<p>– методические условия формирования областей определения нечетких множеств для термов лингвистической переменной C_f (определяют инвестиционно-финансовые ограничения в инновационном процессе):</p> $\{U_{ИФО}\}$
Оценка параметра сроков T_f (балльная): $T_f = \mathcal{F}(T_{RD}, T_{ПП}, T_p, T_{\exists}, \varphi_T, \bar{Y}_{T_T}^{\text{тр}})$	<p>Функция реализована через НЛВ, формализующий оценку временных характеристик инновационного процесса с позиций жизненного цикла инновации – предпочтений по временным параметрам φ_T ($\varphi_T = \bar{P}_2$) и временных ограничений $\bar{Y}_{T_T}^{\text{тр}}$:</p> $\bar{Y}_{T_T}^{\text{тр}}: \langle \bar{Y}_{T_{RD}}^{\text{тр}}, \bar{Y}_{T_{ПП}}^{\text{тр}}, \bar{Y}_{T_p}^{\text{тр}}, \bar{Y}_{T_{\exists}}^{\text{тр}} \rangle;$ <p>вектор \bar{P}_2 отражает значимость факторов T (T_{RD}, $T_{ПП}$, T_p, T_{\exists}), формируется экспертино;</p> <p>в реализации НЛВ T_f использованы: нормированная шкала параметра T (исходя из результатов оценки временных ограничений исследуемой системы) и вектор приоритетов для параметра T (T_{RD}, $T_{ПП}$, T_p, T_{\exists})</p>	<p>– метод экспертной оценки временных предпочтений ЛПР (использован метод парных сравнений) и построение нормализованного вектора приоритетов \bar{P}_2:</p> $\bar{P}_2 = P_{T_{RD}}, P_{T_{ПП}}, P_{T_p}, P_{T_{\exists}} ^T,$ <p>вектор \bar{P}_2 необходим для активации простых подусловий (через соответствующую функцию агрегирования) в организации НЛВ T_f;</p> <p>– методические условия формирования областей определения нечетких множеств для термов лингвистических переменных T_{RD}, $T_{ПП}$, T_p, T_{\exists} (по стадиям жизненного цикла инновации):</p> $\{U_{T_{RD}}\}, \{U_{T_{ПП}}\}, \{U_{T_p}\}, \{U_{T_{\exists}}\}$

Функции	Содержание функций	Методический аппарат	
Прогнозная оценка параметров экономического эффекта инновации:	объема продаж Q в натуральных единицах измерения (натур. ед. изм.): $Q = \mathfrak{f}(Q_f, \bar{Y}^{tp}_Q)$	Конвертация полученных через НЛВ в балльной оценке значений параметров Q_f, p_f, ac_f в натуральные измерители этих параметров; функция реализована через НЛВ, формализующий нахождение четкого значения параметров Q, p, ac , которое наилучшим («рациональным») образом представляет заданный интервал их возможных значений: $\bar{Y}^{tp}_Q, \bar{Y}^{tp}_p, \bar{Y}^{tp}_{ac}$ (задаются экспертино)	– методические условия формирования областей определения нечетких множеств для термов лингвистической переменной Q : $\{U_Q\}$ ($\{U_Q\}$ определяет рыночные и производственные ограничения)
	цены продаж p (стоимостные ед. изм.): $p = \mathfrak{f}(p_f, \bar{Y}^{tp}_p)$		– методические условия формирования областей определения нечетких множеств для термов лингвистической переменной p : $\{U_p\}$ ($\{U_p\}$ определяет рыночные ограничения)
	себестоимости производства ac (стоимостные ед. изм.): $ac = \mathfrak{f}(ac_f, \bar{Y}^{tp}_{ac})$		– методические условия формирования областей определения нечетких множеств для термов лингвистической переменной ac : $\{U_{ac}\}$ ($\{U_{ac}\}$ определяет внутрипроизводственные ограничения)
Балльная оценка параметров экономического эффекта инновации, оцениваемых в стратегическом контексте:	объема продаж Q_f : $Q_f = \mathfrak{f}(PC_3, ac_3, Qu_3, PP_3, RD_3, \varphi_{inn})$	Функции реализованы через НЛВ, формализующий оценку совокупного влияния стратегически значимых факторов целевого эффекта инновационного процесса (PC, ac, Qu, RD, PP, t) на параметры экономического эффекта (Q, p, ac).	– метод экспертины оценки значимости стратегических результатов инновационного процесса: ординарный подход в организации сбора данных и ранжирование с построением нормализованного вектора весовых коэффициентов – вектора приоритетов: $\bar{P}_1 = P_{PC}, P_{RD}, P_{ac}, P_{Qu}, P_t, P_{PP} ^T,$
	цены продаж p_f : $p_f = \mathfrak{f}(PC_3, Qu_3, PP_3, RD_3, \varphi_{inn})$	В реализации НЛВ использован вектор приоритетов \bar{P}_1 , определяющий значимость факторов целевого эффекта.	вектор \bar{P}_1 формируется в соответствии с принятым типом инновационной стратегии и используется для формирования базы правил НЛВ каждого из оцениваемых параметров (Q_f, p_f, ac_f) для активации простых подусловий (через соответствующую функцию агрегирования) в организации НЛВ; при этом необходима нормализация значений вектора исходя из состава факторов, принятых в оценку Q_f, p_f, ac_f
	себестоимости производства ac_f : $ac_f = \mathfrak{f}(PC_3, acv_3, t_3, \varphi_{inn})$	\bar{P}_1 формируется через экспертизу и отражает неравнозначность факторов целевого эффекта при различных типах стратегий инновационной деятельности – предпочтения ЛПР φ_{inn} для определенного типа инновационной стратегии	
Оценка продолжительности стадий рыночного обращения товара – объекта инновационного процесса (кол-во периодов): $Tpp = \mathfrak{f}(Tpp(\mathcal{E}), \bar{Y}^{tp}_{Tpp}),$ $Tr\mathcal{E} = \mathfrak{f}(Tr\mathcal{E}(\mathcal{E}), \bar{Y}^{tp}_{Tr\mathcal{E}})$	Конвертация полученной через экспертизу балльной оценки $Tpp(\mathcal{E}), Tr\mathcal{E}(\mathcal{E})$ в натуральные измерители продолжительности этих стадий; функция реализована через НЛВ, формализующий нахождение четкого значения выходных параметров $Tpp, Tr\mathcal{E}$, которые наилучшим («рациональным») образом представляет заданный интервал их возможных значений	– методические условия формирования областей определения нечетких множеств для термов лингвистических переменных $Tpp, Tr\mathcal{E}$: $\{U_{Tpp}\}, \{U_{Tr\mathcal{E}}\}.$	

2. Стоимостная оценка операционной прибыли Pr , релевантной инновационному процессу, реализуется через детерминированный расчет. Порядок расчета определяется типом инновации:

а) для продуктовой инновации:

$$Pr = \sum_i Q_i(p_i - ac_i) - FC - FP; \quad (27)$$

б) для процессной инновации, обеспечивающей производственную экономичность Δac_i :

$$Pr = \sum_i Q_i^1 \Delta ac_i - FC - FP; \quad (28)$$

(верхний индекс «1» – прогнозный результат инновационного процесса);

в) для процессной инновации, обеспечивающей повышение производительности ΔQ_i :

$$Pr = \sum_i \Delta Q_i(p_i^0 - ac_i^0) - FC - FP; \quad (29)$$

(верхний индекс «0» – базовый результат, не учитывающий эффекты инновационного процесса, т. е. по сценарию «без проекта»);

г) для процессной инновации, обеспечивающей повышение ценовых характеристик Δp_i (как результат более высоких качественных параметров):

$$Pr = \sum_i Q_i^1 \Delta p_i - FC - FP. \quad (30)$$

3. Оценка экономического эффекта за полный период жизненного цикла инновации VR проводится в составе НММ W исходя из ряда ограничивающих условий (допущений): весь объем инвестированного капитала представлен собственными средствами; в качестве Rc принимается коммерческая ставка дисконта; дискретность поступлений Pr в порядке постнумерандо; декурсивный порядок начисления по ставке Rc ; исключение инфляционного фактора (т. к. оценка стабильности цен заложены в составе управленческой экспертизы и реализуется аппаратом НЛВ); величина Rc фиксированная; начисления по Rc не изымаются из денежного потока; приведение денежного потока осуществляется к «шагу 0»². Исходя из представленных ограничивающих условий, экономический эффект за полный период жизненного цикла инновации представляет аннуитетный поток (за период рыночной коммерциализации инновации) в форме геометрической прогрессии, причем первый член этой прогрессии и ее знаменатель равны между собой и составляют величину $(1/(1 + Rc))$. При такой постановке задачи оценка суммы экономического эффекта за период рыночной коммерциализации инновации может быть определена как сумма членов геометрической прогрессии (Л. Дж. Гитман и др.):

$$f(Pr, T, Rc) = VR = \sum_{t=1}^T \frac{Pr_t}{(1 + Rc)^t} = Pr \frac{1 - (1 + Rc)^{-T}}{Rc}. \quad (31)$$

Приведенные условия и метод оценки целевого эффекта составлены из предпосылки о высокой неопределенности условий реализации инновационного процесса на ранней (прединвестиционной) стадии жизненного цикла инновации, в связи с чем практически нереализуема задача достоверного детального прогнозирования распределенного во времени денежного потока. По мере снижения неопределенности, в качестве наиболее информационно полного и представительного, очевидно, применим метод расчета интегрального эффекта на основе дискретного детализированного представления денежного потока (П. Л. Виленский, В. Н. Лившиц, С. А. Смоляк).

