

На правах рукописи

Мыльников Леонид Александрович

**РАЗВИТИЕ МЕТОДОВ И МОДЕЛЕЙ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ И
ПЛАНИРОВАНИЯ В ЗАДАЧАХ УПРАВЛЕНИЯ ИННОВАЦИОННЫМИ
ПРОЕКТАМИ В ПРОИЗВОДСТВЕННО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ**

08.00.13 – Математические и инструментальные методы экономики

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
доктора экономических наук

Пермь - 2015

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»

- Научный консультант: **доктор экономических наук, профессор,
Файзрахманов Рустам Абубакирович**
- Официальные оппоненты: **Савина Ольга Александровна,**
доктор экономических наук, профессор,
ФГБОУ ВПО «Государственный университет –
учебно-научно-производственный комплекс»,
заведующая кафедрой «Информационные
системы», г. Орел
- Буреш Ольга Викторовна,**
доктор экономических наук, профессор,
ФГБОУ ВПО «Оренбургский государственный
университет», декан факультета Экономики и
управления, г. Оренбург
- Султанова Дильбар Шамилевна,**
доктор экономических наук, профессор,
ФГБОУ ВПО «Казанский национальный
исследовательский технологический университет»,
заведующая кафедрой «Инноватика в химической
технологии», г. Казань
- Ведущая организация: **ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный
авиационный технический университет»**

Защита состоится «29» сентября 2015 г. в 10:00 часов на заседании диссертационного совета ДМ212.188.09 на базе ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» и ФГБОУ ВПО «Пермский государственный национальный исследовательский университет» по адресу: 614990, г. Пермь, Комсомольский проспект, д. 29, ауд. 423б.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» (<http://www.pstu.ru>) и ФГБОУ ВПО «Пермский государственный национальный исследовательский университет» (<http://www.psu.ru>).

Автореферат разослан «11» июня 2015 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
кандидат экономических наук, доцент

Е.Е. Жуланов

I. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. В условиях глобальной экономики капитал мобилен, технологии распространяются быстро, товары производятся в странах с низким уровнем издержек и поставляются на рынки развитых стран. В этих условиях основным источником конкурентных преимуществ и развития становятся инновации.

В России, с прекращением существования планового хозяйства, сложилась новая система товарно-денежных отношений, в которой каждое производственное предприятие обеспечивает собственное успешное функционирование. Инновации становятся важной частью этих микроэкономических систем и национальной экономики в целом, что подтверждается законами и постановлениями последних лет: Федеральными законами Российской Федерации №217-ФЗ от 02.08.2009 и №273-ФЗ от 29.12.2012 (статья 103); постановлениями правительства №218, №219, №220; основами политики РФ в области развития науки и технологий на период до 2020; Указом Президента №863 от 22 июля 1998 года (с изменениями от 2008 года) и др.

Согласно данным Федеральной службы государственной статистики РФ рост объемов инновационной продукции в 1,9 раза превышает рост объемов другой выпускаемой продукции в Российской Федерации (в период 2009 - 2013 гг.), однако доля инновационной продукции за этот же период не превышает 10% по России в целом.

Несмотря на то, что вектор развития экономики ориентирован на развитие промышленности и продуктовые инновационные проекты дают наибольший экономический эффект их успешная реализация не гарантирована. Согласно отчетности «Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере» не более, чем каждый 4-й проект, получивший поддержку по программе «Старт», переходит на 2-й год финансирования, из них примерно еще 1 из 5 переходят на 3-й год, что составляет не более 8% успешных от общего числа инновационных проектов.

Таким образом, можно утверждать, что инновации являются эффективным инструментом развития экономики, но процесс управления их внедрением требует совершенствования. Инновационная направленность развития производственно-экономических систем промышленных предприятий обуславливает рост числа модернизируемых продуктов, увеличение их наукоемкости, сложности связей, как внутри предприятия, так и в рамках кооперации с другими предприятиями. При этом время жизни такой продукции сокращается по сравнению с традиционными товарами. Процесс развития экономических систем сопровождается существенным повышением цены ошибки, связанной с внедрением инновационной продукции в производство т.к. затраты, связанные с внедрением продуктовых инновационных проектов, существенно превышают затраты, связанные с модификацией уже выпускаемой продукции.

В связи с этим, требуется адекватное научное обоснование решений по развитию инноваций. Необходимо развитие соответствующего методологического и экономико-математического аппарата, позволяющего принимать научно обоснованные решения по управлению продуктовыми инновационными проектами в условиях многоэтапности процессов планирования, отсутствия или недостаточности статистических данных, учета влияния эндогенных и экзогенных факторов.

Актуальностью данной проблемы обусловлен выбор темы диссертационного исследования, связанной с разработкой теоретико-методологических основ экономико-математического моделирования процессов управления продуктовыми инновацион-

ными проектами в производственно-экономических системах промышленных предприятий с учетом сложности и многоэтапности процессов планирования внедрения инновационных проектов в производство на основе жизненного цикла.

Степень разработанности проблемы исследования. Проблеме моделирования и управления инновационными проектами в производственно-экономических системах посвящено большое количество публикаций, раскрывающие различные ее аспекты.

Понятийный аппарат, теоретико-методологические положения экономико-математического моделирования и математические методы поддержки принятия решений по управлению производственными предприятиями, внедряющими инновационную продукцию, рассмотрено в трудах таких отечественных и зарубежных учёных, как А.И. Татаркин, Д.А. Новиков, Е.Г. Ясин, И.Л. Туккель, Й. Шумпетер, Ж. Тироль, Г.Г. Гемюнден, Г. Марковица, В.В. Леонтьев и др.

Описанию производственно-экономических систем в условиях рынка посвящены труды А. Калмеса, Ф. Тейлора, Г. Ганта, К. Войгта, Л.В. Канторовича, К.А. Багриновского, Л.И. Абалкина, Л. Пепалла, А.Р. Бахтизина, М. Амберга, Ч. Кобба, П. Дугласа, П. Чекланда, Г.Б. Клейнера, И.В. Ёлоховой, В.А. Харитонова.

Теоретическим основам развития инноваций с учетом временных и пространственных факторов посвящены труды Д.А. Новикова, Р.К. Саха, Дж. Стиглица, Ю.М. Горского, В.В. Цыганова, В.А. Бородина, И. Адизиса, Э. фон Хиппеля, Ю.В. Ярёмченко, В.П. Максимова, П.М. Симонова.

Формирование портфеля инновационных проектов и вопросы объемно-календарного планирования на производственных предприятиях рассмотрены в работах В.Ф. Сытника, В.Ю. Столбова, в том числе с учетом влияния факторов среды, имеющих вероятностную природу в трудах А.А. Первозванского, О.Б. Низамутдинова, Р.А. Файзрахманов, Е.В. Долговой и др.

Однако, проблема комплексного представления проблемы управления производственно-экономической системой, внедряющей продуктовые инновации в условиях отсутствия достаточных данных о процессах на каждом этапе жизненного цикла до настоящего времени остается не решенной и требует дальнейшего развития.

Объектом исследования является производственно-экономическая система промышленного предприятия, ориентированная на инновационное развитие.

Предмет исследования – социально-экономические процессы производственно-экономической системы промышленного предприятия, обусловленные инновационным развитием производства через внедрение продуктовых инновационных проектов, а также экономико-математические модели и методы управления этими процессами.

Основная гипотеза. Современные теоретико-методологические подходы к построению экономико-математических моделей развивают возможности исследования производственно-экономических систем, интегрирующим началом которых являются проекты реализуемые в них. Иерархия уровней и видов управления, этапов жизненного цикла внедряемых инновационных проектов служит основой для развития в диссертации теории и методологии экономико-математического моделирования принимаемых управленческих решений в производственно-экономических системах. Это выражается в построении прогностических экономико-математических моделей, учитывающих конъюнктуру рынка и позволяющих определять целевые параметры параметров систем, а также в создании моделей и задач промышленной инженерии, применяемых при объемно-календарном планировании и выборе рынков. Эти модели

используются как инструментальные средства и основа для дальнейшего развития информационных систем поддержки принятия решений.

Целью исследования является решение **научно-практической проблемы**, состоящей в развитии теории и методологии управления продуктовыми инновационными проектами в производственно-экономической системе промышленного предприятия на основе экономико-математического моделирования жизненного цикла инновационных проектов.

Поставленная в диссертационной работе цель обусловила необходимость решения следующих **задач**:

1. Разработать концептуальную модель процесса управления производственно-экономической системой промышленного предприятия, решающую проблему обоснования принимаемых решений при управлении инновационным развитием предприятия, на основе экономико-математического моделирования этапов жизненного цикла инновационных продуктовых проектов с учетом их многофакторности и многосвязности.

2. Разработать комплекс экономико-математических моделей поддержки принятия решений по управлению развивающейся производственно-экономической системой промышленного предприятия, в части прогнозирования и планирования инновационных продуктовых проектов, на основе целостного представления жизненного цикла инновационных проектов и их социально-экономической эффективности.

3. Разработать комплекс методов и методик объемно-календарного планирования производственно-экономической системы промышленного предприятия, внедряющего продуктовые инновационные проекты, с учетом единства всех этапов жизненного цикла реализуемых инновационных проектов.

4. Разработать комплекс методов и моделей прогнозирования развития показателей производственно-экономической системы промышленного предприятия под влиянием её внутренних факторов и рыночной конъюнктуры.

5. Разработать комплекс методов по выбору системы взаимосвязанных параметров инновационных продуктовых проектов для каждого этапа реализации в производственно-экономической системе промышленного предприятия.

6. Разработать инструментальные средства в виде информационной системы поддержки принятия решений для управления инновационными продуктовыми проектами в производственно-экономической системе промышленного предприятия на основе созданных экономико-математических моделей и методов.

Теоретико-методологическую основу исследования составили труды отечественных и зарубежных ученых, специалистов по теории и методологии экономико-математического моделирования, принятия решений и управлению социально-экономическими системами. В работе применялись положения теории менеджмента, экономической теории, общей теории систем, теории управления, системного анализа и исследования операций, теории нечетких множеств, теории вероятности, методы экономико-математического моделирования, методы когнитивного моделирования, статистического анализа, структурного анализа, микроэкономического прогнозирования и моделирования.

Информационно-эмпирическую базу настоящего исследования составили статистические данные промышленных предприятий, полученные в ходе выполнения хозяйственно-договорных работ; данные отчетов международных корпораций, публикуемые в открытых источниках, публикации специалистов, рекомендации Европейской и Американской ассоциаций управления проектами IPMA и PMA, а также

стандарты по управлению проектами в промышленности (ISO/IEC15288, DIN 69909, ГОСТ Р54869-2011).

Диссертационная работа выполнена в рамках паспорта специальности 08.00.13 «Математические и инструментальные методы экономики»: пункт 1.1. – «Разработка и развитие математического аппарата анализа экономических систем: математической экономики, эконометрики, прикладной статистики, теории игр, оптимизации, теории принятия решений, дискретной математики и других методов, используемых в экономико-математическом моделировании», пункт 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», пункт 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», пункт 2.3. – «Разработка систем поддержки принятия решений для рационализации организационных структур и управления экономикой на всех уровнях».

Научная новизна результатов заключается в следующем:

1. Разработана теоретико-методологическая концепция моделирования процесса управления производственно - экономической системой промышленного предприятия, развивающая методы экономико-математического моделирования процессов взаимодействия структурных и функциональных подсистем производственно-экономической системы на этапах жизненного цикла инновационных продуктовых проектов и отличающаяся возможностью учета их многофакторности и многосвязности (п. 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»*, главы 1 и 2, параграфы 1.4-1.5 и 2.1-2.3, стр. 32-45 и 47-82).

2. Разработана экономико-математическая модель для поддержки принятия экономически обоснованных решений по формированию оптимальных целевых значений показателей на этапах жизненного цикла продуктового инновационного проекта на основе метода динамического программирования, отличающаяся возможностью учета специфики инновационного проекта, выраженной в структурных, параметрических и социально-экономических особенностях этапов жизненного цикла и проекта в целом (п. 1.1 – *«Разработка и развитие математического аппарата анализа экономических систем: математической экономики, эконометрики, прикладной статистики, теории игр, оптимизации, теории принятия решений, дискретной математики и других методов, используемых в экономико-математическом моделировании»*, глава 2, параграфы 2.2, 2.4 и 2.6, стр. 67-78, 82-88 и 100-112).

3. Разработана экономико-математическая модель объемно-календарного планирования, развивающая методы формирования портфеля инновационных проектов в производственно-экономических системах в виде многопараметрической задачи нелинейного математического программирования с нечеткими критерием и ограничениями, отличающаяся возможностью максимизации прибыли от формирования портфеля продуктовых инновационных проектов с учетом имеющихся ресурсных ограничений (п. 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», глава 4, параграфы 4.1-4.6, стр. 162-199).

