

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УДК 330.4:005.932(476)

БРИЛЕВСКИЙ
АЛЕКСЕЙ ОЛЕГОВИЧ

**ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ
И ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА В УПРАВЛЕНИИ
ТОВАРОПРОВОДЯЩИМИ СЕТЯМИ ПРЕДПРИЯТИЙ
ХЛЕБОПЕКАРНОЙ ОТРАСЛИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата экономических наук по специальности 08.00.13 —
математические и инструментальные методы экономики**

Минск, 2016

Научная работа выполнена в УО «Белорусский государственный экономический университет»

Научный руководитель Дымков Михаил Пахомович, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой, УО «Белорусский государственный экономический университет», кафедра высшей математики

Официальные оппоненты: Хацкевич Геннадий Алексеевич, доктор экономических наук, профессор, декан, ГУО «Институт бизнеса и менеджмента технологий БГУ», факультет бизнеса

Железко Борис Александрович, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой, УО «Белорусский государственный экономический университет», кафедра экономической информатики

Оппонирующая организация УО «Могилевский государственный университет продовольствия»

Защита состоится 10 февраля 2017 г. в 14.30 на заседании совета по защите диссертаций Д 02.07.02 при УО «Белорусский государственный экономический университет» по адресу: 220070, Минск, просп. Партизанский, 26, ауд. 205 (1-й учеб. корп.), тел. 209-79-56.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке УО «Белорусский государственный экономический университет».

Автореферат разослан 9 января 2017 года.

Ученый секретарь
совета по защите диссертаций

Миксюк С. Ф.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в эпоху глобализации и активизации интеграционных процессов бурное развитие получили региональные и межрегиональные системы товародвижения. Важными элементами таких систем являются крупные логистические центры (координаторы работ объектов управления логистической системой), информационные каналы управления и финансовые потоки. Республика Беларусь находится в тренде мирового развития логистики, подтверждением чего являются «Программа развития логистической системы Республики Беларусь на период до 2015 года» и «Концепция развития и модернизации транспорта и дорожного хозяйства Республики Беларусь до 2020 года». Наряду с созданием логистических центров и развитием сети дорог в настоящее время решается задача по активному вовлечению субъектов хозяйствования в объединенную систему товаропроводящих сетей (ТПС) с целью обеспечения эффективной доставки товаров потребителям с наименьшими затратами, что может быть решено путем создания новых алгоритмов и методов планирования, применения средств спутниковой связи и современных информационных технологий (ИТ) в разрабатываемых автоматизированных системах управления товаропроводящими сетями.

Ключевые экономико-управленческие аспекты данных проблем изучались многими учеными и практиками: И.Л. Акулич, В.А. Богуш, А.Г. Ефименко, Р.Б. Ивуть, А.И. Ильин, Н. Круминьш, Р.К. Ленькова, В.Ф. Медведев, С.Ф. Миксюк, Л.Б. Миротин, И.И. Полищук, В.И. Степанов, И.В. Шафранская, Д. Бауэрсокс, Д. Ламберт, Д. Сток, Д. Уотерс, А.Н. Стерлигова, С. Эмметт, Д. Шрайбфедер и др.

Несмотря на имеющиеся исследования, вопросы комплексного и системного подходов к организации автоматизированного контроля и учета работы автотранспорта, реинжиниринга товаропроводящих сетей предприятий хлебопекарной отрасли, математического моделирования процесса распределения заказов и доставки готовой продукции, контроллинга в транспортной логистике остаются в фокусе исследований и требуют постоянного внимания. Эти проблемы стали предметом диссертационной работы.

Теоретико-методологической основой разработки математических и информационных моделей стали работы ряда отечественных и зарубежных ученых: И.С. Брук, Б.А. Железко, М.К. Кравцов, М.М. Ковалев, М.Я. Ковалев, О.А. Сосновский, Ю.Н. Сотсков, В.И. Тиверовский, Т.А. Ткалич, Н.И. Холод, Д. Буль, С.М. Джонсон и др.

Получение эмпирических данных, калибровка параметров и внедрение разработок проводилось на хлебозаводах КУП «Минскхлебпром» и других предприятиях пищевой промышленности.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Связь работы с научными программами (проектами), темами. Диссертационная работа соответствует приоритетным направлениям фундаментальных и прикладных научных исследований на 2011–2015 годы, утвержденным постановлением Совета Министров Республики Беларусь, 31.12.2010 г., № 1939.

Исследование выполнено в рамках следующих научных программ: Программа развития логистической системы Республики Беларусь на период до 2015 года (утверждена постановлением Совета Министров Республики Беларусь 29.02.2008 г., № 1249), Государственная программа инновационного развития Республики Беларусь на 2011–2015 годы (утверждена постановлением Совета Министров Республики Беларусь, 26.05.2011 г., № 669), Государственная программа развития автомобильного транспорта Республики Беларусь на 2011–2015 годы (принята постановлением Совета Министров Республики Беларусь 21.04.2010 г., № 11).

Научные исследования по теме диссертации были выполнены в соответствии с планами научно-исследовательских работ кафедры высшей математики «Математическое моделирование и компьютерные технологии в технике и естествознании» (2011–2015 гг.) и кафедры прикладной математики и экономической кибернетики «Комплексное моделирование многоуровневой экономики Республики Беларусь» (2011–2015 гг.) Учреждения образования «Белорусский государственный экономический университет».

Тематика диссертационного исследования соответствует бизнес-плану КУП «Минскхлебпром» по развитию средств информатизации и логистики товаропроводящих сетей как приоритетных задач инновационного развития КУП «Минскхлебпром» на 2010–2015 гг. и легла в основу технико-экономического обоснования по созданию нового Государственного предприятия «Минскхлебпром-транс».

Цель и задачи исследования. Цель исследования состоит в разработке и реализации моделей и инструментария управления и оптимизации товаропроводящих сетей предприятий хлебопекарной отрасли Республики Беларусь.

Для достижения поставленной цели решены следующие задачи:

- изучить теоретические основы построения математических и информационных моделей товаропроводящих сетей и исходя из этого разработать методологическую базу построения модели задачи распределения портфеля заказов и оптимизации доставки готовой продукции с учетом специфики хлебопекарной промышленности (короткий срок годности хлебобулочных и кондитерских изделий, ежедневная поставка, жесткий график доставки продукции, разнородность тары и транспорта);

- разработать экономико-математическую модель задачи распределения портфеля заказов и оптимизации доставки готовой продукции и апробировать вычислительные алгоритмы и методику использования модели для реальных товаропроводящих сетей;

- решить задачи обеспечения контроля и оперативного управления транспортом на маршрутах доставки продукции в соответствии с плановым заданием, полученным на основании проделанных расчетов, создать для диспетчерских служб современный инструмент планирования и организации работы транспортных средств предприятий;

- разработать практические рекомендации по реализации результатов исследования на предприятии КУП «Минскхлебпром».

Объектом исследования являются товаропроводящие сети предприятий хлебопекарной отрасли. *Предметом исследования* выступают экономико-математические модели и информационно-коммуникационные системы управления и оптимизации товаропроводящих сетей предприятий хлебопекарной отрасли.

Выбор объекта и предмета исследования обусловлен актуальностью задач математического моделирования товаропроводящих сетей крупных производственных объединений, возрастающей ролью информационных технологий на транспорте и недостаточностью их разработок в свете инновационного развития Республики Беларусь.

Научная новизна диссертационной работы заключается в: а) развитии теоретических основ информационного моделирования товаропроводящих сетей в части декомпозиции их участков по географическому признаку, по видам связей и отдельным процессам; б) разработке и верификации экономико-математических моделей задачи распределения портфеля заказов и оптимизации доставки готовой продукции с учетом их адаптации к условиям хлебопекарной промышленности Республики Беларусь; в) разработке системы сопровождения и контроля транспорта на маршрутах (ССКТНМ), обеспечивающей сбор, анализ и контроль данных о работе ТПС, включающей методику контроля работы наемного транспорта и методику системы адаптивного маркетинг-сбытового контроля; г) разработке практических рекомендаций по совершенствованию транспортно-логистического обеспечения ТПС КУП «Минскхлебпром».

Получен патент на полезную модель № 9992 «Станция для хранения и зарядки мобильных устройств спутниковой связи и мобильное устройство спутниковой связи» и подана заявка № а20131189 от 14.10.2013 г. на получение патента на изобретение «Автоматизированная система адаптивного контроля подвижных объектов и регистратор параметров подвижного объекта».

Положения, выносимые на защиту.

1. Развитие теоретических основ информационного моделирования товаропроводящих сетей крупных хлебопекарных предприятий. С учетом специфи-

ки отрасли и достижений в IT-сфере предложена новая информационно-коммуникационная модель товаропроводящей сети хлебопекарных предприятий г. Минска, в которой в отличие от существующих выполнена декомпозиция ТПС по отдельным процессам: физическое распределение товаров, информационный обмен, контроль сбыта; видам связей: «производство–склад», «склад–клиент», «склад–транспорт», «транспорт–клиент», а также допускается воспроизведение элементов сети на картографической основе геоинформационной системы (ГИС), что создает методологическую базу для формализации рассматриваемых логистических процессов и разработки математической модели задачи распределения портфеля заказов и оптимизации доставки готовой продукции.