² Обоснования допущений приведены в тексте диссертации (п. 5.3.3.2), также в диссертации обоснована позиция, что данные допущения не снижают результата оценки эффективности в составе НММ W как сравнительной характеристики альтернатив

5.3 Логическая структура нечетко-множественного моделирования эффективности инновационных процессов, представленная последовательностью этапов оценки, составом необходимой информации и используемых методов, а также идентифицирующая участвующие в реализации оценочных процедур референтные группы

Разработанная логическая структура методологии нечетко-множественного моделирования и оценки эффективности инновационных процессов основывается на структурно-функциональном содержании НММ W и представлена алгоритмом (рис. 6). Алгоритм отражает логическую последовательность оценочных процедур; в отношении каждой из них представлены соответствующие условия информационного обеспечения, методические подходы их реализации, идентифицированы референтные группы, участвующие в оценочных процедурах.

Разработанная логическая структура методологии обеспечивает необходимую упорядоченность и регламентацию в оценке эффективности инновационных процессов в составе НММ W , а также уточнение представлений о ключевых экономических параметрах инновационного процесса и выявление значимых управляемых факторов, что создает предпосылки к формированию действенной инновационной политики предприятий.

5.4 Программные средства нечетко-множественного моделирования эффективности инновационных процессов как инструментальной основы численной реализации НММ W и компьютерного эксперимента в практике управления инновационными процессами.

Интеллектуальные методы математической обработки информации предполагают значительные по объему и сложности вычисления. Для их экспериментального и практического применения, как правило, требуется инструментарий в форме специализированных программных средств. Исследовательская задача разработки инструментальных средств нечетко-множественного моделирования эффективности инноваций реализована на основе разработанной структуры и математического аппарата НММ W . Для решения данной задачи была составлена функциональная спецификация разрабатываемого программного продукта (ПП) (п. 4.1 диссертации); проведен анализ существующих программных решений для работы с нечеткой логикой класса Fuzzy Logic (FL) (п.4.2 диссертации); сформирована архитектура ПП (п. 4.3 диссертации); выполнены соответствующие программные разработки, обеспечивающие реализацию НММ W и возможности ее интеграции с корпоративной информационной системой учета в инновационном процессе на предприятии (ИС). По результатам аналитического обзора программных средств класса FL для программной реализации математического аппарата НММ W предложено использование программы для ЭВМ класса FL – IMIT[®] (автор – д-р физ.-мат. наук, проф. В. А. Тененев).

В основу разработки архитектуры программного решения были положены сформированные в рамках исследования требования: модульная организация программного решения; реализация разработанных методических условий организации процедуры НЛВ; обеспечение возможностей интеграции с ИС предприятия; комплексная визуализация результатов моделирования.

Согласно разработанной архитектуре программная реализация НММ W представлена несколькими модулями, выполняемыми с использованием: а) технологической платформы 1С:Предприятие 8.3; б) MS Excel; в) специализированной программы IMIT[®].

Средствами MS Excel обеспечиваются расчетные процедуры управляемой экспертизы. Средствами IMIT[®] реализуется необходимый математический аппарат в соответствии с разработанной процедурой НЛВ (п. 3.2.2 диссертации, п. 1.2 автореферата). Программными средствами 1С:Предприятие 8.3 реализованы функции: ввод данных; обмен данными между модулями; детерминированная обработка данных; визуальное представление численных результатов.

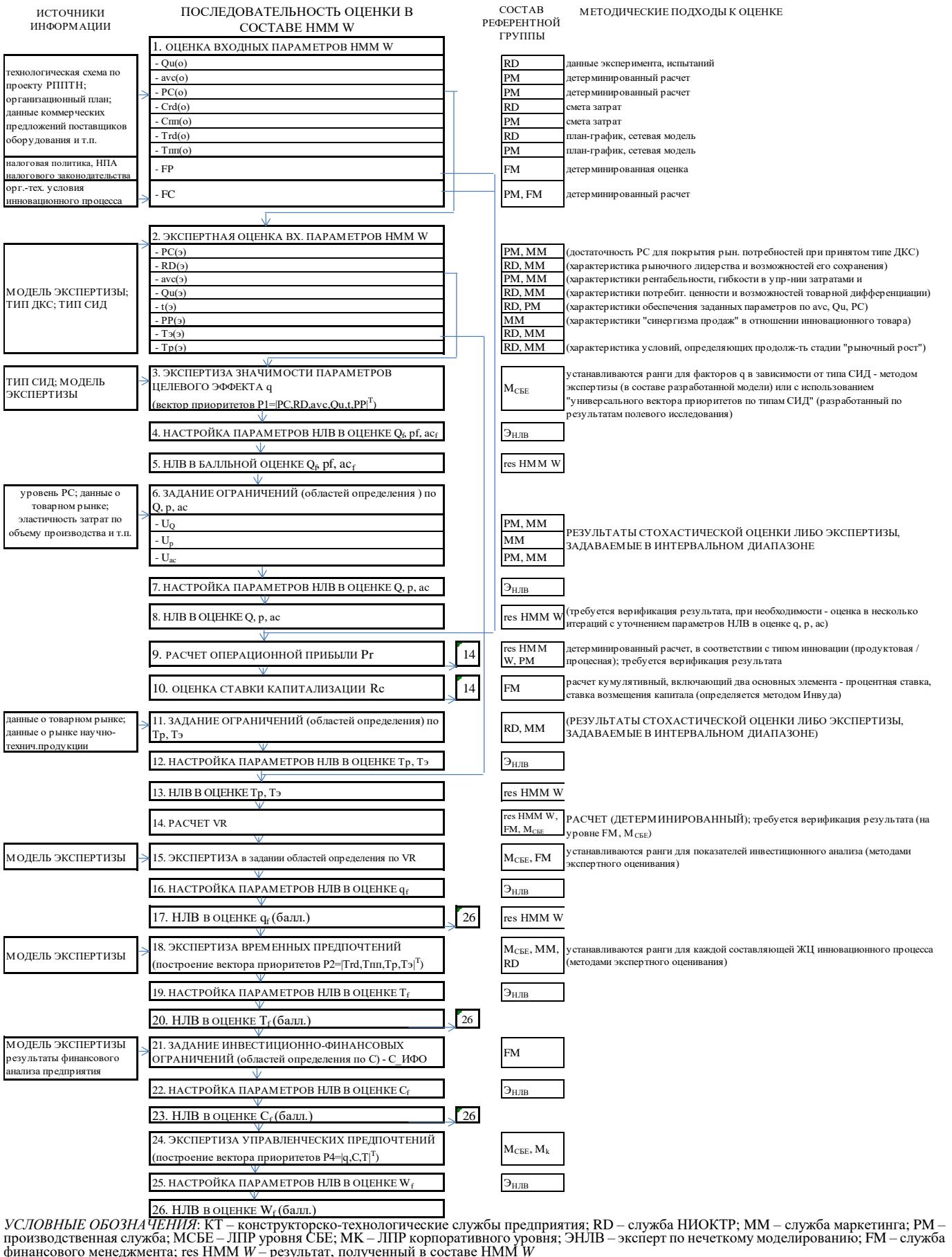


Рисунок 6 – Алгоритм оценки эффективности в составе НММ W

Использование технологической платформы 1С:Предприятие 8.3 связано с условием о необходимости обеспечить интеграцию разрабатываемого ПП с ИС предприятия, это позволит проводить актуализацию данных при использовании модели НЛВ W в течение жизненного цикла инновации. Структурно-функциональное представление архитектуры разрабатываемого программного продукта (ПП), обеспечивающего численную реализацию НММ W , приведено на рис. 7.