4. На основе когнитивного моделирования и типовых закономерностей развития экономических и производственных параметров продуктовых инновационных проектов разработан метод прогнозирования параметров развития производственно-экономических систем при реализации инновационных проектов, который развивает методы функционального и когнитивного прогнозирования за счет учета влияния внутренних социально-экономических факторов и рыночной конъюнктуры, что позволило повысить точность прогнозирования на интервалах жизненного цикла продуктовых инновационных проектов (п. 1.1 – *«Разработка и развитие математического аппарата анализа экономических систем: математической экономики, эконометрики, прикладной статистики, теории игр, оптимизации, теории принятия решений, дискретной математики и других методов, используемых в экономико-математическом моделировании», глава 3, параграфы 3.1-3.4, стр. 114-145).*

5. Разработана экономико-математическая модель выбора множества факторов, а также диапазонов их значений исходя из тесноты статистической связи между показателями степени достижения цели реализации и факторами продуктового инновационного проекта, которая развивает методы экспертного и статистического анализа ретроспективных данных и данных о проектах – аналогах в сфере управления производственно экономическими системами предприятий (п. 1.1. – *«Разработка и развитие математического аппарата анализа экономических систем: математической экономики, эконометрики, прикладной статистики, теории игр, оптимизации, теории принятия решений, дискретной математики и других методов, используемых в экономико-математическом моделировании», глава 2, параграфы 2.5-2.6, стр. 88-112).*

6. Создана информационная система поддержки принятия решений для управления продуктовыми инновационными проектами в производственно-экономической системе промышленного предприятия, которая позволяет выполнить сценарные расчеты траекторий развития инновационных проектов с учетом взаимной связи этапов и факторов проектов, что способствует эффективному управлению производственно-экономической системой промышленного предприятия и развивает инструментальные методы моделирования и расчета экономических процессов внедрения инноваций (п. 2.3. – *«Разработка систем поддержки принятия решений для рационализации организационных структур и управления экономикой на всех уровнях», глава 5, параграфы 5.1-5.4, стр. 200-236).*

Теоретическая и методологическая значимость работы состоит в развитии теоретико-методологических положений управления производственно-экономическими системами промышленного предприятия на основе разработанной автором концепции моделирования процессов, происходящих в ней, и предусматривающей совокупность экономико-математических и инструментальных методов, вносящих вклад в решение проблемы адаптации процесса планирования внедрения продуктовых инновационных проектов, с учетом количественного и качественного описания многообразия взаимосвязей эндогенных и экзогенных факторов производственно-экономической системы и этапов жизненных циклов реализуемых проектов.

Практическая значимость определяется возможностью применения разработанных экономико-математических моделей и методов менеджерами промышленных

предприятий при выборе и планировании выпуска продуктовых инновационных товаров для максимизации прибыли от хозяйственной деятельности, органами государственной власти при определении приоритетов финансирования исследований и разработок в целях развития инновационно ориентированных рынков, способных обеспечить мультипликативный рост национальной экономики, государственными образовательными учреждениями высшего профессионального образования, занятыми подготовкой специалистов в области экономики и управления на предприятиях, в качестве методических материалов для преподавания.

Результаты диссертационного исследования внедрены на ОАО «Протон-ПМ» (в рамках реализации инновационного территориального кластера ракетного двигателестроения «Технополис «Новый звездный», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 06.03.2013 № 188), в Пермском центре научно-технической информации - филиал ФГБУ «РЭА «Минэнерго России» для управления продуктовым портфелем промышленных предприятий, в Управлении науки и инноваций Пермского национального исследовательского политехнического университета для управления инновационными разработками, а также учебном процессе кафедры «Микропроцессорные средства автоматизации» по дисциплинам: «Информационно-аналитическая поддержка инновационной деятельности» для студентов направления 222000.62 «Инноватика», «Статистические методы интеллектуального анализа данных» и «Моделирование систем» для студентов направления 220700.62 «Автоматизация технологических процессов и производств», о чем имеются соответствующие акты внедрения.

Апробация работы и публикации. Основные результаты докладывались и обсуждались на конференциях: «Информация, инновации, инвестиции» (Пермь 2001, 2003, 2004, 2006), «11th International-Business-Information-Management-Association Conference» (Каир, 2009), «21th International-Business-Information-Management-Association Conference» (Вена, 2013), «Современные информационные и электронные технологии» (Одесса, 2006), «Наука, инновации, образование: актуальные проблемы развития транспортного комплекса России» (Екатеринбург, 2006), «Инновационные процессы в регионах России» (Волгоград, 2005), «Региональные технопарки: Перспективы становления и развития» (Пермь, 2007), «Тенденции развития мировой торговли в XXI веке» (Пермь 2009, 2010), «GLOBELICS-RUSSIA-2007: Regional and National Innovation Systems for Development, Competitiveness and Welfare: the Government-Academia-Industry Partnership (theory, problems, practice and prospects)» (Саратов 2007), «Энергетика, материальные и природные ресурсы. Эффективное использование. Собственные источники энергии» (Пермь, 2005), «Развитие рынка интеллектуальной собственности в Российской Федерации» (Тольятти 2005), семинаре стипендиатов программы DAAD «Михаил Ломоносов II» (Эрланген 2008, 2010; Москва 2009, 2011), всероссийской школе-семинаре молодых ученых «Управление большими системами» (Ижевск, 2009; Пермь, 2010, Магнитогорск 2011, Уфа 2013), научно-технической конференции «Управление большими системами» (Москва 2011), международной конференции «Applied Social Science» (Тайпей, Тайвань, 2013), первой и второй международной конференции «Applied Innovation in IT» (Кётен, Германия, 2013, 2014, 2015), семинарах лаборатории конструктивных методов исследования динамических моделей Пермского государственного национального исследовательского университета (2010, 2011, 2014), кафедры «Микропроцессорные средства автоматизации» и Пермского научно-образовательного центра проблем управления при Пермском национальном исследовательском политехническом университете (2009, 2010, 2011, 2012), кафедры прикладной информатики Университета Эрланген-

Нюрнберг им. Фридриха Александра (г. Нюрнберг, Германия 2010, 2012), Институте математики и механики УрО РАН (2012), Институте экономики УрО РАН (2012, 2013), кафедры математического обеспечения информационных систем Ижевского государственного технического университета им. М.Т. Калашникова (2012), кафедры «Информационные технологии и автоматизированные системы» Пермского национального исследовательского политехнического университета (2013, 2014).

Всего автором опубликовано 64 научные работы по теме исследования общим объемом более 73 п.л. (из них авторских 51 п.л.). В том числе: 1 индивидуальная монография, 3 свидетельства о регистрации программ для ЭВМ, 19 статей в ведущих рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК для публикации результатов докторских и кандидатских диссертационных работ (журналы: «Проблемы управления», «Управление большими системами», «Вестник УрФУ. Серия: Экономика и управление», «Инновации», «Экономический анализ: теория и практика», «Информационные ресурсы России», «Научно-техническая информация. Серия 1», «Управление экономическими системами», «Вестник военной академии наук»), 5 работ входящих в международные базы научного цитирования Web of Science и SCOPUS.

Структура и объем работы. Работа состоит из введения, 5 глав, заключения, списка литературы, включающего 283 источника, и 19 приложений. Диссертация изложена на 304 страницах текста, включая 96 рисунков, 26 таблиц. Приложения содержат материалы справочного и иллюстративного характера.

Во *введении* обоснована актуальность темы диссертационной работы, определена цель и поставлены задачи исследования, сформулированы объект и предмет исследования, новизна исследования, указана практическая значимость.

В *первой главе* «**Вопросы управления и принятия решений в производственно-экономических системах, внедряющих инновационные проекты**» дан обзор существующих методов управления инновационными проектами на производственных предприятиях, а также анализ особенностей производственно-экономических систем, реализующих выпуск продуктовых инновационных проектов и проблемы принятия решений. Проведен анализ задач и проблем, связанных с внедрением инновационных проектов.

Во *второй главе* «**Концепция управления производственными инновационными проектами на основе структурной модели и производственной функции**» рассмотрены теория и методология экономико-математического моделирования процессов управления продуктовыми инновационными проектами. Представлена авторская концепция экономико-математического моделирования процесса управления производственно - экономической системой промышленного предприятия. Рассмотрены теоретико-методологические особенности реализации нескольких продуктовых инновационных проектов в производственной системе, предложен метод оценки целесообразности реализации проекта на основе выбранных целевых показателей, разработана экономико-математическая модель поддержки принятия экономически обоснованных решений по планированию оптимальных целевых значений показателей на этапах жизненного цикла продуктовых инновационных проектов. Описана экономико-математическая модель выбора множества параметров и диапазонов их значений, оказывающих наибольшее влияние на оцениваемые целевые показатели.

В *третьей главе* «**Метод прогнозирования значений параметров инновационных проектов**» раскрыты вопросы разработки экономико-математических методов получения прогнозных значений параметров инновационных проектов. Приводится описание разработанных методов прогнозирования их значений на основе типовых

закономерностей развития экономических и производственных параметров. Дано описание метода повышения точности прогнозов в краткосрочной и среднесрочной перспективе на основе когнитивного моделирования. Сформирован метод оценки показателей рисков, возникающих при использовании прогнозов для принятия решений в процессе реализации проектов.

В *четвертой главе «Задачи промышленной инженерии при реализации производственных инновационных проектов»* приведена экономико-математическая модель формирования портфеля продуктовых инновационных проектов. Приведены особенности постановки и формализации задачи продуктового планирования при организации одновременного выпуска множества продуктов в условиях ограниченных ресурсов на основе прогнозов, предложен способ совместного рассмотрения множества реализуемых проектов в рамках одной производственной системы по критерию максимизации прибыли. Разработан алгоритм решения задачи объемно-календарного планирования с нечетким критерием и ограничениями. Выполнено экспериментальное исследование устойчивости и достоверности полученных результатов на основе статистических данных предприятий.

В *пятой главе «Информационная инфраструктура поддержки принятия решений при управлении инновационными проектами в производственных системах»* разработана информационная система поддержки принятия решений для управления продуктовыми инновационными проектами в производственно-экономической системе промышленного предприятия, которая, в отличие от существующих аналогов, позволяет работать с проектами, реализуемыми в географически разнесенных или обособленных подразделениях, использовать разработанную модель и хранилище данных для интеграции нескольких информационных решений в рамках одной информационной инфраструктуры.

В *заключении* сформулированы выводы и предложения на основе проделанной работы, сформулированы рекомендации теоретического, методологического и прикладного характера в области управления продуктовыми инновационными проектами в производственно-экономических системах.

II. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ, ВЫНОСИМЫЕ НА ЗАЩИТУ

1. Разработана теоретико-методологическая концепция моделирования процесса управления производственно-экономической системой промышленного предприятия, развивающая методы экономико-математического моделирования процессов взаимодействия структурных и функциональных подсистем производственно-экономической системы на этапах жизненного цикла инновационных продуктовых проектов и отличающаяся возможностью учета их многофакторности, многосвязности.

Управление производственно-экономической системой, внедряющей продуктовые инновации, в условиях влияния экзогенных и эндогенных факторов стохастической и нечеткой природы должно быть основано на представлении жизненного цикла продуктовых инноваций как многошаговых многосвязных процессов, требующих создания комплексной экономико-математической модели, позволяющей описать эти процессы и получить научно-обоснованные, эффективные траектории развития производственно-экономической системы на основе формирования эффективных портфелей проектов.

При реализации продуктовых инновационных проектов возникает специфика, связанная с тем, что все или отдельные этапы реализации проекта имеют элементы новизны и неопределенности, которые будут зависеть от конкретного проекта. При этом инновационный проект рассматривается как открытая система, эволюционирующая вместе с внешней средой. Такой проект является целенаправленной системой, входя при этом в несколько целенаправленных систем разного уровня (производственная система, в которой осуществляется реализация проекта, отраслевая система и т.д.).

Задача управления рассмотрена через призму эффективности принимаемых решений. Это приводит к выбору совокупности показателей и критериальным методам принятия решений и разработки моделей, которые способны учитывать специфику конкретных производственных систем и проектов.

Задача разработки модели является многосвязной, многоэтапной задачей, которая зависит от используемых стандартов управления и практики, принятой в конкретной производственно-экономической системе.

Решение этой задачи сводится к получению последовательности моделей и задач, получаемых при фиксировании отдельных факторов (уровень управления, этап реализации проекта, используемые для принятия решения методы и подходы). Однако, даже при фиксации множества факторов, задача является инвариантной.

В настоящее время линейное представление о выпуске продукции и уступило представлению о циклическом характере жизненного цикла продукции, в котором приобретают особую значимость управленческие решения, связанные с выбором продукции, её модификацией, планированием и организацией производства. В связи с этим возникает необходимость формулирования управленческой задачи для отдельных производственно-экономических систем и проектов с системных позиций и объединения в рамках единой модели видов и уровней управления. Решение такой задачи разбивается на последовательность задач, связанных общими целями и показателями кортежей Ψ_i , где i – номер задачи (уровня управления, этапа, вида управления).

Модель производственно-экономической системы в общем виде этом может быть записана следующим образом:

$$\Psi = \{U, A, R, \Theta, w(\cdot), v(\cdot), I, \Gamma, \varphi\}, \quad (1)$$

где A – множество действий по достижению целей; R – множество результатов действий; Θ – множество значений обстановки; $w(\cdot): A \times \Theta \rightarrow R$ – результат деятельности, зависящий от действия и обстановки; $U = (U_F, U_B, U_P, U_V, U_C, U_S, U_I)$ – вектор управления, включающий в себя управление финансированием, производством, продукцией, внедрением, сбытом, научной разработкой, институциональное управление; $\varphi = (\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_n)$ – вектор моделей продуктовых инновационных проектов представленных в виде кортежа,

$$\varphi_i = \{P, T\}, \quad (2)$$

где P – множество значений параметров управления; T – множество потребностей проекта в ресурсах, i – номер проекта.

