

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АКАДЕМИКА С.П. КОРОЛЕВА»
(САМАРСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)

На правах рукописи

Горохов Дмитрий Юрьевич

**МОДЕЛИ И МЕХАНИЗМЫ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ
ОПТИМИЗАЦИИ ЭКСПАНСИИ РОЗНИЧНЫХ ТОРГОВЫХ СЕТЕЙ
НА ОСНОВЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С РЫНКОМ НЕДВИЖИМОСТИ**

5.2.2. Математические, статистические и инструментальные методы
в экономике

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата экономических наук

Научный руководитель:
доктор экономических наук,
профессор
Гераськин Михаил Иванович

Самара – 2026

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|---|-----|
| ВВЕДЕНИЕ..... | 3 |
| ГЛАВА 1 ТРЕНДЫ РАЗВИТИЯ И ПРИНЦИПЫ ОРГАНИЗАЦИИ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ РОЗНИЧНЫХ ТОРГОВЫХ СЕТЕЙ..... | 11 |
| 1.1 Тенденции развития крупных розничных торговых сетей..... | 11 |
| 1.2 Теоретические основы организации бизнес-процессов ритейла | 19 |
| 1.3 Современное состояние теории управления цепями поставок | 32 |
| ГЛАВА 2 РАЗРАБОТКА МОДЕЛЕЙ И ОПТИМАЛЬНЫХ МЕХАНИЗМОВ РАСШИРЕНИЯ РЫНКОВ ТОРГОВЫХ СЕТЕЙ | 42 |
| 2.1 Обобщенная модель оптимизации управления в мультиагентной..... | 43 |
| и многоканальной цепи поставок | 43 |
| 2.2 Моделирование цепей поставок с взаимозависимым спросом | 55 |
| 2.3 Двухкритериальная модель и математический инструментарий экспансии розничной сети | 72 |
| 2.4 Модель девелопера и механизм экспансии розничной сети | 88 |
| ГЛАВА 3 МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ РЕАЛИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ЦЕПЯМИ ПОСТАВОК И ОПТИМАЛЬНЫХ МЕХАНИЗМОВ ЭКСПАНСИИ ТОРГОВЫХ СЕТЕЙ..... | 99 |
| 3.1 Анализ обобщенной модели управления цепью поставок на примере продовольственных товаров | 100 |
| 3.2 Моделирование производственных функций крупнейших сетевых ритейлеров России | 114 |
| 3.3 Модель унифицированного магазина и оценка эффекта экспансии | 119 |
| 3.4 Модельный пример решения двухкритериальной задачи оптимизации экспансии | 129 |
| 3.5 Моделирование стратегии девелопера и оценка области компромисса с ритейлером..... | 131 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ | 139 |
| СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ..... | 146 |

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. Сфера торговли играет значительную роль в создании ВВП российской экономики, поскольку по данным Росстата в 2016-2024 гг. доля вида экономической деятельности «Торговля оптовая и розничная, ремонт автотранспортных средств и мотоциклов» составляла в среднем 14%. Наряду с этим, за последние пятнадцать лет в период 2009-2024 гг. наблюдается характерная тенденция возрастания роли розничных торговых сетей в обороте розничной торговли в целом. Как свидетельствуют данные Росстата за период 2009-2021 гг. доля оборота розничных торговых сетей (ритейлеров) в обороте розничной торговли неуклонно возросла с 15,2% до 38,7%, а в 2022-2024 гг. незначительно снизилась и стабилизировалась на уровне 36%. Тренд повышения роли розничных торговых сетей неразрывно взаимосвязан с их географической экспансией, выражающейся в увеличении количества торговых точек в 2020-2025 гг. на 9,7%, а если учитывать пункты выдачи заказов маркетплейсов, то суммарное количество торговых за 2022-2024 гг. возросло на 25%, что подтверждает тезис о динамичном расширении розничных торговых сетей. Экспансия сетей обоснована тесной корреляционной зависимостью между выручкой и количеством торговых точек, так как коэффициенты корреляции, рассчитанные по данным за 2006-2025 гг., составляют 0,98 для ритейлера X5 Group и 0,976 для ритейлера Магнит. Функции выручки от числа торговых точек близки к линейным зависимостям, т.е. существует тренд роста выручки прямо пропорционально числу магазинов в сети. Этот тренд служит эмпирическим обоснованием стратегии рыночной экспансии, взятой на вооружение ритейлерами X5 Group и Магнит. Следовательно, тема исследования, сфокусированная на анализе моделей и механизмов рыночной экспансии ритейлеров, является актуальной для крупных розничных торговых сетей в российской экономике.

Можно констатировать, что в процессах развития крупных розничных торговых сетей наблюдаются такие тенденции, как возрастание роли

розничных торговых сетей в обороте розничной торговли российской экономики в целом; географическая экспансия розничных торговых сетей, выражающаяся в увеличении количества торговых точек; тенденция повышения концентрации рынка розничной торговли в РФ; стабильно возрастающий тренд выручки крупнейших ритейлеров X5 Group и Магнит и опережающий рост выручки X5 Group по сравнению с ритейлером Магнит; устойчивая взаимосвязь выручки и числа магазинов в сети, которая является основанием стратегии рыночной экспансии ритейлеров X5 Group и Магнит.

Следовательно, тема исследования, сфокусированная на анализе моделей и механизмов рыночной экспансии ритейлеров, является актуальной для крупных розничных торговых сетей в российской экономике.

Степень научной разработанности темы исследования. Экономико-математическая модель деятельности розничных торговых сетей или сетевого ритейла сформировалась в современной науке в виде модели управления цепями поставок. Теоретическая база управления в цепях поставок как составная часть теории управления организационными системами была фундаментально разработана в трудах ученых Ю.Б. Гермейера, В.Н. Буркова, Д.А. Новикова, А.В. Лысакова, И.И. Горгидзе, Б.С. Юсупова, сформировавших общие модели иерархических игр, моделирующих взаимодействия поставщиков и покупателей (заказчиков). Весомый вклад в развитие методов экономико-математического моделирования взаимодействий производителей и продавцов внес Иванов Д.Ю. в публикациях с Уваровой Л.А., Верёвкиным Д.Н., которые определили мультиагентное направление исследования цепей поставок.

Прикладные модели управления цепями поставок анализировали многочисленные зарубежные авторы: O. Williamson, G. Mathewson, R. Winter, G.P. Cachon, P. Rey, J. Tirole, I. Giannoccaro, J.D. Dana, K.E. Spier, Z. Fang, L. Huang, A. Wierman, P. Madden, N. Wang, Z.-P. Fan, X. Zhao, J. Zhao, Y.-W. Zhou, Z.-H. Cao, J. Min, P. De Giovanni, T.S. Genc, R. Liu, B. Dan, M. Zhou, Y. Zhang, M. Kunter, I. Ahn, M. Roselli, A. Buratto, R. Cesaretto, Y.-C. Tsao,

P.-L. Lee, A.P. Jeuland, S.M. Shugan, B. Zhang, S. Huang, C. Yang, X. Zhang, N. Modak, S. Panda, S. Sana, M. Basu, B. Hezarkhani, Z. Deng, B. Zheng, L. Jin. Кроме того, различные аспекты управления цепями поставок изучены в работах российских исследователей: И. А. Быкадорова, С. Г. Коковина, Е. В. Желободько, Е.Д. Караваевой, И.В. Березинеца, Н.А. Зенкевича, Н.К. Никольченко, А.С. Ручьевой, М.А. Гладковой и др. В этих исследованиях анализировались двухагентные системы «поставщик-ритейлер» для различных типов контрактных отношений.

Рыночная экспансия ритейлеров предопределяет их взаимодействие с девелоперами коммерческой недвижимости на основе модели производного спроса, предложенной А. Маршаллом и развитой в работах зарубежных авторов O. Secrieru, N. T. Gallini, R. A. Winter, Y.-Y. Zhang, A. Zhang, X. Fu, H. Yang, Y. Feng, Y. Mu, B. Hu, A. Kumar, C.C. Moul, Z. Song и др. Различные методы планирования количества торговых точек и их территориального размещения рассмотрены в работах А.А. Варвашени, Л.Б. Нюренбергер, О.В. Леушиной, Н.А. Лучиной, А.В. Зырянова, О. С. Каращук, Е.А. Гусаковой, О. В. Фетисовой, А. В. Зверева и др.

Стратегическое направление рыночной экспансии ритейлеров является многокритериальной задачей, в которой целевые функции прибыли и выручки розничной сети могут быть взаимно противоречивыми. Зарубежные ученые T. C. Koopmans, J.F. Nash и российский ученый Ю.К. Машунин сформировали теоретические основы многокритериальных методов моделирования. Проблемы многокритериальной оптимизации организационно-экономических систем затрагивались в исследованиях российских ученых В.В. Батаева, С.Г. Еслямова, М.И. Поповой, Ю.А. Шикова, В.А. Шиболденкова, Д.М. Кхана, А.Ю. Беляковой, Т.С. Бузиной, Я.М. Иваньо, В.С. Лисенковой, Н.И. Сидняева, В.В. Соколянского, Ю.В. Корыпаевй, И.Р. Жиденова, К.Ю. Баптиданова, Д.А. Власова, П.А. Карасева, А.В. Синчукова и др.

Несмотря на глубокую разработанность тематики взаимодействий

ритейлеров с различными контрагентами и наличие обширной методологической базы выбора оптимальных стратегий ритейлеров, проблема многокритериальной оптимизации расширения розничной торговой сети в контексте взаимосвязи с интересами девелоперов коммерческой недвижимости не попала в фокус исследований, вследствие чего является новой и актуальной для современной науки.

Цель и задачи исследования: совершенствование методов стратегического управления расширением розничных торговых сетей на основе разработки моделей и механизмов многокритериальной оптимизации.

Задачи:

1. Проанализировать тренды развития розничных торговых сетей в России и изучить принципы организации бизнес-процессов сетевого ритейла.
2. Разработать обобщенную модель оптимизации управления в мультиагентной и многоканальной цепи поставок.
3. Исследовать методы планирования числа торговых точек сетевых розничных продавцов и сформировать систему оценки технологической эффективности бизнес-процесса ритейлера.
4. Сформулировать двухкритериальную модель и разработать математический инструментарий оптимизации экспансии розничной сети.
5. Разработать модель девелопера и сформировать механизм экспансии розничной сети, учитывающий интересы девелопера.

Объектом исследования являются крупные розничные торговые сети, осуществляющие экспансию на товарных рынках Российской Федерации.

Предмет исследования – экономические отношения и процессы, возникающие при расширении крупных розничных торговых сетей в России.

Теоретической и методологической основой исследования являются теория управления организационными системами, теоретико-игровые модели иерархических систем, методы и модели управления цепями поставок, методы многокритериальной оптимизации.

Информационной базой исследования являются официальные

данные Федеральной службы государственной статистики Российской Федерации, официальные сайты крупных розничных торговых сетей в России.

Соответствие содержания диссертационного исследования паспорту научной специальности. Область исследования по содержанию, объекту и предмету соответствует п. 4. «Разработка и развитие математических и компьютерных моделей и инструментов анализа и оптимизации процессов принятия решений в экономических системах» и п. 7. «Модели производственных функций» направлений исследования паспорта научной специальности 5.2.2. Математические, статистические и инструментальные методы в экономике.

Обоснованность и достоверность полученных результатов исследования подтверждены анализом трудов отечественных и зарубежных учёных в сфере экономико-математического моделирования цепей поставок и многокритериальной оптимизации, непротиворечивостью полученных автором результатов, а также их соответствие опубликованным исследованиям в сфере управления развитием розничных торговых сетей и данным официальной статистики.

Научная новизна полученных результатов заключается в разработке и теоретическом обосновании моделей и механизмов оптимизации расширения розничных торговых сетей.

Наиболее существенные результаты исследования, обладающие научной новизной и полученные лично соискателем:

1. Разработана обобщенная модель мультиагентной и многоканальной цепи поставок, описывающая взаимодействия ритейлеров и поставщиков, в отличие от существующих, охватывающая произвольное число агентов и многообразие каналов поставки, и позволяющая моделировать различные сценарии взаимодействий, определять области компромисса при различных сочетаниях параметров контрактов поставок, формируя информационную базу для принятия управленческих решений при заключении контрактов.

2. Сформирована экономико-математическая модель планирования числа торговых точек, необходимого для достижения целевого уровня выручки ритейлера, основанная на коэффициентах эластичности функции выручки ритейлера и параметрах интенсивности использования магазинов (средний товарооборот и средняя численность персонала), вследствие чего, в отличие от существующих нормативных методов, позволяет эндогенно определить потребность в объектах коммерческой недвижимости.

3. Предложена математическая модель оценки технологической эффективности бизнес-процесса ритейлера, в отличие от существующих, основанная на агрегированной эластичности выручки ритейлера по ресурсам, и показывающая возможность неограниченной экспансии при высокой технологической эффективности или ограниченной экспансии в случае низкой эффективности бизнес-процесса.

4. Разработаны двухкритериальная модель и математический инструментарий выбора стратегии экспансии ритейлера на основе максимизации целевых функций выручки и прибыли, включающий, в отличие от существующих, механизмы расчета оптимального числа магазинов и количества торговых точек при нулевой прибыли как границ множества Парето, принцип равенства темпов изменения выручки и прибыли и соответствующий ему механизм выбора компромиссного числа магазинов из множества Парето, использование которых позволяет оценить диапазон возможных вариантов экспансии ритейлера и определить вариант с наибольшей выручкой и наименьшими потерями прибыли.

5. Сформирован механизм оптимизации экспансии ритейлера, согласованной с интересами девелопера, включающий, в отличие от существующих, модель и оптимальный механизм выбора стратегии девелопера, а также методику выявления области компромисса на основе принципа доминирования не менее чем по двум из трех целевых функций ритейлера и девелопера, что позволяет установить верхнюю и нижнюю границы объема поставки торговых точек, за пределами которых уровень

коммерческой недвижимости неприемлем с позиций хотя бы одного игрока.

Теоретическая значимость исследования состоит в совершенствовании методов стратегического управления расширением розничных торговых сетей на основе разработки новых моделей оптимизации стратегий ритейлеров и девелоперов, формировании механизмов многокритериальной оптимизации при согласовании направлений роста выручки и максимизации прибыли ритейлеров, а также при согласовании целей ритейлеров и девелоперов.

Практическая значимость исследования заключается в разработке способов расчета планового числа торговых точек, необходимого для достижения целевого уровня выручки ритейлера, оптимального числа магазинов по критериям прибыли ритейлера и девелопера, границ области компромисса между агентами взаимодействий, которые могут быть использованы участниками рынка сетевого розничного ритейла для планирования программ расширения сетей.

Апробация работы. Основные результаты теоретических положений и практических разработок диссертационного исследования докладывались на международных научных и научно-практических конференциях: «Проблемы экономики современных промышленных комплексов; Финансирование и кредитование в экономике России: методологические и практические аспекты» (Самара, 2023), XIV Всероссийское совещание по проблемам управления (Москва, 2024), «Математические модели современных экономических процессов, методы анализа и синтеза экономических механизмов; Актуальные проблемы и перспективы менеджмента организаций» (Самара, 2024), «Информационные технологии в экономике» (Москва, 2025), «Фундаментальные и прикладные исследования в области экономики и финансов» (Орел, 2026).

Публикации. Автором по теме исследования опубликовано 10 научных работ общим объемом 6,1 п.л. (личный вклад – 4,3 п.л.), в том числе 5 статей в научных изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки России.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, списка литературы. Объем диссертации – 159 страниц, включая 46 рисунков, 15 таблиц, список литературы из 122 наименований.

ГЛАВА 1 ТРЕНДЫ РАЗВИТИЯ И ПРИНЦИПЫ ОРГАНИЗАЦИИ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ РОЗНИЧНЫХ ТОРГОВЫХ СЕТЕЙ

В главе представлена общая характеристика крупных розничных торговых сетей в России, проведен сравнительный анализ тенденций их становления и развития в период 2000-2025 гг., характерный как динамичным ростом отечественной экономики в первое десятилетие, так и замедлением роста во втором-третьем десятилетиях. Показано, как крупные ритейлеры поступательно расширялись, постепенно вытесняя мелкие торговые сети, т.е. реализовали базовый тренд сетевого ритейла в виде рыночной экспансии. Наряду с этим, рассмотрены теоретические основы организации бизнес-процессов ритейла, основанные на экономико-математических моделях управления цепями поставок. Проанализирована структура моделей цепей поставок с выделением множества координирующих параметров, которые являются основой для разработки обобщенной модели цепей поставок. Описано современное состояние методов управления цепями поставок, и проведен сравнительный анализ российского и зарубежного подходов к этому объекту исследования, на основе чего сформулированы задачи совершенствования методологической базы применительно к задаче оптимизации стратегии рыночной экспансии крупных розничных торговых сетей.

1.1 Тенденции развития крупных розничных торговых сетей

Сфера торговли играет значительную роль в создании ВВП российской экономики, поскольку по данным Росстата в 2016-2024 гг. доля вида экономической деятельности «Торговля оптовая и розничная, ремонт автотранспортных средств и мотоциклов» составляла в среднем 14,02% [114]. Наряду с этим, за последние пятнадцать лет, в период 2009-2024 гг. наблюдается характерная тенденция возрастания роли розничных торговых

сетей в обороте розничной торговли в целом. Как свидетельствуют данные Росстата [115], за период 2009-2021 гг. доля оборота розничных торговых сетей в обороте розничной торговли неуклонно возросла с 15,2% до 38,7%, а в 2022-2024 гг. незначительно снизилась и стабилизировалась на уровне 36% (рисунок 1.1). Однако это сокращение доли оборота розничных торговых сетей обусловлено ростом продаж через канал Интернет, которые также по данным Росстата возросли к 2023 г. до 8,1%. Интернет-торговлю в России можно рассматривать как своего рода торговую сеть, роль магазинов в которой играют пункты выдачи заказов. Поэтому на рисунке 1.1 показана доля совокупного объема продаж через розничные сети и Интернет-площадки, которая почти постоянно (за исключением 2022 г.) увеличивалась.

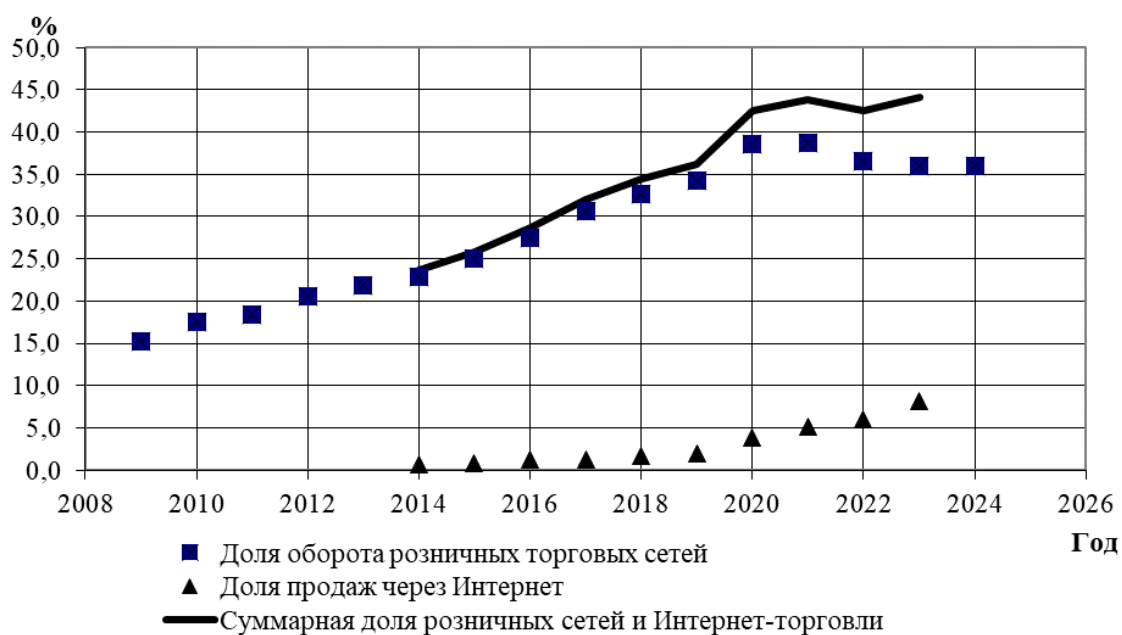


Рисунок 1.1 – Доля оборота розничной торговли розничных торговых сетей в общем объеме оборота розничной торговли, %

Примечание – Составлено автором на основе данных Росстата [114].

Следовательно, можно наблюдать фактически стабильный тренд нарастания суммарной доли розничных сетей и Интернет-торговли в обороте розничной торговли в РФ. Этот тренд неразрывно взаимосвязан с географической экспансией розничных торговых сетей, выражающейся в увеличении количества торговых точек (рисунок 1.2).

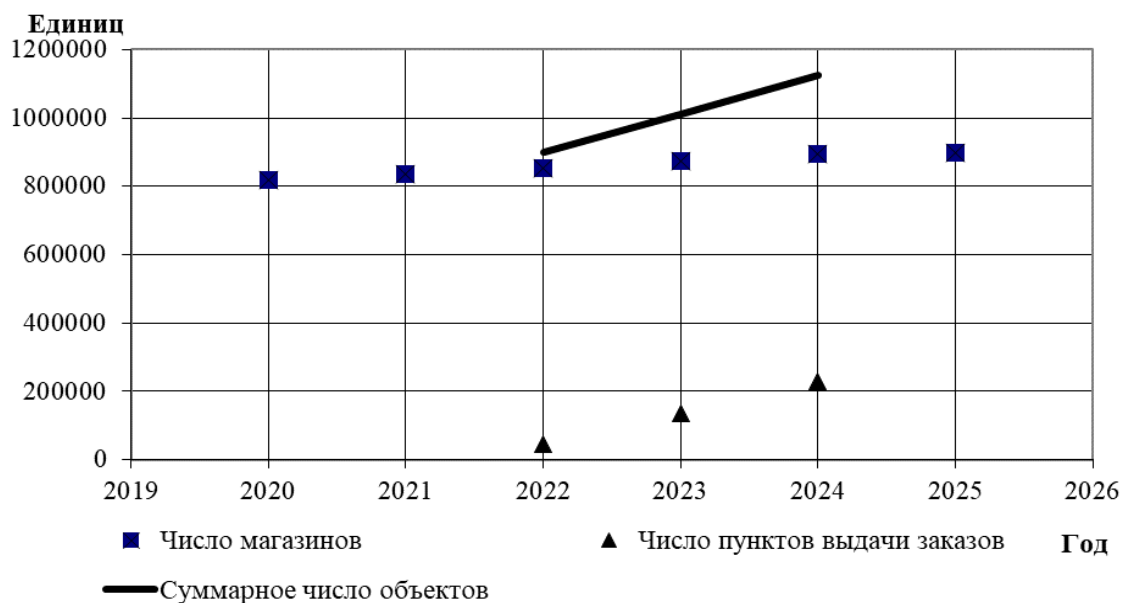


Рисунок 1.2 – Динамика количества объектов розничной торговли

Примечание – Составлено автором на основе данных Росстата [115].

По данным Росстата число магазинов возросло в период 2020-2025 гг. с 817 509 до 897 512 или на 9,7%, число пунктов выдачи заказов маркетплейсов увеличилось в период 2022-2024 гг. с 45 861 до 229 321 или в 5 раз. В итоге суммарное количество объектов розничной торговли за 2022-2024 гг. возросло на 25%, что подтверждает тезис о динамичном расширении розничных торговых сетей.

Наряду с этим наблюдается тенденция повышения концентрации рынка розничной торговли в РФ. Проиллюстрируем эту тенденцию анализом динамики распределения рынка продуктового ритейла в России, данные о которых представлены в отчетности компании Магнит [116]. Доли рынка по объему товарооборота, занимаемые крупнейшими продуктовыми ритейлерами России, стабильно возрастают, в частности, за период 2020-2025 гг. доля X5 Group (сеть «Пятерочка» и др.) увеличилась с 11,5% до 15,6%, доля компании Магнит повысилась с 9,6% до 13,6%, аналогичные тренды проявлялись для менее крупных операторов рынка. В целом суммарная доля крупнейших продуктовых ритейлеров, имеющих долю более 2% продуктового товарооборота в России, в течение 2020-2025 гг. увеличилась с

23,6% до 40,7% (рисунок 1.3). Эти данные свидетельствуют о высококонцентрированном рынке розничной торговли в РФ и подтверждают вывод о целенаправленной стратегии рыночной экспансии сетевых операторов продуктового ритейла.