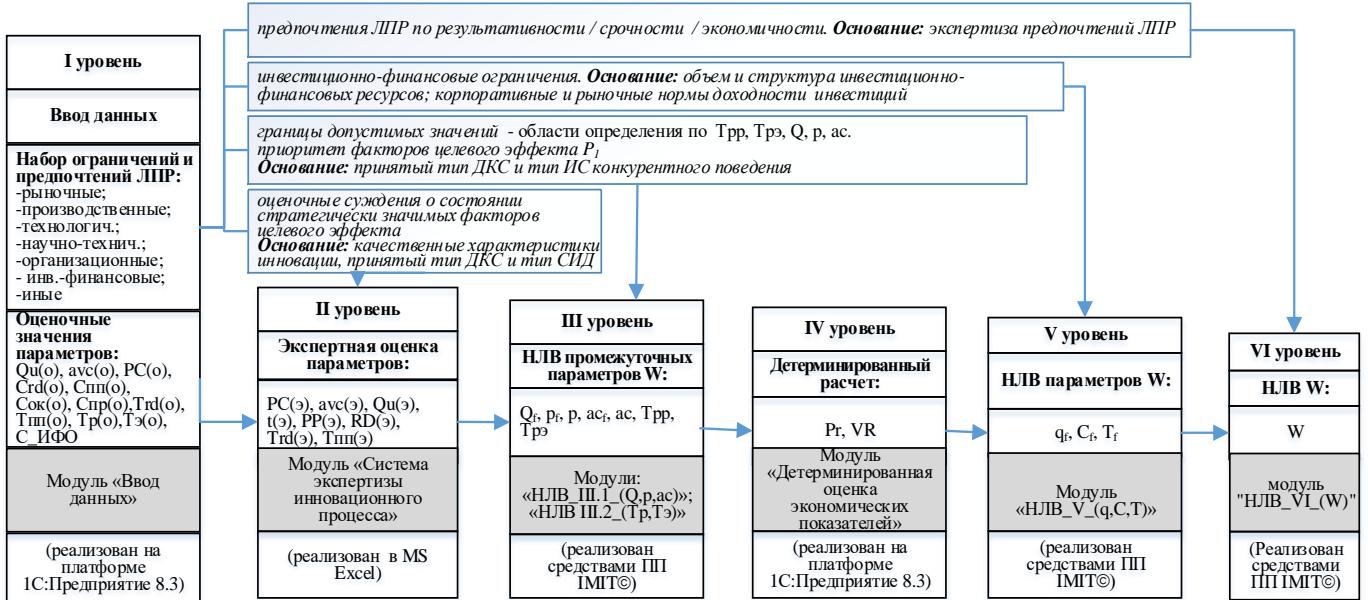


Рисунок 7 – Структурное описание архитектуры программного комплекса, реализующего НММ W

Разработанный программный продукт «Нечетко-множественное моделирование эффективности инновационного проекта»[©] был использован как инструментальная основа компьютерного эксперимента в практике управления инновационными процессами при решении ряда практико-ориентированных задач. В том числе были решены задачи: а) выбор и приоритезация объектов инновационного процесса; б) выбор типа инновационной стратегии; в) выбор состава активных средств инновационного процесса.

Пример численной реализации НММ W в решении задачи выбора объектов инновационного процесса

I Постановка задачи исследования реализована в форме экспликации следующих условий:

$$\langle\{S; \wp; \bar{Y}^{trp}; u(S, \wp, \bar{Y}^{trp}) > u_{\text{доп}} \forall s \in S\} : \{s^* \in S, \max u(s^*, \wp, \bar{Y}^{trp})\}\rangle, \quad (32)$$

где S – множество стратегий, представляемых в трех ключевых аспектах: а) объект инновационного процесса (O); б) тип инновационной стратегии (TS); в) набор активных средств, формирующих результирующие факторы инновационного процесса (AG); т. е. $S = \langle O; TS; AG \rangle$. $\{S\}$ представлено дискретным множеством альтернативных решений. Для каждого $o^* \in \{O\}$ сформирован соответствующий состав активных средств AG^* и тип инновационной стратегии ts^* (методы решения задач выбора AG и определения ts^* описаны в п. 5.3.1 и п. 5.2 диссертации, соответственно);

\wp – предпочтения ЛПР, представляемые в трех аспектах: а) предпочтения в составе инновационной стратегии \wp_{inn} ; б) временные предпочтения \wp_T ; в) управленические предпочтения \wp_k (по результативности / срочности / экономичности);

\bar{Y}^{trp} – ограничения исследуемой экономической системы, реализующей инновационный процесс; ограничения представлены в отношении: а) экономических и рыночных характеристик инновации \bar{Y}^{trp}_{inn} ; б) инвестиционно-финансовых условий \bar{Y}^{trp}_{INV} ; в) ограничений по срокам жизненного цикла инновационного проекта \bar{Y}^{trp}_T . Ограничения задаются через области определения нечетких множеств для соответствующих лингвистических переменных;

$u(\cdot)$ – исход реализации стратегии. Оценка исхода стратегии формируется на основании показателя W .

Отображение множества исходов стратегии во множество значений W задается через математическую модель Ψ эффективности инновационного процесса. Аппарат Ψ включает в себя как явные зависимости (детерминированные), так и нечетко выраженные функциональные отношения, формализуемые посредством функций нечеткого логического вывода на основе ограничений исследуемой системы \bar{Y}_{tr} и предпочтений ЛПР \wp .

Аппарат Ψ реализован через нечетко-множественную модель эффективности W :

$$\Psi : u(\cdot) \rightarrow W \quad (33)$$

(аппарат Ψ представлен в пп. 1.2, 5.2 автореферата и п п. 3.2.2, 3.3.3 диссертации).

Задача состоит в выборе наилучшего по критерию $\max W$ решения из дискретного множества альтернативных объектов инновационного процесса $\{O\}$.

II Численные результаты постановки задачи и ее решения.

Альтернативные объекты сформированы на основе сложившихся на исследуемом предприятии продуктовых разработок – завершенных проектов НИОКР, отвечающих условиям промышленной применимости и коммерческой значимости. По принципу единства целевого сегмента рынка, а также единства производственно-технологической базы множество (из тридцати разработок) научно-технических проектов, завершенных разработкой, объединены в три проекта: О1, О2, О3. Для каждого объекта $o^* \in \{O\}$ сформирован *состав активных средств* $\{AG\}$ и задан вид *стратегии инновационного процесса* ts^* . Состав активных средств $\{AG\}$ определяет количественные детерминированные характеристики целевого эффекта, сроков, стоимости. На основании разработанной в диссертации системы управленческой экспертизы (п. 5.2 диссертации) заданы балльные оценки стратегически значимых результатов инновационного процесса, а также сформированы используемые в НММ W численные оценки актуальных ограничений \wp и предпочтений \bar{Y}_{tr} :

$$\wp = \langle \wp_{inn}, \wp_T, \wp_k \rangle, \quad (34)$$

$$\wp_{inn} = \bar{P}_1, \wp_T = \bar{P}_2, \wp_k = \bar{P}_4; \quad (35)$$

$$\bar{Y}^{tr} = \langle \bar{Y}^{tr}_{inn}, \bar{Y}^{tr}_{INV}, \bar{Y}^{tr}_T \rangle, \quad (36)$$

$$\bar{Y}^{tr}_{inn} = \langle \bar{Y}^{tr}_Q, \bar{Y}^{tr}_p, \bar{Y}^{tr}_{ac} \rangle, \quad (37)$$

$$\bar{Y}^{tr}_Q = \{U_Q\}, \bar{Y}^{tr}_p = \{U_p\}, \bar{Y}^{tr}_{ac} = \{U_{ac}\}; \quad (38)$$

$$\bar{Y}^{tr}_{INV} = \langle \bar{Y}^{tr}_{C_ИФО}, \bar{Y}^{tr}_{VR} \rangle; \quad (39)$$

$$\bar{Y}^{tr}_{C_ИФО} = \{U_{ИФО}\}; \bar{Y}^{tr}_{VR} = \{U_{VR}\}; \quad (40)$$

$$\bar{Y}^{tr}_T = \langle \bar{Y}^{tr}_{Trd}, \bar{Y}^{tr}_{T_{nn}}, \bar{Y}^{tr}_{T_{pp}}, \bar{Y}^{tr}_{T_{pa}} \rangle; \quad (41)$$

$$\bar{Y}^{tr}_{Trd} = \{U_{Trd}\}, \bar{Y}^{tr}_{T_{nn}} = \{U_{T_{nn}}\}, \bar{Y}^{tr}_{T_{pp}} = \{U_{T_{pp}}\}, \bar{Y}^{tr}_{T_{pa}} = \{U_{T_{pa}}\}. \quad (42)$$

В соответствии с численными оценками условий (34)-(42) выполнена настройка параметров НЛВ; визуальное представление результатов настройки модулей НЛВ в составе НММ W приведено в приложении 3 диссертации.