Рассматривая проект, его этапы развития и внедрения как объект управления, можно рассматривать принятие управленческих решений как своеобразную систему управления. Она оперирует целями, уровнями управления, этапами инновационного проекта и информацией, которой обладает лицо, принимающее решение и его предпочтениями, заданными функциями полезности (таким образом, мы получим множество моделей, где j – номер этапа реализации или внедрения проекта, см. рис. 1).



Рис. 1. Построение дерева задач и решений при управлении инновационными проектами в производственно-экономических системах (где j – последовательность стадий реализации потребительского проекта, принятая в производственно-экономической системе; k – количество возможных переходов в новое состояния на каждой стадии реализации потребительского проекта в производственно-экономической системе).

Практика управления выработала большое количество методов и методик, которые позволяют получать решения в разных ситуациях, на разных уровнях управления. Зная особенности реализуемого инновационного проекта, производственно-экономической системы, в которой он реализуется, можно свести процесс управления к применению набора типовых или авторских моделей и методов для каждой из составляющих потребительского инновационного проекта (на выбор методов будет оказывать влияние наличие среди внутренних переменных выбранных методов целевых параметров).

Задача выбора методов и моделей для использования может решаться лицами, принимающими решения. Для упрощения этого процесса существующие или известные экспертам методы можно представить в удобном для выбора виде, опираясь на классификационные признаки, которые свойственны инновационным проектам (см. рис. 2).

Выбор методов открывает задачу получения обобщенных оценок в точках принятия решений. Для этого следует определить отношения между методами при их объединении.

Взаимосвязь методов определяется взаимосвязью подсистем, элементов подсистем и задач, которые они позволяют решать (структурная схема производственно-экономической системы, последовательность решаемых управленческих задач и т.п.), а также способом, выбранным для применения каждого из выбранных методов. Последовательное применение методов - использование одних методов для определения внутренних параметров других; параллельное применение - получение обобщенных оценок на основе нескольких методов, использование методов для определения весовых коэффициентов или специальных оценок.

Структура производственно-экономической системы, в которой происходит выпуск инновационной продукции является известной. Тогда модель для поддержки принятия управленческих решений можно представить в матричном виде:

$$[M] = \left([A][K]^T \begin{bmatrix} M_1 \\ \dots \\ M_l \end{bmatrix} \right), \quad (3)$$

где $[A]$ - матрица инцидентности (показывает связи между подсистемами, методиками и параметрами проекта), $[M]$ - вектор суммарных оценок по каждой из используемых методик, $[K]$ - диагональная матрица корректирующих коэффициентов, M_i – оценка используемой методики; l - количество используемых составляющих методик.

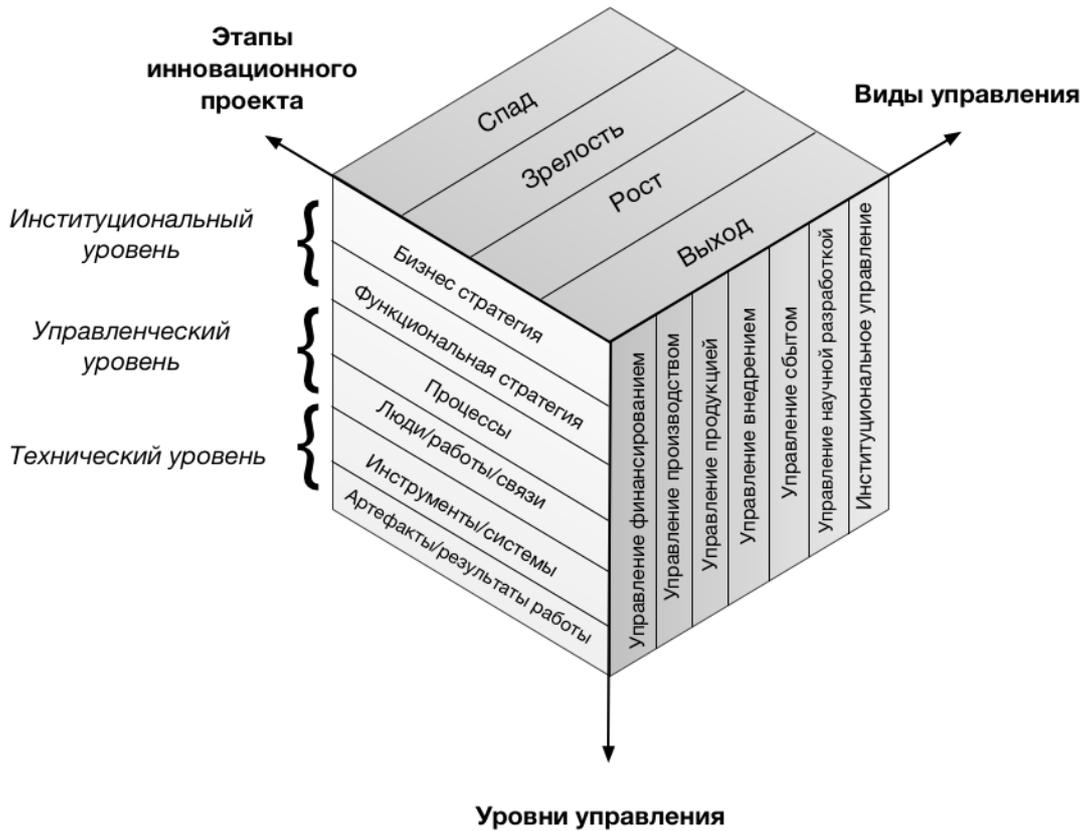


Рис. 2. Способ совмещения управленческих представлений для выбора методов и методик оценки результатов управленческих воздействий при реализации проектов.

Детализируя задачу и увеличивая количество используемых для описания методов и параметров, мы снижаем уровень неопределённости, а значит, при большей детализации повысится и качество принимаемых управленческих решений.

Таким образом, для процесса внедрения потребительских инноваций в производственно-экономических системах **можно выделить "ядро" - "обобщенную производственную функцию" в виде нелинейной многофакторной зависимости выходных показателей от вектора обобщенных производственных факторов.** Оно является результатом концептуального экономико-математического моделирования управления инновационными проектами в производственных системах и уточняет методы структурного проектирования и анализа производственно-экономических систем, а также поддерживающего поэтапный отбор и внедрение инновационных проектов в производственно-экономические системы.

Процесс управления при этом сводится к последовательности следующих действий: определение цели внедрения и выбор комплекса социально-экономических показателей для оценки инновационных проектов; определение параметров управления в многосвязной системе; решение проблемы совмещения множества методов при формировании управленческих задач для выбора методов управления; определение отношений между методами для постановки задачи управления и получение оценки эффективности инновационного проекта; формирование обобщенной производственной функции и решение задачи управления.

2. Разработана экономико-математическая модель для поддержки принятия экономически обоснованных решений по формированию оптимальных целевых

значений показателей на этапах жизненного цикла продуктового инновационного проекта на основе метода динамического программирования. Она отличается возможностью учета специфики инновационного проекта, выраженной в структурных, параметрических и социально-экономических особенностях этапов жизненного цикла и проекта в целом.

Спецификой инноваций, непосредственно проявляющейся при построении моделей, является то, что инновационные проекты затрагивают множество подсистем предприятий (экономическую, социальную, техническую, организационную), учет влияния которых друг на друга может потребоваться при решении. Инновационные проекты детализируются до отдельных этапов, для которых уже существуют разработанные подходы, методы или модели. Они выстраиваются в цепочки на основе подхода, называемого инновационной цепью. Инновационные проекты приводят также к увеличению размерности, увеличению количества составных частей, увеличению количества ограничений.

Принятие решений о целевых значениях показателей проекта в таких условиях - это многошаговый процесс, связанный с этапами реализации проекта; показателями, по которым он оценивается; внутренними производственными циклами. Количество оцениваемых параметров и особенности внутренней организации непосредственно влияют на количество точек принятия решения и размерность решаемой задачи (см. рис. 3).



Рис. 3. Этапы развития параметров инновационного проекта и точки принятия решений потребительских инновационных проектов, реализуемых в производственно-экономических системах.

Начало, продолжение или приостановка проекта осуществляться на основе сопоставления изыскательского и нормативного прогнозов на каждом шаге или последовательности шагов.

Определение внутренних значений параметров проекта, достижение которых позволит выполнить закладываемые показатели (цели реализации) проекта достигается последовательно-параллельным объединением методов в каждой из точек принятия решений.

Таким образом, производственная функция будет формировать обобщенную критериальную функцию:

$$\sum_{j=1}^{l_1} u_j k_j (h_j - M_j)^2 + \sum_{j=l_1+1}^{l_2} u_j k_j M_j - \sum_{j=l_2+1}^l u_j k_j M_j \rightarrow \min, \quad (4)$$

где h_j - желаемое значение; k_j - элементы вектора корректирующих коэффициентов

[K] который, в свою очередь, вычисляем по формуле $k_j = \frac{k_{Bj} - k_{Hj}}{k}$, где k_{Bj} - верхняя граница диапазона изменения параметров j -й методики; k_{Hj} - нижняя граница диапазона изменения параметров j -й методики); u_j - экспертные оценки важности для выбранных методик; l_1, l_2 границы групп по виду критериальной функции ($l \geq l_2 \geq l_1$), M_j - суммарная оценка по каждой из используемых методик.

При поиске оптимального решения могут накладываться ограничения на показатели используемых методик m_{ij} (составляющих суммарных оценок методик M_j):

$$m_{ij} \in G_{ij}; j = \overline{1, l}; i = \overline{1, n_l},$$

где G_{ij} - множество альтернативных значений параметров для j -й методики, i -го параметра.

Многие из методик могут принимать ограниченный набор значений, а непрерывные переменные при первичной оценке могут быть заменены набором дискретных значений. Тогда полученная математическая задача относится к классу дискретных многопараметрических задач оптимизации с ограничениями. Полученная задача может быть сведена к классической задаче поиска пути на графе, если определить последовательность применения методик и показателей внутри них, чтобы получить размеченный граф. Сделать это можно произвольно, т.к. их важность определяется коэффициентами, которые расставили эксперты. Коэффициенты между показателями внутри методики могут быть заданы в методиках исходно, а также разметить с использованием полученных критериальных функций ребра графа и ввести запретительные переходы с учетом полученных ограничений. Это преобразование позволяет получить граф, с использованием которого задача поиска решения сводится к задаче поиска кратчайшего пути между вершинами графа. Одним из самых эффективных алгоритмов для таких задач является алгоритм Беллмана-Форда, представляющий из себя адаптацию метода динамического программирования на граф.

Рекуррентная формула будет выглядеть следующим образом:

$$d_{ij}^{(s)} = \min(d_{ij}^{(s-1)}, \min_{1 \leq k \leq n} \{d_{ik}^{(s-1)} + w_{kj}\}) = \min_{1 \leq k \leq n} (d_{ik}^{(s-1)} + w_{kj}), \quad (5)$$

где d_{ij}^s - минимальный вес пути из вершины i в вершину j , если рассматривать пути не менее, чем с s ребрами;

w_{ij} - вес ребра графа между вершинами i и j . Последнее равенство будет использовать $w_{jj} = 0$. При $s = 0$ допустим "путь" без ребер, т.е.

$$d_{ij}^{(0)} = \begin{cases} 0, & i = j \\ \infty, & i \neq j \end{cases}$$

Если $s \geq 1$, то минимальный вес $d_{ij}^{(s)}$ достигается либо на пути из не более чем $s - 1$ ребер и равен $d_{ij}^{(s-1)}$, либо на пути из s ребер. В последнем случае путь можно разбить на начальный отрезок из $s - 1$ ребер, ведущий из начальной вершины i в некоторую вершину k , и на последнее ребро (k, j) .

Работа алгоритма заключается в вычислении матриц $D^{(1)}, D^{(2)}, \dots, D^{(n-1)}$, где $D^{(s)} = (d_{ij}^{(s)})$ по заданной матрице весов $W = (w_{ij})$. Последняя матрица $D^{(n-1)}$ будет содержать веса кратчайших путей, а матрица $D^{(1)}$ совпадает с W .

При взаимодействии множества подсистем производственно-экономических систем существенную роль на эффективность и продуктивность начинают оказывать социальные факторы.

Параметрами, от которых эти величины зависят на прямую, согласно исследованиям К. Мозера, являются социальная активность, популярность, открытость, экстравертность, удовлетворенность жизнью, эмоциональная стабильность, добросовестность, доброжелательность, агрессивность. Это социальные параметры, которые характеризуют деловые качества. Они в свою очередь, согласно исследованиям М. Косински, зависят от таких численно измеримых величин как: образование, стаж, организационный опыт, продуктивность, возраст, пол, семейное положение и т.д.).

Взаимосвязь между этими параметрами устанавливается методом PLS-путей позволяющим моделировать структурные взаимосвязи уравнений на компонентной основе, а не на ковариационной основе.

Модель многомерного PLS записывается следующим образом:

$$\begin{cases} X = TP^T + E \\ Y = UQ^T + F \end{cases} \quad (6)$$

где X , $n \times t$ матрица предикторов;

Y , $n \times p$ матрица ответов;

T и U , соответственно, $n \times l$ матрицы проекции для X и Y ;

P и Q , соответственно, $t \times l$ и $p \times l$ ортогональные загрузочные матрицы;

E и F - матрицы с ошибками. Предполагается, что они являются независимыми, случайно распределенными.