2. Экономико-математическая модель задачи распределения портфеля заказов и оптимизации доставки готовой продукции для крупных предприятий хлебопекарной отрасли. В основу модели положена производственно-транспортная задача, которая в отличие от существующих синхронизирует размещение заказов по производствам с планированием необходимого количества транспортных средств, формированием рейсов и расчетом маршрутов доставки готовой продукции с учетом временных ограничений для крупных товаропроводящих сетей. Модель реализована для производственного объединения, состоящего из 6 хлебозаводов с 28 складами, выпускающих свыше 3000 ассортиментных позиций, сотрудничающих с более чем 4000 клиентами, использующих 290–370 единиц разнородного транспорта. Результаты модельных расчетов позволили упорядочить работу ТПС и сократить расходы, связанные с доставкой готовой продукции от хлебозаводов к заказчикам, более чем на 10 %.

3. Информационно-коммуникационная система сопровождения и контроллинга транспорта на маршрутах, которая функционирует в режиме реального времени и в отличие от применяемых на практике позволяет с использованием методики адаптивного контроля работы наемного автотранспорта производить непрерывный мониторинг движения всех транспортных средств, автоматически производить сравнение полученных данных с назначенным заданием и на основании методики системы адаптивного маркетинг-сбытового контроля осуществлять сбор необходимых сведений для агрегирования, оценки и анализа экономических показателей товаропроводящей сети предприятий хлебопекарной отрасли. Внедрение системы позволило получать объективные параметры рейсов, что обусловило сокращение фактических затрат.

4. Практические рекомендации по совершенствованию управления и организации товаропроводящих сетей хлебопекарных предприятий и внедрению полученных результатов на КУП «Минскхлебпром», включающие: автоматизацию контроля взаимодействия на уровне «поставщик–клиент» для агрегирования и обработки чувствительных показателей сбыта; автоматизацию системы

планирования рейсовых заданий автотранспорта с синхронизацией заявки на подключение производственных линий; автоматизацию процессов контроля работы автотранспорта на маршрутах; план реинжиниринга и внедрение контроллинга транспортно-логистического обеспечения предприятия; внесение изменений и дополнений в договоры автомобильных перевозок грузов; внесение изменений и дополнений в организационную структуру предприятия, положения об отделах и службах, должностные инструкции. Предложенные практические рекомендации в отличие от устоявшихся подходов обеспечивают согласованность интересов торговых организаций и производителей хлебобулочных и кондитерских изделий в свете повышения гарантий полного и своевременного обеспечения спроса населения на данные товары.

Выносимые на защиту положения диссертационного исследования обладают научной новизной, реализованы на предприятиях КУП «Минскхлебпром» и принесли ощутимый экономический эффект.

Личный вклад соискателя ученой степени. Диссертация является самостоятельно выполненным научным исследованием, в котором изложен авторский подход к разработке теоретических, практических и организационно-методических положений и рекомендаций, направленных на совершенствование элементов системы транспортной логистики и функционирования товаропроводящих сетей предприятий хлебобулочной отрасли. Из совместно опубликованных работ в диссертацию включены результаты, полученные лично соискателем.

Апробация диссертации и информация об использовании ее результатов. Основные результаты исследования и научно-технические разработки, приведенные в диссертации, докладывались автором на республиканских и международных конференциях и конкурсах. Результаты работы получили одобрение научной общественности и были отмечены дипломом на Втором Международном конкурсе научных работ студентов и аспирантов (Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации) за работу «Геоинформационная система сопровождения и контроля транспорта на маршрутах» (Москва, 2013), дипломом финалиста республиканского конкурса инновационных проектов в сфере информационных технологий «Belarus Startup: Инновационная весна 2013» (Тібо 2013) за работу «Система адаптивного контроля наемного транспорта» (Минск, 2013), дипломом в специальной номинации в финале республиканского конкурса инновационных проектов Республики Беларусь 2013 г. в секции молодежных инновационных проектов за работу «Адаптивная система регистрации параметров рейсов наемного транспорта», (Минск, 2013), дипломом 1 степени за лучший секционный доклад на международной научно-практической конференции «Научные стремления — 2012» (Минск, 2012).

Результаты диссертации обсуждались на международных научно-практических конференциях: «Проблемы прогнозирования и государственного

регулирования социально-экономического развития» (Минск, 2008, 2010-2013), «Problems of cybernetics and informatics» (РСГ 2012) (Баку, 2012), «Молодежь в науке 2013» (Минск, 2013), «Экономический рост Республики Беларусь: глобализация, инновационность, устойчивость» (Минск, 2013), «Инвенции. Инновации. Инвестиции» (ТРИИН-2012) (Минск, 2012) и др.

Практическое значение результатов диссертации подтверждено 3 актами о внедрении на хлебозаводах КУП «Минскхлебпром» с совокупным экономическим эффектом за 2013–2014 гг. в 2,8 млрд руб. только по сокращению затрат, связанных с покупкой топлива собственному автотранспорту, а также актом ООО «Антелис Электроник» и справкой унитарного предприятия «Унитехпром БГУ» о практическом применении на предприятиях ОАО «БелЛакт», «Пуховичский комбинат хлебопродуктов», «Слуцкий консервный завод», «Машпищепрод», ЗАО «Пуховичский агропродукт», ООО «Эндвест Трейд».

Опубликование результатов диссертации. Основные положения диссертации опубликованы в 34 работах, в том числе 9 статей (4 — в соавторстве) — в рецензируемых научных журналах и сборниках научных трудов, 2 — в журналах, 17 (7 — в соавторстве) — в материалах конференций, 4 (1 — в соавторстве) тезиса доклада конференций, 2 патента. Объем 9 публикаций, соответствующих п. 18 Положения о присуждении ученых степеней и присвоении ученых званий, составляет 3,05 авторского листа, из них вклад соискателя — 1,09 авторского листа.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, общей характеристики работы, четырех глав, заключения, библиографического списка и приложений. Полный объем диссертации — 189 страниц. В состав диссертации включены 6 таблиц, 32 рисунка, а также 15 приложений (52 страницы). Библиографический список включает 163 источника.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ

В первой главе «**Теоретические основы разработки информационных моделей управления товаропроводящими сетями крупных производственных объединений**» проведен обзор зарубежных и отечественных исследований в данной области. Анализ этих работ показал, что в последние годы основными направлениями развития логистических систем являются информатизация, автоматизация и роботизация процессов. Все большее распространение получает переход на «безбумажное» ведение работ на всех стадиях логистических процессов. Развитие технологий точного дистанционного позиционирования объектов позволяет осуществлять контроль и управление практически любым объектом в любом звене логистической цепи. В результате развития торговой отрасли появились сложные и комплексные retail-системы, товарорас-

пределительные и грузоперераспределительные центры, многозвенные системы поставки товаров, крупные и сложные торговые сети, что в совокупности привело к образованию новых сложных многокомпонентных дифференцированных товаропроводящих (логистических) систем с широкой номенклатурой и высокой пропускной способностью.

Проведенный анализ существующих методических подходов, отечественного и зарубежного опыта проектирования или перепроектирования, повышения эффективности работы и пропускной способности товарораспределительных систем показал, что для обозначенных целей эффективней использовать математическое и имитационное моделирование. Информационные модели в свою очередь позволяют без лишней детализации имитировать процесс в целом, что является наиболее действенным и наглядным способом реинжиниринга бизнес-процессов на организационном уровне и важно при стратегическом планировании или построении общей модели функционирования логистической системы, управления информационными, товарными и финансовыми потоками.

Проведен анализ транспортно-логистического обеспечения хлебопекарных предприятий КУП «Минскхлебпром», определены его особенности и изучены недостатки существующей модели товаропроводящей сети. С учетом передового опыта и современных подходов разработаны перспективные модели физического распределения товаров и информационного обмена, изменена структура перевозок, а также предложены меры, способствующие росту эффективности функционирования сбытовой системы. Перспективная модель товаропроводящей сети КУП «Минскхлебпром» адаптирована к планам Правительства Республики Беларусь в области развития логистики до 2015 года. В качестве распределительных центров, используемых для поставок продукции в регионы, предложено использовать логистические центры, предусмотренные в программе Правительства Республики Беларусь (рисунок 1).