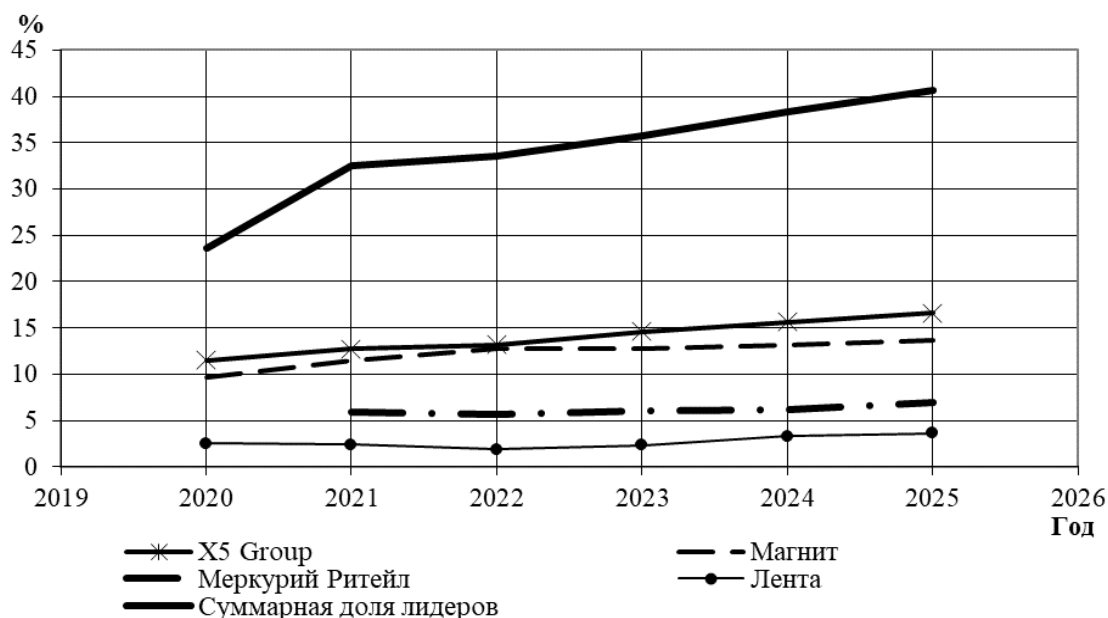


Рис. 1.3 – Динамика распределения рынка между крупнейшими продуктовыми ритейлерами в РФ

Примечание – Составлено автором на основе данных [116].

Поскольку проведенный анализ структурной динамики рынка продуктового ритейла в РФ выявил наличие двух компаний-лидеров, проведем далее сравнительное исследование ключевых показателей развития этих наиболее ярких представителей рынка.

Динамика выручки, себестоимости и валовой прибыли ритейлеров X5 Group и Магнит представлена на рисунках 1.4 и 1.5. Выручка данных ритейлеров демонстрирует стабильный возрастающий тренд, аналогичную тенденцию к росту проявляют показатели себестоимости и валовой прибыли. Кроме того, можно наблюдать опережающий рост выручки X5 Group по сравнению с ритейлером Магнит за последние десять лет, т.е. в период 2015-2025 гг.: если средний темп роста выручки X5 Group достигал 20%, то средний темп роста выручки ритейлера Магнит оставался на уровне 15%.

Вследствие этого рыночная доля X5 Group к настоящему времени превысила соответствующий показатель ритейлера Магнит, как было показано на рисунке 1.3.

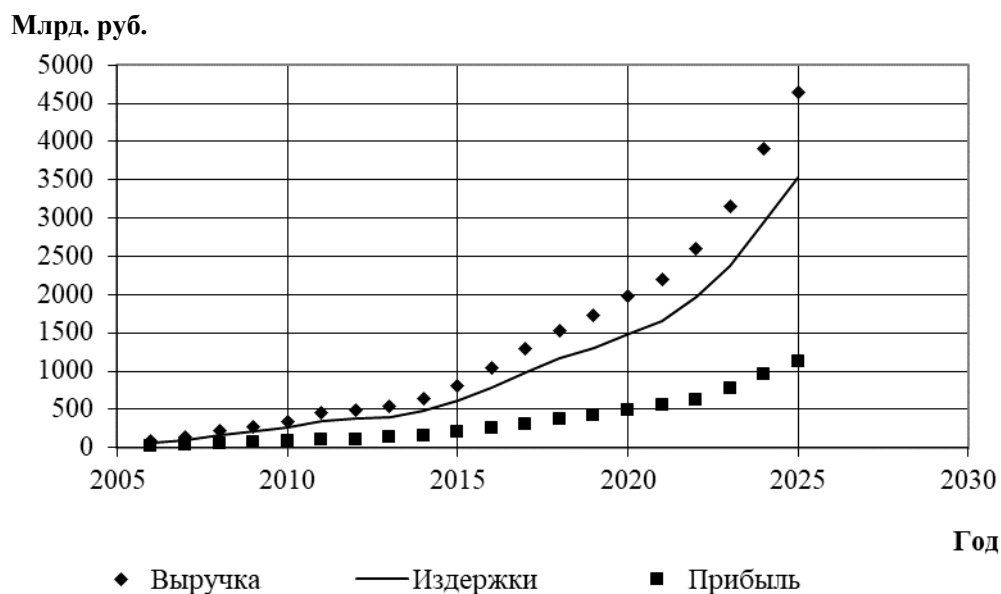


Рисунок 1.4 – Динамика изменения выручки, себестоимости и прибыли ритейлера X5 Group

Примечание – Составлено автором на основе данных [117].

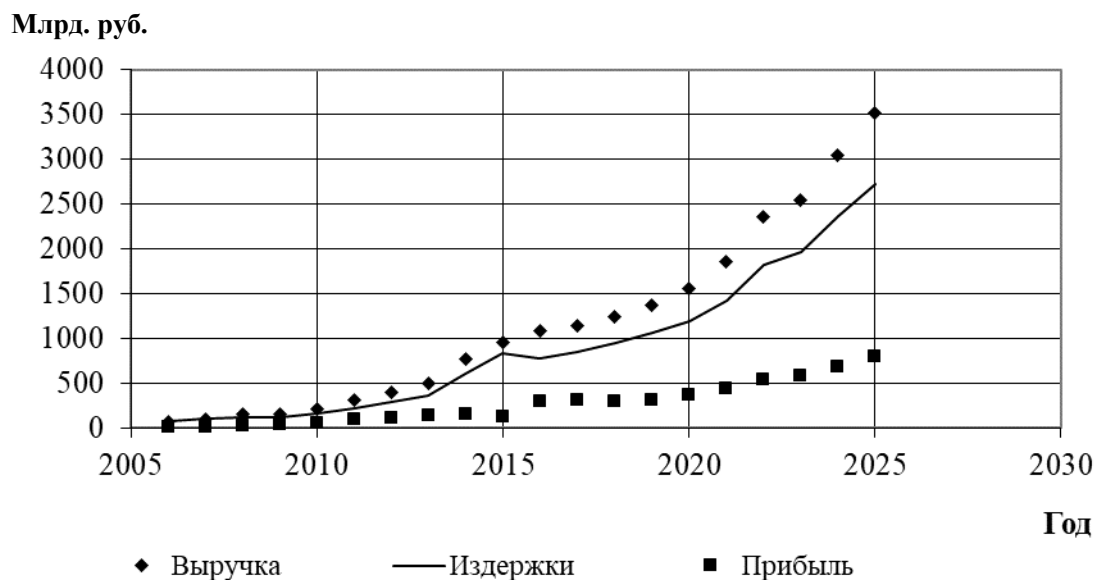


Рисунок 1.5 – Динамика изменения выручки, себестоимости и прибыли ритейлера Магнит

Примечание – Составлено автором на основе данных [117].

Динамика численности персонала и производительности труда,

рассчитанной как отношение выручки к численности сотрудников, для ритейлеров X5 Group и Магнит изображена на рисунках 1.6 и 1.7. В конце анализируемого периода компании имеют практически равную численность персонала, однако производительность труда X5 Group несколько выше, чем для ритейлера Магнит.

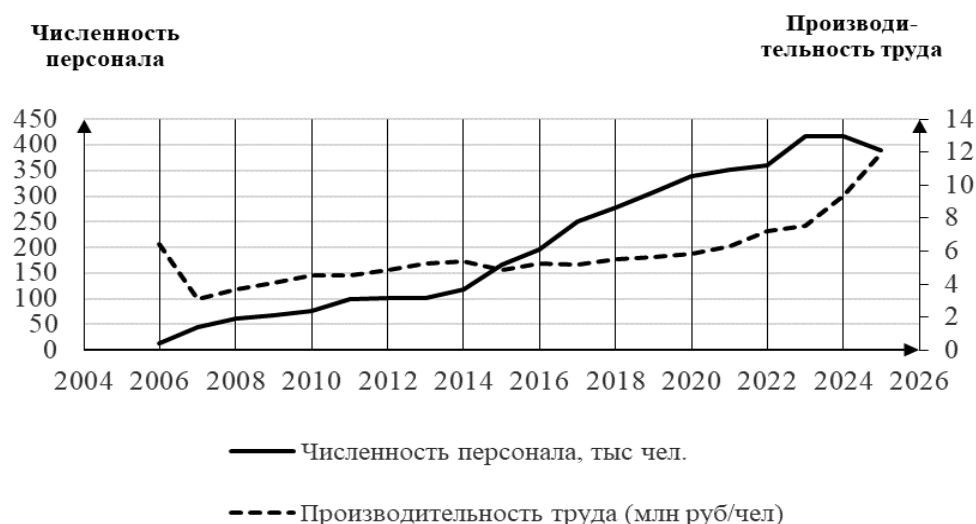


Рисунок 1.6 – Динамика численности персонала и производительности труда ритейлера X5 Group

Примечание – Составлено автором на основе данных [117].



Рисунок 1.7 – Динамика численности персонала и производительности труда ритейлера Магнит

Примечание – Составлено автором на основе данных [116].

Следует отметить чрезвычайно важный тренд, характерный для обеих компаний на протяжении практически всего анализируемого периода: рост численности сотрудников сопровождался ростом производительности труда. Исключением являются сравнительно короткие периоды на начальных стадиях развития компаний (для X5 Group 2006-2007 гг., для ритейлера Магнит 2008-2009 гг.), в которых производительность снижалась, а также 2025 г., когда X5 Group сократила число сотрудников. По нашему мнению, этот тренд является следствием целенаправленной политики повышения эффективности использования ресурсов, проводимой ритейлерами и служит основой непрерывного расширения их сетей, так как в противном случае дальнейшая экспансия была бы невозможна.

Динамика основных средств и фондоотдачи, рассчитанной как отношение выручки к остаточной стоимости основных средств, для ритейлеров X5 Group и Магнит изображена на рисунках 1.8 и 1.9.

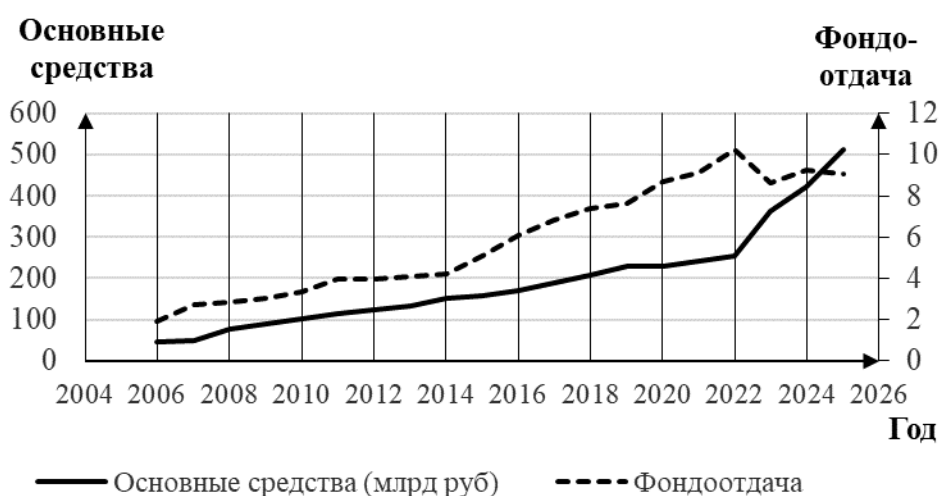


Рисунок 1.8 – Динамика основных средств и фондоотдачи ритейлера X5 Group

Примечание – Составлено автором на основе данных [117].

При анализе данных показателей выявляется ключевая тенденция, выражающаяся в различии трендов для анализируемых компаний. Если ритейлер X5 Group систематически увеличивал стоимость основных средств

и практически всегда (кроме 2023 г.) добивался роста фондоотдачи, то у ритейлера Магнит дважды (в 2006-2013 гг. и в 2023-2025 гг.) наблюдался воображаемый «крест», когда наращивание основных средств сопровождалось понижением фондоотдачи. В результате к концу исследуемого периода фондоотдача X5 Group почти вдвое выше, чем у ритейлера Магнит.



Рисунок 1.9 – Динамика основных средств и фондоотдачи ритейлера Магнит

Примечание – Составлено автором на основе данных [116].

Обобщение анализа показателей производительности труда и фондоотдачи, по которым ритейлер X5 Group имеет выраженное преимущество по сравнению с ритейлером Магнит, объясняет факторы, которые привели к опережению X5 Group по прибыли, вытекающему из сопоставления рисунков 1.4 и 1.5: в этом опережении сыграли роль более эффективное использование трудового и фондового ресурсов у X5 Group.

Наконец, исследуем взаимосвязь выручки и числа магазинов в сети ритейлеров X5 Group и Магнит, графически представленную на рисунке 1.10.

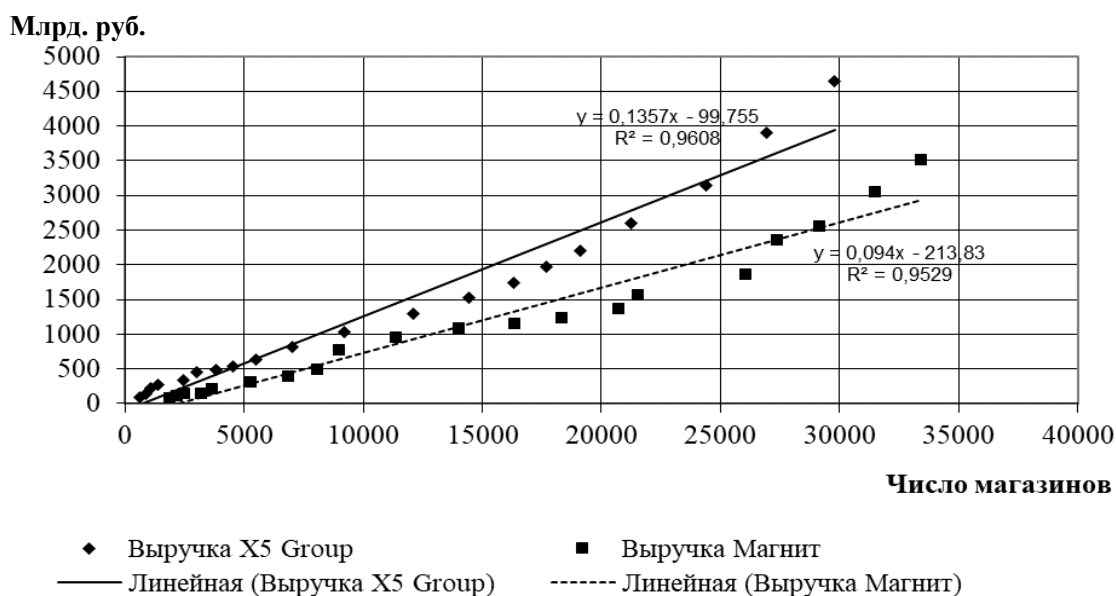


Рисунок 1.10 – Взаимосвязь выручки (млрд. руб.) и числа магазинов в сети ритейлеров

Примечание – Составлено автором на основе данных [116], [117].

Анализ данных за 2006-2025 гг. показывает тесную корреляционную зависимость между выручкой сетей и количеством торговых точек, в частности, коэффициенты корреляции составляют 0,98 для ритейлера X5 Group и 0,976 для ритейлера Магнит. Функция выручки от числа торговых точек близка к линейной зависимости, которая выражает тренд роста выручки прямо пропорционально числу магазинов в сети. Этот тренд служит эмпирическим обоснованием стратегии рыночной экспансии, взятой на вооружение ритейлерами X5 Group и Магнит.

Следовательно, тема исследования, сфокусированная на анализе моделей и механизмов рыночной экспансии ритейлеров, является актуальной для крупных розничных торговых сетей в российской экономике.

1.2 Теоретические основы организации бизнес-процессов ритейла

Управление цепями поставок неслучайно стало самостоятельным разделом современной экономики, поскольку процессы глобализации

способствуют разветвлению мирохозяйственных связей, которые, в свою очередь, обуславливают все большую диверсификацию источников поставки разнообразных товаров, следствием чего становится усложнение механизмов координации усилий действующих лиц этого глобального бизнес-процесса. Координация трактовалась классиками (обзор Т. Мэлоуна, К. Кроутона [87]) как управление зависимостями между активностями, которые рассматривались как действия предприятий (фирм) или лиц, объединенных в рамках целостной системы взаимодействий. Особенности координации предопределены типами интеграции фирм, которые были подразделены [58] на вертикальную интеграции и горизонтальную интеграцию. Если горизонтальная интеграция, объединяющая фирмы на основе титула собственности и вне зависимости от стадий их бизнес-процессов, не играет роли при формировании цепей поставок, то вертикальная интеграция является определяющим фактором возникновения этих цепей.

Согласно О. Уильямсону [107], вертикальная интеграция образуется вследствие взаимосвязей между стадиями бизнес-процесса создания товара или услуги, который включает в себя как стадии производства, так и товародвижения к конечному покупателю. Вертикальная интеграция [85] происходит на базе таких естественных факторов, как технические условия производственных технологий, накладывающие необходимость установления вертикальных взаимосвязей между рынками.

Наиболее характерный случай вертикальных рыночных связей – это взаимоотношения поставщика (производителя) товаров и ритейлеров, осуществляющих продажу этих товаров конечному покупателю. Цепь поставок (supply chain) как понятие представляет собой техническое выражение рыночной связи между производителем и ритейлером. Координация в цепях поставок (supply chain coordination) согласно С. Вангу [106] определена как итерационное регулирование объемов товарных и производственных запасов и заказов, адаптированное к динамике спроса конечных покупателей, производственным и логистическим мощностям.

Координация невозможна без структурного оформления отношений участников цепи поставок (поставщика и ритейлера), которое закрепляется в контракте поставки – это договор о взаимных платежах действующих лиц и других условиях.

В результате формируется концепция управления цепью поставок (рис. 1.11), выражающая поэтапный переход от рыночных связей между агентами рынка к интеграции этих агентов в устойчивую систему, затем к образованию стабильной цепи поставок, устойчивость которой обеспечена формальными контрактами в паре «поставщик-ритейлер».

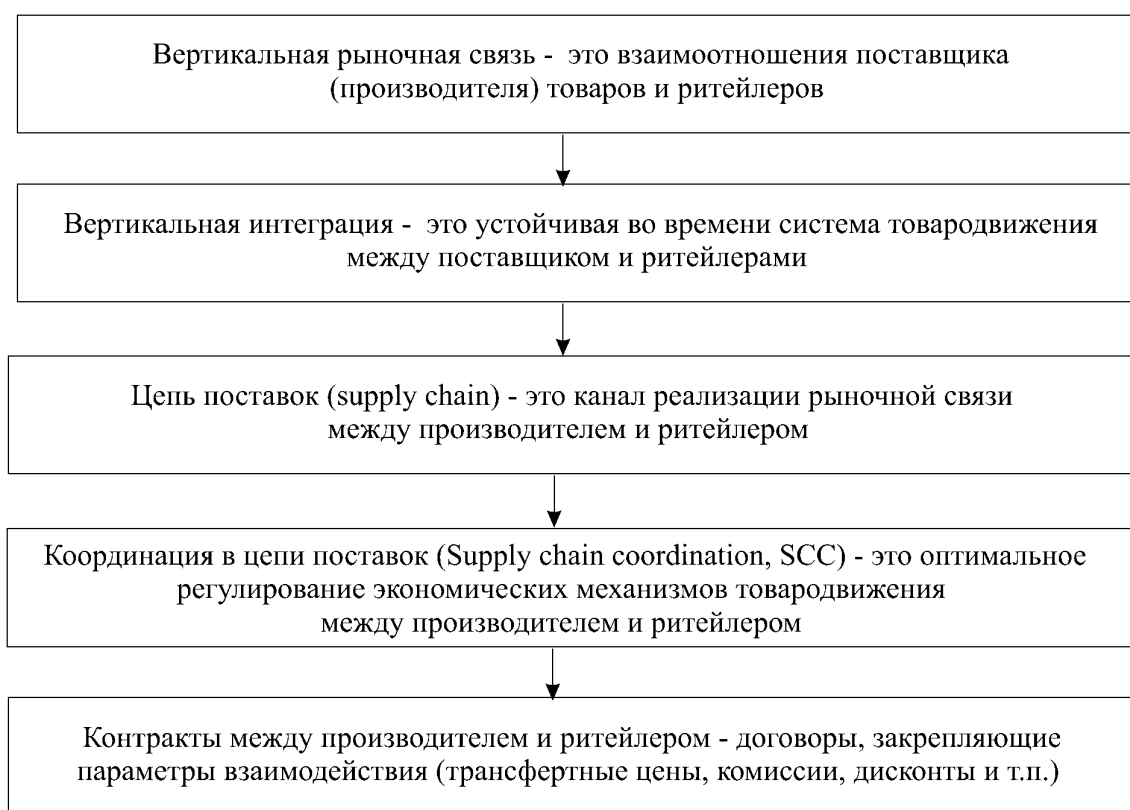


Рисунок 1.11 – Концепция управления цепью поставок

Примечание – Разработано автором.

Таким образом, ключевым звеном в цепи поставок является контракт, который обеспечивает устойчивость этой цепи в случае оптимального выбора его параметров. Следовательно, управление цепью поставок – это прежде всего оптимальное управление, поэтому в дальнейшем рассматриваются аспекты этой проблемы с позиций методов оптимизации.

Принципы моделирования цепей поставок. В случае вертикальных рыночных связей поставщики (обозначены символом s) и ритейлеры (обозначены символом r) образуют двухсекторную систему, формальное моделирование которой основано на следующих базовых предпосылках.

Предположение 1: объем производства и объем поставки эквивалентны, т.е. этот объем является единой количественной мерой активностей в обоих секторах.

Предположение 2: цена поставщика является компонентом издержек ритейлера, и представляет собой оптовую (трансфертную) цену w .

Предположение 3: предельные издержки поставщика c_s не зависят от вертикальной интеграции.

Предположение 4: цена ритейлера p , т.е. цена, по которой товар продается конечному покупателю, определяется обратной функцией спроса $p(q)$ и должна быть достаточной для компенсации оптовой цены и предельных издержек ритейлера c_r , т.е. $p(q) \geq w + c_r$.

Предположение 5: функция полезности производственного сектора π_s возрастает по w , а функция полезности торгового сектора π_r убывает по w .

Из этих предположений вытекают ключевые свойства вертикальной двухсекторной системы «поставщик-ритейлер» (рис. 1.12).

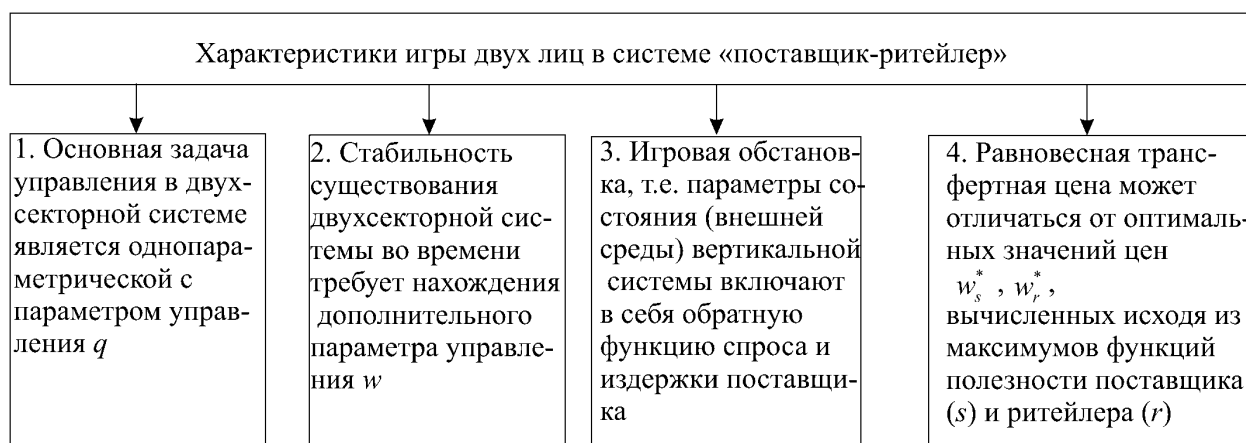


Рисунок 1.12 – Свойства вертикальной двухсекторной системы «поставщик-ритейлер»

Примечание – Разработано автором.

Последнее свойство приводит к тому, что равновесие в вертикальной двухсекторной системе определяется компромиссным решением и зависит [89] как от соотношения сил рыночной власти производителей и ритейлеров, так и от количества ритейлеров, связанных с одним поставщиком, или числа поставщиков, связанных с одним ритейлером.

Формы контрактов в цепях поставок. Координация цепей поставок формализуется через контракты, для которых экономическая практика наработала следующие основные типы [63].