Декомпозиция X и Y сделана так, чтобы максимизировать ковариацию T и U .

В результате решения определяется связь между входными и выходными параметрами (X и Y) через скрытые переменные. Таким образом, устанавливается степень взаимовлияния параметров (значения коэффициентов связей) и их влияние на показатели избранных ранее методов.

В результате использования модели получаем целевые значения показателей, которые позволят успешно реализовать проект (данные нормативного прогноза).

Исходя из выше изложенного, можно утверждать, что формализация в виде рассмотренной экономико-математической модели позволяет не только определить целевые значения показателей параметров на каждом этапе инновационного проекта, но и учесть институциональный аспект в реализации инновационных проектов. Метод решения с использованием динамического программирования дополнительно позволяет учитывать возможность привлечения ресурсов по разным стоимостям (использование имеющихся в наличии, приобретение, аренда), что, в свою очередь, позволяет оценивать целесообразность структурных преобразований при реализации потребительских проектов.

3. Разработана экономико-математическая модель объемно-календарного планирования, развивающая методы формирования портфеля инновационных проектов в производственно-экономических системах в виде многопараметрической задачи нелинейного математического программирования с нечеткими критерием и ограничениями. Она отличается возможностью максимизации прибыли от формирования портфеля продуктовых инновационных проектов с учетом имеющихся ресурсных ограничений.

На этапах жизненного цикла инновационного проекта возникают задачи эффективного управления портфелем заказов, управления ресурсами и запасами, объемного и календарного планирования производства и др. математические формализации, которые сводятся к таким задачам математического программирования.

Рассмотрим формализацию задачи объемно-календарного планирования производства в которой $x_i, i = \overline{1, N}$ - вектор неизвестных, каждая компонента которого определяет количество выпускаемой продукции типа i ; $C_i, i = \overline{1, N}$ - чистая прибыль от производства i -го товара; $R_{ij}, j = \overline{1, M}, i = \overline{1, N}$ - потребность в мощностях каждого типа оборудования на единицу готового изделия; $P_j, j = \overline{1, M}$ общий ресурс в мощностях для каждого типа оборудования, найденный из расчета средней производительности по всему оборудованию данного типа; $S_{ik}, k = \overline{1, K}, i = \overline{1, N}$ потребность в ключевых материалах на единицу готового изделия; $T_k, k = \overline{1, K}$ объем доступных ключевых материалов, определенный на основе данных о состоянии склада и плана закупок; $G^q, q = \overline{1, Q}$ - ограничение, по рынку сбыта; $\sum_i \alpha_i^q x_i \leq G^q, q = \overline{1, Q}$ - ограничения по рынку продаж, как по отдельным товарам, так и по их совокупности,

где $\alpha_i^q = \begin{cases} 1 & \text{если } i \text{ - ый товар принадлежит совокупности } q; \\ 0 & \text{если } i \text{ - ый товар не принадлежит совокупности } q. \end{cases}$

Для учета динамики процессов, происходящих в производственно-экономической системе, обеспечивающей выпуск продукции и во внешней среде по отношению к ней параметры C_i, G^q будем определять на основе прогнозов, заданных функциями. Используя данные прогнозов, объединяются задачи объемного и календарного планирования, что позволяет учесть влияние динамики изменения избранных параметров на протяжении интересующего временного отрезка или всего времени жизни проекта.

В производственных системах, реализующих заключительные стадии инновационного процесса, продуктивное планирование выражается в формировании продуктового портфеля предприятия и планировании его производственной программы на определенный период. Производственная программа предприятия определяется номенклатурой и объемом производства конкретных видов инновационной продукции.

Для формирования портфеля проектов с учетом экономического влияния от совместного выпуска товаров в критериальную функцию введем коэффициент K_{ih} - коэффициент соответствия товаров i и h , который будет показывать экономическую целесообразность совместного выпуска товаров или групп товаров в рамках одного производства.

Значения определяются с использованием методов группы Slope One, которые на основе данных статистики по продажам и интересу к товарам, без совершения покупки, позволяют определить таблицу соответствия товаров (см. табл. 1).

Таблица 1.

Таблица соответствия товаров

	Товар 1	Товар 2	Товар 3	...	Товар h
Товар 1	1	K_{12}	K_{13}	...	K_{1h}
Товар 2	K_{21}	1	K_{23}	...	K_{2h}
Товар 3	K_{31}	K_{32}	1	...	K_{3h}
...	\ddots	...
Товар i	K_{i1}	K_{i2}	K_{i3}	...	K_{ih}

где $K_{ih} = \cos(T_i, T_h) = \frac{\bar{T}_i \bar{T}_h}{|T_i| |T_h|}$, где T - вектор-столбец, в котором каждая ячейка - это операция, которая была сделана с товаром. Например: приобретен, запрошена информация, сделан предварительный заказ без последующего приобретения. Количество ячеек определяется количеством операций с товаром. Например: количество

обращений, количество уникальных сессий в интернет витрине или записей в файле статистики, соответствующих уникальным обращениям.

Наибольшее численное значение коэффициента соответствия товаров будет между товарами, которые продаются или заказываются в паре наиболее часто, а значит, с точки зрения экономической эффективности, могут выпускаться в рамках одной производственно-экономической системы.

С учетом указанного выше, экономико-математическая модель объемно-календарного планирования для инновационных проектов будет выглядеть как показано на рис. 4. Данная модель представляет собой многопараметрическую задачу с параметрами, заданными непрерывными функциями и получаемыми в результате прогнозирования.

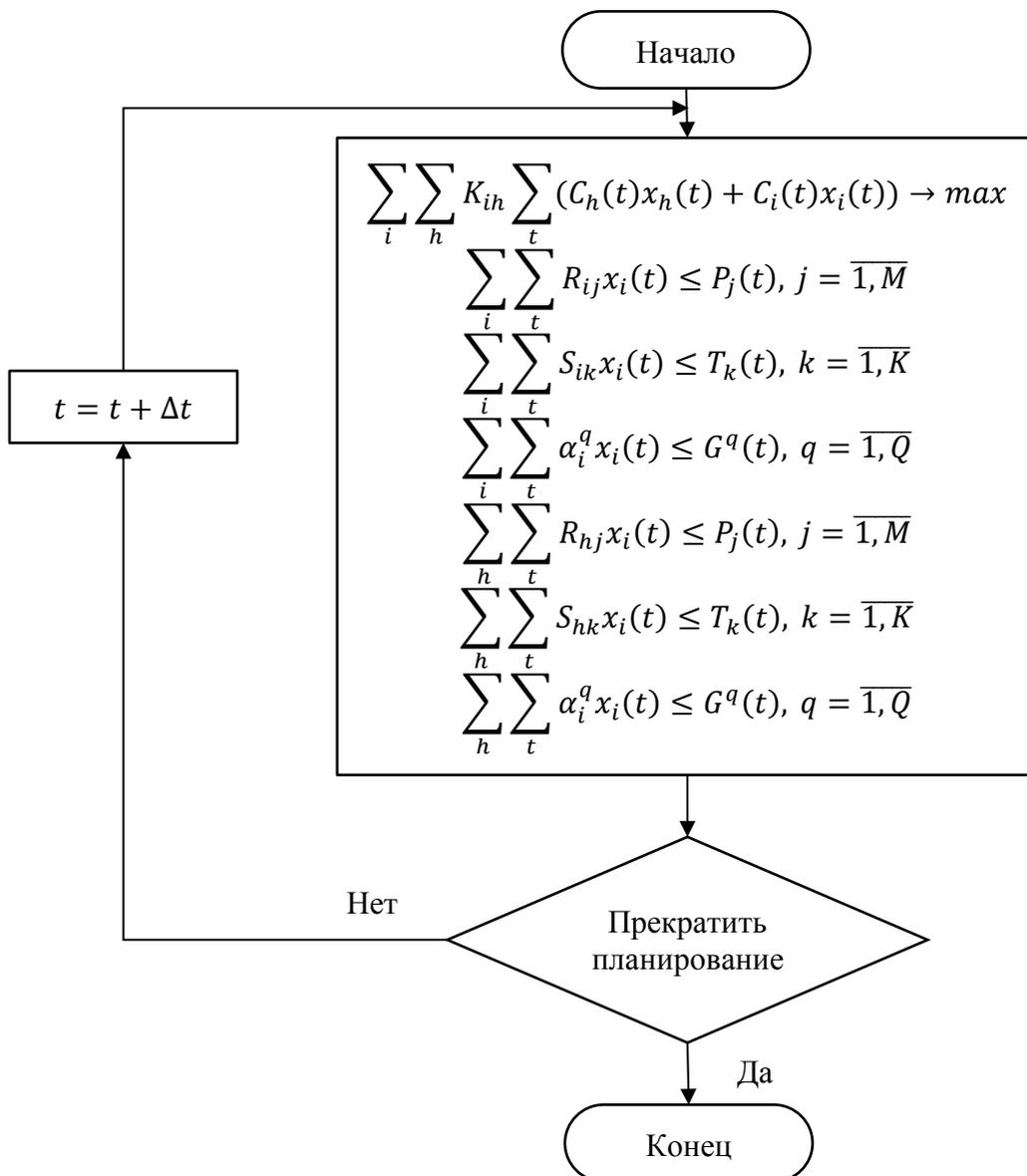


Рис. 4. Модель объемно-календарного планирования производства с учетом экономического эффекта от совместного выпуска продуктов.

Прогноз имеет определенную точность и характеризуется доверительным интервалом. В настоящее время показано, что неопределенность лучше выражается нечеткостью, чем случайностью, а аппарат теории нечетких множеств вычислительно проще, чем в теории вероятностей.

Погрешности прогнозирования могут накладываться или компенсироваться, а значит оказывать влияние на погрешность оценки, получаемой на модели. Для учета этой неопределенности значения прогнозов будем описывать функцией принадлежности (Гауссовой функцией).

Тогда искомая задача перейдет в класс задач с нечетким критерием и ограничениями. Т.к. аналитических методов для решения полученных задач на данный момент не существует, то для численного решения полученной задачи в работе предложена модификация метода случайного поиска с запретами (pareto simulated annealing). Для этого метода доказана сходимость по вероятностной мере решения к множеству Парето оптимальных решений исходной задачи.

Решением задачи будет функция от времени. Для этого, решим задачу путем многократного циклического нахождения численных решений с некоторым периодом времени Δt . Данная величина не может быть меньше минимального времени, необходимого для изменения производственного цикла, а также должна принимать такое значение, при котором задача будет устойчива по Ляпунову (объемы выпуска будут изменяться последовательно).

Действенным изменением шага по времени является его увеличение на некоторое минимальное значение, которое требуется на внесение изменений в производственный процесс ($\Delta \tau$) и тестовый расчет для текущего момента времени, моментов времени $t + \Delta \tau$ и $t + 2\Delta \tau$. Если тренды изменения объема выпуска продукции для разных периодов времени ($t; t + \Delta \tau$) и ($t + \Delta \tau; t + 2\Delta \tau$) являются разнонаправленными, то $\Delta t = \Delta t + \Delta \tau$, иначе, считаем время шага расчета определенным.

В результате многочисленного решения получим функцию, заданную таблично.

При реализации множества проектов в рамках одной производственно-экономической системы для управления общими для них ресурсами необходимо учитывать дискретный характер поставки. Для этого план поставок определяем следующим образом:

$$y_i = S_{0j} + \sum_{i=1}^N S_{ij} z_i, \quad (7)$$

где S_{ij} – потребность i -го проекта в j -м ресурсе или сбыте, S_{0j} – необходимый неснижаемый остаток, z_i – текущие значения параметров в узле.

Среди выходных сигналов ищем максимальный ($l_{max} = \arg \max_j \{y_j\}$). Окончательно, на выходе сигнал с номером l_{max} равен единице (что соответствует осуществлению поставки), остальные — нулю. Если максимум достигается одновременно для нескольких сигналов - то, либо принимают все соответствующие сигналы равными единице, либо только первый в списке (по соглашению). Таким образом, реализуется принцип последовательного снабжения производств.

Использование функций принадлежности открыло нам возможность учитывать риски реализации проектов на основе показателей риска (величине, вносимой возможной неточностью прогноза).

Для этого по экспертным оценкам определяется диапазон значений интересующего параметра. По экспертным оценкам определяется функция принадлежности в соответствии с возможностью наступления рискованных событий, которые влияют на каждое из значений. А затем вычисляется показатель риска:

$$r_1 = \frac{\int_{\alpha}^{\beta} x\mu(x)dx}{\int_{\alpha}^{\beta} \mu(x)dx}, \quad (8)$$

где r – показатель риска; $\mu(x)$ – функция принадлежности; α, β – границы диапазона значений.

Для оценки достоверности получаемых решений в работе на ретроспективных данных была показана зависимость решения от точности прогнозов. В результате удалось показать, что получаемые решения удовлетворяют условиям адекватности при отклонения значений прогнозов в пределах доверительного интервала.

Полученная экономико-математическая модель позволяет производить объемно-календарное планирование производства на кратко- и среднесрочную перспективу с учетом конъюнктуры рынка и взаимовлияния выпускаемых товаров друг на друга. Проведенное экспериментальное исследование на основе статистических данных предприятий показало достоверность получаемых результатов по критерию Пирсона. Кроме того, использование модели позволяет увеличивать доходы производственно-экономических систем при снижении загрузки оборудования до 30%.