Проведенный анализ имеющихся компьютерных средств и разработанные новые информационные модели товарораспределительного процесса КУП «Минскхлебпром» позволили составить план реинжиниринга его транспортно-логистического обеспечения. Такая трансформация товаропроводящей системы позволит снизить транспортные издержки, увеличить пропускную способность цепей поставок и упорядочить процесс поставки товаров. Основными факторами, влияющими на повышение эффективности функционирования товаропроводящей системы, являются оптимизация количества транспортных средств и маршрутов доставки продукции, ликвидация параллельных и перекрестных заездов, формирование сборных рейсов по г. Минску и Минской области, локализация маршрутов, отказ от поставок формата «хлебозавод–регион», работа с оптовыми покупателями и поставки по линии внешней экономической деятельности с распределительного центра.

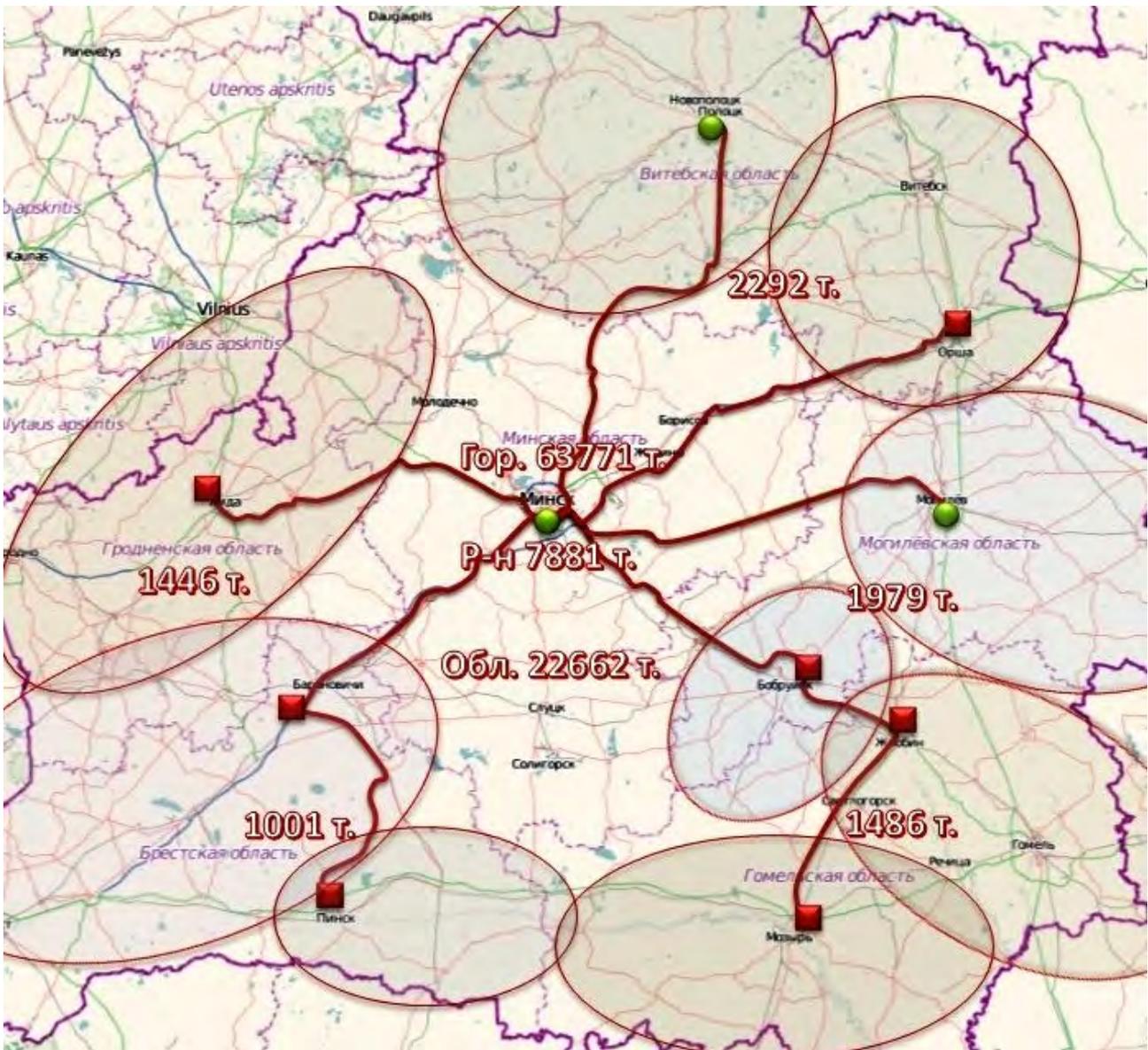


Рисунок 1. — Цепи поставок Минск-Регионы Республики Беларусь в новой модели товаропроводящей сети КУП «Минскхлебпром»

Таким образом, реинжиниринг товаропроводящей системы КУП «Минскхлебпром» предусматривает осуществление ряда теоретических, организационных и технических мероприятий, которые в комплексе позволят реорганизовать имеющуюся товаропроводящую сеть в более прогрессивную и эффективную логистическую систему.

Во второй главе «**Математическое моделирование процессов распределения заказов и доставки готовой продукции в хлебопекарной отрасли**» построена математическая модель производственно-транспортной задачи, синхронизирующая размещение заказов по производствам с планированием необходимого количества транспортных средств, формированием рейсов и проектированием маршрутов доставки готовой продукции с учетом временных ограничений для товаропроводящих сетей с большим числом производителей и кли-

ентов, широким ассортиментом товара, наличием разнородного собственного и наемного транспорта. Рассматриваемая модель построена исходя из планируемых преобразований в товаропроводящей сети КУП «Минскхлебпром» (см. главу 1). К характерным особенностям задачи относятся: наличие в составе 6 хлебозаводов, включающих 20 производственных цехов и специализирующихся на разных видах выпускаемой продукции, ассортимент которой насчитывает свыше 3000 товарных позиций; размер клиентской базы — свыше 4000 клиентов; необходимость ежесуточной доставки готовой продукции, которая обеспечивается собственным и наемным автотранспортом в количестве от 270 до 390 единиц, выполняющих около 400 рейсов в смену.

Задача минимизации затрат на исполнение портфеля заказов V хлебобулочной продукции и оптимизации доставки готовой продукции потребителям состоит в нахождении:

- булевых переменных $\{\alpha_s, s = 1, \dots, M\}$, которые обозначают номера фургонов Φ_s привлекаемых для выполнения заказов, где M — число имеющихся фургонов;

- перечня упорядоченных маршрутов

$$\eta^{(s)} = \left\{ \eta_a, \eta_1^{(s)}, \eta_2^{(s)}, \dots, \eta_{q_s}^{(s)}, \eta_a \right\}, \eta_t^{(s)} \in S, \eta_a \in S, t = 1, \dots, q_s, s = 1, \dots, M,$$

определяющих каждому из привлекаемых фургонов перечень и порядок посещаемых узлов товаропроводящей сети, где $S = \{0, 1, 2, \dots, N\}$ — множество перенумерованных «узлов» — хлебопроизводящие и отгружающие предприятия, автобазы, потребители, так что каждому номеру из множества S отвечает конкретная организация; q_s — количество посещаемых s -м фургоном узлов товаропроводящей сети. Для удобства будем считать, что множество узлов S , разбито на три подмножества $S_{ХЗ}, S_{Кл}, S_A$, обозначающие номера из S , отвечающие узлам хлебозаводов, включая склады-магазины, потребителей готовой продукции и автобазы соответственно. Кроме того, обозначим через n количество элементов подмножества $S_{ХЗ}$, т.е. количество имеющихся хлебопекарных предприятий (хлебозаводов) и складов-магазинов, K — количество клиентов-потребителей продукции, так что $N = n + K$;

- целочисленных переменных $\left\{ \beta_{ijk}^{(s)}, i = \overline{1, m}, j = \overline{1, N}, k = \overline{1, K}, s = \overline{1, M} \right\}$, предписывающих для каждого из привлеченных фургонов, какое количество «лотков» с продукцией следует загрузить или выгрузить в посещаемых им узлах, где m — количество наименований (ассортимент) продукции;

- вещественных переменных $\left\{ x_{ij}^k, i = \overline{1, m}, j = \overline{1, n}, k = \overline{1, K} \right\}$, определяющих план-задание X хлебопекарным предприятиям и обеспечивающих выполнение всего портфеля заявок, которые удовлетворяют следующим ограничениям:

$$\underline{f}_{ij} \leq \sum_{k=1}^K x_{ij}^k \leq \overline{f}_{ij}, i = 1, \dots, m, j = 1, \dots, n, \quad (1)$$

$$\sum_{j=1}^n \left(r_{ij} + \frac{x_{ij}^k}{(\text{Пр})_{ij}} \right) \leq TF_{ik}, \quad i = \overline{1, n}, \quad k = \overline{1, K}, \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^m \left[\sum_{l \in \eta_{X3}^{(s)}(j)} Y_{il}^{(s)} - \sum_{k \in \eta_{Kл}^{(s)}(j)} Y_{ik}^{(s)} \right] \leq Q_s, \quad s = 1, 2, \dots, M, \quad \forall j \in \{j : \eta_j^{(s)} \in \eta_{X3}^{(s)}\}, \quad (3)$$