Контракт фиксированной оптовой цены (wholesale price contract) [59] или контракт распределения издержек (cost sharing contract), при котором поставщик взимает с ритейлера платеж w за единицу товара, поэтому выручка производителя равна wq ; в этом случае функции полезности поставщика и ритейлера имеют вид:

$$\pi_s = wq - c_s q, \quad (1.1)$$

$$\pi_r = p(q)q - (w + c_r)q. \quad (1.2)$$

Контракт с двухкомпонентным тарифом (two-part tariff contract) [92, 96, 97] является разновидностью контракта с гибкой ценой, когда кроме оптовой цены поставщик получает от ритейлера постоянный, не зависящий от объема продаж, тариф a , иначе говоря, функции полезности поставщика и ритейлера имеют вид:

$$\pi_s = wq + a - c_s q, \quad (1.3)$$

$$\pi_r = p(q)q - a - (w + c_r)q. \quad (1.4)$$

Контракт обратного выкупа (buy-back contract), когда поставщик получает от ритейлера платеж w за единицу товара, проданного конечному покупателю, а в случае остатка товара q_t на конец периода осуществляет платеж ритейлеру в размере b за единицу непроданного товара, т.е. выручка производителя составит $wq - bq_t$; в контракте обратного выкупа фигурируют следующие функции полезности поставщика и ритейлера:

$$\pi_s = wq - bq_t - c_s q, \quad (1.5)$$

$$\pi_r = p(q)q + bq_t - (w + c_r)q. \quad (1.6)$$

Контракт распределения выручки (revenue-sharing contract) [26, 65, 73], в рамках которого трансфер поставщику от ритейлера включает не только платеж w за единицу товара, но и определенную долю $(1-\psi)$ от розничной цены p , при этом трансфертная выручка производителя составит $[w + (1-\psi)p(q)]q$, а ритейлер оставляет за собой долю ψ от объема продаж конечным покупателям, т.е. его выручка равна $\psi p(q)q$; в контракте распределения выручки поставщик и ритейлер имеют следующие функции полезности:

$$\pi_s = [w + (1-\psi)p(q)]q - c_s q, \quad (1.7)$$

$$\pi_r = \psi p(q)q - (w + c_r)q. \quad (1.8)$$

Остановимся подробнее на специфике реализации контактов распределения доходов (выручки) в различных ситуациях цепей поставок. В модели распределения выручки, которая реализует компромисс между владельцами ресурсов и их пользователями, контракт формировался на основе максимизации цены [69]. Рассматривался компромисс на основе множества эффективных по Парето альтернатив и выбора арбитражного решения Нэша [86]. Примечательно, что при координации цепи поставок в отрасли мобильных телефонов, включая оператора связи и производителя мобильных телефонов, контракт о разделе доходов обеспечил компромиссное решение [106]. Кроме того, в цепи поставок, состоящей из двух производителей и доминирующего ритейлера, контракт о разделе доходов использовался для анализа игры Нэша, игры Штакельберга и картеля [113]. Интересно, что при достаточно больших значениях параметра распределения ψ в пользу ритейлера контракт распределения доходов не допустим [66], так как не может устроить производителя. Этот результат был получен с помощью анализа множества Парето в играх с замкнутой цепью поставок между производителем «зеленой» продукции и ритейлером. Для сравнения, во взаимодействии между производителем ветроэнергетического

оборудования и покупателем контракт о разделе доходов был предпочтительнее контракта с фиксированной оптовой ценой, а цепь поставок достигла эффективности по Парето [83].

Широкий спектр проблем включает в себя отношения между производителем и ритейлером, которые приводят к проблемам координации цепи поставок. Например, модели взаимоотношений производителя и ритейлера анализировались на основе выплат роялти (аналог контракта распределения доходов) [80], а общее распределение прибыли рассчитывалось на основе асимметричного решения Нэша. Вертикальные отношения между добывающей и перерабатывающей фирмами были исследованы на основе трансфера прибыли [57] и распределения доходов [67]. Кроме того, в соглашении о разделе доходов между производителем (лидером по Штакельбергу) и ритейлером в отношении рекламы было доказано, что кооперативное взаимодействие всегда способствует увеличению прибыли [61]. Для сравнения: в децентрализованной цепочке поставок производитель-ритейлер в условиях спроса, чувствительного к рекламным акциям, контракт о разделе доходов является эффективным стимулом для увеличения прибылей производителей и ритейлером [103]. Цепи поставок, обеспечивающие финансовые потоки для расширения платежеспособного спроса, исследовались на основе взаимосвязи товарных и финансовых рынков [15, 16]; при этом анализировалась система «ритейлер-банк-страховщик» [14, 17, 72], в которой ритейлер использует кредитный механизм на основе взаимодействий с банком для стимулирования продаж, а страховая компания обеспечивает возвратность кредитов.

Обобщенно типология контрактов в цепях поставок представлена на рисунке 1.13.

Координирующие параметры контрактов в цепях поставок. Анализ различных типов контрактов поставщика и ритейлера показывает, что равновесное состояние цепи поставок достигается за счет выбора одного или нескольких координирующих параметров (рисунок 1.14).

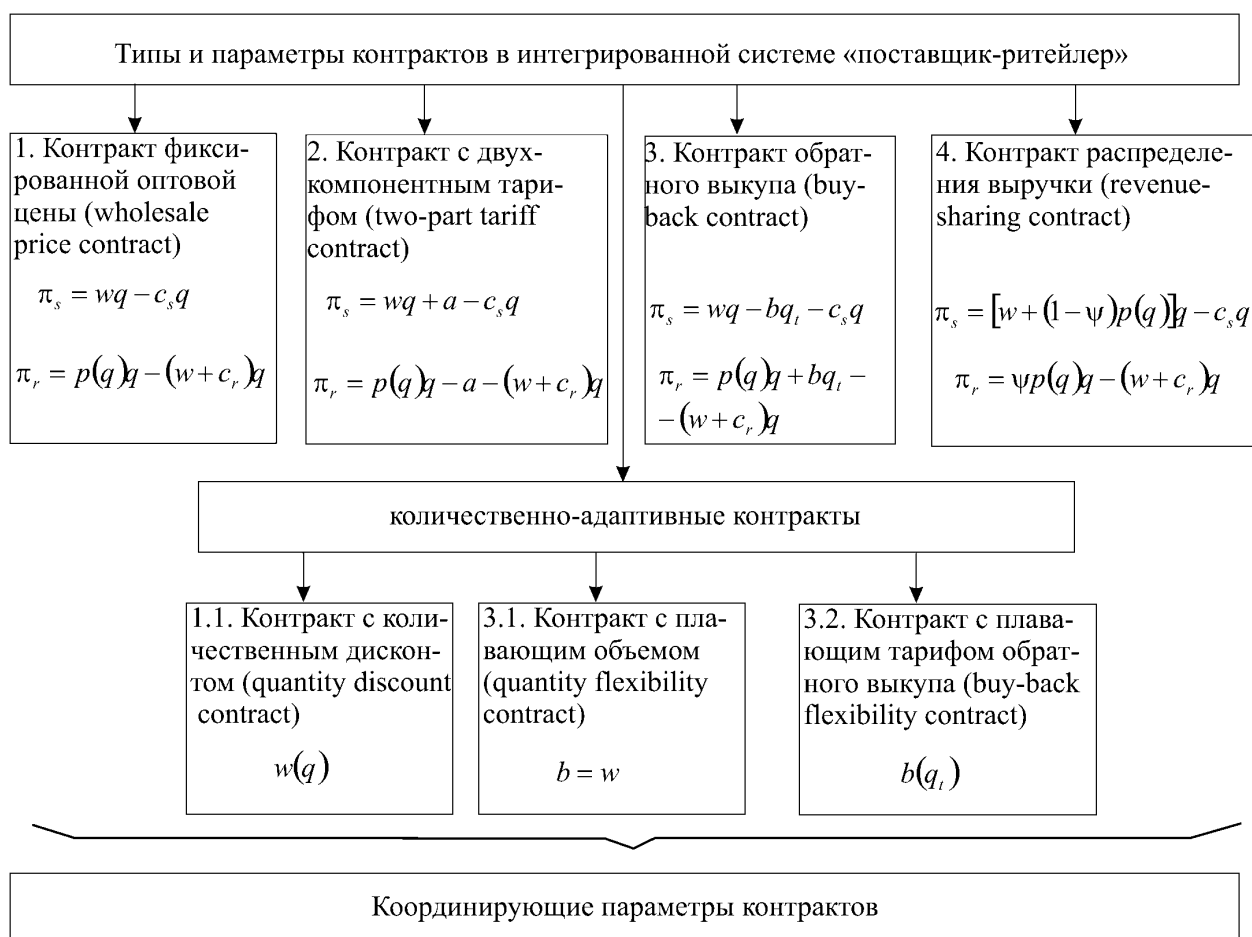


Рисунок 1.13 – Характеристики контрактов в системе «поставщик-ритейлер»

Примечание – Разработано автором.

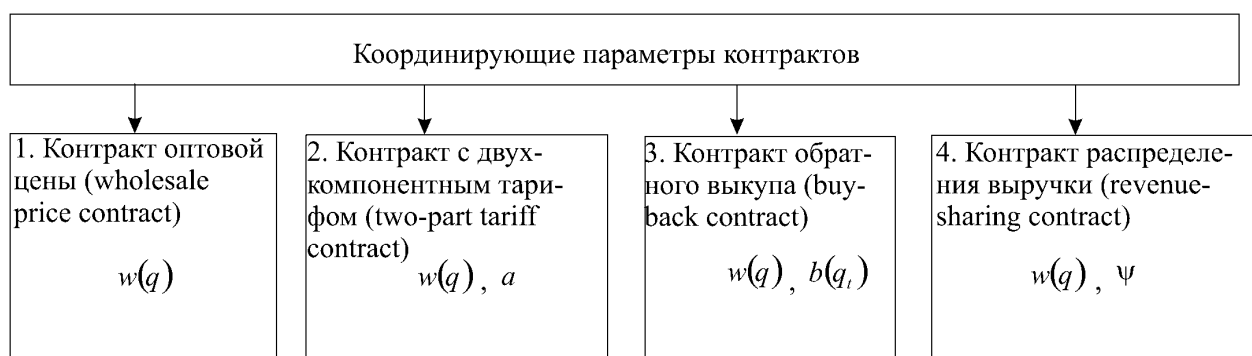


Рисунок 1.14 – Типы координирующих параметров контрактов

Примечание – Разработано автором.

Координирующий параметр – это такой компонент, одновременно присутствующий в функциях полезности поставщика и ритейлера, изменение которого в определенных диапазонах приводит к увеличению функции полезности одного из секторов цепи поставок и уменьшению функции

полезности другого сектора.

Очевидно, диапазоны изменения координирующего параметра образуют множество Парето, т.е. если обозначить этот параметр символом x (будем считать, что x является положительным вещественным числом, $x \in \mathbf{R}^+$), то можно записать согласно подходу Т. Кумпанса [79]:

$$\Pi = \left\{ x^* \in \mathbf{R}^+ \mid \exists x \in \mathbf{R}^+ : \pi_i(x) \geq \pi_i(x^*), i = s, r, x \neq x^* \right\}, \quad (1.9)$$

где Π – множество Парето, x^* – эффективные (не улучшаемые) по Парето значения x .

Другими словами, эффективными (не улучшаемыми) по Парето являются такие допустимые значения x^* , которые не доминируются другими допустимыми значениям с точки зрения всей совокупности критериев.

Во всех описанных контрактах «поставщик-ритейлер», особенно в контракте распределения выручки, возникает проблема торга (дележа), если в системе не существует равновесия в доминантных стратегиях, т. е. в соответствии с максимизацией прибыли всех фирм. Эта проблема была решена на основе арбитражной схемы Нэша [94]. Также если равновесие в доминантных стратегиях не существует, то ставится задача нахождения Парето-множества. Изначально отношения между фирмами в системе «поставщик-ритейлер» предполагаются как взаимодействия между равноправными агентами, может рассматриваться также игра Штакельберга [77], т. е. в общем случае анализируемые контракты инвариантны к роли лидера по Штакельбергу любого из агентов.

Многопараметрические контракты в цепях поставок. В контракте оптовой цены действует один координирующий параметр – оптовая цена w . В контрактах обратного выкупа и распределения выручки мы сталкиваемся с двумя координирующими параметрами, один из которых по-прежнему $w(q)$, а другой либо $b(q_i)$ в контракте обратного выкупа, либо ψ в контракте распределения выручки.

Другие типы контрактов, встречающиеся в литературе по координации цепей поставок, характеризуются увеличением числа координирующих параметров. В частности, могут возникать различного рода количественно-адаптивные контракты.

Контракт с гибкой ценой (контракт с количественным дисконтом, quantity discount contract), при котором оптовая цена может рассматриваться как функция объема продаж, т.е. $w(q)$, а именно, с увеличением объема поставки оптовая цена снижается; разновидностью этого типа гибкого контракту является зависимость цены от товарного разнообразия, т.е. от количества наименований товаров в ассортименте [8, 76, 105].

Контракт с плавающим объемом (quantity flexibility contract), при действии которого товарный остаток ритейлера выкупается поставщиком по оптовой цене, т.е. $b = w$.

Контракт с плавающим тарифом обратного выкупа (buy-back flexibility contract), в котором тариф зависит от товарного остатка [62], т.е. $b(q_t)$, а указанная зависимость, в свою очередь, обусловлена динамикой конечного спроса [111].

Таким образом, в количественно-адаптивных контрактах координация цепей поставок требует решения задачи оптимального выбора нескольких параметров, и возникает иерархия задач с повышением уровня сложности (рисунок 1.15):

- 1) двухпараметрическая задача с оптимизируемыми параметрами q , w , или q , b , или q , ψ ;
- 2) многопараметрическая задача с оптимизируемым параметром q и оптимизируемыми функциями $w(q)$, или $b(q_t)$, или $\psi(q)$;
- 3) многопараметрическая задача с оптимизируемым параметром q и кортежем оптимизируемых функций $\{w(q), b(q_t), \psi(q)\}$.

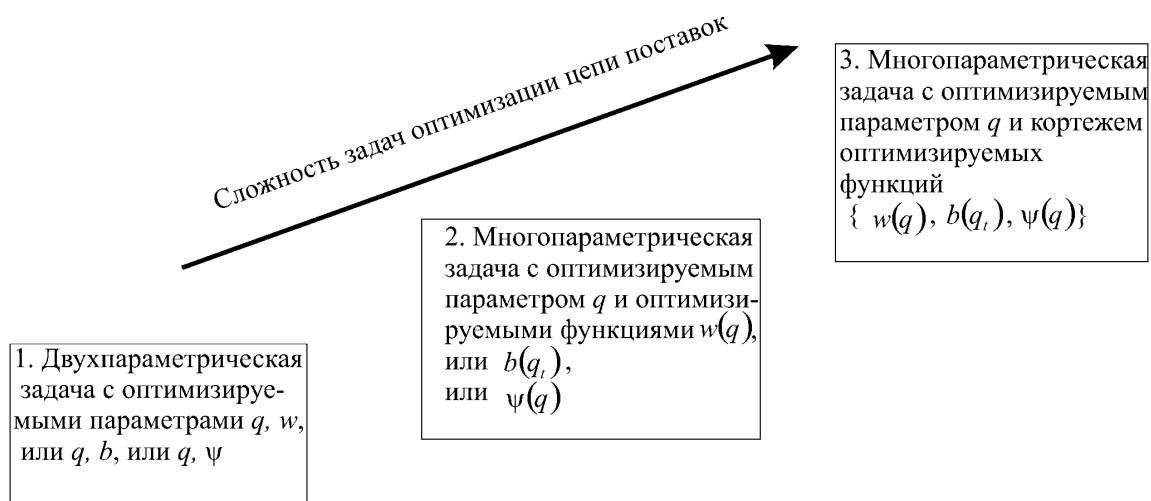


Рисунок 1.15 – Иерархия задач оптимизации цепи поставок

Примечание – Разработано автором.

В рамках представленной иерархии сложность задач управления цепью поставок возрастает вследствие поэтапного приближения рассматриваемой модели к описанию реального объекта управления. Иначе говоря, наиболее сложные типы моделей 2 и 3 точнее выражают параметры реальных контрактов, поскольку экономическая практика предусматривает зависимости тарифных параметров контрактов от их объемных характеристик.

В процессе обобщения моделей контрактов поставки необходимо учитывать не только дифференциацию контрактов по типу координирующего параметра, но и разнообразие контрактов, обусловленное количественными характеристиками потоков поставок между участниками контрактов.

Количественные характеристики цепей поставок приводят к следующим классификациям (рисунок 1.16):

1) в соответствии с критерием числа агентов цепи поставок можно выделить двухагентные цепи, в которых задействованы один поставщик и один ритейлер, а также мультиагентные цепи, в которых участвуют несколько поставщиков или несколько ритейлеров;

2) согласно критерию числа каналов товародвижения различают

одноканальные цепи, в которых товар распространяется от поставщика к покупателю только через канал ритейлера, и двухканальные цепи поставок.

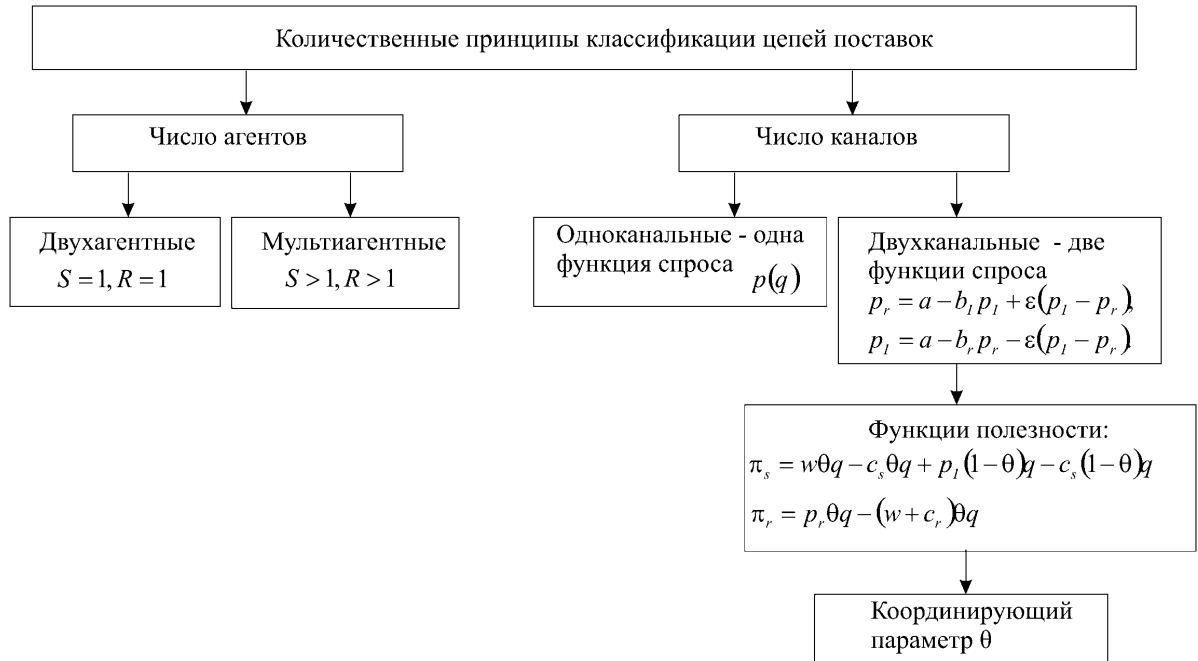


Рисунок 1.16 – Количественные принципы классификации цепей поставок

Примечание – Разработано автором.

Двухканальная цепь поставок возникает в случае [68, 75, 91, 109], если поставщик наряду с первым каналом продажи через ритейлера использует второй канал продажи товаров в сети Интернет, в котором цена того же товара p_l отличается от цены реализации ритейлера p_r , т.е. возникает дифферент $p_r \neq p_l$. Поэтому в этом случае функция спроса является комбинированной, соответствующей монополистической конкуренции между каналами:

$$\begin{aligned} q_r &= A - b_l p_l + \varepsilon(p_l - p_r), \\ q_l &= A - b_r p_r + \varepsilon(p_r - p_l). \end{aligned} \quad (1.10)$$

В этом случае в состав параметров состояния (внешней среды) вертикальной системы цепи поставок, помимо функции издержек поставщика, входят такие характеристики, как:

– перекрестная ценовая эластичность ε , выражающая зависимость цены в одном из каналов поставки от объема продаж в другом канале, которая характеризует ценовую конкуренцию между каналами;

– коэффициенты суммарной по каналам функции спроса на товар A, b_r, b_l .

В двухканальной системе продаж дополнительным параметром управления, который выбирается поставщиком, является коэффициент θ , характеризующий распределение товародвижения между каналами; тогда целевые функции поставщика и ритейлера имеют вид:

$$\pi_s = w\theta q - c_s\theta q + p_l(1-\theta)q - c_s(1-\theta)q, \quad (1.11)$$

$$\pi_r = p_r\theta q - (w + c_r)\theta q. \quad (1.12)$$

Анализ различных типов контрактов между поставщиком и ритейлером, используемых в экономической практике, приводит к следующим выводам.

Контракт фиксированной оптовой цены является наиболее простым типом организации взаимодействия поставщика и ритейлера, непосредственно отражающим простую сделку купли-продажи без каких-либо дополнительных условий. Развитием этого базового механизма выступает контракт с двухкомпонентным тарифом, отражающим большую рыночную силу поставщика по сравнению с ритейлером, вынужденным платить первому дополнительный бонус за участие в контракте. Контракт распределения выручки также расширяет возможности проявления повышенной рыночной власти поставщика, вынуждающего ритейлера не только компенсировать поставщику оптовую цену, но и поступаться частью своей выручки.

Контракт обратного выкупа, наоборот, отражает превышение рыночной силы ритейлера над силой поставщика, поскольку первый обязан выкупать нереализованный остаток товара, т.е. дополнительные расходы несет поставщик.

Количественно-адаптивные контракты постулируют возможности корректив превалирования рыночной силы одной стороны контракта на силой другой стороны в зависимости от реального эффекта взаимодействий.

Так, контракт с гибкой ценой стимулирует ритейлера повышать темпы продаж, в результате чего его платеж поставщику снижается. Контракт с плавающим тарифом обратного выкупа, наоборот, стимулирует поставщика производить более качественный товар, вследствие чего товарный остаток снижается и уменьшается тариф выкупа, т.е. платеж ритейлеру.

Таким образом, координирующими параметрами контактов могут выступать следующие характеристики: оптовая цена $w(q)$; коэффициент двухкомпонентного тарифа a ; тариф обратного выкупа $b(q_i)$; параметр распределения выручки $\psi(q)$.

В целом следует отметить, что достоверность модели управления цепью поставок повышается с ростом числа и расширением многообразия координирующих параметров, но вместе с этим возрастает сложность оптимизационных моделей, все более приближающихся к реальным процессам экономических взаимодействий в системе «поставщик-ритейлер».

1.3 Современное состояние теории управления цепями поставок

В отечественной литературе, как свидетельствует обзор Д.А. Новикова и А.В. Лысакова [43], проблеме управления цепями поставок уделялось относительно мало внимания. Причина этого упущения видится в том, что в период наиболее бурного развития теории контрактов, в 1970-е годы, в СССР взаимодействия сферы производства и сферы торговли регулировались системой плановой экономики. Подавляющее большинство исследований сконцентрировано на аналогичной проблеме взаимодействий «поставщик-заказчик», которые рассматривались как иерархическая игра «центр-агент». Игра [18], в которой имеющий преимущество первого хода центр (ведущий игрок, лидер) может сообщить ведомому игроку (агенту) своё действие, или постоянную стратегию, называется игрой Гермейера Γ_1 , а если центр сообщает агенту стратегию с обратной связью по управлению ведомого, то

рассматривается игра Гермейера Γ_2 . В англоязычной литературе в указанных случаях используются термины «игра Штакельберга» (лидерство по Штакельбергу) и «обратная игра Штакельберга», а решение игры Γ_1 называется равновесием Штакельберга.

Сравнительный анализ российского и зарубежного подходов к теоретико-игровой трактовке проблемы взаимодействий в цепях поставок представлен на рисунках 1.17-1.19.