4. На основе когнитивного моделирования и типовых закономерностей развития экономических и производственных параметров продуктовых инновационных проектов разработан метод прогнозирования параметров развития производственно-экономических систем при реализации инновационных проектов, который развивает методы функционального и когнитивного прогнозирования за счет учета влияния внутренних социально-экономических факторов и рыночной конъюнктуры, что позволило повысить точность прогнозирования на интервалах жизненного цикла продуктовых инновационных проектов.

На нормально развивающихся рынках параметры, характеризующие инновационный проект, описываются инновационными и S-образными кривыми.

У параметров, описываемых инновационными кривыми, выделяют четыре этапа развития: выход на рынок, рост, зрелость и спад. Таким образом, формально, можно выделить четыре точки на кривой развития параметра инновационного проекта. Это точки перехода с одного этапа на другой. Каждый этап проекта описывается своим трендом. В литературе приводится несколько функций, описывающих эти тренды. Для построения прогнозов строим систему, исходя из того, что на границах этапов (интервалов) значения функции должны совпадать, а также совпадать значения их производных (т.к. функция является гладкой). Такая система позволяет выделить любую переменную. Тогда, зная значения начальных точек перехода с этапа на этап можно построить прогнозы для недостигнутых еще этапов развития проекта, описываемых оцениваемым параметром.

Для параметров, описываемых S-образными кривыми пользуются кривой Перла или кривой Гомперца, которые также позволяют прогнозировать значения параметров на основе ретроспективных данных.

Использование только закономерностей развития параметров не позволяет учитывать факт взаимовлияния параметров друг на друга за счет того, что они описывают один проект или группу проектов, реализуемых в одной производственно-экономической системе. Учет такого взаимовлияния позволяет повысить точность прогнозирования.

Для этого используем метод когнитивного моделирования. Для разметки когнитивной карты будем использовать данные экспертов. Весовые коэффициенты связей

между узлами когнитивной карты (w_{ij}) могут быть расставлены любым из известных способов (ранжирование, весовые коэффициенты, вероятностный подход и т.п.). Однако это не позволяет минимизировать ошибки самих данных. Когнитивное моделирование с помощью обычных знаковых графов страдает излишней жесткостью, не позволяя ранжировать по степени влияния положительные и отрицательные связи, особенно в условиях многоцелевого задания. Поэтому Коско ввел понятие нечетких когнитивных карт, представляющих собой взвешенные ориентированные графы для минимизации накопления ошибок в результате экспертных оценок. Для этого когнитивную карту будем рассматривать как нейронную сеть и присвоим узлам функцию o_i . Новые значения вычисляются по рекуррентной формуле,

$$o_i(t) = \frac{1}{1 + e^{-\sum_j w_{ij} o_j(t-1)}}, \quad (9)$$

где W - матрица исходящих весов, O - вектор исходящих состояний, t - номер итерации.

При использовании такого подхода параметры $o_i(t)$ могут иметь различные единицы измерения. Поэтому требуется провести нормализацию значений на диапазон от 0 до 1. Для этого используем следующую формулу:

$$x_{\text{норм}} = \frac{(x - x_{\min})(d_2 - d_1)}{x_{\max} - x_{\min}} + d_1, \quad (10)$$

где x - значение, подлежащее нормализации, $[x_{\min}, x_{\max}]$ - интервал значений x , $[d_1, d_2]$ - интервал, к которому будет приведено значение x .

Чтобы учесть закономерности изменения параметров по инновационным и S-образным кривым и взаимовлияние параметров друг на друга новые значения o_i для n -го параметра следует скорректировать, учтя для этого влияние законов развития.

Для осуществления такого расчета, необходимо определить, какому моменту времени в развитии проекта будет соответствовать новая точка, полученная с помощью когнитивных карт. Эта сложность связана с различными шкалами измерения. Временная шкала инновационной и S-образной кривых соответствует реальному времени, а шкала времени подхода на основе когнитивных карт измеряется шагами и к реальному времени могут быть привязаны лишь начальные значения для расчета.

Поэтому на практике применяем градуированные времени когнитивной карты. Процессы, которые отрабатываются при помощи когнитивных карт, могут проигрываться в обе стороны (как в будущее, так и в прошлое). Направление, в котором происходит моделирование, зависит от решаемой задачи. Для инновационных проектов искомым положением является будущее и при этом особенностью таких проектов является то, что статистическая информация о предыдущих состояниях всегда известна. Поэтому существует возможность проиграть ситуацию в прошлое, и установить какому моменту времени будет соответствовать наиболее близкое состояние параметров проекта (метод обратной верификации когнитивной карты). Полученная разница во времени Δt будет соответствовать времени одного шага.

При наличии ретроспективных данных значения весов w_{ij} могут быть выражены и определены по следующей формуле:

$$\sum_j w_{ij} o_j(t-1) = -\ln\left(\frac{1 - o_j(t)}{o_j(t)}\right). \quad (11)$$

Если записать уравнения для узлов, то в каждом из них будет количество неизвестных, зависящих от количества узлов, определить которые можно, записав уравнения для разных моментов времени (например, для моментов времени (t и $t-1$),

($t - 1$ и $t - 2$) и ($t - 2$ и $t - 3$)). В результате получим разрешимую систему уравнений.

Предложенная модель на основе когнитивной карты позволяет получить прогноз на один шаг вперед, т.к. при прогнозировании на дальнейшие периоды не произойдет необходимая корректировка коэффициентов по причине недостатка статистических данных, то точность прогноза снизится. Предположим, что изменения весовых коэффициентов описывается некоторым законом. Зная закон изменения, можно экстраполировать значения весовых коэффициентов, и получить прогноз высокой точности на перспективу, более удаленную во времени, чем один шаг когнитивной карты. Закон изменения может быть подобран методом регрессии на накапливаемых данных в ходе реализации проекта. Зная закон изменения, можно экстраполировать значения весовых коэффициентов, и получить прогноз, учитывающий глобальные, а не только локальные, тенденции.

В результате всех этих операций получен алгоритм, который позволяет совместить методы функционального и когнитивного прогнозирования, и увеличить точность прогноза (см. рис. 5).

Обобщая полученные результаты, можно сделать вывод, что был получен метод динамического анализа развития экономических и производственных процессов, происходящих в производственно-экономических системах, который обладает следующими особенностями:

- во-первых, малое количество статистических данных оказывает существенное влияние на математическое описание даже при незначительном изменении значений - (таким образом, может учитываться локальный характер изменений, а не глобальные тенденции, увеличение количества данных или отсеивание «зашумлённых» данных (выбросов значений) решает эту проблему);

- во-вторых, при расчете значений аналитическим способом метод учитывает большое количество влияющих друг на друга факторов и ошибки вычислений, связанные с округлением значений или погрешности в сборе статистики при вычислении коэффициентов могут накапливаться.

При построении регрессионных моделей используются данные, полученные аналитически. При этом имеется вероятность появления больших случайных ошибок обобщения, обусловленная самим методом аналитического вычисления весовых коэффициентов и связанная с возможностью накопления ошибок. Отсюда возникает задача отсеивания данных, которые вносят статистические погрешности. Это делается путем вычисления доверительных интервалов и определения адекватности получаемых регрессионных моделей по критерию Пирсона. Экономические и социально-экономические системы так же, как и природные, описываются фрактальными закономерностями, что выражается в самоподобии элементов систем. Экспериментально было установлено, что у достоверных данных отклонение от предыдущих значений должно попадать в интервал σ при использовании двух последних достоверных значений. Это выражается в том, что достоверными (не зашумленными) могут являться значения, не попадающие в допустимый интервал при проверке их на всей статистической выборке. Выявление зашумленных значений позволяет убрать значения, вносящие погрешности при построении регрессионных моделей, и, тем самым, повысить точность описания на малых статистических выборках.

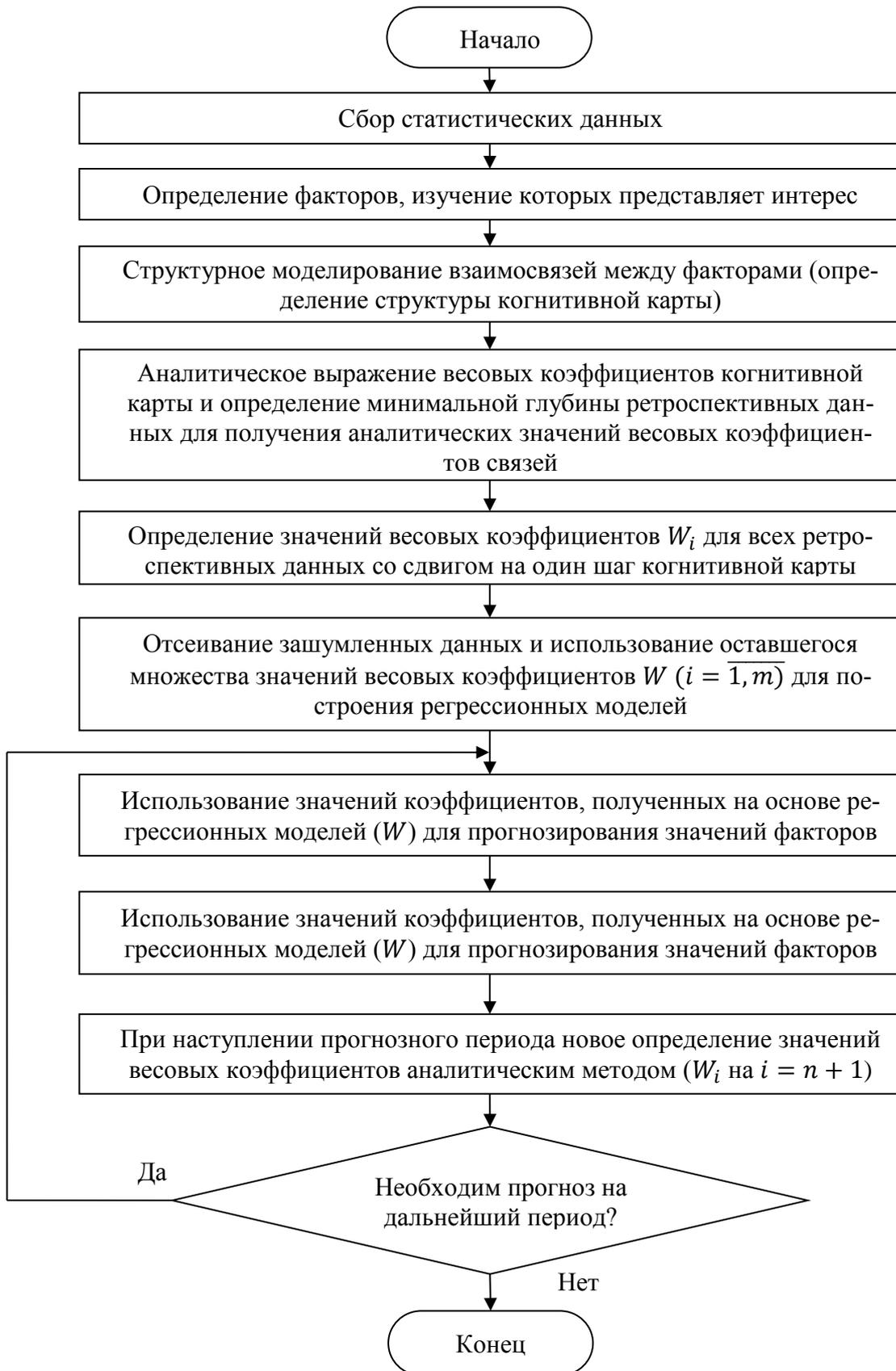


Рис. 5. Алгоритм уточнения коэффициентов связей для повышения точности прогнозирования на удаленных во времени интервалах.

Предложенный в работе метод прогнозирования позволяет повысить точность прогнозов и увеличить интервал достоверного прогнозирования на один шаг реализа-

ции проекта по сравнению с другими методами при меньшем количестве исходных статистических данных, а также строить оптимистичные и пессимистичные прогнозы на более удаленные во времени интервалы.

5. Разработана экономико-математическая модель выбора множества факторов, а также диапазонов их значений, исходя из тесноты статистической связи между показателями степени достижения цели реализации и факторами продуктового инновационного проекта, которая развивает методы экспертного и статистического анализа ретроспективных данных и данных о проектах – аналогах в сфере управления производственно-экономическими системами предприятий.

Для уменьшения размерности задачи управления необходимо определить набор параметров, которых будет достаточно для того, чтобы полностью охарактеризовать его на рассматриваемом этапе. В зависимости от самого проекта и этапа, на котором он находится, множество характеризующих его параметров может оказаться различным.

Для решения прикладной задачи поиска набора наиболее важных переменных введем целевую функцию - $R(x_1, \dots, x_i, \dots, x_n)$, где каждое значение x_i определяется, исходя из параметров штрафа $\{0, -A, B\}$, в зависимости от показателей g и k (см. табл. 1). Данная функция показывает правильность осуществления анализируемого действия.

Таблица 2.

Матрица «стоимости»

	$g_i = 1$	$g_i = 0$
$k_i = 1$	B	0
$k_i = 0$	-A	0

где g - индекс действия ($g = 1$) или бездействия ($g = 0$); k - показатель того, привело ли значение аргумента к желаемому результату; x_i - величина штрафной функции для каждого значения каждого параметра проекта.