где $\eta_{X3}^{(s)}(j) = \{\eta_i^{(s)} \in \eta_{X3}^{(s)} \mid i \leq j\}$, $\eta_{Kл}^{(s)}(j) = \{\eta_i^{(s)} \in \eta_{Kл}^{(s)} \mid i \leq j\}$,

$$y_{ik}^{(s)} = \sum_{j \in \eta_{X3}^{(s)}(k) \cup \eta_{Kл}^{(s)}(k)} \gamma_{ijk}^{(s)} \cdot x_{ij}^k, \quad |\gamma_{ijk}^{(s)}| \leq 1, \quad s = \overline{1, M}, \quad i = \overline{1, m}, \quad k = \overline{1, K}, \quad (4)$$

$$\beta_{ijk}^{(s)} \cdot b_i = \gamma_{ijk}^{(s)} \cdot x_{ij}^k, \quad j \in \eta_{X3}^{(s)} \cup \eta_{Kл}^{(s)}, \quad s = \overline{1, M}, \quad i = \overline{1, m}, \quad k = \overline{1, K}, \quad (5)$$

$$\sum_{s=1}^M \alpha_s y_{ik}^{(s)} = V_{ik}, \quad (i = \overline{1, m}, k = \overline{1, K}), \quad (6)$$

и таких, что суммарная стоимость $\Pi(V)$ исполнения всего портфеля заказов и доставки готовой продукции потребителям была минимальной, где

$$\Pi(V) = \Pi^{\text{исп.}}(X) + \sum_{s=1}^M \alpha_s \Pi^{\text{экспл.}}(\Phi_s) = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m \left(p_{ij} \sum_{k=1}^K x_{ij}^k \right) + \sum_{s=1}^M \alpha_s (A_s \cdot t_*^{(s)} + c_s \cdot R^{(s)}).$$

В формулировке задачи использованы следующие обозначения: $\underline{f}_{ij}, \overline{f}_{ij}$ — минимально и максимально возможные объемы выпуска j -м предприятием i -го ассортимента продукции, кг; p_{ij} — себестоимость единицы продукции i -го ассортимента, изготовленной на j -м предприятии, руб.; r_{ij} — время, необходимое для переналадки оборудования j -го предприятия для производства i -й продукции, ч; Пр_{ij} — производительность j -го предприятия по выпуску i -й продукции, кг/ч; V_{ik} — объем i -го ассортимента продукции, заказанной k -м получателем, кг; TF_{ik} — директивное время исполнения заказа продукции i -го ассортимента для k -го потребителя, ч; A_s — стоимость аренды s -го фургона, руб./ч; c_s — стоимость доставки на s -м фургоне, км/ч; Q_s — вместимость s -го фургона при его 100 % загрузке, кг; множество $\eta_{X3}^{(s)}(k) = \{\eta_i^{(s)} \in \eta_{X3}^{(s)} \mid i \leq k\}$ — перечень хлебозаводов, которые посетит s -й фургон до того, как он прибудет к k -му клиенту; множество $\eta_{Kл}^{(s)}(k) = \{\eta_i^{(s)} \in \eta_{Kл}^{(s)} \mid i \leq k\}$ — перечень клиентов, которые посетит s -й фургон до того, как он прибудет к k -му клиенту; $b_i, i = 1, \dots, m$ — вместимость унифицированного контейнера для укладки продукции i -го ассортимента, кг; $y_{ik}^{(s)}$ — количество продукции i -го ассортимента для k -го узла, доставляемое фургоном Φ_s , кг; $\gamma_{ijk}^{(s)}$ — доля из всего предписанного объема x_{ij}^k , которую следует погрузить или выгрузить s -му фургону в j -м узле для k -го клиента, $t_*^{(s)}$ и $R^{(s)}$ — время и расстояние, затраченные s -м фургоном на выполнение задания по маршруту $\eta^{(s)}$.

В описанной модели приведенные неравенства имеют следующий смысл: формула (1) означает физические ограничения на возможные объемы выпуска продукции предприятиями; формула (2) обеспечивает своевременное изготовление заказанной продукции; формула (3) гарантирует, что на каждом маршруте суммарный объем перевозимой продукции (с учетом ее отгрузки потребителям данного маршрута, посещаемым согласно указанной очередности, и дозагрузки продукции на последующих узлах — складах) не превышает вместимость используемого фургона; формулы (4) и (5) обозначают, что заказанная продукция должна быть расфасована в целое число унифицированных лотков (контейнеров) и выгружена соответствующим клиентам в процессе движения по маршруту; балансовое равенство (6) является условием полного выполнения портфеля заказов.

Разработанная модель относится к классу смешанных неоднородных целочисленных задач со смешанными ограничениями. Полученные в модели ограничения существенным образом усложняют решение задачи. В работе приведен обзор методов и подходов решения такого типа задач, указываются современные и наиболее эффективные алгоритмы решения.

Решение описанной задачи основано на плане-задании хлебопекарным предприятиям, обеспечивающем исполнение принятого портфеля заказов; списке автофургонов, привлекаемых для выполнения заказов; перечне маршрутов для каждого из привлекаемых фургонов с указанием порядка и времени посещения узлов товаропроводящей сети; указании для каждого из привлеченных фургонов количества «лотков» с заказанной продукцией, которые следует загрузить или выгрузить в посещаемых им узлах.

Для апробации разработанной модели проведено решение реальных задач товаропроводящей сети КУП «Минскхлебпром» по минимизации расходов по доставке готовой продукции с помощью программы VRP-Solver, адаптированной для рассматриваемого случая. Как показал эксперимент, предложенная модель позволяет существенно улучшить карту маршрутов, формируемую с помощью имеющегося на КУП пакета программ «Диспетчер». Например, в таблице 1 приведены обобщенные результаты расчета маршрутов транспортных средств за 29 января 2012 г. указанными программными средствами. За этот день было совершено 66 рейсов по маршрутам доставки готовых хлебобулочных изделий в предприятия торговли г. Минска и Минской области. Из таблицы 1 видно, что завод удовлетворил заявку на хлебобулочные изделия от 431 магазина общим объемом в 45 151,7 кг, при этом разница в программных расчетах расстояний составила 520,7 км. VRP-Solver составил маршруты более рационально, сократив суммарный пробег на 8,94 %. Следует отметить, что экономия в расчетных пробегах колеблется от 0 до 23,54 %. Наибольший эффект наблюдается при построении маршрутов на дальние расстояния. Расчеты проводились для автомашин типа: «Газ» (контейнеров (К) = 96 шт., максималь-

ная загрузка (МЗ) = 1500 кг); «Мерседес» (К = 15, лотков (Л) = 120, МЗ = 4500); «Ивеко» (К = 17, Л = 204, МЗ = 2500); «Маз» (К = 17, Л = 204, МЗ = 2500); «Вольво» (К = 17, Л = 204, МЗ = 2500); «УАЗ» (К = 17, Л = 204, МЗ = 2500); «Газель» (К = 17, Л = 204, МЗ = 2500).

Таблица 1. — Сравнение результатов планирования на сутки работы автопарка хлебозавода № 2 ППП «Диспетчер» и VRP-Solver

Показатель	ППП «Диспетчер»	VRP-Solver
Количество ТС, ед.	36	32
Количество рейсов, ед.	66	61
Планируемое количество часов работы автомобилей для выполнения всех рейсов, ч	426	388
Планируемый суммарный пробег исходя из длин всех маршрутов, км	5800,7	5280
Среднее число магазинов на рейс, ед.	6,5	7,07
Коэффициент повторности рейсов на машину, %	1,8	1,9
Совокупная стоимость всех рейсов из расчета тарифа перевозок за час*, руб. (104 000 руб. час на 01.02.2014 г.), <i>*применяется по г. Минску и Минской области</i>	44 304 000	40 352 000
Совокупная стоимость всех рейсов из расчета тарифа перевозок за км**, руб. (4 700 руб. км на 01.02.2014 г.), <i>**применяется на дальних рейсах за 100 км</i>	27 263 290	24 816 000

Как видно из приведенных данных, программный расчет VRP-Solver превосходит по эффективности карту маршрутов, составленных в ППП «Диспетчер». Результаты эксперимента показывают экономию от использования новой математической модели порядка 10 %. Так, для доставки продукции можно привлечь на 4 ед. техники меньше, при этом планируемый пробег меньше на 520,7 км, требуемое время для выполнения работ сокращается на 38 ч, плотность рейсов повысится на 0,57 магазина в рейсе и повторных рейсов будет сделано больше на 10 %. Таким образом, в стоимостном выражении можно сэкономить 38 тарифных часов и 520,7 тарифных километра.

В диссертационной работе приведены также и другие расчеты, основанные на реальных данных, которые подтверждают адекватность математической модели и корректность предложенных вычислительных алгоритмов и программ.