Выбор осуществляется в условиях сформированных инвестиционно-финансовых ограничений: $C_ИФО \in [200; 1000]$; в соответствии с данными ограничениями заданы области определения $\{U_{ИФО}\}$ нечетких множеств для термов лингвистической переменной C . Численные значения $\{U_{ИФО}\}$ установлены на основании результатов финансового анализа предприятия и соответствующей экспертизы (по критериям, представленным в п. 5.2 диссертации); результаты приведены в табл. 6 .

Таблица 6 – Параметры лексической переменной C

$T(\gamma)$	U	G
T_{C_1}	[200; 350]	«предпочтительные условия финансирования» - данные объемы финансирования обеспечиваются за счет собственных средств предприятия, при этом не ожидается снижения финансовой устойчивости предприятия
T_{C_2}	[350; 700]	«приемлемые условия финансирования» - данные объемы финансирования обеспечиваются за счет собственных средств предприятия и долгосрочных заимствований, при этом возможно некоторое снижение финансовой устойчивости, решаемое средствами оперативного финансового менеджмента
T_{C_3}	[700; 1000]	«критические условия финансирования» - для финансирования необходимо привлечение заемных средств в значительном объеме, что снижает финансовую устойчивость и повышает угрозы текущей платежеспособности предприятия

В соответствии со значениями $\{U_{\text{ИФО}}\}$ методом критической точки получены следующие функции принадлежности в нечеткой импликации $C \rightarrow Cf$ (рис. 8).

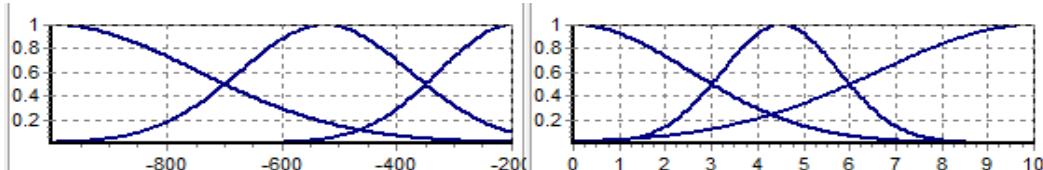


Рисунок 8 – Графическое представление функций принадлежности в нечеткой импликации $C \rightarrow Cf$

Результаты постановки задачи и ее численной реализации приведены в табл. 7.

Таблица 7 – Результаты оценки эффективности W в решении задачи выбора и приоритезации объектов инновационного процесса

Показатели	Значения по альтернативным стратегиям		
	O1	O2	O3
Входные параметры	Технико-экономические оценки	PC, тыс.шт.	910
		avc, руб./ тыс.шт.	0.498
		FC, млн руб.	1.52
		Crd, млн руб.	1
		Cпп, млн руб.	589
		Сок, млн руб.	3
		Trd, лет	0.5
		Тпп, лет	1
	Инвестиционные оценки	Rcc	0.06
		Tr	3
Экспертные оценки (балл.)	Временных параметров инновационного процесса	Tэ	4
		Характеристик целевого эффекта q	8
		avc	7
		t	6
		Qu	5
		RD	4
		PP	6
			8
			4
			0.09
Предпочтения ЛПР \wp	$\wp_k = \bar{P}_4$	q	0.57
		T	0.25
		C	0.18
	$\wp_{inn} = \bar{P}_1$	PC	0.19
		t	0.25
		Qu	0.13
		PP	0.31
		RD	0.06
		avc	0.06
	$\wp_T = \bar{P}_2$	Trd	0.1
		Тпп	0.1
		Трр	0.5
		Трэ	0.3
Ограничения исследуемой системы (области определения нечетких множеств лингвистических переменных (в нечетких интервальных оценках))	Ограничения в отношении рыночных и производственных условий инновационного процесса	$\bar{Y}^{trp}_p = \{U_p\}$, руб./ тыс. шт.	S 0.75;0.90 M 0.90;1.05 L 1.05;1.10
			0.4; 0.55 0.55; 0.75 0.75; 0.9
		$\bar{Y}^{trp}_Q = \{U_Q\}$, тыс. шт.	S 600;700 M 700;800 L 800;900
	\bar{Y}^{trp}_{inn}		500; 750 750; 950 950; 1200
		$\bar{Y}^{trp}_{ac} = \{U_{ac}\}$, руб./ тыс. шт.	S -0.65;-0.60 M -0.60;-0.52 L -0.52;-0.47
			-0.40; -0.35 -0.35; -0.30 -0.30; -0.25
			-0.35;-0.30 -0.30;-0.25 -0.25;-0.20

Показатели			Значения по альтернативным стратегиям					
Ограничения орг.системы (области определения нечетких множеств лингвистических переменных (в нечетких интервальных оценках))	Инвестиционно-финансовые условия (ограничения) \bar{Y}^{tp}_{INV}	$\bar{Y}_{C,IFO}^{tp} = \{U_{IFO}\}$, млн руб.	S	1000;700				
			M	700;350				
			L	350;200				
		$\bar{Y}_{VR}^{tp} = \{U_{VR}\}$, млн руб.	S	1000;1500				
			M	1500;2400				
	Характеристики жизненного цикла (временные ограничения) \bar{Y}^{tp}_T	$\bar{Y}_{T_{rd}}^{tp} = \{U_{T_{rd}}\}$, лет	S	3;2				
			M	2;1				
			L	1;0				
		$\bar{Y}_{T_{nn}}^{tp} = \{U_{T_{nn}}\}$, лет	S	3;2				
			M	2;1				
	Результаты оценки в HMM W	$\bar{Y}_{T_{pp}}^{tp} = \{U_{T_{pp}}\}$, лет	S	2;3	1; 2	2.0;2.5		
			M	3;4	2; 3.5	2.5;3.5		
			L	4;5	3.5; 5	3.5;4.0		
		$\bar{Y}_{T_{p3}}^{tp} = \{U_{T_{p3}}\}$, лет	S	1;2	1;2	0;1.0		
			M	2;3	2;4	1.0;2.0		
			L	3;4	4;5	2.0;3.0		
III.1 уровень: экономические параметры иннов. процесса			p2, руб./ тыс.шт.	0.978	0.795	0.903		
III.2 уровень: сроки стадий коммерциализации инновации			Q2, тыс.шт.	761.25	999.56	417.77		
IV уровень: экономич.показатели			ac2, руб., тыс.шт.	0.546	0.298	0.267		
V уровень: параметры W (балл.)			Tr2, лет	3.08	3.06	2.88		
VI уровень: оценка W (балл.)			Tэ2, лет	2.138	2.96	0.77		
			Pr, млн руб.	327.45	494.54	263		
			VR, млн руб.	1431.54	2439.39	841		
			q _f	2.06	7.29	1.16		
			T _f	4.96	5.64	2.96		
			C _f	5.6	1.53	4.23		
			W	3.68	6.18	2.84		

Представленные в табл. 7 результаты численной реализации HMM W свидетельствуют о приоритете решения О2. Обоснование приоритетной значимости решения построено на интеллектуальной обработке данных, обеспечивающей извлечение новых знаний об объекте. В условиях нестochasticеской неопределенности, априорно связанной с инновационным процессом, возрастает роль управляемской экспертизы и интеллектуальных математических методов, позволяющих включить в оценку эвристические знания, которые вытекают из правил надлежащей практики, и ментальные суждения ЛПР.

Средствами интеллектуальной процедуры НЛВ воспроизводится естественный аппарат логического анализа за счет условий: нечеткое (размытое) представление параметров модели; реализация семантического принципа тривалентности – через функции принадлежности, что создает предпосылки к расширению классического формально-логического аппарата оценки эффективности, основанного на бивалентной логике; использование формальных средств моделирования новизны – через операторы недетерминированного выбора (нечеткие импликации) и базу правил. Полученные средствами HMM W результаты позволили уточнить расчет инвестиционных показателей, изначально составленный на основе детерминированных оценок альтернатив (представлен в п. 5.3.3 диссертации): чистый дисконтированный доход (NPV), индекс дисконтированной доходности инвестиций (DIPI), период окупаемости с учетом дисконтирования (DPP). Сопоставление результатов оценки эффективности, полученных детерминированными методами и методами HMM W , приведено в табл. 8.