Решение задачи сводится к максимизации значения целевой функции (величина штрафной функции для каждого значения каждого параметра проекта), определяемой на основании матрицы «стоимости»:

$$R = \sum_{i=1}^n g_i x_i, \quad (12)$$

где n - количество всех возможных значений параметров.

Для получения значения параметр цели должен быть больше или меньше некоторого порогового значения или лежать в желаемом диапазоне. Т.е. параметр будем рассматривать как дискретный, значения которого описываются набором диапазонов (в общем случае каждое значение своим диапазоном).

Инновационные проекты относятся к социально-экономическим и социально-техническим системам, они способны адаптироваться к изменяющимся внешним условиям. Тогда для оценки значений целевой функции следует применять теорию «мягких» систем, основанную не на точных количественных измерениях, а на качественных, нечетких и гипотетических представлениях о системе в виде экспертных оценок, эвристических рассуждений и т.п.

Введем величину P_i - вероятность наступления события, $g_i = 1$, $k_i = 1$ для -го значения параметра. Вероятность того, повлияет ли конкретное значение параметра

на достижение желаемого результата при выборе одного из значений, можно оценить, используя формулу полной вероятности:

$$x_i = BP_i - A(1 - P_i) = (A + B)P_i - A. \quad (13)$$

Тогда целевая функция примет вид:

$$R = \sum_{i=1}^n g_i((A + B)P_i - A). \quad (14)$$

Величина вероятности P_i определяется несколькими способами:

- с помощью гистограммы распределения на основе ранее собранных статистических данных решения аналогичных задач (влияние на целевой показатель будут оказывать параметры для которых $P_i > \frac{A}{A+B}$);

- в зависимости от типа параметра (технический, технологический, экономический, социальный и т.д.) на основе социологических данных или известных закономерностей (инновационной кривой, S - образной кривой).

В результате, каждому значению параметра в соответствие будут установлены величины значений вероятности.

Следующим шагом решения является выбор значения $\rho_i > \frac{A}{A+B}$. Параметрами, для которых $\rho_i > P_i$ для всех значений, можно пренебречь ($g_i = 0$, см. рис. 6).

Для определения значения ρ_i для каждого из параметров построим его зависимость от $var(R_j)$ (где j - номер параметра). Тогда для каждой переменной, для которой $\rho_i < \max P_i$ можно вычислить:

$$var(R_j) = \frac{\sum_{j=1}^n (R_{j, \text{вычисляемое}} - R_{n, \max})^2}{n-1} = \frac{\sum_{i=k_1}^{k_2} (g_i((A+B)P_i - A) - R_{n, \max})^2}{n-1}, \quad (15)$$

где n - количество параметров, для которых выполняется условие $\rho_i < \max P_i$, (k_1, k_2) - интервал значений, относящихся к j -му параметру.

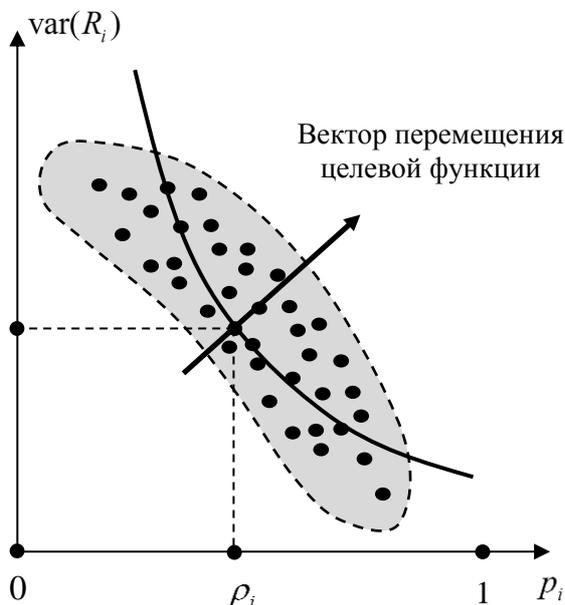


Рис. 6. График, иллюстрирующий выбор значения величины ρ_i .

рое может принимать i -й параметр.

Из теории корреляционного анализа известно, что ключевыми будут являться параметры, для которых величина коэффициента тесноты линейной зависимости

Из множества пар значений $(P_i; var(R_i))$ выбираем оптимальное сочетание этих значений, исходя из условий Куна-Таккера.

Для задач, в условии которых имеются статистические данные, может быть вычислен корректировочный коэффициент φ_j (коэффициент тесноты линейной зависимости между j -м параметром и результатом в рассматриваемой выборке), позволяющий ранжировать параметры по степени влияния на достижение результата (значимости):

$$\varphi_j = \left| \frac{r_j}{S_{r_j}} \right|, \quad (16)$$

где $r_j = \frac{cov(\text{значение параметра}, g_j)}{var(\text{значение параметра})var(g_j)}$; $S_{r_j} = \frac{1-r_j^2}{\sqrt{m-1}}$, где m - количество значений, кото-

между j -м параметром и результатом в рассматриваемой выборке (φ_j) будет больше трех (значимость этих параметров оценивается по формуле: $\alpha_j = \varphi_j - 3$).

Тогда величина штрафной функции x_i воспользуемся методом максимизации вероятности достижения цели:

$$x_i = \max(0, \alpha_i)((A + B)P_i - A). \quad (17)$$

Подставив в выражение для критериальной функции R , окончательно получим:

$$\sum_{i=1}^n g_i \max(0, \alpha_i)((A + B)P_i - A) \rightarrow \max, \quad (18)$$

где g_i является искомой переменной и может принимать значения 0 и 1 при $i = \overline{1, n}$.

Данная задача относится к классу задач целочисленного линейного программирования.

В ходе решения получим диапазоны значений переменных, для которых $g = 0$ - такие переменные не оказывают влияние на достижение конечной цели;

и переменные, для которых $g = 1$ - переменные, которые необходимо учитывать при принятии решений).

В результате получена экономико-математическая модель выбора множества факторов, а также диапазонов их значений, которая позволяет отбирать параметры, оказывающие наибольшее влияние на целевой показатель, а также в зависимости от задачи, увеличивать или уменьшать их количество с учетом оказываемого ими влияния на решение рассматриваемой задачи управления.

6. Создана информационная система поддержки принятия решений для управления продуктовыми инновационными проектами в производственно-экономической системе промышленного предприятия, которая позволяет выполнить сценарные расчеты траекторий развития инновационных проектов с учетом взаимной связи этапов и факторов проектов, что способствует эффективному управлению производственно-экономической системой промышленного предприятия и развивает инструментальные методы моделирования и расчета экономических процессов внедрения инноваций.

На основе предложенных автором концепции, моделей и методов разработана информационная система, предоставляющая инструментарий для поддержки принятия управленческих решений по формированию эффективных портфелей продуктовых инновационных проектов.

Структурно-функциональная схема информационной системы приведена на рис. 7. Система состоит из набор информационных подсистем - подсистемы хранения данных (Data Warehouse of Intellectual Property (DWIP InnoNet)), подсистемы ввода-вывода (Technology Transfer System Editor (TTSE InnoNet)), аналитической подсистемы, подсистемы построения отчетов (программа учета малых инновационных предприятий ПНИПУ (ПУ МИП ПНИПУ)), подсистемы планирования.

Работа с информационной системой включает сбор статистических данных о производственно-экономической системе и проектах реализуемых в ней, сбор и введение данных об анализируемых проектах, определение целей реализации проектов, определение набора показателей оказывающих наибольшее влияние на реализацию проекта, расчет целевых значений показателей, получение их прогнозных значений, определение точек принятия решения, построение прогнозов спроса и прибыли анализируемых проектов, составление объемно-календарных планов, составление отчетов, аналитическую работу с данными.

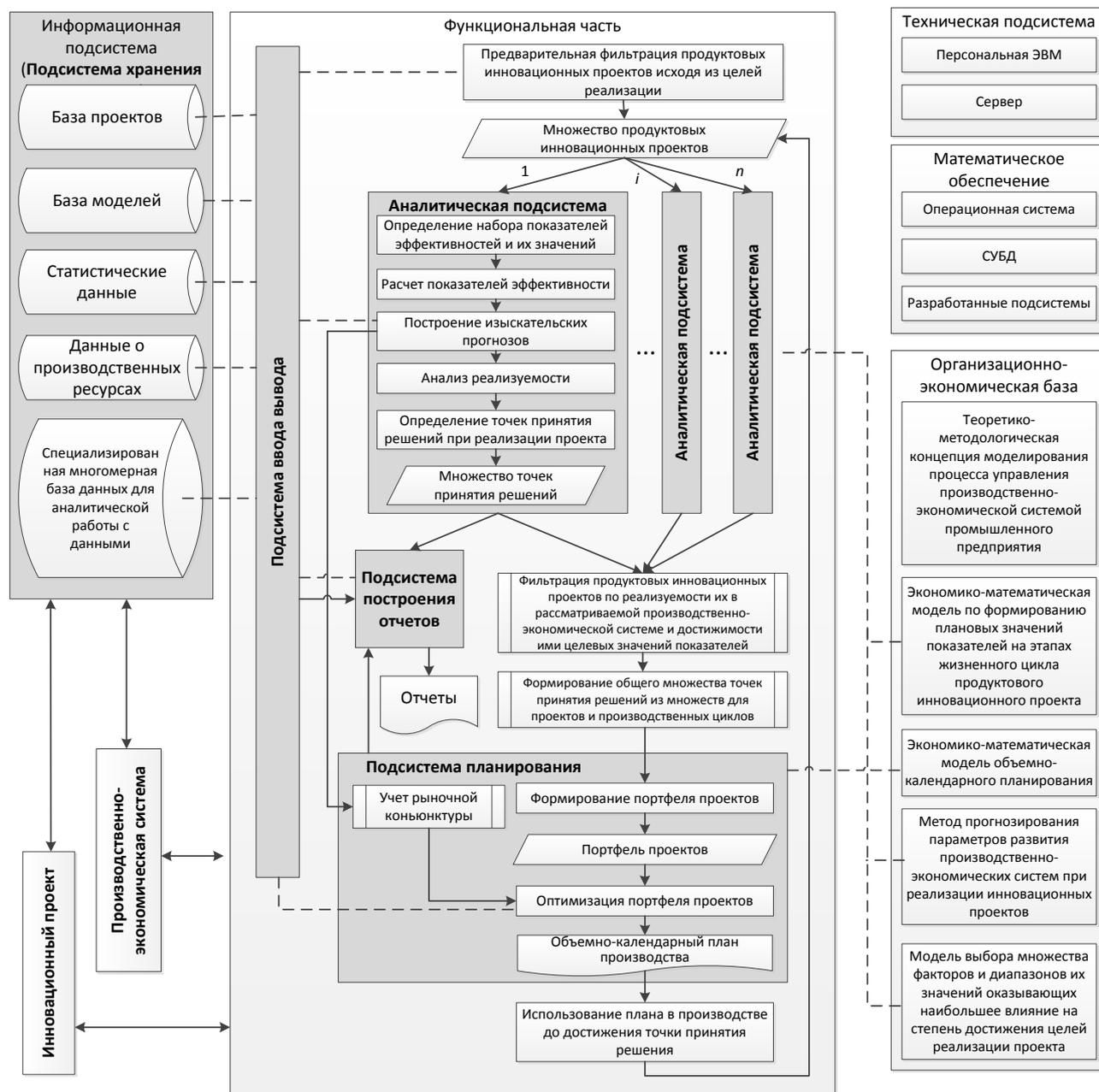


Рис. 7. Структурно-функциональная схема разработанной информационной системы.

Информационная система реализована с использованием СУБД MS SQL Server и MS Analysis Service, программное обеспечение – в системе программирования Delphi. В качестве операционной системы для серверной части используется Windows Server. Клиентская часть реализована в операционной системе MS Windows. Статические отчеты реализованы в формате XML. Динамические отчеты реализованы в виде Excel шаблонов с использованием технологии PivotTables. Обмен данными с внешними системами осуществляется через cvs файлы. Пример интерфейса одной из подсистем приведен на рис. 8.

Апробация разработанной системы и отдельных подсистем производилась на базе Пермского центра научно-технической информации - филиал ФГБУ "РЭА" Минэнерго, территориального кластера ракетного двигателестроения «Технополис «Новый звездный» ОАО «Протон-ПМ и Управления науки и инноваций Пермского национального исследовательского политехнического университета.