В третьей главе «**Модель информационной системы сопровождения и контроля транспорта на маршрутах**» приводится описание разработанного комплекса программно-технических средств контроля транспорта, его функциональные возможности и примеры отображения параметров рейсов на мониторах диспетчерских служб.

Информационно-коммуникационная система сопровождения и контроля транспорта на маршрутах разработана с целью выполнения задач, поставленных в гл. 1 и 2, и функционирует в режиме реального времени, используя при этом средства спутниковой навигации и новые информационные технологии. В отличие от применяемых на практике она позволяет производить непрерывный мониторинг текущего положения каждого транспортного средства в пространстве и времени, осуществлять его сравнение с назначенным заданием, автоматически импортируемым из системы планирования рейсов (рисунок 2), а также собирать сведения для учета работы автотранспорта, агрегирования, оценки и анализа экономических показателей товаропроводящей сети.



Рисунок 2. — Модель системы обеспечения контроллинга информацией о работе транспорта

На базе этой системы разработана методика мониторинга взаимодействия с контрагентами предприятия, накопления статистических данных для реализации методики адаптивного планирования транспортно-логистических задач предприятий. Предложено внедрить контроллинг транспортно-логистических процессов для повышения качества и эффективности функционирования транспортно-логистического обеспечения предприятия. На основании план-факт анализа производится выборка данных по отклонениям, несоответствиям и нарушениям, возникшим в процессе работы транспорта, и по его взаимодействию с элементами товаропроводящей сети. Все данные по отклонениям поступают на пульт диспетчера, где проводится аналитическая работа по поиску и анализу причин возникновения отклонений от плана. На основании результатов экспертного анализа отклонений принимается решение либо по оперативному управлению грузоперевозками, либо по внесению на более высоком административном уровне изменений в систему планирования. Контроллинг позволяет адаптировать систему грузоперевозок к изменениям, происходящим в товаропроводящей сети, включая изменения во внешней среде, оказывающие заметное влияние на экономические результаты работы предприятия.

В четвертой главе **«Результаты внедрения элементов автоматизированной системы управления товаропроводящей сети КУП «Минскхлебпром» и методика адаптивного контроля работы наемного автотранспорта»** дано обоснование практических рекомендаций по совершенствованию управления и организации товаропроводящих сетей хлебопекарных предприятий, изложен опыт и описан экономический эффект, полученный в результате внедрения системы сопровождения и контроля транспорта на маршрутах, приведенной в главе 3.

Для обеспечения работы автоматизированной системы управления автотранспортом в полном объеме необходимо решить задачу по регистрации параметров всех рейсов, в том числе и выполняемых наемными перевозчиками (рисунок 3). Разработанная методика адаптивного контроля наемного автотранспорта позволяет заказчику этого транспорта осуществлять контроль параметров рейсов с использованием оборудования заказчика. Контроль наемного транспорта с использованием большого числа мобильных трекеров привел к необходимости решения технической задачи по обслуживанию мобильного оборудования. С этой целью был сконструирован аппаратно-программный комплекс «Улей-30», внедренный на хлебозаводе № 6, позволивший контролировать весь наемный автотранспорт, задействованный на доставке готовой продукции. В результате сократилось число используемого наемного транспорта, у работающего транспорта снизились неподтвержденные пробеги и часы работы, оплачиваемые согласно тарифам на осуществление перевозок.

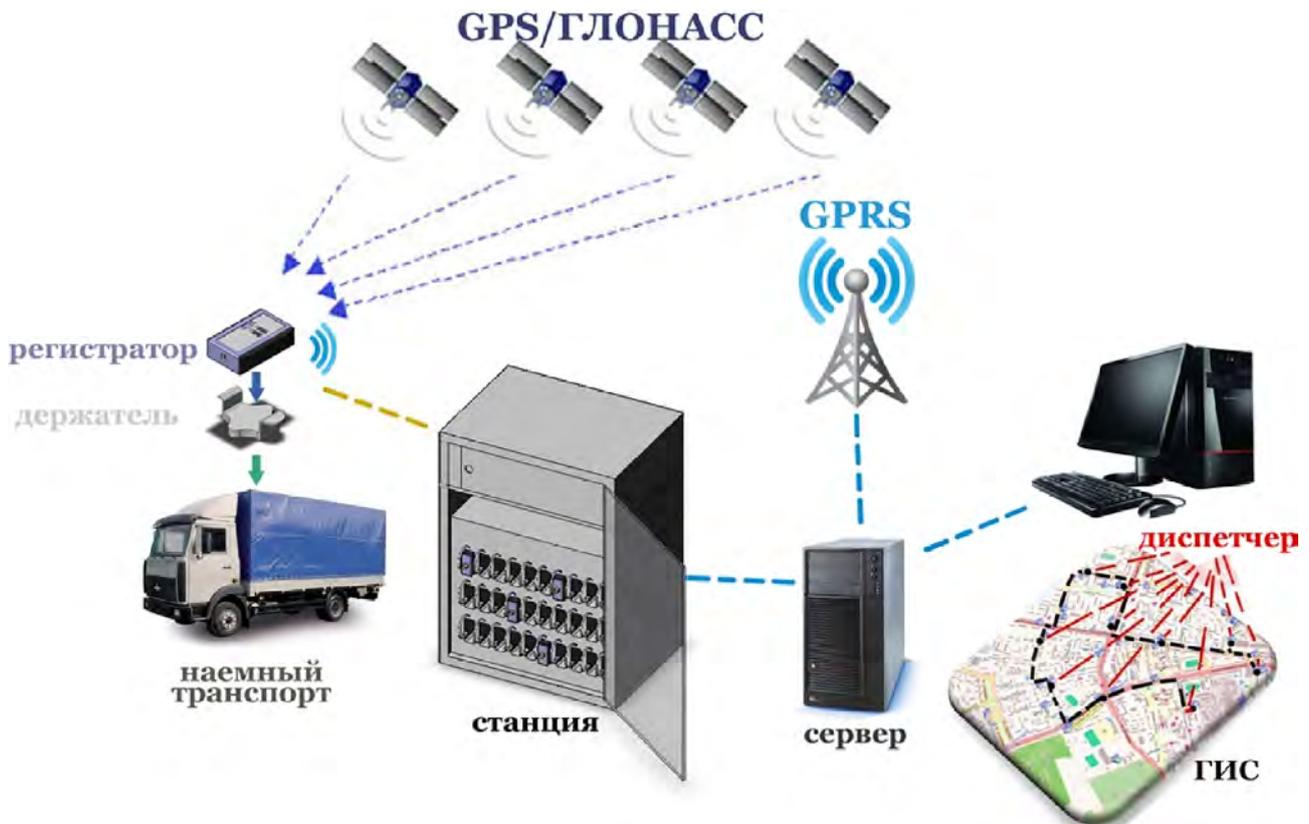


Рисунок 3. — Принципиальная схема системы регистрации параметров рейсов перевозчика

Тестовая эксплуатация методики адаптивного контроля наемного транспорта с использованием комплекса «Улей-30» показала простоту и удобство организации системы контроля, обладающей высоким потенциалом для экономии финансовых и топливо-энергетических ресурсов предприятия. Из полученных только по 4 автомобилям данных видно, что средний объем «приписок» по пробегам составил 40,8 %, достигая пика в 72 %. Расхождение по отработанным часам в сумме составило 89 ч, что при стоимости часа 84 000 руб. составило 7 476 000 руб. Совокупный экономический эффект внедренных разработок, изложенных в диссертации, оценивается в 2,8 млрд руб. за 2013–2014 гг. только по сокращению затрат, связанных с покупкой топлива собственному авто-транспорту.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные научные результаты диссертации.

Проведенное исследование позволило предложить и обосновать новую модель функционирования ТПС предприятий хлебопекарной отрасли на базе современных подходов интеграции ИТ, средств спутниковой коммуникации и математического моделирования процесса рационального размещения заказов в

производство и доставки готовой продукции, на основе которых осуществлена разработка новых систем поддержки принятия решений и автоматизации процессов транспортно-логистического обеспечения предприятий.

1. Проведены систематизация и уточнение различных подходов исследования и моделирования логистических процессов в хлебопекарной индустрии. С учетом специфики отрасли и достижений в IT-сфере предложена информационная модель товаропроводящей сети хлебопекарных предприятий, в которой возможно воспроизведение любого элемента сети на картографической основе ГИС, а также подробная декомпозиция ТПС по отдельным процессам, видам связей, физическому распределению товаров, обмену информацией, взаимодействию контрагентов. Построение детализированной объектно ориентированной модели ТПС существенно упрощает формализацию рассматриваемых логистических процессов и разработку их математических моделей. Математические модели этих процессов определяют техническую возможность организационной и программной реализации процесса планирования и управления работой ТПС и процесса товародвижения в целом. Разработанная для КУП «Минскхлебпром» модель ТПС адаптирована к программе развития логистики в Республике Беларусь в части упорядочения поставок продукции и разработана с учетом месторасположения перспективных логистических и транспортно-логистических центров, утвержденных в республиканской программе [5, 6, 8, 21, 24, 26–28].