Таблица 8 – Сводные результаты оценки эффективности, полученные методами детерминированных расчетов и методов нечетко-множественного моделирования

Альтернативы	Результаты оценки с использованием детерминированных методов			Результаты оценки с использованием методов нечетко-множественного моделирования (в HMM W)						
	инвестиционные показатели		R_{inv}^d (ранги по критерию $\max NPV$ в детерминированных оценках)	комплексный показатель W	R_W^f (ранги по критерию W)	инвестиционные показатели (в оценках по HMM W)				
	NPV, млн руб.	DIPI				NPV, млн.руб.	DIPI	DPP, лет		
O1	787.8	2.3	3	1	3.68	2	551.3	1.930	3	2
O2	295.7	1.3	5	3	6.18	1	765.7	1.795	3	1
O3	436.6	1.8	3	2	2.84	3	395.6	1.752	3	3

Данные табл. 8 позволили сделать выводы: 1) об уточнении приоритетов в оценке альтернатив – численная реализация НММ W показала приоритетную значимость О2 (обоснование таких корректив приведено ниже по тексту); 2) об уточнении значений экономических параметров альтернатив, применяемых в расчете инвестиционных показателей, при этом совпадают оценки приоритетов по критериям W и NPV . Поскольку инвестиционные показатели (в оценках по НММ W) свидетельствуют о недоминируемости стратегий – О2 имеет более высокие показатели NPV и $DIPI$, но О1 имеет более короткий период окупаемости – дополнительно была проведена верификация результата R^f методами многокритериальной оптимизации (МКО) по вектору инвестиционных показателей: $|NPV \ DRI \ DPP|^T$. При МКО использовались обобщенные критерии: максиминный (Вальда), минимаксного сожаления (Сэвиджа), пессимизма-оптимизма (Гурвица). В реализации методов МКО использован подход интервально-нечеткой неопределенности, при этом для каждого частного критерия применялась σ -функция принадлежности, формируемая методом критической точки (Altrock C.) – условия построения σ -функции принадлежности составлены по разработанному в диссертации алгоритму (п. 5.3). Результаты МКО подтвердили результат численной реализации НММ W о приоритетной значимости решения О2.

Объект О2 имеет высокие оценки по всему составу факторов целевого эффекта, в том числе факторов, имеющих стратегическую значимость (в рамках установленной для О2 оборонительной стратегии) – PC , t , Qu , PP . Высокие оценки факторов целевого эффекта свидетельствуют о хороших перспективах рыночного обращения товара и проявляются в высоких прогнозных оценках экономических параметров Q , p – значения этих параметров приближены к верхнему пределу заданного интервального диапазона. Высоко оцениваемые экономичность производства auc , уровень производственной мощности PC и технологичность t (8, 7, 6 баллов, соответственно), определяют приближенность прогнозной оценки ac к нижней границе. Это обусловило высокую оценку q_f . Короткий период процесса постановки новой продукции на производство обусловил высокую оценку T_f .

Разработанная НММ W обеспечивает решение проблемы нестохастической неопределенности в управлении инновационными процессами: целевой неопределенности – за счет расширенного состава факторов целевого эффекта; поведенческой неопределенности – за счет обоснованной системы экспертизы, обеспечения транспарентности принятия решений, включения в оценку W актуальных правил поведения системы, выявляемых посредством управлеченской экспертизы инновационного процесса; природной неопределенности – за счет использования семантического принципа тривалентности, нечеткого «размытого» представления оцениваемых параметров, обработки широкого круга данных (в том числе нечисловой природы) интеллектуальными методами, обеспечивающими воспроизведение применяемых в мышлении человека способов логического анализа. НММ W представляет собой аналитическую платформу, интегрирующую в своем составе широкий спектр данных (детерминированно, стохастически, экспертно заданных) и обеспечивающую сценарное исследование эффективности инновационного процесса. Оцениваемый в нечетко-множественной модели показатель эффективности W дополняет методологию инвестиционного анализа – помимо финансово-экономических аспектов модель НЛВ W позволяет раскрывать значимые в оценке эффективности условия управления инновационным процессом с учетом актуальных предпочтений и ограничений в стратегическом контексте, а также обеспечивает обоснование ключевых технико-экономических параметров инновационного процесса. Оцениваемый комплексный показатель эффективности W становится управлеченским критерием принятия решений при обосновании и выборе альтернатив.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Оценка эффективности как универсального критерия принятия решений выступает существенной функцией управления инновационными процессами. Исследование сложившихся теоретико-методологических подходов к оценке эффективности инноваций показало высокий уровень научных результатов, обеспечивающих оценку эффективности математическими методами детерминированных, вероятностных, оптимизационных расчетов; высокое научно-практическое значение имеют методы управленческой экспертизы, методы решения стохастической, поведенческой, интервальной, интервально-нечеткой неопределенности. Управление инновационными процессами, как правило, связано с условиями неопределенности нестохастического характера (истинной неопределенности). Исследование сложившихся научных подходов к решению нестохастической неопределенности показало актуальность использования специальных методологических подходов, которые могут быть реализованы с помощью сложившегося в теории нечетких множеств математического аппарата. Для решения проблемы нестохастической неопределенности в оценке эффективности инновационных процессов была выполнена адаптация математического аппарата теории нечетких множеств к специфике предметной области исследования и разработаны методологическая концепция оценки эффективности с позиций нестохастической неопределенности, а также необходимые для ее реализации методические и инструментальные средства.

2. Разработанная методологическая концепция прогнозной оценки эффективности инновационных процессов с позиций нестохастической неопределенности основана на универсальном системологическом понимании эффективности, сложившихся подходах к ее оценке, а также подходах к решению нестохастической неопределенности методами нечетко-множественного моделирования. Разработанная концепция состоит в следующих ключевых положениях: векторная форма представления базовых параметров эффективности (целевой эффект, стоимость ресурсов, сроки) и реализация функции соответствия между ожидаемыми и требуемыми значениями этих параметров через нечеткий логический вывод. В этом случае обеспечивается возможность включить в оценку эффективности актуальные правила поведения системы, представленные ее управленчески значимыми ограничениями и предпочтениями ЛПР. Интеллектуальная процедура нечеткого логического вывода становится основанием для математической формализации и включения в оценку эффективности ментальных суждений ЛПР, вытекающих из сложившихся в исследуемой предметной области фактов, общепринятых норм, правил надлежащей практики. В диссертации разработана процедура нечеткого логического вывода в оценке эффективности; основанием разработки явился алгоритм Мамдани, адаптированный к специфике задачи оценки эффективности инновационных процессов. Оценка эффективности в этом случае представляет задачу *измерения*, обеспечивающего сравнительную количественную характеристику предпочтительности альтернатив, принадлежащих объекту выбора, в заданной шкале (шкале *отношений*). Предложенная методологическая концепция позволяет расширить содержание показателя эффективности в качестве управленческого критерия принятия решений в практике инновационной деятельности на промышленных предприятиях. В составе разработанной методологической концепции дополнены семантические характеристики методологии оценки эффективности экономических систем, что формирует предпосылки к интеграции методологии математического нечетко-множественного моделирования в систему экономического знания и ее валидации с позиций методологии инвестиционного анализа.

3. В соответствии с разработанной методологической концепцией специфицирована дефиниция эффективности инновационного процесса, что обеспечивает однозначность ее содержательной интерпретации как управленческого критерия и раскрывает ее применительно к исследуемой предметной области, а также задает область применения методологии нечетко-множественного моделирования эффективности инновационных процессов.

4. Для решения задачи экспликации необходимого комплекса факторов инновационного процесса, актуального для анализа и прогнозной оценки эффективности, в диссертации была разработана концептуальная структурная модель представления движущих сил инновационного

процесса; основанием разработки послужило исследование сложившихся положений теорий инноватики, необходимых институциональных норм, экономических условий макросреды.

5. Разработанная в диссертации целевая функция инновационного процесса позволяет составить развернутую оценку целевого экономического эффекта в зависимости от стратегически значимых результатов и правил организации инновационного процесса. Принятая в составе целевой функции экспликация стратегически значимых результатов инновационного процесса разработана на основании сложившихся теоретических норм инновационного менеджмента и адаптирована к специфике инновационных процессов технологического развития промышленных предприятий. Функциональные отношения между результирующими факторами целевого эффекта реализованы с использованием математического аппарата нечеткого логического вывода, что позволяет включить в оценку данные (в нечетком представлении) об актуальных возможностях и ограничениях предприятия и среды его функционирования.

6. Интеграция необходимого комплекса факторов эффективности инновационного процесса реализована в составе нечетко-множественной модели (НММ W). Структура модели представлена параметрами целевого эффекта, сроков, стоимости инновационного процесса. Содержание этих параметров раскрывается в составе НММ W необходимым комплексом факторов, отражающих производственные, рыночные, финансовые, инвестиционные аспекты управления инновационным процессом. Отношения между факторами организованы математическими функциями детерминированных расчетов (при наличии явных функциональных связей) и функциями нечеткого логического вывода (в отсутствие явных функциональных зависимостей). Разработанная НММ W является имитационной – воспроизводит реакцию (по критерию эффективности) экономической системы управления технологическим развитием предприятия при исследовании альтернативных вариантов инновационного процесса и служит основой компьютерного эксперимента для обоснования выбора по критерию максимальной эффективности из дискретного множества допустимых альтернатив.