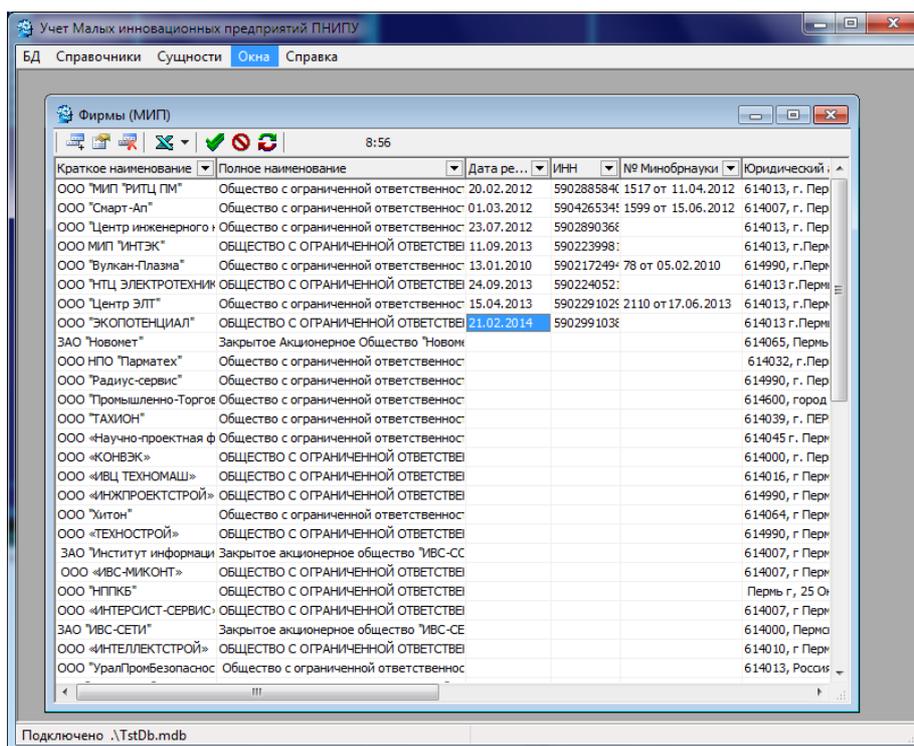


Рис. 8. Пример интерфейса подсистемы построения отчетов.

В Пермском национальном исследовательском политехническом университете производилась оценка более 18 продуктовых инновационных проектов, разработанных в университете при их коммерциализации через малые инновационные предприятия. Эффективность работы информационной системы при анализе и управлении инновационными проектами показана на диаграммах рис.9.

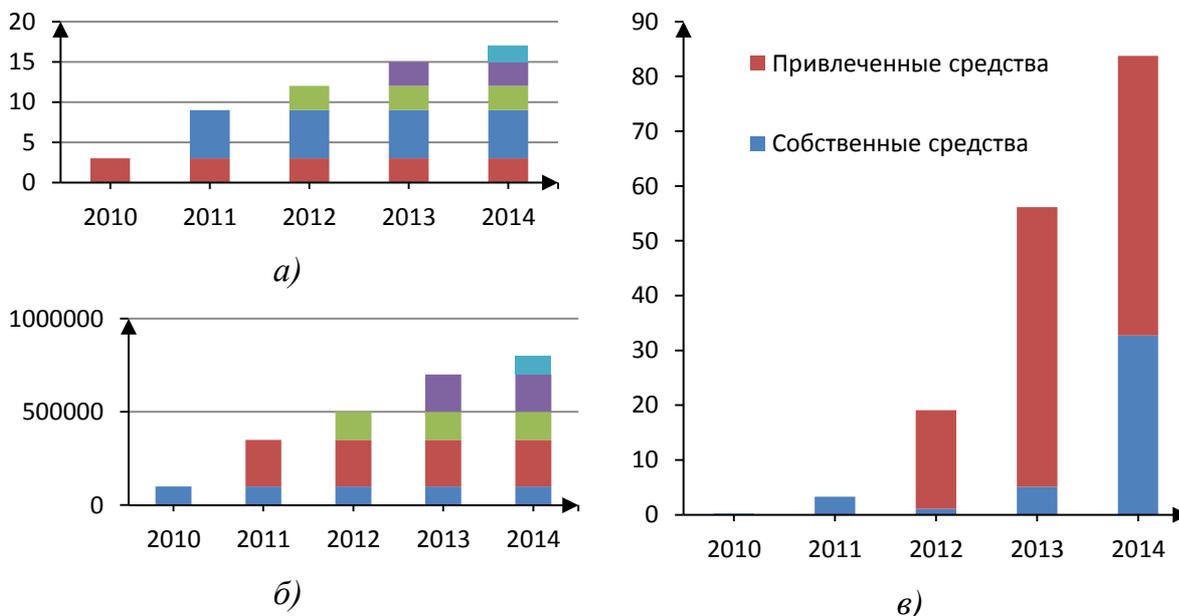


Рис. 9. Статистические данные о малых инновационных предприятиях, созданных с участием Пермского национального исследовательского политехнического университета: а) количество созданных предприятий по годам в штуках, б) объем уставного капитала созданных предприятий по годам в тыс. руб., в) объем оборотных средств по годам в млн. руб.

Благодаря использованию предложенных решений валовый доход от коммерческой деятельности малых инновационных предприятий с участием университета за 4 года увеличился в 14 раз. Объем привлеченных инвестиций на развитие проектов, реализуемых на этих предприятиях, увеличился в 10 раз.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе концепции экономико-математического моделирования процесса управления инновационными проектами в производственно-экономических системах промышленных предприятий было выполнено экономико-математическое исследование проблемы комплексного управления производственно-экономической системой, внедряющей продуктовые инновации в условиях отсутствия достаточных данных о процессах на этапах жизненного цикла.

Реализация данной концепции позволила получить следующие новые теоретические и практические результаты:

1. Разработана концептуальная модель процесса управления производственно-экономической системой промышленного предприятия, которая стала основой для разработки экономико-математических моделей и методов поддержки принятия решений по управлению инновационными проектами. Практический аспект применения концепции проявил себя в обосновании создания фонда «Региональный центр инжиниринга» в рамках развития инновационного территориального кластера ракетного двигателестроения «Технополис «Новый звездный» ОАО «Протон-ПМ», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 06.03.2013 № 188 для организации взаимодействия по внедрению новых технологий между промышленностью, региональными представителями государственной власти и университетами.

2. Разработан комплекс экономико-математических моделей поддержки принятия решений по управлению развивающейся производственно-экономической системой промышленного предприятия, использование которого позволяет вести научно-обоснованный отбор проектов для реализации в производственно-экономических системах. Практическое применение этих моделей обеспечивает формирование эффективного портфеля инновационных продуктовых проектов с учетом этапов жизненного цикла проектов. Анализ на ретроспективных данных показал высокую корреляцию отобранных на основе моделей проектов с успешно реализованными в рамках производственно-экономических систем проектами.

3. Разработан комплекс методов и методик решения задач объемно-календарного планирования производственно-экономической системы промышленного предприятия, позволяющий осуществлять объемно-календарное планирование на кратко- и средне-срочные перспективы, а также оценивать риски, связанные с реализацией проектов в производственно-экономических системах. Использование полученных методов и методик при составлении календарных планов объемов выпуска показало, что в рамках существующих производств возможно снижение загрузки оборудования в среднем на 30% при сохранении объемов прибыли или её увеличении до 5%.

4. Разработан комплекс методов и моделей прогнозирования развития параметров производственно-экономической системы промышленного предприятия под влиянием её внутренних факторов и рыночной конъюнктуры. Расчет на ретроспективных данных показывает, что предложенные методы и методики позволили увеличить точность прогнозов как на ближайшую перспективу, так и на удаленных во времени ин-

тервалах, что достигается за счет учета закономерностей развития параметров и учета взаимовлияния внутренних факторов, а также влияния конъюнктуры рынка. Это позволяет увеличить период адекватного прогнозирования более чем на один интервал расчетного времени.

5. Разработан комплекс задач по выбору системы взаимосвязанных параметров инновационных продуктовых проектов для каждого этапа реализации в производственно-экономической системе промышленного предприятия. Разработанные положения позволяют сократить размерности моделей задач поддержки принятия решений и управления процессами отбора и внедрения продуктовых инновационных проектов в производственно-экономических системах. Результаты практического применения показали, что предложенный комплекс задач позволяет более, чем в два раза сократить размерность экономико-математических моделей поддержки принятия решений в производственно-экономических системах промышленных предприятий в части прогнозирования и планирования инновационных продуктовых проектов.

6. Разработаны инструментальные средства, реализованные в информационной системе поддержки принятия решений состоящей из подсистемы хранения данных, подсистемы ввода-вывода, аналитической подсистемы, подсистемы построения отчетов, подсистемы планирования, для управления продуктовыми инновационными проектами. Информационная система позволяет решать задачи формирования и управления портфелем инновационных проектов в производственно-экономических системах. Ее применение позволило в рамках Федерального закона №217-ФЗ от 02.08.2009 и статьи 103 Федерального закона №273-ФЗ от 29.12.2012 успешно вывести на рынок более 18 продуктовых инновационных проектов Пермского национального исследовательского политехнического университета.

Применение разработанной информационной системы, концепции, моделей и методов позволило Пермскому центру научно-технической информации - филиалу ФГБУ "РЭА" Минэнерго России разработать рекомендации по формированию портфелей проектов и их реализации на промышленных предприятиях, а также создать и развивать инновационный территориальный кластер ракетного двигателестроения «Технополис «Новый звездный» ОАО «Протон-ПМ», утвержденный Постановлением Правительства РФ от 06.03.2013 № 188.

СПИСОК ОСНОВНЫХ ПУБЛИКАЦИЙ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи в рецензируемых журналах входящих в список ВАК

1. Перминова Н.В., Меерсон М.Э., Мыльников Л.А. Система подготовки принятия решений в инновационном менеджменте нефтегазовой промышленности //Нефть и газ. 2007. №4. – С. 113-117.

2. Винокур В.М., Мыльников Л.А., Перминова Н.В. Подход к прогнозированию успешности инновационного проекта //Проблемы управления. 2007. №4.– С. 56-59.

3. Мыльников Л.А., Алякдироу Р.Х. Подход к прогнозированию развития и управления жизненным циклом инвестиционных проектов //Управление большими системами. Выпуск 27. М.: ИПУ РАН, 2009. – С.293-307.

4. Мыльников Л.А. Управление инновационными проектами на основе составного интегрального критерия //Управление большими системами. Выпуск 29. М.: ИПУ РАН, 2010. – С.128-151.

5. Мыльников Л.А., Трусов А.В., Хорошев Н.И. Обзор концепций информационного управления инновационными проектами // Информационные ресурсы России. 2010. №3(115). – С.34-39.
6. Мыльников Л.А. Микроэкономические проблемы управления инновационными проектами // Проблемы управления. 2011. №3. – С. 2-11.
7. Мыльников Л.А., Трусов А.В. Информационная модель для хранения данных об инновационных проектах // Научно-техническая информация. Серия 1. 2011. №9. С.8-13.
8. Мыльников Л.А., Колчанов С.А. Методика выявления ключевых параметров инновационных проектов на основе статистических данных // Экономический анализ: теория и практика, 2012, №5 (260). с. 22-28.
9. Мыльников Л.А. Системный взгляд на проблему моделирования и управления производственных инноваций // Научно-техническая информация. Серия 1. 2012. №5. С.11-23.
10. Алкдируу Р.Х., Мыльников Л.А. Алгоритм построения прогнозов параметров инновационных проектов с учетом их взаимовлияний друг на друга // Управление экономическими системами, 2012, №8(44).
11. Коротаев В.Н., Аношкин А.Н., Мыльников Л.А. Вопросы коммерциализации научных разработок и проведения перспективных научных исследований в вузах // Вестник военной академии наук, 2012, №3. с. 89-94.
12. Абдуллаев А.Р., Мыльников Л.А., Васильева Е.Е. О рисках в инновационных проектах: причины появления, интегральные риски, экспертиза проектов с учетом рисков // Экономический анализ: теория и практика, 2012, №40 (295). с. 41-49.
13. Коротаев В.Н., Мыльников Л.А. Вопросы развития инновационной инфраструктуры и коммерциализации научных разработок в Пермском национальном исследовательском политехническом университете // Инновации, 2012, №11 (169). с. 20-27.
14. Мыльников Л.А. Вопросы информационной поддержки процесса управления научным предпринимательством в университетах и исследовательских организациях // Вестник УрФУ. Серия: Экономика и управление, 2012, №5. с. 146-158.
15. Мыльников Л.А. Прогноз развития параметров инновационных проектов с учетом их взаимовлияний друг на друга на основе когнитивных карт // Экономический анализ: теория и практика, 2012, №45 (300). с. 55-64.
16. Алкдируу Р.Х., Мыльников Л.А. Предпосылки и основы прогнозирования для управления инновационными проектами // Управление экономическими системами: электронный научный журнал, 2012, №12(48).
17. Файзрахманов Р.А., Мыльников Л.А., Алкдируу Р.Х., Сулова А.А. Методика определения и уточнения значений коэффициентов связей когнитивных карт на примере анализа взаимосвязи объемов финансирования научных исследований и патентной активности // Экономический анализ: теория и практика, 2013, №30 (333). с. 43-51.
18. Мыльников Л.А., Максимов А.П. Способ учёта социальных факторов при принятии решений в социально-экономических системах на основе данных социальных сетей // Управление большими системами. Выпуск 48. М.: ИПУ РАН, 2014. – С.132-150.
19. Мыльников Л.А., Трушников Д.Н. Методика выбора перспективных направлений для реализации инвестиционных проектов на основе использования библио-

графической статистики // Экономический анализ: теория и практика, 2014, №18 (369). с. 18-32.