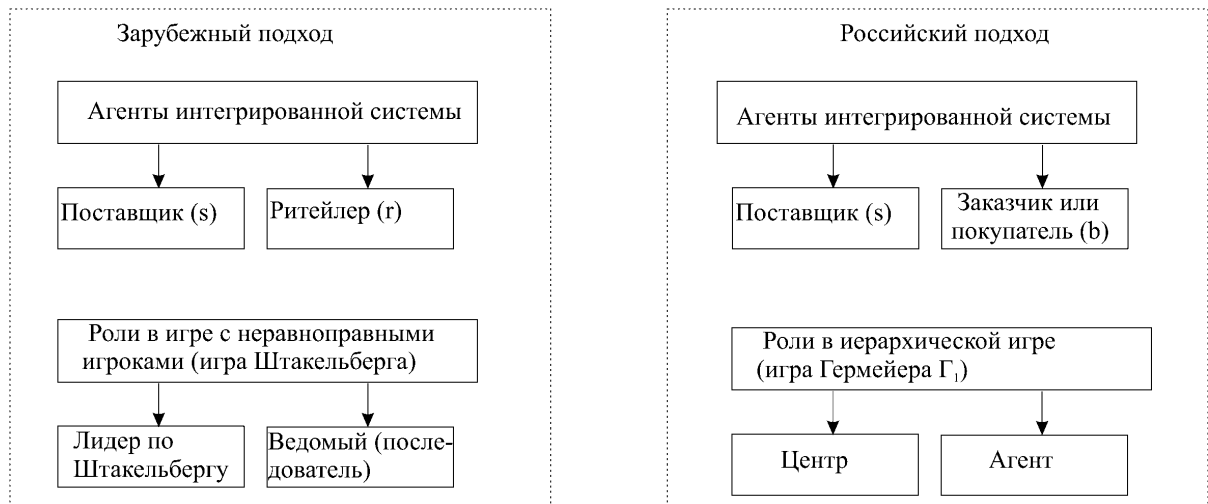


Рисунок 1.17 – Терминология в двухагентной системе (сравнительный анализ российского и зарубежного подходов)

Примечание – Составлено автором на основе [18], [43].

В частности (рисунок 1.17), различие в трактовке агентов взаимодействий обусловлено тем, что специфические интересы ритейла с выделением его как особого агента, определились в российской экономике относительно недавно (в период, начиная с 2000-х годов) вследствие формирования крупных розничных торговых сетей. Ранее в российской экономике основным агентом, взаимодействующим с поставщиком, являлся заказчик или покупатель (которому соответствует индекс b от англ. buyer – покупатель), а розничная торговля, представленная мелкими продавцами, осуществляла вспомогательную функцию товародвижения, получая фиксированную торговую наценку, процент которой не зависел от специфики контракта поставки. Различие в наименованиях ролей в игре взаимодействий при контракте поставки является по сути

терминологическим, поскольку трактовка роли Центра, как лица, принимающего решения, практически совпадает с трактовкой лидера по Штакельбергу, как лица, делающего первый ход в игре; аналогично, агент и последователь – это фактически синонимы, отражающие подчиненную роль.

Следовательно, обособление в бизнес-процессе поставки товара фигуры ритейлера как игрока, имеющие специфические интересы и выполняющего самостоятельную функцию, представляет собой актуализацию более традиционной модели «поставщик-покупатель» применительно к современному уровню развития торговых отношений, когда розничные торговые сети благодаря своему масштабу могут оказывать влияние на условия контракта поставки. Более того, в некоторых случаях для крупных розничных торговых сетей при взаимодействиях с относительно мелкими поставщиками можно говорить о ритейлерах как о лидерах по Штакельбергу, т.е. играющих роль Центра, поскольку ритейлеры могут навязывать выгодные для них условия контракта поставки таким поставщикам.

Для формального сравнения зарубежного и российского подходов рассмотрим контракт с трансфертной ценой. Аналогом контракта с трансфертной ценой в работах российских исследователей является контракт с нормативом рентабельности ρ , при котором целевые функции поставщика (символ s) и заказчика, покупателя (символ b), получающего от исполнения контракта в объеме q полезность U имеют вид:

$$\pi_s = \rho c_s q, \quad (1.13)$$

$$\pi_b = U(q) - (1 + \rho)c_s q. \quad (1.14)$$

Кроме того, требует пояснения различие в трактовке области (множества) значений параметров управления контрактом (рисунок 1.18). В рамках научной школы В.Н. Буркова, Д.А. Новикова для проблемы «поставщик-заказчик» рассматривались вопросы [6] определения множества компромисса S (аналог вышеупомянутого множества Парето для координирующего параметра), охватывающего такие значения объема

поставки q^* , для которых

$$S = \{q^* \in \mathbf{R}^+ \mid \pi_b(q) = U(q) - (1 + \rho)c_s q \geq 0\}, \quad (1.15)$$

где функция $\pi_b(q)$ предполагалась вогнутой, а функция $\pi_s(q)$ – выпуклой (в данном случае, линейной). Поэтому существование (непустота) множества компромисса зависит от соотношения между полезностью покупателя U и рентабельностью поставщика: если полезность покупателя достаточно велика, чтобы компенсировать издержки поставщика с учетом его рентабельности, то будут существовать такие значения объема поставки, которые устраивают обе стороны контракта.

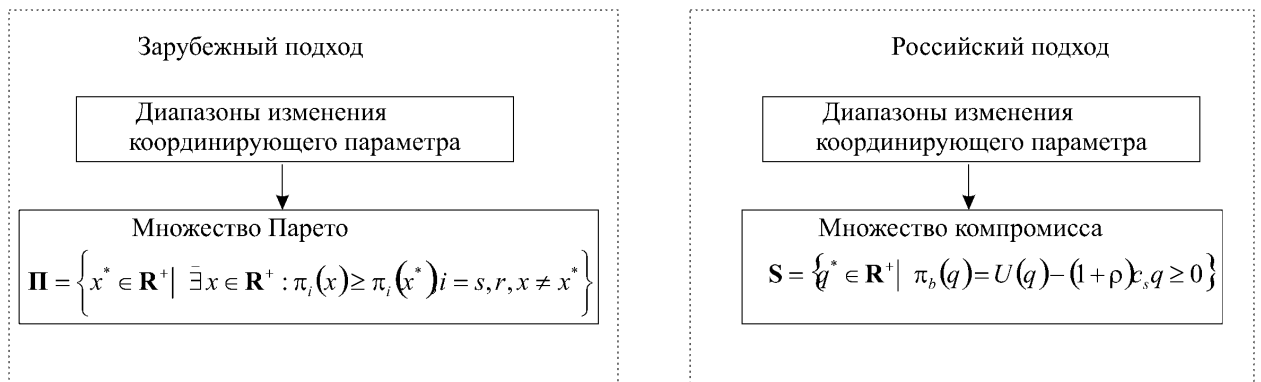


Рисунок 1.18 – Управление в двухагентной системе (сравнительный анализ российского и зарубежного подходов)

Примечание – Составлено автором на основе [79], [119].

Множество Парето включает в себя такие значения объема поставки, которые с позиций обеих сторон контракта являются компромиссными, т.к. прибыль одной из сторон при изменении объема поставки уменьшается, а другой – увеличивается. Поэтому множество Парето является более широким понятием, и, по существу, включает в себя множество компромисса.

Сравнительный анализ типов контрактов в российском и зарубежном подходах (рисунок 1.19) приводит к следующим выводам.

Контракт фиксированной оптовой цены идентичен контракту с нормативом рентабельности при выполнении условий

$$\rho = \frac{w - c_s}{c_s}, \quad U(q) = p(q)q, \quad (1.16)$$

которые означают, что рентабельность равна прибыли поставщика от продажи по оптовой цене, отнесенной к его издержкам, а полезность покупателя равна ожидаемому доходу от реализации товара последующему покупателю.

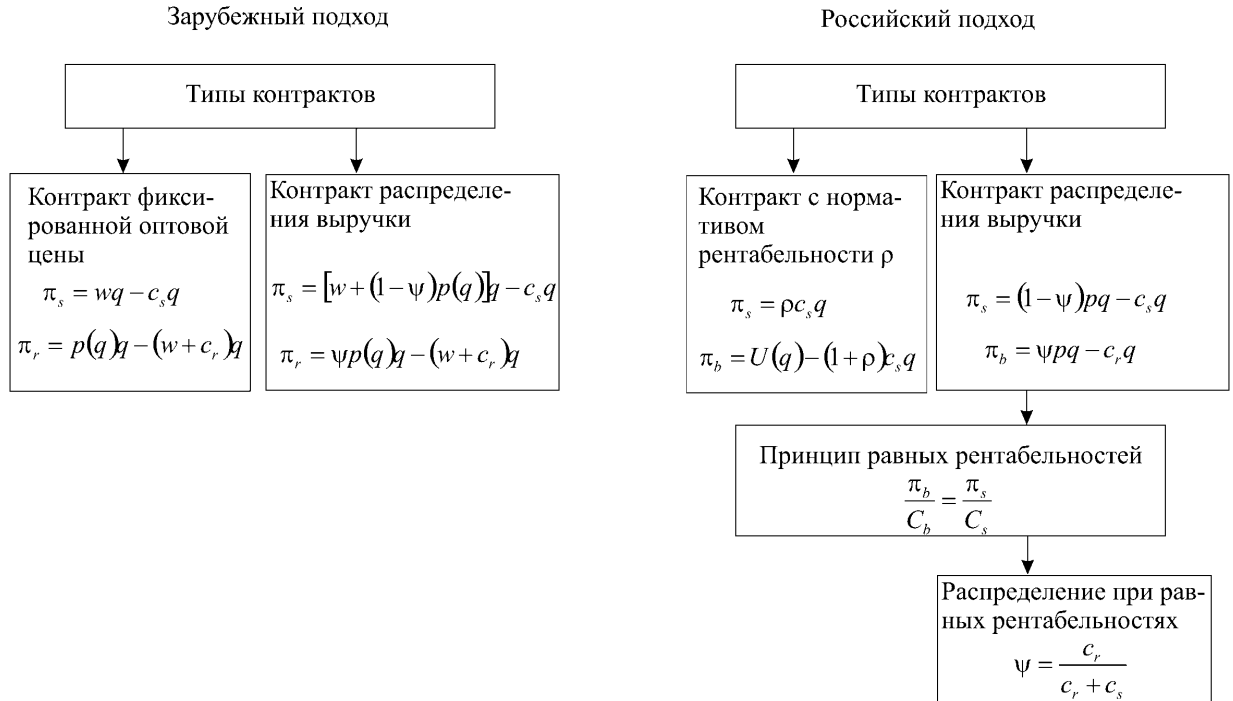


Рисунок 1.19 – Контракты в двуагентной системе (сравнительный анализ российского и зарубежного подходов)

Примечание – Составлено автором на основе [26], [59], [63], [65], [73].

Для контракта распределения выручки российские ученые предлагали справедливое распределение. Тем самым в работах В.Н. Буркова, Д.А. Новикова был сделан акцент на выбор единственного решения из множества компромисса S , для определения которого был предложен [7] принцип равных рентабельностей:

$$\frac{\pi_b}{C_b} = \frac{\pi_s}{C_s}, \quad (1.17)$$

где C_b, C_s – издержки заказчика и поставщика.

Из принципа равных рентабельностей для контракта с нормативом рентабельности следует:

$$\frac{U(q) - (1 + \rho)c_s q}{(1 + \rho)c_s q} = \frac{\rho c_s q}{c_s q} = \rho. \quad (1.18)$$

Принцип равных рентабельностей является естественным механизмом выбора координирующего параметра для контракта распределения выручки, если этот контракт сформулировать без учета оптовой цены:

$$\pi_s = (1 - \psi)pq - c_s q, \quad \pi_b = \psi pq - c_r q. \quad (1.19)$$

В этом случае по принципу равных рентабельностей запишем условие выбора ψ следующим образом:

$$\frac{(1 - \psi)pq - c_s q}{c_s q} = \frac{\psi pq - c_r q}{c_r q}, \quad (1.20)$$

откуда следует $(1 - \psi)\frac{p}{c_s} - 1 = \psi\frac{p}{c_r} - 1$, или $\psi = \frac{c_r}{c_r + c_s}$, т.е. распределение

выручки между игроками пропорционально доле издержек каждого игрока в суммарных издержках приводит к их равным рентабельностям.

Интересно отметить, что в наиболее представительном отечественном учебнике Д.А. Иванова [29] «Управление цепями поставок», а также в других учебных пособиях по данной тематике (например, Д.Ю. Воронова, Л.Ю. Бережная [13], П.П. Крылатков, М.А. Прилуцкая [38], Н.А. Ковалева, А.В. Гузенко [34]) вопросом экономико-математического моделирования и оптимизации цепей поставок вообще не уделяется внимания. Естественно, такое упущение обусловлено относительно узким кругом научных исследований в сфере экономико-математического моделирования операций ритейла.

Весомый вклад в развитие методов экономико-математического моделирования взаимодействий производителей и продавцов внес Иванов Д.Ю. В своих работах Иванов Д.Ю. совместно с Уваровой Л.А. [28, 50] разработал экономико-математические модели организации торгово-сбытовой деятельности производителя на маркетплейсе по схеме фулфилмента при обеспечении хранения товаров на складе маркетплейса, а также в случае продажи со склада продавца. Целевые функции поставщика сопоставляют выручку от продаж на онлайн-площадке и расходы на складирование, транспортировку, маркетинговое продвижение; определены

ограничения на количество продаваемых, хранящихся и изготавливаемых товаров, объем товаров на складе и рейтинг продавца на маркетплейсе.

Наряду с этим, Иванов Д.Ю. совместно с Верёвкиным Д.Н. [11] сформулировал в виде математической модели проблему выбора параметров системы поставок с учетом динамики объема производства и сформировал механизм управления процессом поставки в условиях ограниченного времени производственного процесса.

Караваева Е.Д. сформировала математическую модель минимизации логистических затрат при реализации товаров через маркетплейс [31], в которой сгруппированы затраты на упаковку товара перед передачей на склад маркетплейса, затраты на доставку товаров со склада маркетплейса до конечных покупателей, затраты на выплату торговой премии, затраты на хранение товара, затраты на выплату штрафов, связанных с нарушением требований к товару. В модели представлены ограничения на размер поставки, наложенное маркетплейсом, ограничение по остаткам товара на собственном складе, ограничения, связанные с грузоподъемностью и габаритами транспортных средств, ограничения по габаритам и весу паллеты.

Коллектив ученых в составе Березинца И.В., Зенкевича Н.А., Никольченко Н.К., Ручьевой А.С., Гладковой М.А. опубликовал серию статей, посвященных моделированию цепей поставок. В частности, исследована проблема интеграции цепей поставок на основе контракта с фиксированной оптовой ценой, и составлена модель такого контракта [42]. Разработана математическая модель координирующего контракта с обратным выкупом, включающая формулы ожидаемых прибылей цепи, поставщика и ритейлера в предположении о равномерном распределении спроса на товар [4]. Исследован распределительный тип координирующего контракта, описывающий разделение дохода в цепи поставок между поставщиком и ритейлером на примере киноиндустрии США, который позволяет мотивировать всех участников к достижению максимального общего дохода [26]. Рассмотрена проблема координации контракта с ретро-

бонусом для цепи поставок, состоящей из поставщика и ритейлера; ретро-бонус выражает вознаграждение, которое поставщик выплачивает ритейлеру за каждую единицу продукции, проданную сверх определенного целевого показателя продаж; сформированы модели ожидаемых прибылей участников взаимодействий [5].

Важно отметить, что сама сущность цепи поставок, объединяющей не менее двух агентов (поставщика и ритейлера), подразумевает противоречивость их интересов, вследствие чего приводит к многокритериальной задаче оптимизации. Тем не менее, в описанных выше исследованиях многокритериальная задача не рассматривалась и не ставилась цель найти решение этой сложной задачи. Поэтому уделим внимание современным подходам к многокритериальной оптимизации.

Методы решения многокритериальных задач ориентированы на выбор некоторого компромиссного решения из множества неулучшаемых по Парето альтернатив (множества Парето), определение которого было представлено ранее. Множество Парето в двухкритериальной задаче включает в себе такие альтернативы, для каждой из которых невозможно увеличить значение одного критерия без уменьшения значения другой критерия. Для выбора компромиссного решения зачастую используются методы агрегирования критериев, в которых выбор компромиссного решения осуществляется по максимуму взвешенной суммы критериев задачи [2, 25, 40, 46, 54, 55]. Кроме того, нередко применяется метод ведущего или главного критерия, называемый также методом последовательных уступок, когда единственная альтернатива выбирается путем максимизации одного критерия при ограничении на другой критерий [3, 37, 39]. Этот метод имеет теоретическое обоснование в виде метода максимина, в котором единственная альтернатива соответствует максимуму наименьшего из двух критериев [12]. Аналогичный смысл имеет процедура выбора компромиссного решения по минимуму относительных потерь критериев [41].

Обобщая рассмотренные публикации, можно сделать вывод о недостаточности методологической базы разработки стратегий управления ритейлом в современной российской науке и необходимости совершенствования методов и моделей оптимизации применительно к проблеме выбора стратегий экспансии розничных торговых сетей. В частности, актуальной проблемой является разработка математического инструментария оценки оптимального размера сети торговых точек в случае многоцелевого подхода к планированию рыночной экспансии.

Выводы и результаты по главе 1.

Анализ развития крупных розничных торговых сетей позволил выявить следующие ключевые тенденции:

- возрастание роли розничных торговых сетей в обороте розничной торговли российской экономики в целом;
- географическая экспансия розничных торговых сетей, выражающаяся в увеличении количества торговых точек;
- тенденция повышения концентрации рынка розничной торговли в РФ;
- стабильно возрастающий тренд выручка крупнейших ритейлеров X5 Group и Магнит и опережающий рост выручки X5 Group по сравнению с ритейлером Магнит;
- рост численности сотрудников ритейлеров X5 Group и Магнит сопровождался ростом производительности труда;
- тенденции различия трендов фондоотдачи ритейлеров X5 Group и Магнит, которое выражается в стабильном повышении фондоотдачи X5 Group и неоднократном понижении фондоотдачи Магнит на фоне наращивания основных средств;
- тренд прямой пропорциональности выручки и числа магазинов в сети является основанием стратегии рыночной экспансии ритейлеров X5 Group и Магнит.

Исследование теоретических основ организации бизнес-процессов ритейлера привело к следующим выводам:

– основной бизнес-процесс сетевого ритейлера моделируется с помощью цепи поставок, координация которой требует оптимального управления;

– анализ различных типов контрактов поставщика и ритейлера показывает, что равновесное состояние цепи поставок достигается за счет выбора системы координирующих параметров;

– сложность задач управления цепью поставок возрастает вследствие поэтапного приближения рассматриваемой модели к описанию реального объекта управления.

Оценка современного состояния теории управления цепями поставок продемонстрировала следующие особенности:

– в отечественной литературе по вопросам теории управления аналогом взаимодействий поставщика и ритейлера в цепи поставок являлась иерархическая игра «центр-агент» преимущественно для производственных предприятий, для которых эти роли играли заказчик и поставщик;

– в современных исследованиях не учитывалась противоречивость интересов поставщика и ритейлера, вследствие чего управление цепью поставок не рассматривалось как многокритериальная задача;

– существует необходимость совершенствования методов и моделей оптимизации применительно к проблеме выбора стратегий экспансии розничных торговых сетей.

ГЛАВА 2 РАЗРАБОТКА МОДЕЛЕЙ И ОПТИМАЛЬНЫХ МЕХАНИЗМОВ РАСШИРЕНИЯ РЫНКОВ ТОРГОВЫХ СЕТЕЙ

Глава посвящена проблеме оптимизации управления в цепях поставок, моделирующих взаимодействия поставщика (производителя) товара и ритейлера, организующего розничную продажу этого товара конечным покупателям. Поскольку в экономической практике контракты в цепи поставок зачастую являются многопараметрическими, то в зависимости от типа контракта сторонам необходимо осуществлять оптимальный выбор различных параметров. Кроме того, цепь поставок нередко является двухканальной, в которой поставка товаров конечному покупателю организована не только через ритейлеров, но через канал прямых продаж, например, в сети Интернет. Это приводит к проблеме многообразия задач управления цепями поставок, требующих для своего решения различных подходов. На основе анализа различных типов контрактов поставки разработана обобщенная модель оптимизации двухканальной цепи поставок для всех типов контрактов.

Наряду с этими, в главе проводится исследование технологии организации бизнес-процесса ритейлера с целью обоснованного выбора стратегии рыночной экспансии, на основе которого определяется масштаб экспансии как целевое значение состава розничной сети. Формируется модель оптимизации рыночной экспансии в виде двухкритериальной задачи, включающей прибыль и выручку как целевые функции; решение задачи позволяет опередить оптимальный масштаб экспансии при различных видах бизнес-процессов ритейлера. Анализирует структура множества Парето сформулированной двухкритериальной задачи, определяются границы этого множества, и предлагается метод выбора единственного решения, определяющего стратегию экспансии ритейлера.

Также исследуется специфика рынка коммерческой недвижимости торговых площадей или девелопмента, который рассматривается как рынок

совершенной конкуренции. Для этого типа рынка торговых площадей разрабатывается математический инструментарий выбора оптимальной стратегии экспансии. Совместный анализ модели оптимизации рыночной экспансии ритейлера и модели поведения девелопера позволяет сформировать механизм выбора параметров их взаимодействия для комплексной реализации вспомогательного бизнес-процесса ритейлера, охватывающего обеспечение торговыми площадями.

2.1 Обобщенная модель оптимизации управления в мультиагентной и многоканальной цепи поставок

Цепь поставок представляет собой устойчивую систему рыночных взаимодействий между поставщиком (производителем товара) и ритейлером (розничным продавцом), осуществляющим реализацию товара конечному покупателю (домохозяйствам). Поэтому цепь поставок можно рассматривать как микроячейку всеобъемлющего процесса установления общего равновесия в экономике [45, 53], балансирующего интересы производителей и домохозяйств через посредство сектора розничной торговли.

Теория игр рассматривает главных действующих лиц цепи поставок – поставщика и ритейлера – как игроков, оптимизирующих свои функции полезности (прибыли). Поэтому проблема управления цепью поставок неизбежно приводит к оптимизационным моделям, т.е. относится к задачам оптимального управления в экономике [30].

Кроме того, очевидная противоречивость интересов поставщика и ритейлера как игроков относит эту проблему к теории некооперативных игр [18, 93], в которых необходимо искать решение на основе оптимизации нескольких целевых функций.

Экономическая теория управления цепями поставок за последние десятилетия создала обширный корпус оптимизационных моделей, разнообразие которых вытекает, во-первых, из существования целого ряда

формальных структур экономических отношений поставщика и ритейлера, зафиксированных в контрактах поставки различных типов, и, во-вторых, из появления новых форм экономической деятельности, таких как электронная коммерция [101] или «зеленая» экономика [64].

В связи с этим исследования особенностей организации контрактных отношений в цепях поставок и обобщения этих характеристик относятся к важнейшим проблемам современной экономики.

Проблема разработки обобщенной модели

Типология контрактов поставки predetermined экономической практикой взаимоотношений поставщика и ритейлера и приводит к целостной системе возможных организационных механизмов оформления этих отношений (рисунок 1.13). В дальнейшем используются следующие обозначения:

s – поставщик;

r – ритейлер;

w – оптовая (трансфертная) цена;

π_s, π_r – целевые функции (функции прибыли) поставщика и ритейлера, соответственно;

c_s, c_r – удельные (на единицу товара) издержки поставщика и ритейлера;

$p(q)$ – обратная функция спроса на товар, реализуемый по цене p в количестве q ;

a – постоянная часть тарифа, не зависящая от объема продаж;

b – платеж поставщика ритейлеру за единицу непроданного остатка товара;

q_t – количество непроданного товара на конец периода t ;

ψ – доля от объема продаж конечным покупателям, причитающаяся ритейлеру;

θ – доля от объема поставки, реализованная через канал ритейлера.

Детальный анализ контрактов, для которых целевые функции сторон представлены на рисунке 1.13, проведен в первой главе и в работе [19].

Структура существующих в экономической практике контрактов поставки устроена таким образом, что равновесие взаимодействий поставщика и ритейлера достигается за счет компромиссного выбора одного или нескольких параметров из следующего множества:

$$\{w, a, b, \psi\}. \quad (2.1)$$

В дальнейшем будем называть параметром управления контрактом или координирующим параметром такой элемент контракта, фигурирующий в целевых функциях поставщика и ритейлера, который имеет следующее свойство: чувствительность целевой функции одной стороны контракта к некоторой вариации этого параметра положительна, а целевой функции другой стороны – отрицательна.

Многообразие координирующих параметров обуславливает представленный на рисунке 1.13 широкий спектр контрактов поставки и вызывает необходимость разработки уникальных методов оптимизации для каждого типа контракта.

В процессе обобщения моделей контрактов поставки необходимо учитывать не только дифференциацию контрактов по типу координирующего параметра, но и разнообразие контрактов, обусловленное количественными характеристиками потоков поставок между участниками контрактов.

Количественные характеристики цепей поставок приводят к классификации по критерию числа каналов товародвижения, с учетом которого различают одноканальные цепи, когда товар распространяется от поставщика к покупателю только через канал ритейлера, и двухканальные цепи поставок, в которых поставщик использует второй канал продажи товаров в сети Интернет.

В результате экономическая практика привнесла в теорию цепей поставок еще одну сложность – различие моделей контрактов

одноканального и двухканального типов.

Поэтому унификация моделей взаимодействий поставщика и ритейлера на основе редукции различных типов контрактов к некоторому обобщенному виду (метаконтракту), в котором агрегированы все координирующие параметры и каналы поставки, является актуальной проблемой. Решение этой проблемы будет способствовать созданию единого метода выбора оптимальной схемы взаимодействий участников контракта. Таким образом, в данном разделе ставится цель формулировки обобщенной модели оптимизации взаимодействий в цепи поставок на основе анализа специфики и свойств контрактов различных типов.