7. Для обеспечения функциональных отношений между параметрами модели разработан необходимый методический аппарат организации нечеткого логического вывода, обеспечивающий связи между параметрами модели в отсутствие явных функциональных зависимостей на основании задаваемых экспертизно правил поведения исследуемой экономической системы (в форме ее ограничений и управленчески значимых предпочтений ЛПР); уточнены необходимые детерминированные зависимости между экономическими параметрами модели; составлен комплекс управленческой экспертизы для выявления экспертных знаний ЛПР о системе и среде ее функционирования. Принимая во внимание результаты разработки НММ W и ее практической апробации, обозначены направления дальнейшего развития исследований: постановка и решение на основании НММ W оптимизационных задач управления инновационными процессами, уточнение вопроса о векторе приоритетов факторов целевого эффекта в контексте типов инновационных стратегий и др.

8. Для инструментального обеспечения вычислительных процедур в составе нечетко-множественной модели эффективности инновационного процесса разработано необходимое программное обеспечение, представляющее инструментальную основу компьютерного эксперимента в практике управления инновационными процессами на промышленных предприятиях.

9. Апробация и практическая реализация разработанного методического и инструментального аппарата проведена на предприятиях ОАО «Элеконд», Инженерный центр ИжГТУ имени М. Т. Калашникова, АНО «Центр развития бизнеса УР» и др. Выполнены практико-ориентированные задачи обоснования (по критерию эффективности) решений о выборе объекта инновационного процесса, вида инновационной стратегии, состава активных средств инновационного процесса. Результаты апробации показали обоснованность, верифицируемость и практическую значимость разработанных методических и инструментальных средств нечетко-множественного моделирования эффективности инновационных процессов. Полученные с использованием разработанных методов результаты позволили установить новые знания об объекте управления –

оценка эффективности инновационных процессов, включающая необходимые детерминированные характеристики, а также задаваемые эксперто управленические предпочтения ЛПР и ограничения исследуемой экономической системы, позволила сформировать суждение об эффективности в стратегическом контексте развития организации и повысить достоверность и обоснованность принимаемых решений. Практика использования НММ *W* показала ее действенность в качестве инструмента поддержки принятия решений (когнитивного усиления) в управлении инновационными процессами технологического развития на промышленных предприятиях.

10. Результаты диссертации позволяют сделать заключение о том, что поставленная научная задача решена, а цель диссертации достигнута. Для решения проблемы нестochasticеской неопределенности при оценке эффективности инновационных процессов предложена методологическая концепция оценки эффективности методами нечетко-множественного моделирования, разработаны соответствующий экономико-математический аппарат и инструментальные средства, позволяющие включить в оценку эффективности экспертные суждения ЛПР о правилах поведения исследуемой системы управления технологическим развитием предприятия. Результаты диссертации расширяют сферу применения математического аппарата нечетко-множественного моделирования в экономике и развивают методологию оценки эффективности в управлении инновационными процессами на основе синтеза научных подходов теории эффективности экономических систем и теории нечетких множеств; это обуславливает теоретико-методологическую значимость результатов диссертации. Разработанные в диссертации экономико-математические методы, модели и инструментальные средства их численной реализации служат основой компьютерного эксперимента для поддержки (когнитивного усиления) при управлении инновационными процессами, обеспечивают решение существенной экономической проблемы обоснования управленических решений в практике технологического развития промышленных предприятий и имеют важное социально-экономическое значение.

ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Монографии

1. *Шаталова, О. М. Эффективность технологических инноваций: развитие теории и методологии оценки : монография.* – Ижевск : Изд-во ИжГТУ, 2016. – 300 с. – (Монографии ИжГТУ). – ISBN 978-5-7526-0729-5. (17,43 усл. печ. л.)
2. *Шаталова, О. М. Методология измерения региональной эффективности технологических инноваций в реализации механизмов стимулирования инновационной активности (на примере Удмуртской Республики) : монография.* – Ижевск : Ин-т комп. иссл., 2015. 256 с. – ISBN 978-5-4344-0328-3. (14,88 усл. печ. л.)
3. *Инновационные модели и инструменты управления промышленным предприятием : монография / С. В. Волков, Ю. В. Гапоненко, Г. С. Мерзликина, О. А. Минаева, Е. К. Пономарева, В. Ф. Трунина, О. М. Шаталова, С. А. Шевченко.* – Волгоград : Изд-во ВолгГТУ, 2015. – 112 с. – ISBN 978-5-9948-1905-0. (5,36 усл. печ. л., вклад автора – 1,18 усл. печ. л.)
4. *Шаталова, О. М. Инфраструктура и инструменты управления в системе промышленного освоения технологических инноваций: монография / О.М. Шаталова, И. Н. Тестова.* – Ижевск: Изд-во ИжГТУ, 2013. 204 с. – (Монографии ИжГТУ). – ISBN 978-5-7526-0586-4. (11,86 усл. печ. л., вклад автора – 9,87 усл. печ. л.)

Научные статьи в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России

5. *Шаталова, О. М. Модель информационного обеспечения оценки эффективности инноваций с позиций нестochasticеской неопределенности // Труды института системного анализа Российской академии наук.* – 2020. – № 1. – С. 88–98. – DOI: 10.14357/20790279200110. (1,01 усл. печ. л.).
6. *Шаталова, О. М. Оценка эффективности технологических инноваций методами нечеткого моделирования: содержание модели и средства программной реализации // Вестник Удмуртского университета. Серия «Экономика и право».* – 2019. – Т. 29, № 5. – С. 609–620. – DOI: 10.35634/2412-9593-2019-29-5-609-620. (1,16 усл. печ. л.).

7. *Шаталова, О. М.* К вопросу оценки целевого эффекта в системном исследовании эффективности технологических инноваций // Экономика и предпринимательство. – 2018. – № 9 (98). – С. 650–657. (0,62 усл. печ. л.).
8. *Шаталова, О. М.* О методологических подходах к решению проблемы неопределенности в управлении технологическими инновациями на предприятии // Вестник ИжГТУ имени М. Т. Калашникова. – 2018. – Т. 21, № 3. – С. 120–126. – DOI: 10.22213/2413-1172-2018-3-120-126. (0,72 усл. печ. л.).
9. *Шаталова, О. М.* О семантическом аспекте методологии оценки эффективности технологических инноваций на предприятии // Экономические и гуманитарные науки. – 2018. № 7 (318). – С. 3–16. (0,95 усл. печ. л.).
10. *Шаталова, О. М.* Об использовании нечетких вычислений в решении проблемы неопределенности при оценке эффективности технологических инноваций на предприятии // Вестник ЮУрГУ. Серия «Экономика и менеджмент». – 2018. – Т. 12, № 3. – С. 83–91. – DOI: 10.14529/em180309. (0,85 усл. печ. л.).
11. *Шаталова, О. М.* Дефиниция и методологические подходы к оценке производственного потенциала предприятия в управлении технологическими инновациями // Инновации в менеджменте. – 2018. – № 4 (18). – С. 54–63. (0,91 усл. печ. л.).
12. *Шаталова, О. М.* Оценка целевого экономического эффекта технологических инноваций в модели нечеткого логического вывода // Вестник Удмуртского университета. Серия «Экономика и право». – 2018. – Т. 28, № 4. – С. 792–801. (0,92 усл. печ. л.).
13. *Шаталова, О. М.* Основные положения методики информационного обеспечения в оценке эффективности технологических инноваций методами нечеткого моделирования // Вестник ЮУрГУ. Серия «Экономика и менеджмент». – 2018. – Т. 12, № 4. – С. 102–112. – DOI: 10.14529/em180413. (1,00 усл. печ. л.).
14. *Ким, Л. Г.* Организационное моделирование в исследовании региональной эффективности технологических инноваций / Л. Г. Ким, О. М. Шаталова // Проблемы экономики и управления нефтегазовым комплексом. – 2018. – № 1. – С. 38–42. (0,63 усл. печ. л., вклад автора – 0,59 усл. печ. л.).
15. *Шаталова, О. М.* Сравнительный анализ программных средств оценки и мониторинга региональной эффективности инноваций / О. М. Шаталова, И. Н. Тестова // Вестник ИжГТУ имени М. Т. Калашникова. – 2016. – Т. 19, № 4. – С. 47–50. – DOI: 10.22213/2413-1172-2016-4-47-50. (0,41 усл. печ. л., вклад автора – 0,29 усл. печ. л.).
16. *Шаталова, О. М.* Программная модель оценки и мониторинга региональной эффективности инноваций: назначение, содержание, задачи формирования // Вестник ИжГТУ имени М. Т. Калашникова. – 2016. – № 4 (72). – С. 50–53. – DOI: 10.22213/2413-1172-2016-4-50-53. (0,39 усл. печ. л.).
17. *Шаталова, О. М.* О принципах формирования методического обеспечения оценки региональной эффективности технологических инноваций с позиций нестохастической неопределенности / О. М. Шаталова, И. В. Матвеева // Вестник ИжГТУ имени М. Т. Калашникова. – 2016. – Т. 19, № 4. – С. 62–68. – DOI: 10.22213/2413-1172-2016-4-62-68. (0,63 усл. печ. л., вклад автора – 0,38 усл. печ. л.).
18. *Шаталова, О. М.* Базовые теоретические аспекты формирования методики оценки региональной эффективности технологических инноваций с позиций нестохастической неопределенности // Экономика и предпринимательство. – 2016. – № 10-2 (75). – С. 112–114. (0,41 усл. печ. л.).
19. *Шаталова, О. М.* О функции соответствия в измерении эффективности технологических инноваций с научных позиций системного подхода // Вестник ИжГТУ имени М. Т. Калашникова. – 2016. – Т. 19, № 1. – С. 43–46. (0,37 усл. печ. л.).
20. *Шаталова, О. М.* Теоретические подходы к оценке эффективности в управлении технологическими инновациями на предприятиях промышленности // Вестник ИжГТУ имени М. Т. Калашникова. – 2015. – Т. 18, № 4. – С. 40–42. (0,27 усл. печ. л.).
21. *Шаталова, О. М.* Исследование качественных характеристик – предпосылок к инновационному развитию организации на основе SWOT-анализа (на примере предприятия оборонно-