Публикации в изданиях входящих в международные базы научного цитирования Web of Science и SCOPUS

20. Amberg M., Mylnikov L. Innovation project lifecycle prolongation method // Innovation and knowledge management in twin track economies: challenges & solutions. 2009. Vols 1-3. – pp.491-495. (**ISI Web of Science**)

21. Mylnikov L.A., Trusov A.V. On an Approach to the Design of a Logical Model of Innovation Project Data // Scientific and Technical Information Processing, 2011, Vol. 38, No. 3, pp. 208–213. (**SCOPUS DOI: 10.3103/S0147688211030142**)

22. Mylnikov L.A. A System View of the Problem of the Modeling and Control of Production Innovations // Scientific and Technical Information Processing, 2012, Vol. 39, No. 2, pp. 93-106. (**SCOPUS DOI: 10.3103/S0147688212020098**)

23. Mylnikov L., Maksimov A. Use social networks to make decisions // 3rd International Conference on Applied Social Science (Taipei, Taiwan, 15-16 January 2013), - pp. 137-139. (**ISI Web of Science**)

24. Mylnikov, L., Amberg, M. The forecasting of innovation projects parameters //Vision 2020: Innovation, Development Sustainability, and Economic Growth - Proceedings of the 21st International Business Information Management Association Conference, IBIMA 2013, pp. 1017- 1029 (**SCOPUS**).

Монографии

25. Мыльников Л.А. Поддержка принятия решений при управлении инновационными проектами (монография). – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2011.-144 с.

Зарегистрированные программы для ЭВМ

26. Винокур В.М., Мыльников Л.А., Степучев М.Л., Черемных Л.М. Technology Transfer System Editor (TTSE InnoNet). Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ №2006610601. Реестр программ для ЭВМ. Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам 10 февраля 2005 г.

27. Винокур В.М., Мыльников Л.А., Черемных Л.М. Data Warehouse of Intellectual Property (DWIP InnoNet). Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ №2006612245. Реестр программ для ЭВМ. Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам 29 июня 2006 г.

28. Мыльников Л.А., Шмидт И.А., Лекомцева Д.П. Программа учета малых инновационных предприятий ПНИПУ (ПУ МИП ПНИПУ). Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2014617915. Реестр программ для ЭВМ. Федеральная служба по интеллектуальной собственности 10 июня 2014 г.

Другие публикации по теме исследования

29. Мыльников Л.А., Винокур В.М. Информационно-аналитическая сеть "InnoNet" - функциональные возможности и принципы построения//Информация, инновации, инвестиции: Материалы конференции 26-27 ноября 2003 г.-Пермь С.191-194.

30. Мыльников Л.А. Основные принципы построения информационной системы поддержки инновационного развития региона//Современная миссия технических

университетов в развитии инновационных территорий: Материалы Международного научно-образовательного семинара 26 июня-3 июля 2004г. - Варна С.59-61.

31. Мыльников Л.А., Бачурин А.А. Информационная поддержка инновационной деятельности//Информация, инновации, инвестиции: Материалы конференции 24-25 ноября 2004 г.-Пермь С.66-68.

32. Винокур В.М., Мыльников Л.А. Система оптимального выбора технологий // Энергетика, материальные и природные ресурсы. Эффективное использование. Собственные источники энергии: Материалы I Международной научно-практической конференции, 31 мая – 3 июня 2005 г./Ассоц. Энергетиков Западного Урала.Пермь, 2005.с.207-209.

33. Petrov V.Yu., Vinokur V.M., Merson M.E., Perminova N.V., Mylnikov L.A., Cheremnykh L.M., Korenyaka O.E. The objects of intellectual property in the innovative activity of a modern enterpris//Acta Universitatis Pontica Euxinus (International Scientific Journal published by aegis of Technical University of Varna - Bulgaria, Ovidius University of Constanta - Romania and Perm State Technical University - Russia).-2005.-№1.-С.171-174.

34. Mylnikov L.A. The concept of operation of the data-analytical system of the innovative projects processing //Acta Universitatis Pontica Euxinus (International Scientific Journal published by aegis of Technical University of Varna - Bulgaria, Ovidius University of Constanta - Romania and Perm State Technical University - Russia).-2005.-№1.-С.105-108.

35. Мыльников Л.А., Черемных Л.М. Экспертная информационно-аналитическая система поддержки инновационных проектов как основа инновационного развития региона//Инновационные процессы в регионах России: Сб. материалов Всерос. науч.-практ. конф., г. Волгоград, 26-27 сент. 2005.-Волгоград: Изд-во ВолГУ, 2005. с. 45-47.

36. Петров В.Ю., Винокур В.М., Мыльников Л.А. Экспертная система трансфера технологий как основа региональной информационной корпоративной сети: М., ВВЦ, 2006. с. 74-78.

37. Звездин А.В., Мыльников Л.А. Информационно-аналитическое обеспечение инновационных проектов//Информационные управляющие системы: Сборник научных трудов.-Пермь, 2006. с.62-66.

38. Алькдируоу Р.Х., Мыльников Л.А. Разработка модели инновационного проекта//Информационные управляющие системы: Сборник научных трудов.-Пермь С.67-71.

39. Перминова Н.В., Мыльников Л.А. Автоматизация трансфера научных разработок//Информация, инновации, инвестиции: Материалы 7-й Всероссийской конференции, 29-30 ноября 2006 года,г.Пермь/Пермский ЦНТИ.-Пермь.2006.С.87-91.

40. Винокур В.М., Мыльников Л.А., Черемных Л.М. Информационная поддержка управлением инновационной деятельностью //Труды седьмой международной научно-практической конференции Современные информационные и электронные технологии: Одесса, 2006. с. 22.

41. Винокур В.М., Мыльников Л.А., Петров В.Ю. Центр трансфера технологий ПГТУ //Наука, инновации, образование: актуальные проблемы развития транспортного комплекса России: Материалы международной научно-технической конференции 16-17 ноября 2006 года.-Екатеринбург: Изд-во УрГУПС, 2006. с. 399-401.

42. Звездин А.В., Черемных Л.М., Перминова Н.В., Мыльников Л.А. Построение модели жизненного цикла инновационного продукта //Автоматизированные системы управления и информационные технологии: Материалы Всероссийской научно-

практической интернет-конференции, 20 октября - 10 ноября 2006 года/ПГТУ.-Пермь. 2006. С.143-148

43. Мыльников Л.А., Поносова Л.В., Шрайдман Т.В. Экспертная информационно-аналитическая система трансфера технологий // Российским инновациям – российский капитал: V Ярмарка бизнес-ангелов и инноваторов: официальный каталог [проектов], г. Пермь, 25-26 апр. 2007 г. Пермь, 2007. Ч.2. с. 48-49.

44. Мыльников Л.А., Поносова Л.В., Шрайдман Т.В. Экспертная информационно-аналитическая система поддержки, развития и сопровождения инновационных проектов // Региональные технопарки: перспективы становления и развития: Материалы всероссийской научно-практической конференции, 16-17 октября 2007 года, г. Пермь/Издательство ПГТУ.-Пермь. 2007. С. 61-69.

45. Аلكдиру Р.Х., Мыльников Л.А. Международная торговля в Сирии и мировая инновация // Вестник ПГТУ. Электротехника, информационные технологии, системы управления / ГОУ ВПО «Пермский государственный технический университет». Пермь: Изд-во ПГТУ, 2007.-№9 (1).с. 80-89.

46. Ташкинов А.А., Кавалеров Б.В., Шавшуков В.Е., Мыльников Л.А. Инновационная миссия регионального технического университета XXI века // 5-th International Conference «GLOBELICS-RUSSIA-2007: Regional and National Innovation Systems for Development, Competitiveness and Welfare: the Government-Academia-Industry Partnership (theory, problems, practice and prospects)»: the conf. materials / Saratov State Technical Univ. Saratov, 2007. pp. 44-46.

47. Разработка информационной системы обработки данных и поддержки принятия решений для управления инновационными проектами: Отчет о НИР (заключ.) / Федеральное агентство по образованию; ПГТУ; Науч. рук. Л. А. Мыльников. - № ГР 01200851024. - Пермь, 2008. - 59 с.

48. Мыльников Л.А., Аلكдиру Р.Х., Перминова Н.В. Алгоритм принятия решений при управлении инновационными проектами // Вестник ПГТУ: Электротехника, информационные технологии, системы управления. 2008. №2. с. 157-164.

49. Мыльников Л.А. Гражданский кодекс и интеллектуальная собственность как основа инновационного предпринимательства в России // Актуальные вопросы вопросы охраны интеллектуальной собственности в условиях действия части четвертой гражданского кодекса Российской Федерации: Тезисы докладов участников научно-практической конференции (17-18 марта 2009)/ФГУ ФИПС.-Москва. 2009.-59-64 с.

50. Amberg M., Mylnikov L. Das Treffen von entscheidungen bei der Leitung von Innovationsprojekten//Materialen zum wissenschaftlichen Seminar der Stipendiaten der Programme "Michail Lomonosov II" und "Immanuel Kant II" 2008/2009. Moskau: Außenstelle des DAAD, 2009-pp. 151-154.

51. Аلكдиру Р.Х., Мыльников Л.А. Методология разработки методики автоматизированного построения прогнозов развития инновационных проектов на основе текущих параметров развития // Вестник ПГТУ: Электротехника, информационные технологии, системы управления. 2009. №3. с. 172-178.

52. Мыльников Л.А. Логическая модель данных для решения задачи поддержки принятия решений при управлении инновационными проектами // VI Всероссийская школа-семинар молодых ученых «Управление большими системами»: Сборник трудов. – Т1, Ижевск: ООО Информационно издательский центр «Бон Анца», 2009.- с.272-281.

53. Аلكдиру Р.Х., Мыльников Л.А. Подход к построению модели инвестиционного проекта для управления в условиях неопределенностей // Тенденции развития

мировой торговли в XXI веке: Материалы III Международной научно-практической конференции посвященной 45-летию учебного заведения (Пермь, 23-26 ноября 2009 г.) / Пермский институт (филиал) ГОУ ВПО «Российский государственный торгово-экономический университет». Пермь: Изд-во «ОТ и ДО», 2010.с. 122-127.

54. Алькди́роу Р.Х., Мыльнико́в Л.А. Подход к прогнозированию перспектив развития инновационных проектов на основе инновационной кривой //VI Всероссийская школа-семинар молодых ученых «Управление большими системами»: Сборник трудов. – Т2, Ижевск: ООО Информационно издательский центр «Бон Анца», 2009.-с.38-47.

55. Алькди́роу Р.Х., Мыльнико́в Л.А. Прогнозирование перспектив развития параметров инновационных проектов, описываемых S-образной кривой //VII Всероссийская школа-семинар молодых ученых «Управление большими системами»: Сборник трудов. - Т1, Пермь:ПГТУ, 2010.-с.118-123.

56. Мыльнико́в Л.А. Методология принятия решений при управлении инновационными проектами //VII Всероссийская школа-семинар молодых ученых «Управление большими системами»: Сборник трудов. - Т1, Пермь:ПГТУ, 2010.-с.328-334.

57. Алькди́роу Р.Х., Мыльнико́в Л.А. Модель управления жизненным циклом инвестиционных проектов //Тенденции развития мировой торговли в XXI веке: Материалы докладов пленарного заседания IV Международной научно-практической конференции (Пермь, 30 ноября 2010 г.) / Пермский институт (филиал) ГОУ ВПО «Российский государственный торгово-экономический университет».Пермь: Изд-во «ОТ и ДО», 2010.с. 39-49.

58. Мыльнико́в Л.А. Использование прогнозов в задачах промышленной инженерии//Сборник материалов научного семинара стипендиатов программ "Михаил Ломоносов II" и "Иммануил Кант II" 2010/2011 года. Москва: Außenstelle des DAAD in Moskau, 2011- с. 126-129.

59. Евстратов Е.Н., Мыльнико́в Л.А., Столбов В.Ю. Определение групп продукции для совместного выпуска на основе статистического анализа продаж// Теория активных систем: труды международной научно-практической конференции "Управление большими системами". М: ИПУ РАН, 2011.-с. 143-148.

60. Мыльнико́в Л.А., Алкди́роу Р.Х. О разрешении противоречий при реализации и управлении инновационными проектами//Диспут плюс, 2012, №3 (3). с.35-43.

61. Mylnikov L., Kalikh A. Issues of information support for the process of scientific enterprise's management in the universities and research organizations // Proceedings of 1st International Conference on Applied Innovations in IT. Kothen, pp. 13-21, 2013 (DOI: 10.13142/kt10001.03)

62. Suslova A., Mylnikov L., Krause B. Prognostic model for estimation of innovative activity factors of regions by example of the patenting data based on cognitive map modeling//European Researcher, 2013, Vol. (61), №10-2. pp. 2508-2517 (DOI: 10.13187/issn.2219-8229).

63. Алькди́роу Р.Х., Мыльнико́в Л.А. Использование прогнозов для принятия управленческих решений при управлении группой проектов в производственно-экономических системах//X Всероссийская школа-конференция молодых ученых «Управление большими системами»: Сборник трудов. – Т2, УФА: УГАТУ, 2013.-с.30-34.

64. Mylnikov L. Application of Fuzzy Variables for Systems of Management Decision Support // Proceedings of 2nd International Conference on Applied Innovations in IT. Kothen, pp. 73-77, 2014 (DOI: 10.13142/kt10002.12).

Подписано к печати 28.05.2015. Формат 60x90/16.
Усл. печ. л. 1,5. Тираж 140 экз. Заказ №929/2015.

Отпечатано в центре «Издательство Пермского национального
исследовательского политехнического университета».
Адрес: 614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, к. 113.
Тел.: (342) 219-80-33.