Методология разработки обобщенной модели

Формирование контрактных отношений между поставщиком и ритейлером берет начало из состояния неструктурированного рынка некоторого товара, спрос конечного покупателя на который побуждает ритейлера предъявлять заказ на производство этого товара поставщику. Поэтому изначально конечный покупатель может приобретать этот товар как непосредственно у поставщика, так и у ритейлера, который, в свою очередь, может покупать товар у различных поставщиков, не устанавливая с ними устойчивых контрактных отношений. Следовательно, ограничения, зафиксированные в контракте поставки, приводят к появлению структурированного рынка и должны по идее обеспечивать положительные эффекты обеим сторонам контракта.

Таким образом, отношения, зафиксированные в контракте «поставщик-ритейлер», необходимо сравнить с состоянием свободного рынка данного товара. Поэтому, существует два возможных способа организации вертикальных рыночных связей (рисунок 2.1):

1) неинтегрированная система отношений «поставщик-ритейлер», предусматривающая однократные поставки от различных поставщиков различным ритейлерам;

2) интегрированная система отношений «поставщик-ритейлер»,

оформленная в виде долговременного контракта поставки между определенными поставщиком и ритейлером.

Рассмотрим вначале индивидуальные модели поведения игроков (поставщика и ритейлера) на рынке некоторого товара, которые не интегрированы в вертикальную систему и потенциально могут взаимодействовать через один канал цепи поставок. Иначе говоря, описывается неинтегрированная система (обозначена символом «0»), в которой игроки могут свободно выбирать и менять контрагентов, т.е. по существу агентами такой системы являются не конкретные фирмы, а секторы поставки и ритейла в целом. Введем целевые функции производственного и торгового секторов $\pi_i^0, i = s, r$ в следующем виде:

$$\pi_i^0 = P_i^0(q)q - C_i^0(q), i = s, r. \quad (2.2)$$

Предположим, что цена в i -м секторе P_i является невозрастающей функцией объема продаж q , а функция издержек C_i каждого сектора возрастающая по q , т.е.:

$$P_{iq}' \leq 0, C_{iq}' > 0, i = s, r. \quad (2.3)$$

Предположение (2.3) адекватно реальности, т.к. убывающая функция цены от объема продаж соответствует закону спроса А. Маршалла, а возрастающие функции издержек фирм отражают кумулятивную сущность издержек.

Предположение (2.3) гарантирует унимодальность функции полезности (2.2) каждого сектора, т.е. существование оптимальных решений задач каждого из секторов цепи поставок:

$$\max_{q \geq 0} \pi_i^0 = P_i^0(q)q - C_i^0(q), i = s, r. \quad (2.4)$$

Далее рассмотрим интегрированную систему (соответствующие параметры обозначены без символа «0»), в которой каждый поставщик выбрал конкретного ритейлера и канал поставки, и каждый ритейлер сделал соответствующий выбор, после чего все игроки заключили контракты

поставок.

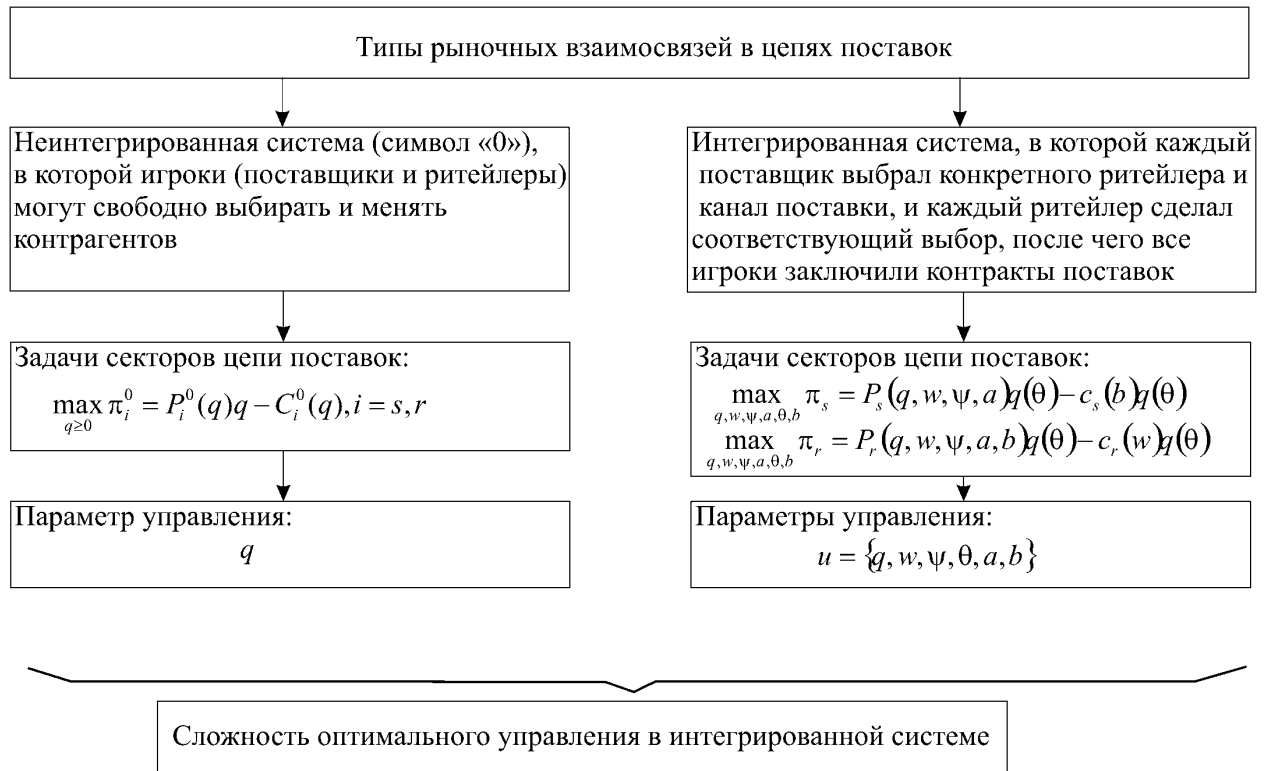


Рисунок 2.1 – Концепция оптимизации двухсекторной двухканальной цепи поставок

Примечание – Разработано автором.

Как показал предшествующий анализ, вектор координирующих параметров в контракте поставки имеет следующий вид:

$$\{w, a, b, \psi, \theta\}. \quad (2.5)$$

Наряду с этими параметрами, которые стороны контракта (поставщик и ритейлер) выбирают в процессе переговоров, приходя к компромиссу, ключевую роль в бизнес-процессе продажи товаров покупателям играет объем продаж q . Оптимальное значение объема продаж выбирает ритейлер, базируясь на характеристиках рынка, т.е. на кривой рыночного спроса, а также с учетом других параметров контракта. Следовательно, в агрегированном виде вектор параметров управления \mathbf{u} для контракта поставки можно представить следующим образом:

$$\mathbf{u} = \{q, w, \psi, \theta, a, b\}. \quad (2.6)$$

С учетом этого вектора параметров управления модель поведения

агентов в интегрированной системе «поставщик-ритейлер» имеет следующий общий вид:

$$\max_{\mathbf{u} \geq 0} \pi_i = P_i(\mathbf{u})\mathbf{q} - C_i(\mathbf{u}), i = s, r. \quad (2.7)$$

Отметим, что в этой модели форма функций цены и издержек поставщика и ритейлера $P_i(\mathbf{u}), C_i(\mathbf{u})$ принципиально отличается от формы соответствующих функций в модели (2.4) $P_i^0(q), C_i^0(q)$, поскольку функции $P_i(\mathbf{u}), C_i(\mathbf{u})$ учитывают не только зависимость цены и издержек агентов от объема продаж q , но и от координирующих параметров $\{w, a, b, \psi, \theta\}$. В связи с этим дальнейшие этапы разработки обобщенной модели интегрированной системы предусматривают определение конкретных видов функций $P_i(\mathbf{u}), C_i(\mathbf{u})$.

Обобщенная модель двухагентной и двухканальной цепи поставок

Сформулируем модель двухсекторной (сектор поставщика s и сектор ритейлера r) двухканальной (канал ритейлера r и канал сети Интернет I) цепи поставок. В такой цепи взаимодействуют два агента (поставщик и ритейлер), и поставщик продает товар конечному покупателю через два канала – канал ритейлера и канал сети Интернет. Для этой модели определим следующие обобщенные векторы.

Обобщим объемы продаж через различные каналы, а также иные объемные характеристики товарного потока в виде вектора объемов поставок, в котором декомпозирован общий объем поставки q в зависимости от распределения товародвижения между каналами:

$$\mathbf{q}(\theta) = \begin{bmatrix} q_r \\ q_I \\ 1 \\ q_i \end{bmatrix}, \quad (2.8)$$

где $q_r = \theta q$ – часть суммарного объема продаж поставщика, которую он реализует через канал ритейлера;

$q_I = (1 - \theta)q$ – часть суммарного объема продаж поставщика, которую

он реализует через канал в сети Интернет;

θ – коэффициент распределения товародвижения между каналами, причем при $\theta=0$ товар полностью реализуется в сети Интернет, а при $\theta=1$ товар полностью продается через ритейлера.

В структуре вектора $\mathbf{q}(\theta)$ элемент 1 использован для выражения двухкомпонентного тарифа с константой a , компонент q_i является остатком товара на конец периода и соответствует контракту обратного выкупа.

Обобщенная ценовая характеристика контракта со стороны поставщика имеет вид вектора цен поставщика, зависящий от оптовой цены w , константы двухкомпонентного тарифа a и параметра распределения выручки ψ :

$$\mathbf{P}_s(q, w, \psi, a) = \begin{bmatrix} w + (1 - \psi)p_r(q) \\ p_l(q) \\ a \\ 0 \end{bmatrix}, \quad (2.9)$$

где $p_r(q)$, $p_l(q)$ – обратные функции спроса при продажах через канал ритейлера и через канал Интернет, соответственно.

В структуре вектора цен поставщика элемент $w + (1 - \psi)p_r(q)$ отражает сумму, который получает поставщик за единицу проданного товара через канал ритейлера в рамках контрактов оптовой цены и распределения выручки; элемент $p_l(q)$ показывает сумму дохода поставщика от единицы товара, реализованного через канал Интернет; элемент a соответствует доходу поставщика при контракте двухкомпонентного тарифа; элемент 0 относится к контракту обратного выкупа.

Обобщенную систему цен для стороны ритейлера представим в виде следующего вектора цен ритейлера:

$$\mathbf{P}_r(q, w, \psi, a, b) = \begin{bmatrix} \psi p_r(q) \\ 0 \\ -a \\ b \end{bmatrix}. \quad (2.10)$$

В структуре вектора цен ритейлера элемент $\psi p_r(q)$ показывает сумму, которую получает ритейлер от продажи единицы товара в случае контракта распределения выручки; элемент 0 соответствует отсутствию дохода ритейлера при продаже товаров через канал Интернет; элемент $-a$ означает фиксированную часть в контракте двухкомпонентного тарифа; элемент b показывает ставку в контракте обратного выкупа.

Далее введем обобщенный вектор удельных издержек поставщика:

$$\mathbf{c}_s(b) = \begin{bmatrix} c_s \\ c_s \\ 0 \\ b \end{bmatrix}, \quad (2.11)$$

где первые два элемента одинаковы и равны издержкам поставщика на единицу товара c_s , поскольку независимо от рассматриваемого канала товародвижения (канал ритейлера и канал сети Интернет) в векторе объемов $\mathbf{q}(\theta)$, поставщик несет на единицу товара одну и ту же сумму издержек; третий элемент 0 позволяет выразить контракт двухкомпонентного тарифа; четвертый элемент b показывает платеж поставщика ритейлеру в контракте обратного выкупа.

Наконец, представим обобщенно вектор удельных издержек ритейлера:

$$\mathbf{c}_r(w) = \begin{bmatrix} w + c_r \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \quad (2.12)$$

где первый элемент $w + c_r$ выражает издержки ритейлера на единицу товара, которые во всех типах контрактов состоят из оптовой цены w и собственных издержек ритейлера c_r ; остальные элементы введены для моделирования с помощью обобщенного вектора поставок $\mathbf{q}(\theta)$ других типов контрактов.

Проведем анализ предложенных обобщенных векторов.

Из анализа первого элемента векторов цен \mathbf{P}_s , \mathbf{P}_r следует, что если рассматривается только контракт оптовой цены без распределения выручки,

то $\psi=1$. Анализ третьего элемента векторов цен $\mathbf{P}_s, \mathbf{P}_r$ показывает, что если тариф однокомпонентный, то соответствующий параметр принимает значение $a=0$. Анализ четвертого элемента векторов цен $\mathbf{P}_s, \mathbf{P}_r$ говорит о том, что в случае отсутствия в контракте условия обратного выкупа товара параметр этого пункта имеет значение $b=0$. Анализ обобщенных векторов издержек $\mathbf{c}_s(b), \mathbf{c}_r(w)$ также свидетельствует о том, что без учета условия обратного выкупа товара параметр $b=0$.

Поэтому предложенная система обобщенных векторов $\mathbf{q}(\theta), \mathbf{P}_s(q, w, \psi, a), \mathbf{P}_r(q, w, \psi, a, b), \mathbf{c}_s(b), \mathbf{c}_r(w)$ охватывает параметры всех типов контракта поставки, описанные выше. Важно отметить, что аргументами этих векторов являются определенные компоненты вектора параметров управления $\mathbf{u} = \{q, w, \psi, \theta, a, b\}$, следовательно, можно выделить составные части контракта, на которые влияют те или иные параметры управления.

С учетом введенных обобщенных векторов объемов поставки, цен и издержек целевые функции полезности производственного и торгового секторов $\pi_i, i = s, r$ представляются в следующем векторном виде:

$$\pi_s = \mathbf{P}_s(q, w, \psi, a)\mathbf{q}(\theta) - \mathbf{c}_s(b)\mathbf{q}(\theta), \quad (2.13)$$

$$\pi_r = \mathbf{P}_r(q, w, \psi, a, b)\mathbf{q}(\theta) - \mathbf{c}_r(w)\mathbf{q}(\theta). \quad (2.14)$$

Поэтому можно записать задачи оптимизации секторов в интегрированной системе:

$$\max_{q, w, \psi, a, \theta, b} \pi_s = \mathbf{P}_s(q, w, \psi, a)\mathbf{q}(\theta) - \mathbf{c}_s(b)\mathbf{q}(\theta), \quad (2.15)$$

$$\max_{q, w, \psi, a, \theta, b} \pi_r = \mathbf{P}_r(q, w, \psi, a, b)\mathbf{q}(\theta) - \mathbf{c}_r(w)\mathbf{q}(\theta). \quad (2.16)$$

Сравнение этих моделей с моделями (2.4) приводит к очевидному выводу: задача управления цепью поставок в интегрированной двухсекторной двухканальной системе с контрактами значительно усложняется по сравнению с задачей управления цепью поставок в неинтегрированной системе, поскольку при интеграции необходимо определить многокомпонентный вектор параметров управления

$$\mathbf{u} = \{q, w, \psi, \theta, a, b\}. \quad (2.17)$$

Следовательно, задача управления цепью поставок в интегрированной двухсекторной двухканальной системе является многопараметрической.

Обобщение модели в случае мультиагентной и многоканальной цепи поставок

На основе обобщения подхода, примененного при разработке двухагентной и двухканальной цепи поставок, сформируем модель мультиагентной и многоканальной цепи поставок.

В таком случае в цепи задействованы S поставщиков и R ритейлеров, т.е. обозначим каждую цепь двойным индексом jn , подразумевая, что эта цепь соединяет j -го поставщика ($j=1, \dots, S$) с n -м ритейлером ($n=1, \dots, R$). Обозначим канал поставки индексом k ($k=r, I, \dots, K$), причем канал $k=r$ соответствует поставке через ритейлера, канал $k=I$ выражает прямую поставку через сеть Интернет. Соответственно, обозначим объем товара q_{jnk} , $j \in A_s = \{1, \dots, S\}$, $n \in A_r = \{1, \dots, R\}$, $k \in A_k = \{r, I, \dots, K\}$, реализуемого через цепь jnk . Введем следующие матрицы.

Матрица объемов поставок характеризует товарные потоки между всеми поставщиками и ритейлерами через все каналы:

$$\mathbf{q}(\theta) = \begin{bmatrix} \mathbf{q}_k(\theta) \\ 1 \\ \mathbf{q}_l \end{bmatrix}, \quad (2.18)$$

причем

$$\mathbf{q}_k(\theta) = \begin{bmatrix} \mathbf{q}_r(\theta) \\ \mathbf{q}_I(\theta) \end{bmatrix}, \quad \theta = \begin{bmatrix} \theta_r \\ \theta_I \\ \dots \\ \theta_K \end{bmatrix}, \quad \mathbf{q}_r(\theta) = \begin{bmatrix} q_{11r}(\theta_{1r}) & \dots & q_{1Rr}(\theta_{1r}) \\ \dots & q_{jnr}(\theta_{jr}) & \dots \\ q_{S1r}(\theta_{Sr}) & \dots & q_{SRr}(\theta_{Sr}) \end{bmatrix}, \quad \mathbf{q}_I(\theta) = \begin{bmatrix} q_{11I}(\theta_{1I}) & \dots & q_{1RI}(\theta_{1I}) \\ \dots & q_{jnl}(\theta_{jI}) & \dots \\ q_{S1I}(\theta_{SI}) & \dots & q_{SRI}(\theta_{SI}) \end{bmatrix}, \quad (2.19)$$

где q_{ij} – объем товародвижения между j -м поставщиком и n -м ритейлером; θ – матрица коэффициентов распределения товародвижения между каналами по всем поставщикам; $\theta_k = \{\theta_{1k}, \dots, \theta_{Sk}\}$ – вектор долей поставки j -го поставщика, направленной покупателю через k -й канал, $q_{jnr} = \theta_{jk} q_{jn}$.

Матрица цен поставщиков отражает платежи, поступающие поставщикам от ритейлеров:

$$\mathbf{P}_s(\mathbf{q}, \mathbf{w}, \boldsymbol{\psi}, \mathbf{a}) = \begin{bmatrix} \mathbf{w} + (\mathbf{I} - \boldsymbol{\psi})\mathbf{p}(\mathbf{q}) \\ \mathbf{a} \\ 0 \end{bmatrix}, \quad (2.20)$$

причем

$$\mathbf{p}(\mathbf{q}) = \begin{bmatrix} \mathbf{p}_r(Q_r) \\ \mathbf{p}_I(Q_I) \end{bmatrix}, \quad Q_r = \sum_{j \in A_s} q_{jr}, \quad Q_I = \sum_{j \in A_s} q_{jI}, \quad \mathbf{a} = \begin{bmatrix} a_{11} & \dots & a_{1R} \\ \dots & a_{jn} & \dots \\ a_{S1} & \dots & a_{SR} \end{bmatrix}, \quad (2.21)$$

$$\mathbf{w} = \begin{bmatrix} w_{11} & \dots & w_{1R} \\ \dots & w_{jn} & \dots \\ w_{S1} & \dots & w_{SR} \end{bmatrix}, \quad \boldsymbol{\psi} = \begin{bmatrix} \psi_{11} & \dots & \psi_{1R} \\ \dots & \psi_{jn} & \dots \\ \psi_{S1} & \dots & \psi_{SR} \end{bmatrix},$$

где $\mathbf{p}(\mathbf{q})$ – вектор обратных функций спроса конечных покупателей на товар через k -й канал; \mathbf{I} – единичный вектор или единичная матрица; Q_r – суммарный объем продаж всех поставщиков через ритейлеров; Q_I – суммарный объем продаж всех поставщиков через Интернет; $\mathbf{a}, \mathbf{w}, \boldsymbol{\psi}$ – матрицы координирующих параметров в контрактах, компоненты которых выражают следующее: a_{jn} – параметр двухкомпонентного тарифа контракта между j -м поставщиком и n -м ритейлером; w_{jn} – оптовая цена контракта между j -м поставщиком и n -м ритейлером; ψ_{jn} – параметр распределения выручки между j -м поставщиком и n -м ритейлером.

Матрица цен ритейлеров характеризует розничную цену, а также трансфертные комиссии в расчетах с поставщиками:

$$\mathbf{P}_r(\mathbf{q}, \boldsymbol{\psi}, \mathbf{b}) = \begin{bmatrix} \boldsymbol{\psi}\mathbf{p}(\mathbf{q}) \\ -\mathbf{a} \\ \mathbf{b} \end{bmatrix}, \quad \mathbf{b} = \begin{bmatrix} b_{11} & \dots & b_{1R} \\ \dots & b_{jn} & \dots \\ b_{S1} & \dots & b_{SR} \end{bmatrix}, \quad (2.22)$$

где \mathbf{b} – матрица координирующих параметров в контрактах с обратным выкупом, компоненты которой b_{jn} означает тариф выкупа между j -м поставщиком и n -м ритейлером.

Матрицы удельных (на единицу товара) издержек поставщика и ритейлера:

$$\mathbf{c}_s(\mathbf{b}) = \begin{bmatrix} \mathbf{c}_s \\ 0 \\ \mathbf{b} \end{bmatrix}, \quad \mathbf{c}_r(\mathbf{w}) = \begin{bmatrix} \mathbf{w} + \mathbf{c}_r \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \quad (2.23)$$

компоненты которых c_{sj} , c_{rn} – удельные издержки j -го поставщика и n -го ритейлера.

В результате формируются матричные функции полезности производственного и торгового секторов $\pi_i, i = s, r$ следующего вида:

$$\pi_s = \mathbf{P}_s(\mathbf{q}, \mathbf{w}, \psi, \mathbf{a})\mathbf{q}(\theta) - \mathbf{c}_s(\mathbf{b})\mathbf{q}(\theta), \quad \pi_r = \mathbf{P}_r(\mathbf{q}, \psi, \mathbf{b})\mathbf{q}(\theta) - \mathbf{c}_r(\mathbf{w})\mathbf{q}(\theta). \quad (2.24)$$

Следовательно, можно сформулировать оптимизационные модели производственного и торгового секторов в интегрированной мультиагентной и многоканальной цепи поставок:

$$\max_{\mathbf{q}, \mathbf{w}, \psi, \mathbf{a}, \theta, \mathbf{b}} \pi_s = \mathbf{P}_s(\mathbf{q}, \mathbf{w}, \psi, \mathbf{a})\mathbf{q}(\theta) - \mathbf{c}_s(\mathbf{b})\mathbf{q}(\theta), \quad \max_{\mathbf{q}, \mathbf{w}, \psi, \mathbf{a}, \theta, \mathbf{b}} \pi_r = \mathbf{P}_r(\mathbf{q}, \psi, \mathbf{b})\mathbf{q}(\theta) - \mathbf{c}_r(\mathbf{w})\mathbf{q}(\theta). \quad (2.25)$$

Таким образом, в задаче управления мультиагентной и многоканальной цепью поставок оптимизируется матрица координирующих параметров управления \mathbf{u} , компонентами которой являются векторы этих параметров, т.е.

$$\mathbf{u} = \{\mathbf{q}, \mathbf{w}, \psi, \mathbf{a}, \mathbf{a}, \mathbf{b}, \theta\}. \quad (2.26)$$

Это обстоятельство относит рассматриваемую задачу к векторным задачам математического программирования, которые являются наиболее сложными среди задач исследования операций.

2.2 Моделирование цепей поставок с взаимозависимым спросом

В цепи поставок циркулирует только один товар, однако бизнес-процессы производства и реализации этого товара определяют использование различных ресурсов, количественно имплементированных в функции издержек поставщика и ритейлера. Следовательно, бизнес-процессы производства и реализации одного товара порождают спрос на другие

товары, являющиеся ресурсами, потребляемыми в этих процессах.

Теоретической базой эффекта порождения дополнительного спроса на другой товар являются исследования А. Маршалла. В промышленности эту взаимосвязь А. Маршалл обозначил как производный спрос (derived demand). Производный спрос [88] – это спрос на фактор производства или промежуточный товар, возникающий в результате спроса на другой промежуточный или конечный товар. Феномен производного спроса исследовался в промышленной экономике, и Д. Леви доказал, что рост спроса является фактором вертикальной интеграции за счет эффекта масштаба [81]. Это явление изучалось на примере производителей цемента, чей спрос на продукцию обусловлен спросом на бетон [90], а М. Макбрайд построил модель вертикальной интеграции для поведения фирм во время снижения спроса. Из этого напрямую следует, что отношения фирм на основе взаимосвязей спроса порождают вертикально интегрированную систему.

Контракты в вертикальных отношениях между производителем и ритейлером были исследованы [98] с учетом вертикальных ограничений, таких как плата за франшизу. Эта проблема рассматривалась [71] на примере монополистического конкурентного розничного рынка. Кроме того, эта проблема исследовалась на рынке монополий производителей [108] и ряда розничных торговцев.