промышленного комплекса) / О. М. Шаталова, Е. Ф. Вычужанина // Вестник ИжГТУ имени М. Т. Калашникова. – 2015. – Т. 18, № 4. – С. 35–39. (0,44 усл. печ. л., вклад автора – 0,33 усл. печ. л.).

22. Шаталова, О. М. Содержательная сущность эффективности технологических инноваций на основе системного подхода // Вестник ИжГТУ имени М. Т. Калашникова. – 2015. – Т. 18, № 3. – С. 78–81. (0,38 усл. печ. л.).

23. Шаталова, О. М. О дефиниции технологических инноваций в управлении развитием предприятий промышленности // Вестник ИжГТУ имени М. Т. Калашникова. – 2015. – Т. 18, № 2. – С. 33–37. (0,47 усл. печ. л.).

24. Шаталова, О. М. Семантические аспекты методологии измерения и оценки региональной эффективности технологических инноваций // Вестник университета (Государственный университет управления). – 2015. – № 11. – С. 66–72. (0,47 усл. печ. л.).

25. Шаталова, О. М. Воспроизведение основного капитала как фактор инновационного развития региональной экономической системы (на примере Удмуртской Республики) // Экономика и предпринимательство. – 2015. – № 9-2 (62). – С. 296–299. (0,36 усл. печ. л.).

26. Шаталова, О. М. Программно-целевое управление в реализации региональной политики стимулирования инновационной активности: анализ результатов и актуальные направления развития // Вестник Удмуртского университета. Серия «Экономика и право». – 2015. – Т. 25, № 5. – С. 65–72. (0,75 усл. печ. л.).

27. Шаталова, О. М. Подходы к оценке эффективности инноваций в реализации региональной политики стимулирования инновационной активности (на примере Удмуртской Республики) // Вестник ИжГТУ имени М. Т. Калашникова. – 2014. – № 4 (60). – С. 71–76. (0,62 усл. печ. л.).

28. Шаталова, О. М. Подходы к реализации стимулирующих мер фискального регулирования в системе контроллинга инновационных процессов на предприятии // Вестник университета (Государственный университет управления). – 2014. – № 13. – С. 86–91. (0,45 усл. печ. л.).

29. Шаталова, О. М. К вопросу построения эффективной системы управления интеллектуальной собственностью в сфере методического обеспечения образовательных программ ВПО // Вестник университета (Государственный университет управления). – 2014. – № 6. – С. 302–306. (0,41 усл. печ. л.).

30. Шаталова, О. М. Управление инновациями: роль институтов развития в обеспечении технологического роста российских компаний // Вестник университета (Государственный университет управления). – 2013. – № 15. – С. 108–113. (0,36 усл. печ. л.).

31. Шаталова, О. М. Методы оценки финансового обеспечения проектов промышленного освоения технологических инноваций // Вестник Ижевского государственного технического университета. – 2013. – № 3 (59). – С. 84–86. (0,23 усл. печ. л.).

32. Шаталова, О. М. О направлениях развития финансовой инфраструктуры российской инновационной экономики // Вестник Ижевского государственного технического университета. – 2012. – № 4 (56). – С. 87–91. (0,49 усл. печ. л.).

Научные статьи в других изданиях

33. Тененев, В. А. Методы нечеткого логического вывода при построении экспертных систем прогнозирования инновационных процессов / В. А. Тененев, О. М. Шаталова // Интеллектуальные системы в производстве. – 2019. – Т. 17, № 4. – С. 129–136. – DOI: 10.22213/2410-9304-2019-4-129-136. – (0,83 усл. печ. л., вклад автора – 0,70 усл. печ. л.).

34. Шаталова, О. М. Нечетко-множественное моделирование в оценке эффективности технологических инноваций: актуальные методы и инструментальные средства // Вестник ЮУрГУ. Серия «Экономика и менеджмент». – 2019. – Т. 13, № 3. – С. 101–110. – DOI: 10.14529/em190310. (0,84 усл. печ. л.).

35. Шаталова, О. М. Численная реализация нечеткой модели оценки эффективности технологических инноваций при формировании портфеля проектов на промышленном предприятии // Интеллектуальные системы в производстве. – 2018. – Т. 16, № 4. – С. 145–153. – DOI: 10.22213/2410-9304-2018-4-145-153. (0,90 усл. печ. л.).

36. Шаталова, О. М. Индустрия 4.0: Обзор ключевых технологических компонент производственных систем // Менеджмент: теория и практика. – 2020. – № 1-3. – С. 9–18. (0,75 усл. печ. л.).

37. Шаталова, О. М. Территории опережающего развития: оценка экономического эффекта налоговых преференций в управлении инновационными проектами // Менеджмент: теория и практика. – 2018. – № 3-4. – С. 27–34. (0,42 усл. печ. л.).

38. Шаталова, О. М. Управление портфелем проектов технологического развития в системе стратегического менеджмента организации: структурный аспект // Менеджмент: теория и практика. – 2018. – № 1-2. – С. 39–44. (0,35 усл. печ. л.).

39. Шаталова, О. М. Факторное исследование особенностей региональной социально-экономической дифференциации // Проблемы региональной экономики (г. Ижевск). – 2018. – № 1-2. – С. 57–62. (0,41 усл. печ. л.).

40. Якимович, Б. А. О некоторых экономических предпосылках применения системного подхода в управлении технологическими инновациями / Б. А. Якимович, О. М. Шаталова // Инновации в менеджменте. – 2014. – № 1. – С. 36–43. (0,71 усл. печ. л., вклад автора – 0,62 усл. печ. л.).

41. Shatalova, O. M. [On arrangement and some results of statistic observations of innovative activities in the Russian Federation]. *Scientific-Technical Journal of Moravian University College Olotomouc*, 2012, no. 3, pp. 71-81. ISSN: 1804-1299. (0,84 усл. печ. л.)

42. Петрова, В. В. Направления развития методологии оценки инвестиционной привлекательности регионов с целью привлечения прямых иностранных инвестиций / В. В. Петрова, О. М. Шаталова, Т. М. Смаглюкова // Социально-экономическое управление: теория и практика. – 2009. – № 2. – С. 5–18. (0,38 усл. печ. л., вклад автора – 0,14 усл. печ. л.)

Тезисы докладов

43. Шаталова, О. М. Об основных методических условиях сбора данных о результатах инновационного процесса для оценки эффективности // Управление инновационными и инвестиционными процессами и изменениями в условиях цифровой экономики : сборник научных трудов. II Международная научно-практическая конференция «Управление инновационными и инвестиционными процессами и изменениями в условиях цифровой экономики» (Санкт-Петербург, 24–25 октября 2019 г.) / под ред. Г. А. Краюхина, Г. Л. Багиева. – СПб. : Санкт-Петербургский государственный экономический университет, 2019. – С. 309–315. (0,31 усл. печ. л.)