2. Разработана и апробирована экономико-математическая модель производственно-транспортной задачи, которая в отличие от существующих синхронизирует размещение заказов по производствам и планирование необходимого количества транспортных средств, формирование рейсов и проектирование маршрутов доставки готовой продукции с минимальными издержками при наличии множественных пространственных, временных и других ограничений в рамках концепции построения ТПС современного типа [1, 2, 4, 12, 18].

3. На основе современных спутниковых средств навигации и IT-технологий разработана новая система сопровождения и контроля транспорта на маршрутах, включающая методику системы адаптивного маркетинг-сбытового контроля и методику адаптивного контроля параметров работы наемных транспортных средств. Основной задачей разработанной ССКТНМ является автоматизация процессов контроля транспорта на маршрутах, выявление и анализ отклонений от предписанных заданий, оценка корректности выполнения заданий, помощь оператору системы в определении критических ситуаций и несовершенных рейсов с целью оперативного реагирования, сбор сведений для учета работы автотранспорта, агрегирования, анализа и оценки экономических показателей.

Внедрение автоматизированной системы контроля транспорта позволило дисциплинировать всех участников процесса товародвижения, повысить эф-

фективность работы автопарка, сократить издержки и улучшить показатели соблюдения графиков завоза продукции. Исключение человеческого фактора и полное обеспечение тотального контроля рейсов способствует улучшению чувствительных экономических показателей, таких как стоимость перевозки продукции, удельный вес транспортных расходов в стоимости перевезенной продукции, коэффициент задействования автотранспорта, загрузка одного рейса, коэффициент повторных рейсов. Помимо экономического эффекта, имеет место ряд технических и социальных аспектов предложенных разработок: сопоставимость учетного и фактического пробегов, ликвидация несанкционированных простоев транспорта на линии, фиксация действительно отработанного времени, своевременный завоз продукции и ликвидация простоев у клиентов, сбор статистических данных по движению, остановкам, работоспособности транспортных средств, построение информационного базиса для внедрения аналитической оболочки (контур), улучшения системы планирования и функционирования транспортно-логистической системы [3, 10, 14, 16, 22, 31, 32].

Предложена новая методика системы адаптивного маркетинг-сбытового контроля. Суть предложения заключается в установлении обратной связи с клиентами предприятия посредством системы мониторинга транспорта и отработки сбытовых мероприятий по мониторингу удовлетворенности заявок клиентов и доставкой продукции. Контроль чувствительных параметров элементов ТПС дает возможность генерировать отчеты по статистическим наблюдениям за клиентами, например, наличие, отсутствие и периодичность заявки, среднее время разгрузки (приемки), объемы заказываемой продукции и ассортимент, номенклатурный набор (товарная матрица), выявление системности во взаимодействии (возможность перехода на кольцевые заявки, изменение графика завоза и др.) [9, 25, 30].

Для обеспечения полномасштабного внедрения на КУП «Минскхлебпром» ССКТНМ была разработана методика адаптивного контроля параметров работы наемных транспортных средств. Технической реализацией методики стало создание аппаратно-программного комплекса «Улей-30» для регистрации параметров рейсов наемного автотранспорта. Внедрение разработки дало возможность осуществления наблюдений за ходом выполнения путевых заданий, сбора данных по обслуживанию клиентов и выполнению графика развоза продукции, а также позволило установить объективный контроль за часами работы и пробегом перевозчиков, что сократило затраты [7, 11, 13, 15, 17, 19, 20, 23, 29].

4. Рекомендации по совершенствованию транспортно-логистического обеспечения ТПС КУП «Минскхлебпром» включают план по реинжинирингу действующей ТПС в предложенную перспективную ТПС, организационно-административные меры по автоматизации процессов транспортной логистики на предприятии, развитию программно-технических средств. Экономический эффект от

внедрения разработок только за 2013–2014 гг. оценивается в 2 839 877 200 руб. Потенциал сокращения затрат, связанных с доставкой продукции от производителей до заказчиков при полной реализации предложенных рекомендаций достигает 10 % имеющегося уровня [3, 6–9, 11–15, 17, 19–23, 25, 27 29–32].

Рекомендации по практическому использованию результатов.

Разработки и выводы, содержащиеся в диссертационной работе, могут быть использованы в практической деятельности предприятий пищевой и перерабатывающей промышленности, транспортными и торговыми организациями для повышения эффективности функционирования товаропроводящих сетей, цепей поставок и используемого автотранспорта. Теоретические результаты могут быть применены в учебном процессе высших учебных заведений в курсах по экономико-математическому моделированию и логистике.

Авторские разработки внедрены на предприятиях КУП «Минскхлебпром». Пилотный проект по внедрению научно-технических разработок прошел апробацию на хлебозаводе № 6 (Минск), в результате достигнуто сокращение пробега в 2011 г. на 52 962 км, что позволило сэкономить не менее 2375 л топлива (акт о внедрении № 1-18/337 от 10.08.2012 г.). Полномасштабное внедрение инновационных разработок на КУП «Минскхлебпром» началось с IV квартала 2012 г. и общий экономический эффект оценивается на данный момент более чем в 2,8 млрд руб. (акты о практическом применении от 19.02.2014 г. и 18.02.2015 г.). Разработки, полученные в диссертации, также прошли апробацию в обеспечении процесса доставки готовой продукции организациям торговли на других предприятиях пищевой и перерабатывающей промышленности: ОАО «Пуховичский КХП», ОАО «Слуцкий хлебозавод» и др. (справка о практическом применении № 06/253 от 17.06.2014 г.), ОАО «БелЛакт» (акт о практическом применении от 18.12.2013 г.). Разработки диссертационного исследования используются клиентами компании ООО «АНТЕЛИС Электроникс», в том числе: ОАО «Слуцкий комбинат хлебопродуктов», ОАО «Слуцкий консервный завод», ОАО «Машпищепрод», ЗАО «Пуховичский агропродукт», ООО «Эндвест Трейд» и др. (акт внедрения от 06.10.2011 г.).

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ

Статьи в рецензируемых научных журналах и сборниках научных трудов

1. Брилевский, А. О. Сравнительный анализ программ АРМ «Диспетчер» и решающего устройства VRP SOLVER в логистической цепи поставок хлебопекарной продукции / М. П. Дымков, В. И. Бенедиктович, Ю. А. Иванова,

Л. А. Куликова, А. О. Брилевский // Экономика, моделирование, прогнозирование : сб. науч. тр. / НИЭИ М-ва экономики Респ. Беларусь ; редкол.: М. К. Кравцов (гл. ред.) [и др.]. — Минск, 2011. — Вып. 5. — С. 134–144.

2. Брилевский, А. О. Задачи маршрутизации транспортных средств и их применение в логистических цепях поставок товаропроводящих сетей / В. М. Демиденко, М. П. Дымков, А. О. Брилевский // Экономика, моделирование, прогнозирование : сб. науч. тр. / НИЭИ М-ва экономики Респ. Беларусь ; редкол.: М. К. Кравцов (гл. ред.) [и др.]. — Минск, 2011. — Вып. 6. — С. 94–106.

3. Брилевский, А. О. Система сопровождения и контроля транспорта в товаропроводящих сетях / А. О. Брилевский // Наука и инновации. — 2012. — № 10 (116). — С. 42–44.

4. Брилевский, А. О. Лексикографический подход к решению неоднородных задач маршрутизации транспортных средств товаропроводящих сетей большой размерности / М. П. Дымков, А. О. Брилевский // Экономика. Моделирование. Прогнозирование : сб. науч. тр. / НИЭИ М-ва экономики Респ. Беларусь ; редкол.: М. К. Кравцов (гл. ред.) [и др.]. — Минск, 2013. — Вып. 7. — С. 112–119.

5. Брилевский, А. О. Применение теоретико-графового подхода к решению задач размещения логистических центров доставки готовой продукции / А. О. Брилевский // Молодежь в науке — 2013 : прил. к журн. Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі : в 5 ч. / Нац. акад. наук Беларусі, Совет молодых ученых НАН Беларусі ; редкол. сер. физ.-мат. наук: С. Я. Килин (гл. ред.) [и др.] ; редкол. сер. физ.-техн. наук: П. А. Витязь (гл. ред.) [и др.]. — Минск, 2013. — Ч. 2. Сер. физ.-мат. наук ; сер. физ.-техн. наук. — С. 6–11.

6. Брилевский, А. О. Транспортно-логистическое обеспечение хлебопекарного предприятия / А. О. Брилевский // Наука и инновации. — 2014. — № 9 (139). — С. 20–22.

7. Брилевский, А. О. Управление и контроль грузоперевозок наемного транспорта на хлебозаводах г. Минска / А. О. Брилевский // ЭКО. — 2014. — № 5 (479). — С. 181–186.