Охарактеризуем корпус исследований, в которых изучались взаимодействия двух и более агентов в случае производного спроса. Подобные системы рассматривались на основе контрактов о разделе доходов в следующих публикациях. Система «банк - логистический оператор - ритейлер» [112] описывает трехуровневую кредитную цепь, состоящую из банка, логистической компании и розничного торговца; спрос на кредиты, выдаваемые банком, зависит от функции спроса на товар ритейлера через промежуточную функцию спроса на услуги логистики. Система «аэропорт-авиакомпания» [110] включает аэропорт и обслуживаемые им авиакомпаниями,

но основная часть доходов аэропорта поступает от неавиационных услуг (фуд-корты, галантерейные магазины и др.). Поэтому спрос на неавиационные услуги аэропорта зависит от функции спроса на услуги авиационных пассажирских перевозок. Система «банк-покупатель» [70] моделирует отношения между банком и покупателем товаров в кредит, и приводит к росту покупательской способности за счет банковского финансирования, т.е. увеличение спроса на товары обуславливает рост спроса не кредиты банков. Система «производитель-ритейлер» [82], состоящая из производителя мобильных телефонов и розничного продавца, генерирует спрос на товары производителя в зависимости от функции спроса на товары в магазинах ритейлера. Система «производитель - дистрибьютор - ритейлер» [74] представляет собой трехзвенную цепь поставок, в которую входят производитель, дистрибьютор и ритейлер; при этом спрос на услуги дистрибьютора и спрос на товары производителя являются зависимостями от функций спроса ритейлера. Система «производитель - супермаркет - поставщик» [101] состоит из предприятия электронной коммерции, реализующего свежие фрукты и овощи, онлайн-супермаркета и стороннего поставщика логистических услуг; в этом случае функция спроса на услуги логистики зависит от объемов продаж производителя и супермаркета.

Этот анализ демонстрирует типичность эффекта производного спроса в мультиагентных системах и актуальность дальнейшего исследования этого эффекта.

Модель взаимодействий ритейлера с контрагентами, оказывающими ритейлеру комплекс услуг вспомогательного и обслуживающего бизнес-процессов, основана на следующем предположении: взаимодействия между фирмами увеличивают спрос на их продукцию, т.е. функции спроса на товары и услуги всех агентов системы являются комплементарными.

Это предположение подтверждается следующими теоретическими предпосылками. Законы производного спроса Хикса-Маршалла [60] устанавливают условия, при которых производный спрос будет относительно

неэластичным по цене:

- 1) спрос на конечный товар относительно неэластичен по цене;
- 2) ресурсы, используемые при производстве конечного товара, не имеют абсолютных субститутов, т.е. достаточно трудно заменить одни ресурсы в случае роста их цены;
- 3) затраты на ресурсы, используемые при производстве конечного товара, составляют относительно небольшую долю общей себестоимости конечного товара.

Согласно классическому постулату А. Маршалла, спрос на предметы первой необходимости удовлетворяет условию низкой ценовой эластичности. Очевидно, что к таким товарам относятся товары продовольственных ритейлеров. Следовательно, на рынках продовольственного ритейла первое условие выполняется.

Второе условие справедливо для организации бизнес-процессов в крупных торговых сетях, предъявляющих к поставщикам услуг вспомогательного и обслуживающего бизнес-процессов требования высокого качества и унификации в разрезе всей структуры сети.

Наконец, выполнение третьего условия в крупных торговых сетях подтверждается тем, что в цепи «поставщик-ритейлер» главную роль в издержках ритейлера играет закупочная цена поставщика товара, а стоимость услуг вспомогательного и обслуживающего бизнес-процессов незначительна.

Следовательно, для этих рынков актуально то, что спрос на услуги вспомогательного и обслуживающего бизнес-процессов может быть выведен из спроса на товары, реализуемые ритейлером. Иначе говоря, функции спроса на товары ритейлера и на услуги вспомогательного и обслуживающего бизнес-процессов являются взаимозависимыми.

Рассмотрим модель цепи поставок, в которой учитываются вспомогательный и обслуживающий бизнес-процессы. В дальнейшем будем называть расширенной моделью цепи поставок такую модель, которая включает основной, вспомогательный и обслуживающий бизнес-процессы.

В этом случае фундаментальное отличие от традиционной модели цепи поставок, проанализированной в главе 1 и усовершенствованной в п. 2.1, заключается в следующем: натуральные измерители и количественные параметры товаров или услуг, полученных ритейлером от поставщика, не идентичны измерителям и количеству товаров, реализованных ритейлером. Другими словами, в базовой модели цепи поставок предполагалась линейная однопараметрическая производственная функция ритейлера с коэффициентом 1, т.е.

$$q_r = q_s = q, \quad (2.27)$$

значит, в базовой модели рассматривался только поток товаров от поставщика через ритейлера к конечному покупателю, когда товары в бизнес-процессе ритейлера не претерпевают изменения их свойств.

В расширенной модели цепи поставок будем говорить о векторе ресурсов ритейлера, компонентами которого, наряду с реализуемыми товарами, являются также трудовой ресурс, т.е. персонал, и фондовый ресурс, который представлен сетью торговых точек, т.е. магазинами. Поэтому производственная функция ритейлера является многопараметрической, и вектор ресурсов ритейлера имеет вид:

$$\{x_1, x_2, x_3\}, \quad (2.28)$$

где x_1 – суммарная закупочная стоимость реализуемых товаров или оптовая цена; x_2 – трудовой ресурс, т.е. численность персонала, занятого в торговой сети; x_3 – фондовый ресурс, т.е. количество магазинов в торговой сети.

Второе отличие расширенной модели цепи поставок от базовой модели ритейла состоит в том, что розничная торговая сеть является полипродуктовой, т.е. процесс реализации охватывает широкий ассортимент товаров. Следовательно, результирующим показателем деятельности ритейлера в этом случае является суммарная выручка от продажи ассортимента товаров, для которой формируется производственная функция ритейлера.

В результате, расширенная модель цепи поставок базируется на производственной функции ритейлера, которая имеет следующий вид:

$$R = f(x_1, x_2, x_3), \quad (2.29)$$

где R – суммарная выручка от реализации товаров.

Проанализируем специфические черты каждого из ресурсов комплексного бизнес-процесса ритейлера, схематично представленного на рисунке 2.2.



Рисунок 2.2 – Комплексный бизнес-процесс ритейлера

Примечание – Разработано автором.

Реализуемые ритейлером товары x_1 , как было указано выше, для монопродуктового случая тождественны объемному показателю производственной функции. Однако в полипродуктовом случае весь ассортимент товаров может рассматриваться как комплексный ресурс, для измерения которого можно использовать агрегированную денежную оценку в виде закупочной стоимости x_1 . Поэтому от объемного результирующего

показателя производственной функции (2.27) необходимо перейти к стоимостному выражению результата продаж ритейлера, т.е. суммарной выручки, в функции (2.29). Если сравнивать ассортимент потребительских товаров, реализуемых различными торговыми сетями одинакового профиля (например, продовольственные товары, хозяйственные товары, бытовая техника и т.д.), то можно заметить однотипность ассортимента во всех торговых сетях. Следовательно, можно утверждать, что ресурс «товары», взятый как ассортимент в целом, не имеет каких-либо уникальных свойств, присущих отдельной торговой сети. Поэтому мы в дальнейшем будем рассматривать рынок, на котором торговые сети закупают товары, как конкурентный.

Персонал торговой сети x_2 в подавляющем большинстве состоит из работников основного бизнес-процесса реализации товаров, т.е. продавцов-кассиров. Это работники, выполняющие однотипную функцию, поэтому трудовой ресурс ритейлера допускает количественное измерение; другими словами, в производственную функцию допустимо ввести ресурс x_2 в виде численности персонала безотносительно к должности или квалификации сотрудников. Очевидно, этот ресурс является неспецифическим для конкретной торговой сети, т.е. может без изменения свойств быть использован в любой другой торговой сети. Следовательно, отсутствие уникальных характеристик, необходимых для основного персонала у различных ритейлеров, позволяет отнести рынок труда, на котором рекрутируется персона, к совершенной конкуренции. Согласно базовому свойству совершенной конкуренции [52, Т.2, стр. 426-427], можно рассматривать заработную плату всех работников торговых залов розничных торговых сетей одинаковой; другими словами, цена труда на таком рынке не зависит от количества его использования, т.е.

$$\frac{dp_2}{dx_2} = 0, \quad (2.30)$$

где p_2 – цена второго ресурса, т.е. средняя заработная плата персонала торговых организаций.

Рассмотрим детально специфику фондового ресурса (т.е. торговых точек сети) ритейлера x_3 , который в зависимости от особенностей розничного рынка конкретной экономики может иметь принципиально различные характеристики. Существуют две базовых парадигмы поведения ритейлеров на рынке:

- конкуренция брендами, при которой ритейлеры привлекают поток покупателей за счет различия в сервисах, выражающихся в оформлении торговых площадей; в этом случае издержки на формирование облика типового магазина сети являются по сути рекламными расходами и создают запас нематериальных активов ритейлера как часть его бренда [95];

- конкуренция ценами, при которой ритейлеры исходят из посылки о том, что покупатель склонен выбирать товары с наименьшими ценами в ряду потенциальных продавцов [48]; при этом значение бренда для привлечения покупателя понижается, следовательно, издержки ритейлера на формирование индивидуальных особенностей торговых точек становятся нерациональными.

В случае конкуренции брендами фондовый ресурс конкретного ритейлера x_3 , т.е. магазины, обладает следующими отличительными чертами. Во-первых, магазины конкретной торговой сети унифицированы, т.е. однотипны по расположению рабочих мест персонала, раскладке товаров и оформлению торгового зала, а также близки по занимаемой торговой площади. Поэтому в производственную функцию допустимо ввести ресурс x_3 в агрегированном виде, как «магазин», т.е. совокупность торговых площадей, оборудования, оформления и т.п. Во-вторых, этот ресурс является специфическим для конкретной торговой сети, поскольку магазины различных ритейлеров существенно отличаются по вышеуказанным параметрам. Это свойство позволяет отнести рынок коммерческой

недвижимости, на котором конкретная торговая сеть обеспечивает свой комплекс магазинов, к типу монополии. В самом деле, согласно основному свойству монополии [49, стр. 364], это рыночная структура, при которой определенный ресурс приобретает единственным покупателем, т.е. покупатель предъявляет к свойствам ресурса уникальные требования. В результате, на таком рынке увеличение спроса на ресурс приводит к повышению цены предложения этого ресурса [78], что можно выразить формулой:

$$\frac{dp_3(x_3)}{dx_3} > 0, \quad (2.31)$$

где p_3 – цена третьего ресурса, т.е. стоимость приобретения одной торговой точки.

В случае конкуренция ценами фондовый ресурс x_3 для всех ритейлеров на рынке практически идентичен по таким характеристикам, как состав оборудования, величина торговых площадей, и магазины различных ритейлеров отличаются, по сути, только вывеской. Поэтому для такой ситуации на рынке ритейла рынок коммерческой недвижимости торговых площадей обладает свойством совершенной конкуренции:

$$\frac{dp_3(x_3)}{dx_3} = 0. \quad (2.32)$$

Поскольку в современном ритейле более распространена конкуренция ценами, в дальнейшем будем анализировать стратегию экспансии ритейлера с учетом такого варианта организации рынка, как совершенная конкуренция на рынке девелопмента.

Специфичность фондового ресурса розничной торговой сети обуславливает необходимость выделения вспомогательного бизнес-процесса обеспечения торговыми площадями, который мы определяем следующим образом: это последовательность операций планирования, строительства или приобретения, оформления в собственность или в арендные отношения, оснащения торговым оборудованием и эксплуатации комплекса торговых

точек, в соответствии с вектором стратегических целей ритейлера. Этот бизнес-процесс имеет особую актуальность для тех розничных торговых сетей, которые выбирают стратегию рыночной экспансии, т.е. увеличения доли на рынке торговли потребительскими товарами.

Вспомогательный бизнес-процесс требует разработки следующего математического инструментария:

- модель оптимизации рыночной экспансии ритейлера;
- модель расчета оптимального количества торговых точек;
- механизм определения цен открытия торговых точек на основе компромисса между ритейлером и девелопером.

Рассмотрим методы планирования количества торговых точек и их территориального размещения.

Сегодня мейнстримом в методологии планирования сети торговых точек является принцип территориального зонирования населенного пункта в зависимости от плотности заселения. Например [9, 44], использовался ступенчатый принцип, при котором выделялись такие ступени, как 1) жилая группа домов с радиусом обслуживания 200 м; 2) микрорайон (6–10 тыс. чел.) с радиусом обслуживания 500 м; 3) жилой район (35–40 тыс.чел.) с радиусом обслуживания 1000 м; 4) городской административный район; 5) общегородской центр. Другой подход к проблеме – это зональный принцип, согласно которому малые, средние и большие торговые зоны населенных пунктов с учетом численности населения (до 30 тыс. человек, 31–500 тыс. человек и более чем 1 млн человек) требуют соответствующего уровня торговых площадей (до 30 тыс. м, до 100 тыс. кв. м и более 100 тыс. кв. м.). Аналогичным образом анализировалось [27] такое зонирование, как зона повышенной коммерческой активности, зона средней коммерческой активности и зона коммерческого риска. Более дифференцированный подход [10] состоял в функционально-количественном зонировании, в рамках которого выделялись центральная торговая зона, обслуживающая торговая зона, торговая зона жилых районов и периферийная торговая зона. В этом

случае эффективность покрытия населенного пункта торговой сетью оценивалась исходя из степени обеспеченности населения доступом к торговым точкам. Нормативные методы планирования основываются на показателе норматива количества предприятий розничной торговли на единицу численности населения, установленном Постановлением Правительства Российской Федерации от 9 апреля 2016 г. № 291, которое устанавливает количество объектов местного значения площадью до 300 кв.м и другие. Эти принципы реализовывались на основе моделирования [33] количества предприятий розничной торговой сети в зависимости от совокупного розничного товарооборота в населенном пункте на одного жителя.

Модели развития девелопмента коммерческой недвижимости также предлагалось основывать на дифференциации объектов застройки по масштабу. В частности [24], для крупных проектов преобладали планы комплексного освоения территории, для средних проектов играла роль инфраструктуры микрорайона, а также дифференциация доходов жителей и оптимизация расположения объектов с точки зрения прибыли девелопера. Модели девелопмента торговых площадей в процессе расширения торговых сетей также базировались на анализе рейтинга приоритетных регионов, городов и районов, причем приоритеты формировались также с учетом центров высокой концентрации потребительского спроса [51]. Модели redevelopment торговой недвижимости основаны [1, 32] на принципах оптимизация схем работы с арендаторами, повышение роли новых якорных арендаторов и формирование сетей торговых центров.

В целом можно констатировать, что существующие методики планирования размещения торговых площадей основаны на нормативных принципах, не всегда отражающих реальную объективную потребность в торговых площадях со стороны агентов системы «ритейлер-покупатель». Поэтому актуальной проблемой является разработка объективно обоснованных моделей формирования сети торговых точек для конкретной

розничной торговой сети исходя из ее коммерческой эффективности и на базе системы стратегических ориентиров, выбранной этой сетью.

С учетом проблем планирования девелопмента торговой недвижимости, выявленных ранее, сформируем экономико-математическую модель расчета оптимального количества торговых точек.

Поскольку мы исследуем проблему расширения торговой сети, то базируясь на методологии анализа экономического роста, разработанной Р. Солоу [99, 100] и Т. Сваном [102], рассмотрим производственную функцию ритейлера в следующем виде:

$$R = Ax_1^{\alpha_1} x_2^{\alpha_2} x_3^{\alpha_3}, \quad (2.33)$$

где $A > 0$ – постоянная, характеризующая общую отдачу всех ресурсов ритейлера; $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ – коэффициенты эластичности суммарной выручки ритейлера по закупочной стоимости товаров, трудовому ресурсу и фондовому ресурсу, соответственно.

Коэффициенты эластичности выручки по производственным ресурсам характеризуют процентное изменение выручки в результате увеличения каждого ресурса на 1%. В зависимости от конкретных особенностей розничной торговой сети коэффициенты эластичности $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ могут быть как положительными, так и отрицательными, но в реальности невозможно функционирование торговой сети, когда все коэффициенты эластичности отрицательны, поскольку при этом выручка ритейлера снижается при увеличении всех ресурсов.

Анализ коэффициентов эластичности суммарной выручки ритейлера по ресурсам позволяет предложить следующую систему оценки эффективности бизнес-процесса ритейлера (рис. 2.3).

Тип 1. Технологически эффективный бизнес-процесс, при котором суммарная эластичность выручки ритейлера по ресурсам положительная

$$\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 > 0; \quad (2.34)$$

данный тип технологии розничной торговли считается эффективным,

поскольку увеличение всех ресурсов ритейлера приводит к возрастанию суммарной выручки ритейлера.

Тип 1.1. Бизнес-процесс высокой технологической эффективности, при котором суммарная эластичность превышает 1%, т.е.

$$\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 > 1; \quad (2.35)$$

при этом типе технологии увеличение всех ресурсов ритейлера на 1% обеспечивает рост суммарной выручки более чем на 1%, т.е. технология предопределяет опережающий рост выручки относительно роста ресурсов, что свидетельствует о высокой эффективности использования ресурсов.

Тип 1.2. Бизнес-процесс низкой технологической эффективности соответствует такой технологии, при использовании которой суммарная эластичность положительна, но не превышает 1%, т.е.

$$0 < \alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 \leq 1; \quad (2.36)$$

в этом случае увеличение всех ресурсов ритейлера на 1% приводит к росту выручки не более чем на 1%, т.е. технология показывает замедленный рост выручки по сравнению с ростом ресурсов.

Тип 1.3. Бизнес-процесс с относительной технологической неэффективностью является разновидностью типов 1.1 или 1.2; при этом суммарная эластичность выручки ритейлера по ресурсам положительна, а коэффициенты эластичности по некоторым ресурсам отрицательны

$$\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 > 0, \alpha_i < 0, \alpha_j > 0, i, j = 1, 2, 3, i \neq j; \quad (2.37)$$

данный тип технологии означает сочетание эффективных ресурсов, увеличение которых продуцирует рост выручки, и неэффективных ресурсов, генерирующих сокращение выручки; однако агрегировано ресурсы положительно воздействуют на выручку ритейлера, поэтому процесс является относительно неэффективным.

Тип 2. Технологически неэффективный бизнес-процесс, при котором суммарная эластичность выручки ритейлера по ресурсам отрицательна или нулевая

$$\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 \leq 0; \quad (2.38)$$

в этом случае неэффективность технологии торговли обоснована тем, что увеличение всех ресурсов ритейлера не приводит к росту суммарной выручки ритейлера.

Предложенная типизация технологий ритейла, как будет показана в дальнейшем, играет роль при выборе стратегии рыночной экспансии и будет использована для диагностики соответствия типа бизнес-процесса и возможного варианта рыночной экспансии.

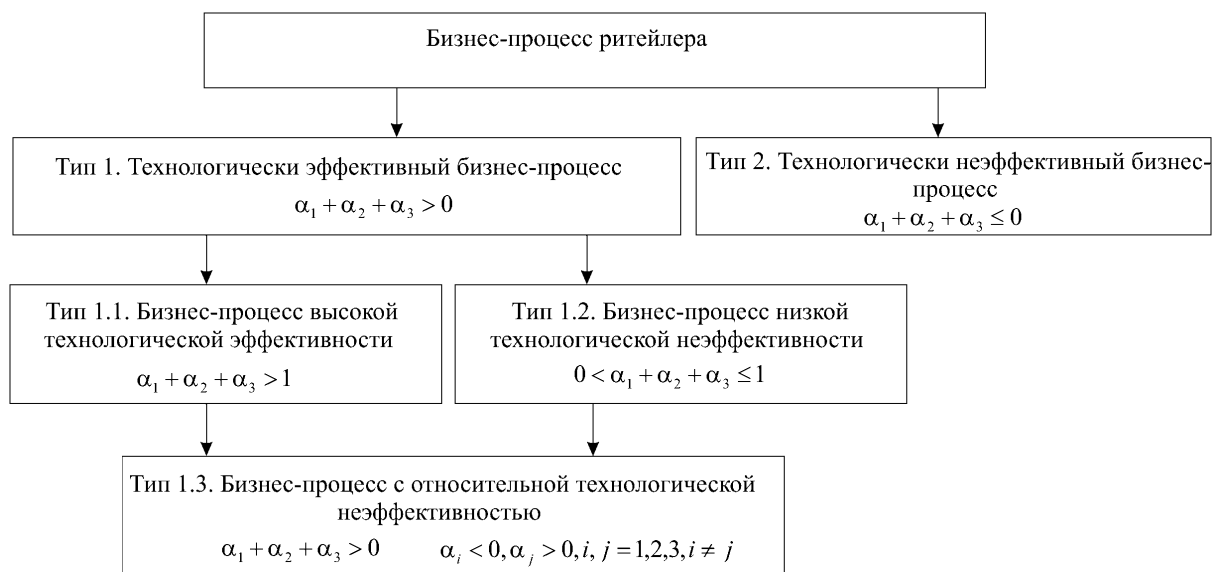


Рисунок 2.3 – Система оценки эффективности бизнес-процесса ритейлера по типу технологии

Примечание – Разработано автором.

Расчет коэффициентов производственной функции (2.33) осуществляется на основе эмпирических данных о динамике расширения конкретной торговой сети за N ретроспективных периодов (лет) с помощью метода наименьших квадратов в следующей последовательности:

– во-первых, составляется сумма квадратов отклонений фактических значений выручки ритейлера от производственной функции

$$S = \sum_{t=1}^N \left(R_t - Ax_{1t}^{\alpha_1} x_{2t}^{\alpha_2} x_{3t}^{\alpha_3} \right)^2, \quad (2.39)$$

где R_t – фактическое значение выручки ритейлера в период t ; x_{1t}, x_{2t}, x_{3t} –

фактические значения закупочной стоимости товаров, численности персонала и числа магазинов ритейлера в период t ;

– во-вторых, расчет коэффициентов регрессионной модели производственной ритейлера A , $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ из условия

$$\min S, \quad (2.40)$$

с помощью встроенной функции «Поиск решения» табличного процессора Excel.

– в-третьих, оценка [56] адекватности и достоверности регрессионной модели оценивается с помощью анализа коэффициента детерминации (адекватной считается модель [47], для которой этот коэффициент больше значения 0,7) и критерия Фишера.

В модели (2.33) вспомогательный бизнес-процесс обеспечения розничной сети торговыми площадями выражается через изменение фондового ресурса x_3 , поставщиками которого являются девелоперы или арендодатели, предоставляющие ритейлеру торговые площади. Поэтому модель производного спроса на услуги девелоперов или арендодателей является следствием модели ритейлера (2.33), из которой количество фондового ресурса выражается в виде:

$$x_3 = \alpha_3 \sqrt{\frac{R}{Ax_1^{\alpha_1} x_2^{\alpha_2}}}. \quad (2.41)$$

Модель (2.41) позволяет вычислить количество магазинов, обеспечивающее розничной торговой сети целевое значение выручки при известных значениях товарного потока x_1 и численности персонала x_2 . Однако базируясь на некоторых предположениях, можно вывести модель расчета оптимального количества торговых точек, которая требует меньшего количества исходных данных.

Введем следующие предположения, которые базируются на вышеуказанном свойстве унификации магазинов в каждой торговой сети:

1) предположение постоянства товарного потока через типовую

торговую точку состоит в том, что соотношение товарного потока x_1 и количества магазинов x_3 не зависит от количества магазинов в торговой сети, т.е.

$$a = \frac{x_1}{x_3} = \text{const} > 0, \text{ или } \frac{da}{dx_3} = 0, \quad (2.42)$$

где a – среднее товародвижение через один магазин;

2) предположение постоянства численности персонала в типовой торговой точке означает, что соотношение численности торгового персонала x_2 и количества магазинов x_3 не зависит от количества магазинов в торговой сети, т.е.

$$b = \frac{x_2}{x_3} = \text{const} > 0, \text{ или } \frac{db}{dx_3} = 0, \quad (2.43)$$

где b – средняя обеспеченность персоналом одного магазина.

Коэффициенты a , b характеризуют степень интенсивности использования магазинов конкретной торговой сети, поэтому могут использоваться для сравнительного анализа ритейлеров.

С учетом сделанных предположений, подставим ресурсы, выраженные из формул (2.42), (2.43)

$$x_1 = ax_3, \quad x_2 = bx_3 \quad (2.44)$$

в формулу (2.33)

$$R = A(ax_3)^{\alpha_1} (bx_3)^{\alpha_2} x_3^{\alpha_3}, \quad (2.45)$$

откуда получим

$$x_3 = \left(\frac{R}{Aa^{\alpha_1} b^{\alpha_2}} \right)^{\frac{1}{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3}}. \quad (2.46)$$

Данная формула определяет целевое значение числа магазинов x_3 , которое будем называть масштабом экспансии. Масштаб экспансии – это стратегический ориентир расширения сети торговых точек ритейлера, количественной характеристикой которого является целевое значение числа

магазинов сети x_3 .

Модель (2.46) обладает большей практической применимостью по сравнению с моделью (2.41), поскольку связывает количество магазинов только с целевым значением выручки торговой сети. Следовательно, если определить оптимальное значением выручки торговой сети, то формула (2.46) представляет собой модель расчета планового количества торговых точек или планового масштаба экспансии. Анализ этой модели приводит к следующим выводам:

1) с ростом целевого значения выручки торговой сети необходимо все большее количество магазинов;

2) увеличение отдачи ресурсов ритейлера, т.е. повышение коэффициентов эластичности суммарной выручки ритейлера по закупочной стоимости товаров, трудовому ресурсу и фондовому ресурсу $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$, приводит к тому, что целевое значение выручки достигается за счет меньшего числа магазинов;

3) увеличение интенсивности использования магазинов, т.е. среднего товародвижения через один магазин a и средней обеспеченности персоналом одного магазина b также позволяет достичь целевого значения выручки торговой сети с вовлечением меньшего числа магазинов.