44. Шаталова, О. М. Модель нечеткого логического вывода в оценке эффективности технологических инноваций: условия разработки и программной реализации // Анализ, моделирование, управление, развитие социально-экономических систем : сборник научных тр. XIII Всерос. с междунар. участием школы-симпозиума «АМУР-2019» (Симферополь – Судак, 14–27 сентября 2019 г.) / ред. совет: А. В. Сигал (предс.) [и др.]. – Симферополь : Корниенко А. А., 2019. – С. 415–420. – ISBN 978-5-6042038-4-2. (0,52 усл. печ. л.)

45. Шаталова, О. М. Оценка эффективности инноваций в разработке стратегии технологического развития предприятия: актуальные методологические подходы // Стратегическое планирование и развитие предприятий: материалы Девятнадцатого Всерос. симпозиума (Москва, 10–11 апреля 2018 г.) / под ред. чл.-корр. РАН Г. Б. Клейнера. – М. : ЦЭМИ РАН, 2018. – С. 231–234. (0,38 усл. печ. л.)

46. Шаталова, О. М. Методы формирования нечеткой модели вывода показателя эффективности технологических инноваций // Развитие потенциала промышленности: актуальные вопросы экономики и управления : сборник материалов Междунар. науч.-практ. конф.(Ижевск, 3 декабря 2018 г.). – Ижевск : Удмуртский университет, 2018. – С. 171–175. (0,34 усл. печ. л.)

47. Шаталова, О. М. Оценка производственного потенциала как формы целевого эффекта инновационной стратегии технологического развития предприятия // Системное моделирование социально-экономических процессов : аннотации к докладам 41-й Междунар. науч. школы-семинара им. акад. С. С. Шаталина (Нижний Новгород, 30 сентября – 4 октября 2018 г.) / под ред. В. Г. Гребенникова, И. Н. Щепиной. – Н. Новгород : Истоки, 2018. – С. 153. (0,27 усл. печ. л.)

48. Шаталова, О. М. К вопросу оценки факторов экологической безопасности в управлении инновационными проектами и процессами технологического развития на промышленных предприятиях // Контроллинг в экономике, организации производства и управлении: экологические аспекты: материалы VIII Междунар. конгресса по контроллингу (Нижний Новгород, 18 мая 2018 г.). – М. : Объединение контроллеров, 2018. – С. 237–243. (0,32 усл. печ. л.)

49. Шаталова, О. М. О развитии профессиональных компетенций организационного проектирования в инновационных компаниях / О. М. Шаталова, Н. А. Богданова // Инновации

в образовании : сборник материалов науч.-метод. конф. преподавателей и сотрудников ИжГТУ-имени М. Т. Калашникова (Ижевск, 13–31 марта 2017 г.). – Ижевск : Иннова, 2017. – С. 123–128. (0,28 усл. печ. л.)

50. *Шаталова, О. М.* Модель информационной системы оценки и мониторинга региональной эффективности технологических инноваций // Шестые Чарновские чтения : сборник тр. VI Всерос. науч. конф. по организации производства «Современное предприятие и будущее России» (Москва, 2–3 декабря 2016 г.). – М. : Контроллинг и управленческие инновации, 2016. – С. 175–184. (0,30 усл. печ. л.)

51. *Шаталова, О. М.* О программной модели измерения эффективности технологических инноваций в управлении региональной инновационной системой // Управление развитием крупномасштабных систем (MLSD'2016) : материалы Девятой Междунар. конф. В 2 т. (Москва, 3–5 октября 2016 г.) / под общ. ред. С. Н. Васильева, А. Д. Цвиркуна. – М. : Ин-т проблем управления им. В. А. Трапезникова РАН, 2016. – С. 198–200. – ISBN 978-5-91450-185-0. (0,25 усл. печ. л.)

52. *Шаталова, О. М.* Экономический консалтинг инновационного предпринимательства: отдельные аспекты методической поддержки оценки эффективности технологических инноваций на основе системного подхода // Контроллинг услуг : сборник науч. тр. VII Междунар. конгресса по контроллингу (Калуга, 13–14 мая 2016 г.). – М. : Объединение контроллеров, 2016. – С. 256–260. – URL: <http://controlling.ru/files/100.pdf>. (0,38 усл. печ. л.)

53. *Шаталова, О. М.* Состояние инновационной активности в региональной экономике: анализ тенденций и результатов / О. М. Шаталова, А. В. Соклакова // Пятые Чарновские чтения : сборник тр. V Междунар. науч. конф. по организации производства (Москва, 4–5 декабря 2015 г.). – М. : Контроллинг и управленческие инновации ; Высш. шк. инж. бизнеса, 2015. – С. 378–388. – ISBN 978-5-906526-10-6. (0,40 усл. печ. л., вклад автора – 0,36 усл. печ. л.)

54. *Тестова, И. Н.* Развитие корпоративной системы мониторинга в управлении технологическими инновациями на предприятии / И. Н. Тестова, О. М. Шаталова // Пятые Чарновские чтения : сборник тр. V Междунар. науч. конф. по организации производства (Москва, 4–5 декабря 2015 г.). – М. : Контроллинг и управленческие инновации ; Высш. шк. инж. бизнеса, 2015. – С. 323–331. – ISBN 978-5-906526-10-6. (0,30 усл. печ. л., вклад автора – 0,23 усл. печ. л.)

55. *Шаталова, О. М.* Развитие подходов к оценке эффективности технологических инноваций в реализации региональной политики стимулирования инновационной активности (на примере УР) // Материалы III Всерос. симпозиума по региональной экономике : сборник докл. / отв. ред. А. И. Татаркин. – Екатеринбург : Изд-во Ин-та экономики УрО РАН, 2015. – С. 167–171. – ISBN 978-5-9466-520-5. (0,41 усл. печ. л.)

56. *Шаталова, О. М.* О развитии методов оценки эффективности в мультипроектном управлении технологическими инновациями на промышленных предприятиях // Стратегическое планирование и развитие предприятий : материалы Шестнадцатого Всерос. симпозиума (Москва, 14–15 апреля 2015 г.) / под ред. Г. Б. Клейнера. – М. : Центральный экономико-математический институт РАН, 2015. – С. 154–156. – ISBN 978-5-8211-0686-1. (0,17 усл. печ. л.)

57. *Шаталова, О. М.* Контроллинг инноваций в управлении портфелем проектов на промышленном предприятии // Современные вызовы контроллингу и требования к контроллеру : сборник науч. тр. VI Междунар. конгресса по контроллингу (Владимир – Москва, 23–24 апреля 2016 г.). – М. : Объединение контроллеров, 2015. – С. 270–279. – ISBN 978-5-906526-08-3. – URL: <http://controlling.ru/files/70.pdf>. (0,51 усл. печ. л.)

58. *Шаталова, О. М.* Организационное моделирование в управлении инновационной стартап-компанией // Четвертые Чарновские чтения : сборник тр. IV Междунар. науч. конф. по организации производства (Москва, 5–6 декабря 2014 г.). – М. : Объединение контроллеров, 2014. – С. 438–450. – ISBN 978-5-906526-06-9. (0,47 усл. печ. л.)

59. *Шаталова, О. М.* Спецификация прав на результаты исследований и разработок: ключевые задачи в системе контроллинга малых инновационных предприятий // Контроллинг на малых и средних предприятиях : сборник науч. тр. IV Междунар. конгресса по контроллингу (Прага, 25 апреля 2014 г.). – М. : Объединение контроллеров, 2014. – С. 294–298. – ISBN 978-5-906526-03-8. – URL: <http://controlling.ru/files/56.pdf>. (0,37 усл. печ. л.)

60. *Шаталова, О. М.* Методология оценки эффективности технологических инноваций: эволюция подходов и некоторые задачи развития // Технические университеты: интеграция с

европейскими и мировыми системами образования : материалы VI Междунар. конф. (Ижевск, 22–23 апреля 2014 г.). – Ижевск : Изд-во ИжГТУ имени М. Т. Калашникова, 2014. – С. 481–485. – ISBN 978-5-7526-0648-9. (0,24 усл. печ. л.)

61. Шаталова, О. М. О воспроизведстве основных фондов промышленности региона // Современные проблемы экономики бизнеса и менеджмента: теория и практика : материалы Междунар. online-видеоконф. (Ижевск, 31 января – 1 февраля 2008 г.). – Ижевск : Изд-во ИжГТУ, 2008. – С. 102–108. (0,21 усл. печ. л.)

Свидетельства на программы для ЭВМ

62. Свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ № 2020615971 Российская Федерация. Нечетко-множественное моделирование эффективности инновационного проекта : № 2020614981/69 : заявление 15.05.2020 : опубл. 05.06.2020 / О. М. Шаталова, С. С. Копысов.