8. Брилевский, А. О. Теоретико-графовые модели размещения распределительных центров готовой продукции и их практическое использование в реальных товаропроводящих сетях / М. П. Дымков, А. О. Брилевский // Экономика, моделирование, прогнозирование : сб. науч. тр. / НИЭИ М-ва экономики Респ. Беларусь ; редкол.: М. К. Кравцов (гл. ред.) [и др.]. — Минск, 2014. — Вып. 8. — С. 129–137.

9. Брилевский, А. О. Модель контроллинга на основе геоинформационной системы в транспортной логистике предприятия / А. О. Брилевский // Весн. Беларус. дзярж. экан. ун-та. — 2015. — № 1 (108). — С. 52–59.

Статьи в журналах

10. Брилевский, А. О. Система сопровождения и контроля транспорта на маршрутах / А. О. Брилевский // ИТ Вел. — 2012. — № 1–2 (32–33). — С. 20–23.
11. Брилевский, А. О. Организация контроля большого числа объектов GPS-трекерами / А. О. Брилевский // ИТ Вел. — 2012. — № 5–6 (36–37). — С. 38–39.

Материалы конференций

12. Брилевский, А. О. Моделирование процессов распределения заказов хлебопекарных предприятий и оптимизация процесса доставки готовой продукции / А. О. Брилевский, М. П. Дымков, В. М. Демиденко, А. Ю. Сиротин // Проблемы прогнозирования и государственного регулирования социально-экономического развития : материалы IX Междунар. науч. конф., Минск, 16–17 окт. 2008 г. : в 4 т. / НИЭИ М-ва экономики Респ. Беларусь ; редкол.: С. С. Полоник [и др.]. — Минск, 2008. — Т. 1. — С. 497–511.
13. Брилевский, А. О. Интеграция системы GPS/GSM-мониторинга с АСУП КУП «Минскхлебпром» / А. О. Брилевский // Проблемы прогнозирования и государственного регулирования социально-экономического развития : материалы XII Междунар. науч. конф., Минск, 20–21 окт. 2011 г. : в 3 т. / НИЭИ М-ва экономики Респ. Беларусь ; редкол.: А. В. Червяков [и др.]. — Минск, 2011. — Т. 3. — С. 166–167.
14. Брилевский, А. О. Автоматизация контроля транспорта на производственном предприятии / А. О. Брилевский // Экономический рост Республики Беларусь: глобализация, инновационность, устойчивость : материалы V Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 17–18 мая 2012 г. : в 2 т. / Белорус. гос. экон. ун-т ; редкол.: В. Н. Шимов [и др.]. — Минск, 2012. — Т. 2. — С. 294–296.
15. Брилевский, А. О. Результаты контроля наемного транспорта GPS-трекерами на хлебозаводах г. Минска / А. О. Брилевский // Научная дискуссия: вопросы экономики и управления : материалы IV Междунар. заоч. науч.-практ. конф., Москва, 13 авг. 2012 г. / Междунар. центр науки и обр. — М., 2012. — Ч. 2. — С. 153–158.
16. Brilevski, A. System of support logistics and transport control for routes in a distribution network [Electronic resource] / A. Brilevski // Problems of cybernetics and informatics : IV Int. conf. PCI 2012, Baku, 12–14 sept. 2012. — Baku, 2012. — P. 178–182. — Mode of access: http://www.pci2012.science.az/ru/index.php?option=com_publications&Itemid=74&cat=2. — Date of access: 12.10.2016.
17. Брилевский, А. О. Организация контроля наемного (привлеченного) транспорта предприятия с помощью станции хранения и подзарядки GPS-трекеров / А. О. Брилевский, С. Н. Семенович, И. П. Стецко // Инвенции. Инно-

вации. Инвестиции. (ТРИИН-2012) : материалы междунар. науч.-практ. конф., Минск, 17–19 окт. 2012 г. / Нац. акад. наук Беларуси ; сост. Ж. В. Комарова. — Минск, 2012. — С. 13–15.

18. Брилевский, А. О. Лексикографический подход к решению сложных задач маршрутизации транспортных средств товаропроводящих сетей большой размерности / М. П. Дымков, В. И. Бенедиктович, А. О. Брилевский // Проблемы прогнозирования и государственного регулирования социально-экономического развития : материалы XIII Междунар. науч. конф., Минск, 25–26 окт. 2012 г. : в 3 т. / НИЭИ М-ва экон. Респ. Беларусь ; редкол.: А. В. Червяков [и др.]. — Минск, 2012. — Т. 3. — С. 220–221.

19. Брилевский, А. О. Реализация метода адаптивного контроля наемного транспорта и иных объектов / А. О. Брилевский, А. А. Конопелько // Научные стремления — 2012 : сб. материалов III Междунар. молодеж. науч.-практ. конф., Минск, 6–9 нояб. 2012 г. : в 2 т. / Совет молодых ученых Нац. акад. наук Беларуси ; ред. группа: В. В. Казбанов, С. В. Карнейчик. — Минск, 2012. — Т. 1. — С. 422–425.

20. Брилевский, А. О. Реализация метода адаптивного контроля наемного транспорта и иных объектов [Электронный ресурс] / А. О. Брилевский, А. А. Конопелько // Наука и бизнес — 2012 : сб. материалов II Междунар. молодеж. инновац. форума, 6–9 нояб. 2012 г. / Совет молодых ученых Нац. акад. наук Беларуси. — Минск, 2012. — 1 электрон. опт. диск (DVD-ROM).

21. Брилевский, А. О. Расчет и визуализация возможного месторасположения распределительного центра для хлебозаводов КУП «Минскхлебпром» с помощью системы GPS-мониторинга / А. О. Брилевский // Устойчивый рост национальной экономики: инновации и конкурентоспособность : материалы III Междунар. науч.-практ. конф. аспирантов и молодых ученых, Минск, 28–29 нояб. 2012 г. / Белорус. гос. экон. ун-т ; редкол.: Г. А. Королёнок [и др.]. — Минск, 2012. — С. 18–21.

22. Брилевский, А. О. Интерактивный модулятор маршрутов / А. О. Брилевский // Экономический рост Республики Беларусь: глобализация, инновационность, устойчивость : материалы VI Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 15–16 мая 2013 г. : в 2 т. / Белорус. гос. экон. ун-т ; редкол.: В. Н. Шимов [и др.]. — Минск, 2013. — Т. 2. — С. 350–352.

23. Брилевский, А. О. Система управления и контроля наемного транспорта на хлебозаводах Минска / А. О. Брилевский // Экономика глазами молодых : материалы VI Междунар. экон. форума молодых ученых, Минск, 21–23 июня 2013 г. / Белорус. гос. экон. ун-т ; редкол.: Г. А. Королёнок [и др.]. — Минск, 2013. — С. 70–72.

24. Брилевский, А. О. Размещение распределительных центров готовой продукции в товаропроводящих сетях / В. М. Демиденко, М. П. Дымков,

А. О. Брилевский // Проблемы прогнозирования и государственного регулирования социально-экономического развития : материалы XIV Междунар. науч. конф., Минск, 24–25 окт. 2013 г. : в 3 т. / НИЭИ М-ва экономики Респ. Беларусь ; редкол.: А. В. Червяков [и др.]. — Минск, 2013. — Т. 3. — С. 184–186.

25. Брилевский, А. О. Опыт и экономические результаты применения системы спутникового мониторинга по обеспечению логистических процессов в товаропроводящей сети КУП «Минскхлебпром» / А. О. Брилевский // Логистические системы и процессы в современных экономических условиях : материалы междунар. заоч. науч.-практ. конф., Минск, 1–15 нояб. 2013 г. : сб. ст. / Ин-т бизнеса и менеджмента технологий Белорус. гос. ун-та ; редкол.: В. В. Апанасович (гл. ред.) [и др.]. — Минск, 2013. — С. 34–42.

26. Брилевский, А. О. Применение теоретико-графового подхода к решению задач размещения логистических центров развозки готовой продукции [Электронный ресурс] / А. О. Брилевский // Молодежь в науке 2013 : материалы междунар. науч. конф., Минск, 19–22 нояб. 2013 г. / Совет молодых ученых Нац. акад. Наук Беларуси — Минск, 2013. — 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).

27. Брилевский, А. О. Геоинформационная система как инструмент создания информационной модели товаропроводящей сети предприятия / А. О. Брилевский // Актуальные проблемы и направления социально-экономического развития Республики Беларусь и ее регионов : материалы IV Междунар. науч. конф. молодых ученых, Минск, 30 мая 2014 г. / НИЭИ М-ва экономики Респ. Беларусь ; редкол.: А. В. Червяков [и др.]. — Минск, 2014. — С. 267–268.