Таким образом, разработана экономико-математическая модель планирования вспомогательного бизнес-процесса ритейлера, включающего в себя обеспечение торговыми площадями, необходимыми для достижения целевого уровня совокупной выручки. Модель представляет собой формулу расчета необходимого количества торговых точек, основанную на коэффициентах производственной функции ритейлера и характеристиках интенсивности использования магазинов, вследствие чего, в отличие от существующих нормативных методов, позволяет объективно и достоверно определить требуемый уровень производного спроса на объекты коммерческой недвижимости, предоставляемые девелоперами.

2.3 Двухкритериальная модель и математический инструментарий экспансии розничной сети

На основе разработанной в разделе 2.2 производственной функции ритейлера конкретизируем расширенную модель цепи поставок. Функция прибыли ритейлера имеет следующий вид:

$$\pi_r = R - C_r, \quad (2.47)$$

где R – выручка ритейлера; C_r – издержки ритейлера. Отметим, что здесь и далее такие показатели, как выручки, издержки, прибыль и другие динамические характеристики относятся к соответствующему периоду, в частности, году.

В формуле (2.47) выручка ритейлера представляет собой определенную выше производственную функцию:

$$R = Ax_1^{\alpha_1} x_2^{\alpha_2} x_3^{\alpha_3}. \quad (2.48)$$

Издержки ритейлера включают в себя суммарную закупочную стоимость реализуемых товаров x_1 , фонд оплаты труда персонала, численность которого равна x_2 , а также издержки на обеспечение торговых площадей, соответствующих количеству магазинов x_2 . Издержки, связанные с торговыми площадями, обобщенно состоят из двух частей:

- арендная плата за площадь помещения, принадлежащего девелоперу; в каждом конкретном случае сумма арендной платы пропорциональна площади помещения магазина, но с учетом унификации магазина для конкретной торговой сети мы рассмотрим приведенный показатель арендной платы в расчете на типовой магазин, который обозначим p_3 ;

- амортизация основных средств, включающих торговое оборудование (кассовые аппараты, витрины, стеллажи и т.п.), установленное в торговой точке; аналогично, полагая, что в данной торговой сети магазины унифицированы и, следовательно, располагают в среднем одинаковым

составом оборудования, рассмотрим среднюю стоимость оборудования в типовом магазине F и среднюю норму амортизации основных средств в типовом магазине n_a .

С учетом сделанных предположений, формула издержек ритейлера имеет вид:

$$C_r = x_1 + p_2 x_2 + p_3 x_3 + n_a F x_3, \quad (2.49)$$

где p_2 – цена второго ресурса, т.е. средняя заработная плата персонала торговых организаций; p_3 – приведенный показатель арендной платы в расчете на типовой магазин; n_a – средняя норма амортизации основных средств ритейлера; F – средняя стоимость оборудования в типовом магазине.

Поэтому конкретизированная модель прибыли ритейлера может быть представлена как

$$\pi_r = Ax_1^{\alpha_1} x_2^{\alpha_2} x_3^{\alpha_3} - x_1 - p_2 x_2 - p_3 x_3 - n_a F x_3. \quad (2.50)$$

Модель рыночной экспансии или экономического роста ритейлера представляет собой максимизацию выручки от продажи товаров, т.е.

$$\max_{x_3 > 0} R = Ax_1^{\alpha_1} x_2^{\alpha_2} x_3^{\alpha_3}. \quad (2.51)$$

Кроме того, необходимо учитывать, что экономический рост ритейлера в перспективе требует выполнения условия прибыльной коммерческой деятельности в текущем периоде. Следовательно, вторая цель ритейлера заключается в максимизации прибыли:

$$\max_{x_3 > 0} \pi_r = Ax_1^{\alpha_1} x_2^{\alpha_2} x_3^{\alpha_3} - x_1 - p_2 x_2 - p_3 x_3 - n_a F x_3. \quad (2.52)$$

Поэтому введем следующее понятие рыночной экспансии ритейлера – это стратегия выбора количества магазинов торговой сети, обеспечивающего максимальную выручку и, одновременно, максимальную прибыль ритейлера. В случае, если стратегия экономического агента (фирмы) включает в себя две и более целей, т.е. агент имеет несколько целевых функций, то планирование деятельности такого агента представляет собой многокритериальную задачу [40].

В частности, понятие экспансии приводит к двухкритериальной задаче выбора стратегии ритейлера:

$$\begin{cases} \max_{x_3 > 0} R = Ax_1^{\alpha_1} x_2^{\alpha_2} x_3^{\alpha_3}, \\ \max_{x_3 > 0} \pi_r = Ax_1^{\alpha_1} x_2^{\alpha_2} x_3^{\alpha_3} - x_1 - p_2 x_2 - p_3 x_3 - n_a F x_3, \\ x_1 = ax_3, \\ x_2 = bx_3. \end{cases} \quad (2.53)$$

В этой системе последние два выражения представляют собой уравнения связи ресурсов, основанные на свойстве унификации магазинов в каждой торговой сети, причем a – среднее товародвижение через один магазин; b – средняя обеспеченность персоналом одного магазина.

Подстановка уравнений связи ресурсов в формулы критериев сводит эту задачу к однопараметрической относительно числа магазинов x_3 :

$$\begin{cases} \max_{x_3 > 0} R = Aa^{\alpha_1} b^{\alpha_2} x_3^{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3}, \\ \max_{x_3 > 0} \pi_r = Aa^{\alpha_1} b^{\alpha_2} x_3^{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3} - ax_3 - p_2 bx_3 - p_3 x_3 - n_a F x_3, \end{cases} \quad (2.54)$$

а после преобразования получим:

$$\begin{cases} \max_{x_3 > 0} R = Aa^{\alpha_1} b^{\alpha_2} x_3^{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3}, \\ \max_{x_3 > 0} \pi_r = Aa^{\alpha_1} b^{\alpha_2} x_3^{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3} - (a + p_2 b + p_3 + n_a F)x_3. \end{cases} \quad (2.55)$$

Таким образом, сформирована двухкритериальная модель рыночной экспансии ритейлера, в которой число магазинов является параметром стратегического выбора агента (т.е. параметром управления), а целевые функции выражают стратегические цели ритейлера в зависимости от двух типов показателей:

- характеристики технологии ритейлера $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, n_a, F$, на которые ритейлер может оказывать воздействие;
- характеристики внешней рыночной среды p_2, p_3 , которые являются для ритейлера условиями функционирования, т.е. ритейлер выступает в отношении этих показателей ценополучателем.

Поскольку в модели рыночной экспансии ритейлера учтены важнейшие характеристики, влияющие на выбор этой стратегии, то

представленная модель достаточно реалистична и позволяет сделать адекватный стратегический выбор.

Рассмотрим ситуацию совершенной конкуренции на рынке коммерческой недвижимости, когда арендная плата за торговые площади не зависит от количества арендуемых площадей или числа магазинов ритейлера, т.е. $p_3 = const$.

В этой ситуации определим максимумы целевых функций ритейлера (выручки критерии R и прибыли π_r), которые являются границами множества Парето, т.е. вспомогательным инструментом решения двухкритериальной задачи (2.55).

Утверждение 1. В двухкритериальной задаче экспансии (2.55) целевые функции ритейлера в случае $p_3 = const$ достигают максимальных значений при следующих условиях:

– максимум выручки R достигается, если

$$x_3 \rightarrow \infty \text{ при } \alpha_\Sigma > 0; \quad (2.56)$$

– максимум прибыли π_r достигается, если

$$x_3 \begin{cases} = \bar{x}_3 \text{ при } 0 < \alpha_\Sigma < 1, \\ > x_3^{\pi_r=0} \text{ при } \alpha_\Sigma > 1, \end{cases} \quad \text{причем } \bar{x}_3 = \left[\frac{a + p_2 b + p_3 + n_a F}{A a^{\alpha_1} b^{\alpha_2} \alpha_\Sigma} \right]^{\frac{1}{\alpha_\Sigma - 1}}, \quad (2.57)$$

$$x_3^{\pi_r=0} = \left(\frac{a + p_2 b + p_3 + n_a F}{A a^{\alpha_1} b^{\alpha_2}} \right)^{\frac{1}{\alpha_\Sigma - 1}},$$

и в случае $x_3 = \bar{x}_3$ при $\alpha_\Sigma > 1$ прибыль принимает минимальное значение, где $\alpha_\Sigma = \alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3$.

Доказательство утверждения 1. Формулы (2.56), (2.57) следуют из необходимых условий максимума целевых функций

$$\frac{dR}{dx_3} = A a^{\alpha_1} b^{\alpha_2} (\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3) x_3^{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 - 1} = 0 \quad \text{– это условие не выполняется при}$$

$\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 > 0$, поскольку в этом случае $\frac{dR}{dx_3} > 0$ для любых $x_3 > 0$, значит

максимум R не имеет конечного аргумента, т.е. $x_3 \rightarrow \infty$;

$$\frac{d\pi_r}{dx_3} = Aa^{\alpha_1}b^{\alpha_2}(\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3)x_3^{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 - 1} - (a + p_2b + p_3 + n_aF) = 0 \quad \text{— это уравнение}$$

имеет конечное решение $x_3 = \bar{x}_3$, и при $0 < \alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 < 1$ из условия

$$\text{максимума второго порядка } \frac{d^2\pi_r}{dx_3^2} = Aa^{\alpha_1}b^{\alpha_2}(\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3)(\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 - 1)x_3^{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 - 2} < 0$$

следует, что при этом π_r максимизируется. В случае $\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 > 1$ будет

$$\frac{d^2\pi_r}{dx_3^2} > 0, \quad \text{т.е. при } x_3 = \bar{x}_3 \text{ достигается минимум } \pi_r, \text{ а при любом } x_3 > \bar{x}_3$$

функция π_r возрастает, т.е. для максимизации π_r необходимо $x_3 \rightarrow \infty$; из

$$\text{условия положительной прибыли } \pi_r = Aa^{\alpha_1}b^{\alpha_2}x_3^{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3} - (a + p_2b + p_3 + n_aF)x_3 > 0$$

$$\text{при } \alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 > 1 \quad \text{следует} \quad x_3 > \left(\frac{a + p_2b + p_3 + n_aF}{Aa^{\alpha_1}b^{\alpha_2}} \right)^{\frac{1}{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 - 1}} = x_3^{\pi_r=0}, \quad \text{поэтому}$$

ритейлеру будет оптимально увеличивать x_3 при $x_3 > x_3^{\pi_r=0}$. Заметим, что в

случае $\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 < 0$ как выручка, так и прибыль снижаются с ростом x_3 ,

$$\text{поскольку тогда } \frac{dR}{dx_3} < 0 \text{ и } \frac{d\pi_r}{dx_3} < 0.$$

Графически результаты утверждения 1 проиллюстрированы на рисунке 2.4, на котором обозначено суммарное значение эластичности выручки по ресурсам $\alpha_\Sigma = \alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3$.

Из утверждения 1 вытекают следующие практические рекомендации, применимые для разработки конкретной стратегии экспансии ритейлера.

Следствие 1. Рыночная экспансия ритейлера, выражающаяся в увеличении количества магазинов, проводится в следующих условиях:

— экспансия может осуществляться только при условии $\alpha_\Sigma > 0$, когда рост числа магазинов приводит к росту выручки, а в случае $\alpha_\Sigma \leq 0$ экспансия нерациональна, поскольку выручка при этом снижается;

— экспансия эффективна, т.е. ведет к одновременному росту выручки и

прибыли, в случае $\alpha_\Sigma > 1$, но после некоторого порогового числа магазинов \bar{x}_3 ;

– экспансия в случае $0 < \alpha_\Sigma < 1$ может быть как эффективна до достижения числа магазинов \bar{x}_3 , так и неэффективна, т.е. приводит к росту выручки, но снижению прибыли, после порогового числа магазинов \bar{x}_3 .

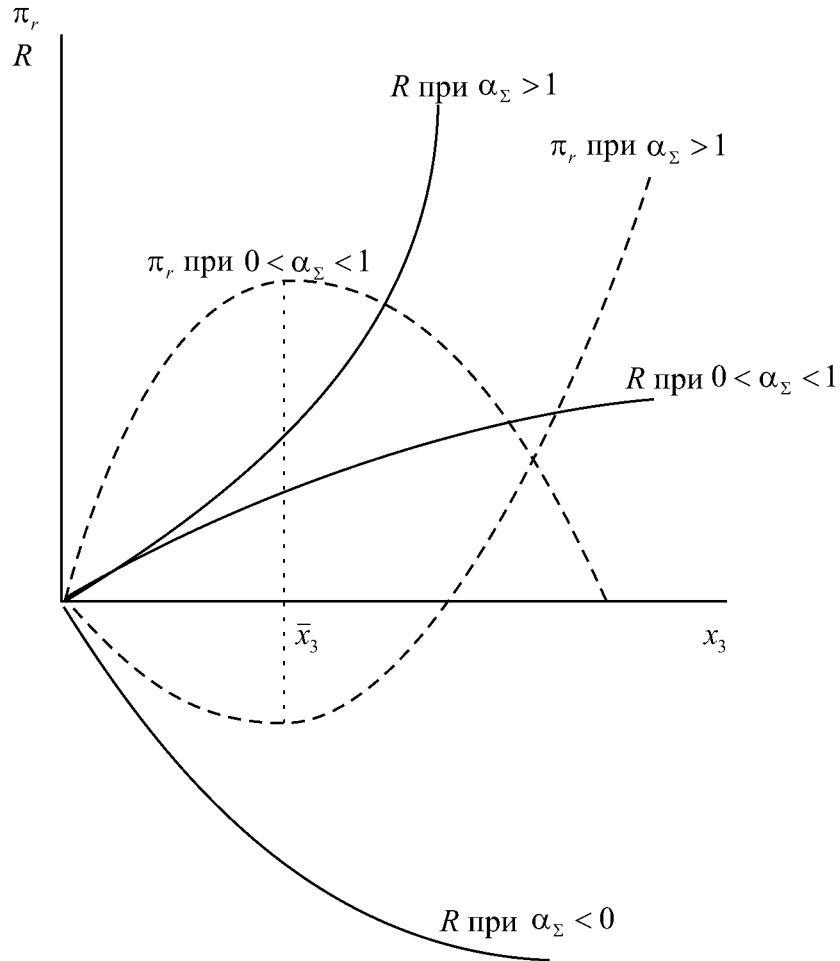


Рисунок 2.4 – Графический анализ выручки и прибыли ритейлера в зависимости от числа магазинов как ресурса

Примечание – Составлено автором.

Далее проанализируем двухкритериальную задачу (2.55). В зависимости от конкретных значений параметров технологии и рыночной среды ритейлера, т.е. набора параметров $A, \alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, p_2, p_3, n_a, F$, возможно два варианта решения этой задачи.

Вариант 1. Если критерии R и π_r непротиворечивы, т.е. увеличение

числа магазинов сети приводит к одинаковому по знаку изменению этих критериев (возрастанию, так как убывание выручки при $\alpha_\Sigma > 0$ невозможно по утверждению 1)

$$\frac{dR}{dx_3} > 0 \wedge \frac{d\pi_r}{dx_3} > 0, \quad (2.58)$$

то задача сводится к однокритериальной, и стратегия может быть выбрана по критерию π_r , имеющему конечную точку максимума.

Вариант 2. Если критерии R и π_r противоречивы, т.е. увеличение числа магазинов сети приводит к различному по знаку изменению этих критериев, т.е. критерий R возрастает, а критерий π_r убывает (противоположный вариант не рассматривается согласно утверждению 1)

$$\frac{dR}{dx_3} > 0 \wedge \frac{d\pi_r}{dx_3} < 0, \quad (2.59)$$

то необходимо исследовать два критерия, и решением задачи является множество Парето, которое было определено выше.

Первый вариант является тривиальным, и содержательно выражает такое сочетание параметров технологии ритейлера $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, n_a, F$, с параметрами его внешней рыночной среды p_2, p_3 , при которых ритейлер проводит прибыльную рыночную экспансию. Поэтому исследуем детально второй вариант, и, прежде всего, установим условия возникновения второго варианта, т.е. противоречивости критерий R и π_r , а также определим границы множества Парето.

Утверждение 2. В ситуации $p_3 = const$ противоречивость критериев R и π_r , т.е. возрастание одного из них при убывании другого, в случаях

1) $\alpha_\Sigma > 0$ имеет место при следующем условии

$$x_3 \begin{cases} > \bar{x}_3 & \text{если } \alpha_\Sigma < 1, \\ < \bar{x}_3 & \text{если } \alpha_\Sigma > 1, \end{cases} \text{ причем } \bar{x}_3 = \left[\frac{a + p_2 b + p_3 + n_a F}{A a^{\alpha_1} b^{\alpha_2} \alpha_\Sigma} \right]^{\frac{1}{\alpha_\Sigma - 1}}, \quad (2.60)$$

и множество Парето определяется неравенством $\bar{x}_3 < x_3 < \bar{x}_3|_{\pi_r=0}$; а в интервалах $x_3 \begin{cases} < \bar{x}_3 \text{ если } \alpha_\Sigma < 1, \\ > \bar{x}_3 \text{ если } \alpha_\Sigma > 1, \end{cases}$ критерии R и π_r непротиворечивы, т.е. возрастают одновременно;

2) $\alpha_\Sigma < 0$ не имеет места, т.е. критерии R и π_r одновременно убывают и непротиворечивы, где $\bar{x}_3|_{\pi_r=0}$ – значение ресурса при нулевой прибыли ритейлера; $\alpha_\Sigma = \alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3$.

Доказательство утверждения 2. Производные целевых функций ритейлера по аргументу x_3 имеют вид

$$\frac{dR}{dx_3} = Aa^{\alpha_1}b^{\alpha_2}(\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3)x_3^{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 - 1}, \quad (2.61)$$

$$\frac{d\pi_r}{dx_3} = Aa^{\alpha_1}b^{\alpha_2}(\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3)x_3^{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 - 1} - (a + p_2b + p_3 + n_aF). \quad (2.62)$$

Возможно два случая. Во-первых, случай возрастания выручки ритейлера с увеличением x_3 , т.е.

$$\frac{dR}{dx_3} > 0. \quad (2.63)$$

Этот случай реализуется, если $\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 > 0$, поскольку $A > 0$, $a > 0$, $b > 0$. В этом случае условие

$$\frac{d\pi_r}{dx_3} < 0 \quad (2.64)$$

выполняется, если $Aa^{\alpha_1}b^{\alpha_2}(\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3)x_3^{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 - 1} < a + p_2b + p_3 + n_aF$.

Это неравенство имеет два решения в зависимости от того, какое значение принимает сумма коэффициентов эластичности производственной функции ритейлера $\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3$: если суммарная эластичность относительно мала, $\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 < 1$, то показатель степени в этом неравенстве отрицательный,

поэтому из него следует $x_3 > \left[\frac{a + p_2b + p_3 + n_aF}{Aa^{\alpha_1}b^{\alpha_2}(\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3)} \right]^{\frac{1}{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 - 1}}$; если суммарная

эластичность относительно велика, $\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 > 1$, то показатель степени

положительный, поэтому $x_3 < \left[\frac{a + p_2 b + p_3 + n_a F}{A a^{\alpha_1} b^{\alpha_2} (\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3)} \right]^{\frac{1}{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 - 1}}$. Выражение для

граничного уровня x_3 обозначим $\bar{x}_3 = \left[\frac{a + p_2 b + p_3 + n_a F}{A a^{\alpha_1} b^{\alpha_2} (\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3)} \right]^{\frac{1}{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 - 1}}$, поэтому

получим соотношение (2.60). Причем согласно (2.57), максимум прибыли конечный только при $\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 < 1$, поэтому слева множество Парето ограничено значением \bar{x}_3 ; граница справа, как видно из рисунка 2.4, будет при $\pi_r = 0$.

Во-вторых, случай убывания выручки ритейлера с увеличением x_3 , т.е.

$$\frac{dR}{dx_3} < 0. \quad (2.64)$$

В этом случае суммарная эластичность должна быть отрицательна, т.е. $\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 < 0$. Этот случай можно характеризовать как состояние абсолютной технологической неэффективности бизнес-процесса ритейлера. При этом из формулы производной функции прибыли ритейлера следует, что

$$\frac{d\pi_r}{dx_3} < 0, \quad (2.65)$$

т.е. критерии R и π_r одновременно убывают и непротиворечивы.

Из утверждения 2 вытекает следствие, актуальное для практического управления стратегией ритейлера.

Следствие 2. При условии технологической эффективности бизнес-процесса ритейлера

$$\alpha_\Sigma > 0 \quad (2.66)$$

рыночная экспансия проходит две стадии, которые чередуются в зависимости от суммарной эластичности производственной функции ритейлера α_Σ :

– если $0 < \alpha_\Sigma < 1$, то экспансия сопровождается ростом прибыли при относительно малом количестве магазинов (меньше чем \bar{x}_3), а когда число магазинов превысит граничный уровень \bar{x}_3 , то прибыль снижается с ростом выручки;

– если $\alpha_\Sigma > 1$, то экспансия на начальном этапе приводит к снижению прибыли до тех пор, пока количество магазинов меньше уровня \bar{x}_3 , после чего экспансия приводит к одновременному росту прибыли.

В случае технологической неэффективности бизнес-процесса ритейлера $\alpha_\Sigma < 0$ рыночная экспансия невозможна, так как приводит к снижению выручки и прибыли.

Для проведения графической интерпретации множества Парето выполним следующие преобразования:

– найдем выражение ресурса x_3 через выручку из формулы $R = Aa^{\alpha_1}b^{\alpha_2}x_3^{\alpha_1+\alpha_2+\alpha_3}$, т.е.

$$x_3 = \left(\frac{R}{Aa^{\alpha_1}b^{\alpha_2}} \right)^{\frac{1}{\alpha_\Sigma}}; \quad (2.67)$$

– выведем выражение прибыли ритейлера через его выручку, подставив предыдущее выражение в формулу $\pi_r = Aa^{\alpha_1}b^{\alpha_2}x_3^{\alpha_1+\alpha_2+\alpha_3} - (a + p_2b + p_3 + n_a F)x_3$:

$$\pi_r = R - (a + p_2b + p_3 + n_a F) \left(\frac{R}{Aa^{\alpha_1}b^{\alpha_2}} \right)^{\frac{1}{\alpha_\Sigma}}. \quad (2.68)$$

На основе формулы (2.68) и следствия 2 на рисунке 2.5 графически представлены стадии рыночной экспансии ритейлера в случае низкой технологической эффективности бизнес-процесса. На этом рисунке множество Парето обозначено $\Pi_1\Pi_2$, причем точка Π_1 соответствует такому сочетанию критериев R и π_r , при котором $x_3 = \bar{x}_3$. Как было указано выше, при теоретическом анализе множества Парето, это множество охватывает

такие сочетания критериев, которые являются равноценными для лица, принимающего решение, поскольку в каждом таком сочетании невозможно увеличить один из критериев без некоторого уменьшения другого критерия. Другими словами, на базе имеющейся информации о значениях критериев невозможно сделать выбор одного сочетания из множества Парето. Поэтому графический анализ показывает, что в случае низкой технологической эффективности бизнес-процесса ритейлера наиболее сложная стадия принятия управленческого решения о масштабе экспансии, т.е. целевом значении числа магазинов x_3 , возникает на заключительной стадии процесса экспансии.

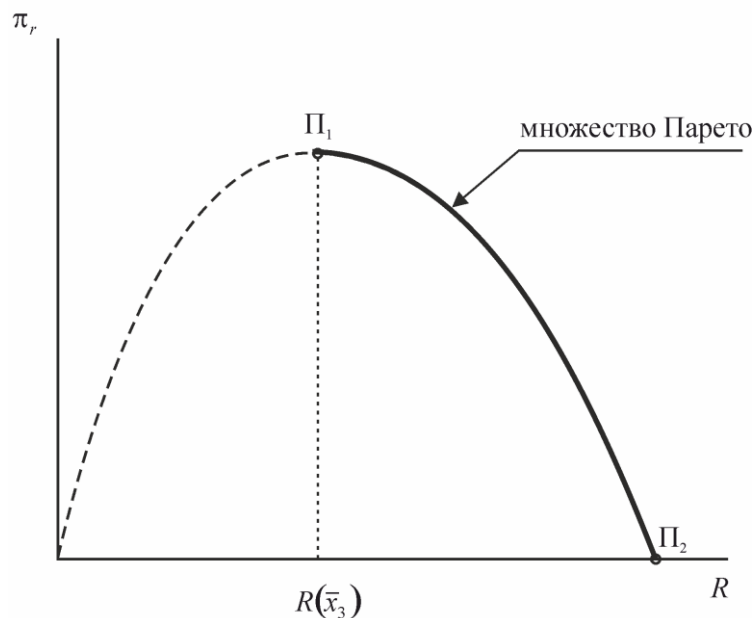


Рисунок 2.5 – Стадии рыночной экспансии ритейлера в случае низкоэффективной технологии при $0 < \alpha_\Sigma < 1$

Примечание – Составлено автором.