28. Брилевский, А. О. Теоретико-графовый подход к размещению групп логистических распределительных центров в товаропроводящих сетях / М. П. Дымков, А. О. Брилевский // Проблемы прогнозирования и государственного регулирования социально-экономического развития : материалы XV Междунар. науч. конф., Минск, 23–24 окт. 2014 г. : в 3 т. / НИЭИ М-ва экономики Респ. Беларусь ; редкол.: А. В. Червяков [и др.]. — Минск, 2014. — Т. 3. — С. 209–210.

Тезисы докладов конференций

29. Брилевский, А. О. Аппаратный комплекс «Улей-30» [Электронный ресурс] / А. О. Брилевский, А. А. Конопелько // Наука и бизнес — 2012 : каталог инновац. проектов II Молодеж. инновац. форума, Минск, 6–9 нояб. 2012 г. / Совет молодых ученых Нац. акад. наук Беларуси. — Минск, 2012. — 1 электрон. опт. диск (DVD-ROM).

30. Брилевский, А. О. Экономические результаты применения системы спутникового мониторинга для обеспечения функционирования логистических процессов. Улучшение функционирования товаропроводящей сети [Электрон-

ный ресурс] / А. О. Брилевский // Электронные услуги и информационные системы для транспорта и логистики : междунар. конф.-выставка IT2TLT-2013. — Режим доступа: http://it2tlt.by/files/13/ppt/3.6_Brilevski.ppsx. — Дата доступа: 26.01.2015.

31. Брилевский, А. О. Система сопровождения и контроля транспорта на маршрутах как инструмент повышения эффективности использования транспорта в товаропроводящей сети [Электронный ресурс] / А. О. Брилевский // Наука. Образование. Инновации : материалы отчет. науч.-практ. конф. аспирантов-выпускников, Минск, 29 мая 2014 г. / Респ. ин-т высш. шк. — Минск, 2014. — 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).

32. Брилевский, А. О. Контроль графика поставок хлебобулочной продукции в геоинформационной системе / А. О. Брилевский // Экономика глазами молодых : материалы VII Междунар. экон. форума молодых ученых, Минск, 20–22 июн. 2014 г. / Белорус. гос. экон. ун-т ; редкол.: Г. А. Королёнок [и др.]. — Минск, 2014. — С. 119–121.

Патенты

33. Брилевский, А. О. Станция для хранения и зарядки мобильных устройств спутниковой связи и мобильное устройство спутниковой связи : полез. модель ВУ 9992 / А. О. Брилевский. — Оpubл. 28.02.2014.

34. Брилевский, А. О. Автоматизированная система адаптивного контроля подвижных объектов и регистратор параметров подвижного объекта (варианты) : заявка ВУ а20131189 / А. О. Брилевский. — Оpubл. 30.06.2015.

РЭЗІЮМЭ

Брылеўскі Аляксей Алегавіч

Эканоміка-матэматычная мадэль і інструментальныя сродкі ў кіраванні тавараправоднымі сеткамі прадпрыемстваў хлебапякарнай галіны Рэспублікі Беларусь

Ключавыя словы: транспартная лагістыка, тавараправодная сетка, планаванне дастаўкі гатовай прадукцыі, рэінжынірынг, мадэляванне, кантроль транспарту на маршрутах, кантролінг, адаптыўная сістэма маніторынгу аўтатранспарту.

Мэта работы: распрацоўка і рэалізацыя мадэляў і інструментарыя кіравання і аптымізацыі тавараправодных сетак прадпрыемстваў хлебапякарнай галіны Рэспублікі Беларусь.

Метады даследавання: агульнанавуковыя метады пазнання, эканоміка-матэматычнае мадэляванне, інструментальныя метады эканомікі.

Атрыманыя вынікі і іх навізна: развіццё інфармацыйнага мадэлявання тавараправодных сетак буйных прадпрыемстваў з мэтай удасканалення іх ланцугоў паставак і рэінжынірынга транспартна-лагістычнага забеспячэння прадпрыемства; прапанавана матэматычная мадэль размеркавання заказаў і планавання маршрутаў дастаўкі гатовай прадукцыі; распрацавана сістэма суправаджэння і кантролю транспарту на маршрутах; прапанавана выкарыстанне кантролінгу ў арганізацыі маніторынгу працэсу руху тавараў; распрацаваны метады адаптыўнага кантролю наёмнага аўтатранспарту, для рэалізацыі якога створаны адпаведны інструментар — праграма-апаратны комплекс працоўнага месца дыспетчара.

Ступень выкарыстання: вынікі даследавання апрабаваны і ўкаранены на хлебазаводах КУП «Мінскхлебпрам», а таксама выкарыстоўваюцца ў практыцы ААТ «Слуцкі хлеба завод», ААТ «Беллакт», ААТ «Пухавіцкі камбінат хлебапрадуктаў», іншых прадпрыемстваў харчовай перапрацоўчай прамысловасці.

Галіна прымянення: вынікі даследавання могуць быць выкарыстаны прадпрыемствамі хлебапякарнай галіны, а таксама прадпрыемствамі харчовай, перапрацоўчай і лёгкай прамысловасці, гандлёвымі і транспартнымі арганізацыямі, кампаніямі-пастаўшчыкамі Рэспублікі Беларусь і замежных краін.

РЕЗЮМЕ

Брилевский Алексей Олегович

Экономико-математическая модель и инструментальные средства в управлении товаропроводящими сетями предприятий хлебопекарной отрасли Республики Беларусь

Ключевые слова: транспортная логистика, товаропроводящая сеть, планирование доставки готовой продукции, реинжиниринг, моделирование, контроль транспорта на маршрутах, контроллинг, адаптивная система мониторинга автотранспорта.

Цель работы: разработка и реализация моделей и инструментария управления и оптимизации товаропроводящих сетей предприятий хлебопекарной отрасли Республики Беларусь.

Методы исследования: общенаучные методы познания, экономико-математическое моделирование, инструментальные методы экономики.

Полученные результаты и их новизна: развитие информационного моделирования товаропроводящих сетей крупных предприятий с целью совершенствования их цепей поставок и реинжиниринга транспортно-логистического обеспечения предприятия; предложена математическая модель распределения заказов и планирования маршрутов доставки готовой продукции; разработана система сопровождения и контроля транспорта на маршрутах; предложено использование контроллинга в организации мониторинга процесса товародвижения; разработан метод адаптивного контроля наемного автотранспорта, для реализации которого создан соответствующий инструментарий — программно-аппаратный комплекс рабочего места диспетчера.

Степень использования: результаты исследования апробированы и внедрены на хлебозаводах КУП «Минскхлебпром», а также используются в практике ОАО «Слуцкий хлебозавод», ОАО «БелЛакт», ОАО «Пуховичский комбинат хлебопродуктов», других предприятий пищевой перерабатывающей промышленности.

Область применения: результаты исследования могут быть использованы предприятиями хлебопекарной отрасли, а также предприятиями пищевой, перерабатывающей и легкой промышленности, торговыми и транспортными организациями, компаниями-поставщиками Республики Беларусь и зарубежных стран.

SUMMARY

Economic-mathematical modelling and tools for management of distribution networks designed for baking industry of the Republic of Belarus

Keywords: transport logistics; merchandise distribution network; planning of merchandise delivery; readjustment, modelling and control of transport along defined routes; adaptive monitoring of road transport.

Purpose of work: development of models and methods for management and optimization of distribution networks within large production enterprises of the banking industry of the Republic of Belarus.

Research methods: general background research, economic and mathematical modelling, practical application of methods in economics.

Obtained results and their novelty: the development of computer modelling of large enterprise distribution networks with adjustable delivery sequence with the aim of creating an adaptive system guiding distribution and delivery; presenting a mathematical model for planning of merchandise distribution and delivery routes; developed a system of tracking and control of delivery transport fleet; proposed implementing controlling systems of monitoring the process of distribution processes; developed a method of adaptive control of hired vehicles together with appropriate control — hardware-software interface within the position of dispatcher.

Degree of use: research results tested and implemented on bread and bakery enterprise MUE “Minskhlēbprom”, and also practically applied with “Sluckii hleb-zavod OAO” (Open Joint-stock Company), “Bellakt OAO”, “Puhovskii kombinat hlebproduktov OAO” and other industrial size food production companies.

Area of application: results of this research can be used in bread and backing product enterprises, but also in food processing enterprises, light industry, trade and transport organisations, large distributors in the Republic of Belarus and in other countries.

Редактор, корректор *Е.Г. Сазончик*
Технический редактор *О.В. Бордашева*
Компьютерный дизайн *О.Н. Белезяк*

Подписано в печать 14.12.2016. Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Times New Roman. Офсетная печать. Усл. печ. л. 1,6. Уч.-изд. л. 1,7. Тираж 66 экз. Заказ

УО «Белорусский государственный экономический университет».

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий № 1/299 от 22.04.2014.

220070, Минск, просп. Партизанский, 26.

Отпечатано в УО «Белорусский государственный экономический университет».

Лицензия полиграфическая № 02330/210 от 14.04.2014.

220070, Минск, просп. Партизанский, 26.