Предложим метод выбора компромиссного значения из множества Парето на основе анализа взаимного соответствия трендов изменения критериев R и π_r . Обобщение рисунков 2.4 и 2.5 показывает, что в процессе экспансии можно наблюдать два тренда.

Тренд 1. Снижение прибыли с ростом числа торговых точек, который сопровождается увеличением выручки, характеризуется следующей производной:

$$\frac{d\pi_r}{dx_3} = Aa^{\alpha_1} b^{\alpha_2} \alpha_\Sigma x_3^{\alpha_\Sigma-1} - (a + p_2 b + p_3 + n_a F). \quad (2.69)$$

Согласно (2.60) $\frac{d\pi_r}{dx_3} < 0$ при $x_3 > \bar{x}_3$. Содержательно параметр $\left| \frac{d\pi_r}{dx_3} \right|$

характеризует темп снижения прибыли ритейлера вследствие увеличения на единицу числа торговых точек. Важно отметить, что с увеличением числа магазинов при $\alpha_\Sigma < 1$ темп снижения прибыли увеличивается, поскольку

$$\frac{d^2\pi_r}{dx_3^2} = Aa^{\alpha_1} b^{\alpha_2} \alpha_\Sigma (\alpha_\Sigma - 1) x_3^{\alpha_\Sigma-2} < 0, \quad (2.70)$$

следовательно, $\frac{d}{dx_3} \left| \frac{d\pi_r}{dx_3} \right| > 0$.

Тренд 2. Замедление роста выручки с увеличением числа магазинов при $\alpha_\Sigma < 1$, оцениваемое следующей производной:

$$\frac{dR}{dx_3} = Aa^{\alpha_1} b^{\alpha_2} \alpha_\Sigma x_3^{\alpha_\Sigma-1} > 0. \quad (2.71)$$

Экономически параметр $\frac{dR}{dx_3}$ показывает прирост выручки ритейлера в результате открытия дополнительной торговой точки. Как видно из формулы, этот параметр положительный, т.е. выручка, в соответствии с условием (2.56) возрастает в случае $\alpha_\Sigma > 0$. Однако вторая производная отрицательна

$$\frac{d^2R}{d(x_3)^2} = Aa^{\alpha_1} b^{\alpha_2} \alpha_\Sigma (\alpha_\Sigma - 1) x_3^{\alpha_\Sigma-2} < 0 \quad (2.72)$$

в случае $0 < \alpha_\Sigma < 1$, т.е. прирост выручки сокращается.

Сопоставление двух описанных трендов показывает следующие требования к выбору наилучшей стратегии экспансии:

- чем больше выручка и прибыль, тем стратегия экспансии предпочтительнее;
- чем больше темп роста выручки и меньше темп снижения прибыли,

тем стратегия экспансии предпочтительнее.

Определим отношение предпочтительности одной альтернативной стратегии по сравнению с другой как такой выбор уровня экспансии, при котором альтернатива x_3' лучше альтернативы x_3'' , и обозначим это отношение как $x_3' \succ x_3''$. Кроме того, обозначим наилучшую альтернативу из множества Парето символом x_3^* .

Из первого требования следует, что для ритейлера наилучшим является сочетание максимизации выручки и прибыли, причем такое сочетание, при котором некоторая потеря прибыли компенсируется определенным приростом выручки, и наоборот. Это требование позволяет нам ввести *аддитивный критерий* при экспансии.

Определение аддитивного критерия анализа множества Парето: стратегия экспансии x_3^* является наилучшей, если для нее наибольшей величины достигает сумма выручки и положительной прибыли ритейлера, т.е.

$$x_3^* = \arg \max_{x_3 > 0} \varphi(x_3) = \arg \max_{x_3 > 0} \{R(x_3) + \pi_r(x_3)\} \text{ при } \pi_r(x_3^*) > 0 \text{ в случае } 0 < \alpha_\Sigma < 1. \quad (2.73)$$

Здесь для обозначения аддитивного критерия введен символ φ , а дополнительное условие $\pi_r(x_3^*) > 0$ включено, чтобы наилучшая стратегия не выходила за границы множества Парето.

Из анализа аддитивного критерия вытекает следующий темповый критерий, более удобный для количественного анализа множества Парето, поскольку он формулируется в виде уравнения в следующем утверждении.

Утверждение 3. Темповый критерий анализа множества Парето при экспансии определяет наилучшую стратегию экспансии x_3^* из решения следующего уравнения

$$\frac{dR(x_3^*)}{dx_3} = \left| \frac{d\pi_r(x_3^*)}{dx_3} \right| \text{ при } \pi_r(x_3^*) > 0 \text{ и } 0 < \alpha_\Sigma < 1, \quad (2.74)$$

т.е. при альтернативе x_3^* темп роста выручки должен быть равен темпу

сокращения прибыли.

Доказательство утверждения 3. Из необходимых условий максимума аддитивного критерия следует

$$\frac{d\varphi}{dx_3} = \frac{dR}{dx_3} + \frac{d\pi_r}{dx_3} = 0, \text{ поэтому } \frac{dR}{dx_3} = -\frac{d\pi_r}{dx_3} = \left| \frac{d\pi_r}{dx_3} \right|; \quad (2.75)$$

$$\frac{d^2\varphi}{dx_3^2} = \frac{d^2R}{dx_3^2} + \frac{d^2\pi_r}{dx_3^2} < 0, \text{ но поскольку, что } \frac{d^2R}{d(x_3)^2} = Aa^{\alpha_1}b^{\alpha_2}\alpha_\Sigma(\alpha_\Sigma - 1)x_3^{\alpha_\Sigma - 2} < 0 \text{ и}$$

$$\frac{d^2\pi_r}{dx_3^2} = Aa^{\alpha_1}b^{\alpha_2}\alpha_\Sigma(\alpha_\Sigma - 1)x_3^{\alpha_\Sigma - 2} < 0 \text{ при } 0 < \alpha_\Sigma < 1, \text{ то второе условие всегда}$$

выполняется.

Темповый критерий (2.74) равносильен аддитивному критерию (2.73), поэтому стратегия x_3^* , выбранная по темповому критерию, максимизирует сумму выручки и прибыли ритейлера при экспансии.

На основе введенного темпового критерия мы можем сформулировать условие выбора единственного решения из множества Парето в следующем виде.

Утверждение 4. При совершенной конкуренции на рынке коммерческой недвижимости ($p_3 = const$), если целью ритейлера является расширение торговой сети в случае $0 < \alpha_\Sigma < 1$, то количество торговых точек ритейлера, вычисленное по формуле

$$x_3^* = \left(\frac{a + p_2b + p_3 + n_a F}{2Aa^{\alpha_1}b^{\alpha_2}\alpha_\Sigma} \right)^{\frac{1}{\alpha_\Sigma - 1}} \quad (2.76)$$

определяет оптимальный уровень рыночной экспансии по аддитивному или темповому критериям.

Доказательство утверждения 4. Производные $\frac{d\pi_r}{dx_3}$ и $\frac{dR}{dx_3}$ при $0 < \alpha_\Sigma < 1$

монотонно убывают в зависимости от x_3 , следовательно, темп $\left| \frac{d\pi_r}{dx_3} \right|$ при этом

возрастает. Поэтому функции $\left| \frac{d\pi_r(x_3)}{dx_3} \right|$ и $\frac{dR(x_3)}{dx_3}$ при некотором числе магазинов x_3^* равны, т.е. существует решение уравнения (2.74), из которого выведем для x_3^* формулу

$$\left| \frac{d\pi_r(x_3^*)}{dx_3} \right| = \frac{dR(x_3^*)}{dx_3} \Rightarrow a + p_2b + p_3 + n_a F - Aa^{\alpha_1} b^{\alpha_2} \alpha_\Sigma x_3^{\alpha_\Sigma - 1} = Aa^{\alpha_1} b^{\alpha_2} \alpha_\Sigma x_3^{\alpha_\Sigma - 1}, \quad (2.77)$$

откуда следует (2.76). Кроме того, необходимо проверить, что при значении x_3^* прибыль ритейлера положительна, т.е.

$$\pi_r = Aa^{\alpha_1} b^{\alpha_2} x_3^{*\alpha_\Sigma} - (a + p_2b + p_3 + n_a F)x_3^* > 0. \quad (2.78)$$

Если обозначить для упрощения записи $z = Aa^{\alpha_1} b^{\alpha_2}$, $g = a + p_2b + p_3 + n_a F$, то преобразование этого неравенства дает:

$$\pi_r = zx_3^{*\alpha_\Sigma} - gx_3^* = z \left(\frac{g}{2\alpha_\Sigma} \right)^{\frac{\alpha_\Sigma}{\alpha_\Sigma - 1}} - g \left(\frac{g}{2\alpha_\Sigma} \right)^{\frac{1}{\alpha_\Sigma - 1}} = \left(\frac{z}{2\alpha_\Sigma} - 1 \right) g \left(\frac{g}{2\alpha_\Sigma} \right)^{\frac{1}{\alpha_\Sigma - 1}} > 0, \quad (2.79)$$

откуда следует $\frac{z}{2\alpha_\Sigma} - 1 > 0 \Rightarrow z > 2\alpha_\Sigma$. Это неравенство $Aa^{\alpha_1} b^{\alpha_2} > 2\alpha_\Sigma$

выполняется практически всегда, поскольку в левой части фигурируют ресурсы (стоимость товаров и оплата труда персонала), а в правой части – коэффициенты эластичности, выраженные в процентах, сумма которых на практике близка к 1%.

Сравнение формул (2.3.7) и (2.3.13) показывает, что

$$\frac{x_3^*}{\bar{x}_3} = 2^{\frac{1}{1-\alpha_\Sigma}} \quad (2.80)$$

т.е. оптимальное для экспансии количество торговых точек больше числа магазинов, обеспечивающих максимальную прибыль ритейлера, в $2^{\frac{1}{1-\alpha_\Sigma}}$ раза.

На рисунке 2.6 представлена графическая иллюстрация рассуждений, обосновывающих оптимальный выбор уровня экспансии ритейлера при низкоэффективной технологии. Точка E показывает оптимальный уровень

рыночной экспансии и определена исходя из равенства темпов

$$\left| \frac{d\pi_r(x_3^*)}{dx_3} \right| = \frac{dR(x_3^*)}{dx_3},$$

а ее абсцисса выражает оптимальное число торговых точек x_3^* .

Поэтому в соответствующих этому оптимуму точках E_π на графике прибыли и E_R на графике выручки угловые коэффициенты функций прибыли и выручки должны быть равны, т.е. касательные к графикам имеют одинаковый угол наклона с тангенсом $\varphi' = \frac{d\varphi}{dx_3}$.

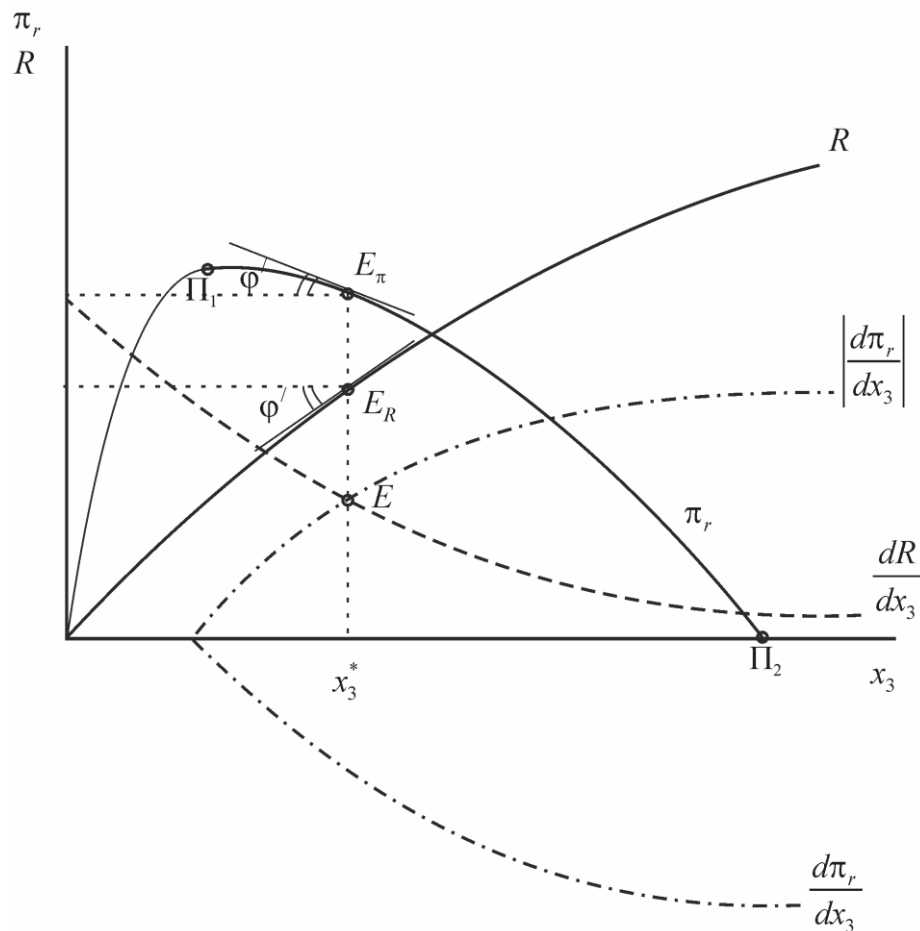


Рисунок 2.6 – Геометрическая интерпретация решения двухкритериальной задачи оптимизации экспансии ритейлера при низкоэффективной технологии, $0 < \alpha_\Sigma < 1$

Примечание – Составлено автором.

Отметим, что условие положительной прибыли ритейлера $a + p_2b + p_3 + n_a F > 2\alpha_\Sigma$ при числе магазинов x_3^* выполняется практически всегда, поскольку величины в правой части неравенства выражены в

денежных единицах и несопоставимо велики по сравнению с эластичностью технологии ритейлера в левой части, выраженной в процентах.

2.4 Модель девелопера и механизм экспансии розничной сети

Рассмотрим модель выбора стратегии девелопера торговой недвижимости с учетом следующих предположений.

Предположение 1. Рассматривается монопродуктовый девелопмент, когда девелопер поставляет ритейлеру типовую торговую точку в количестве x_3 по цене p_3 .

Предположение 2. Издержки девелопера нелинейно возрастают от объема поставки, т.е. себестоимость типовой торговой точки может изменяться с большим или меньшим темпом δ в зависимости от их количества по следующей модели

$$C_d(x_3) = cx_3^\delta, \quad (2.81)$$

где c – издержки девелопера на одну торговую точку; δ – темп роста (эластичность) функции издержек девелопера.

Предположение 3. В ситуации конкуренции на рынке коммерческой недвижимости цена единицы поставки (контрактная стоимость торговой точки) $p_3 = const$.

В этих условиях модель выбора стратегии девелопера состоит в максимизации его прибыли по объему поставки торговых точек для ритейлера:

$$\max_{x_3 > 0} \pi_d = \max \{ p_3 x_3 - cx_3^\delta \}. \quad (2.82)$$

Рассмотрим условия заинтересованности девелопера в экспансии ритейлера в виде следующего механизма оптимизации прибыли девелопера.

Утверждение 5. Максимальная положительная прибыль девелопера в ситуации конкуренции на рынке коммерческой недвижимости достигается при следующих значениях объемов поставки:

$$x_{3d}^* \begin{cases} = \left(\frac{p_3}{c\delta}\right)^{\frac{1}{\delta-1}} & \text{при } \delta > 1, p_3 > c, \\ > x_3^{\pi_d=0} & \text{при } \delta \in [0,1), \end{cases} \quad (2.83)$$

где объем поставки при нулевой прибыли девелопера $x_3^{\pi_d=0} = \left(\frac{p_3}{c}\right)^{\frac{1}{\delta-1}}$.

Доказательство утверждения 5. Условие максимума прибыли девелопера первого порядка $\frac{d\pi_d}{dx_3} = p_3 - c\delta x_3^{\delta-1} = 0$ имеет корень (2.83), а условие максимума прибыли второго порядка $\frac{d^2\pi_d}{dx_3^2} = -c\delta(\delta-1)x_3^{\delta-2} < 0$ выполняется при $\delta > 1$. Причем условие положительной прибыли $\pi_d = p_3 x_3 - c x_3^\delta > 0$ при $\delta > 1$ равносильно $0 < x_3 < \left(\frac{p_3}{c}\right)^{\frac{1}{\delta-1}}$, т.е. прибыль положительна при относительно малом объеме поставки, причем большем единицы, когда $p_3 > c$. При $\delta < 1$ положительная прибыль, наоборот возникает при $x_3 > \left(\frac{p_3}{c}\right)^{\frac{1}{\delta-1}}$, т.е. при больших значениях x_3 .

Утверждение 5 позволяет сформулировать конкретные практические рекомендации для выбора стратегии девелопера. При этом следует учесть, что объемы поставки, соответствующие нулевой прибыли девелопера, $x_3^{\pi_d=0}$ являются на практике относительно малыми величинами. Так, на практике $p_3 > c$ и $k > c$, поэтому $x_3^{\pi_d=0} = \left(\frac{p_3}{c}\right)^{\frac{1}{\delta-1}}$ при $\delta < 1$ будет значительно меньше единицы. Поэтому укажем следующие свойства стратегии девелопера, вытекающие из утверждения 5.

Следствие 3. В ситуации совершенной конкуренции на рынке коммерческой недвижимости для девелопера существует конечное значение объема поставки x_{3d}^* , максимизирующее его прибыль, если эластичность его

функции издержек $\delta > 1$ и $p_3 > c$, а если $\delta < 1$, то девелоперу целесообразно увеличивать объем поставки свыше уровня $x_3^{\pi_d=0}$. Поэтому при $\delta < 1$ на рынке конкуренции девелопер однозначно заинтересован в рыночной экспансии ритейлера, а в противном случае для девелопера существуют границы экспансии.

На рисунке 2.7 представлена геометрическая интерпретация максимизации прибыли девелопера в ситуации совершенной конкуренции, изображены графики выручки $p_3 x_3$, издержек $c x_3^\delta$ и прибыли π_d .

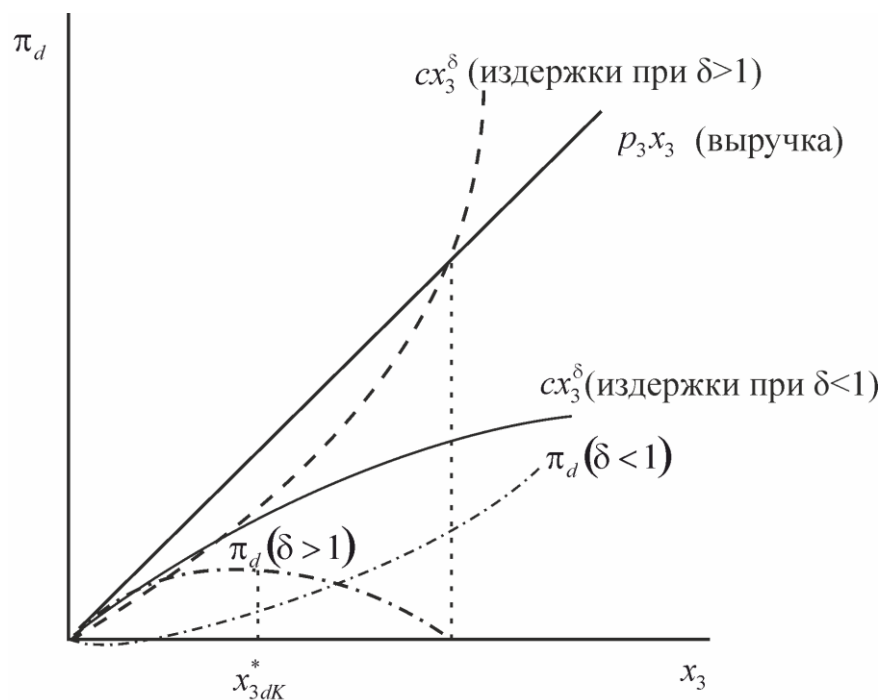


Рисунок 2.7 – Геометрическая интерпретация максимизации прибыли девелопера

Примечание – Составлено автором.

Анализ показывает следующие выводы: 1) в случае низкого темпа роста издержек ($\delta < 1$) прибыль девелопера с увеличением объема поставки отрицательная только на малом участке x_3 , а затем возрастает, т.е. конечного значения оптимума девелопера не существует; 2) при высоком темпе роста издержек ($\delta > 1$) прибыль девелопера достигает максимума при конечном значении объема поставки x_{3d}^* , т.е. девелопер не заинтересован в дальнейшем расширении бизнеса.

Рассмотрим проблему нахождения компромисса во взаимодействиях ритейлера и девелопера по вопросу выбора взаимоприемлемого значения торговых точек. Проблема состоит в том, что для ритейлера существует оптимизирующую стратегию экспансии число торговых точек x_3^* , определенное ранее, и для девелопера также имеется максимизирующее его прибыль число торговых точек x_{3d}^* при определенных условиях, указанных в утверждении 7, причем эти значения могут не совпадать, т.е. $x_3^* \neq x_{3d}^*$. Очевидно, что для заключения контракта ритейлер и девелопер должны прийти к некоторому компромиссному значению, поэтому определим пределы вариации контрактной поставки следующим образом.

Определение: область компромисса ритейлера и девелопера – это диапазон изменения объема поставки торговых точек, ограниченный значениями x_{\min} и x_{\max} , внутри которого игроки могут выбирать взаимоприемлемое значение объема поставки, а вне которого объемы поставки неприемлемы с позиций хотя бы одного игрока. Для области компромисса используем обозначение $OK = [x_{\min}, x_{\max}]$.

Особенность рассматриваемой проблемы экспансии ритейлера на основе взаимодействий с девелопером состоит в том, что задача определения области компромисса является трехкритериальной,

$$\max R, \max \pi_r, \max \pi_d, \quad (2.84)$$

т.е. значения объема поставки x_3' внутри этой области доминируют значения вне области x_3'' по целевым функциям ритейлера и девелопера.

Однако ввиду противоречивости критериев (2.84) может не существовать область доминирования по всем трем критериям, поэтому введем следующее условие области компромисса: значения x_3' внутри этой области доминируют значения вне области x_3'' не менее чем по двум из трех целевых функций ритейлера и девелопера, что формально можно записать как

$$x_3' \underset{(R, \pi_d) \vee (\pi_r, \pi_d)}{>} x_3'', \text{ если } x_3' \in OK \wedge x_3'' \notin OK. \quad (2.85)$$

Напомним, что символ « $\underset{R}{>}$ » обозначает отношение предпочтительности или доминирования по критерию R ; символ \vee – логическая дизъюнкция, т.е. «или»; символ \wedge – логическая конъюнкция, т.е. «и»;

Решение задачи определения области компромисса ритейлера и девелопера сформулируем следующим образом.

Утверждение 6. Область компромисса ритейлера и девелопера в ситуации конкуренции на рынке недвижимости в случае доминирования не менее чем по двум из трех целевых функций определяется следующим образом:

$$OK = \begin{cases} [\min\{x_3^*, x_{3d}^*\}, \max\{x_3^*, x_{3d}^*\}] \text{ при } \delta > 1, p_3 > c, \\ [x_3^*, \infty] \text{ при } \delta \in [0, 1) \text{ если } x_3^* > \left(\frac{p_3}{c}\right)^{\frac{1}{\delta-1}}. \end{cases} \quad (2.86)$$

Доказательство утверждения 6. Проанализируем оптимумы игроков x_3^* и x_{3d}^* при $\delta > 1$. Если $x_3^* < x_{3d}^*$ (рисунок 2.8 (а)), то точка $x_3' \in OK$ доминирует точку справа от OK $x_3'' \notin OK$ по критериям прибыли ритейлера и девелопера, т.е. $x_3' \underset{(\pi_r, \pi_d)}{>} x_3''$, и точку слева от OK $x_3''' \notin OK$ по критериям выручки ритейлера и прибыли девелопера, т.е. $x_3' \underset{(R, \pi_d)}{>} x_3'''$. Если $x_3^* < x_{3d}^*$ (рисунок 2.8 (б)), то точка $x_3' \in OK$ доминирует точку справа от OK $x_3'' \notin OK$ по критериям прибыли ритейлера и девелопера, т.е. $x_3' \underset{(\pi_r, \pi_d)}{>} x_3''$, и точку слева от OK $x_3''' \notin OK$ по всем критериям, т.е. $x_3' \underset{(R, \pi_r, \pi_d)}{>} x_3'''$. Следовательно, $OK = [\min\{x_3^*, x_{3d}^*\}, \max\{x_3^*, x_{3d}^*\}]$ при $\delta > 1$. При $\delta \in [0, 1)$ конечного оптимума девелопера не существует, поэтому, аналогично рассуждая, получим $OK = [x_3^*, \infty]$, если $x_3^* > \left(\frac{p_3}{c}\right)^{\frac{1}{\delta-1}}$, а в противном случае $OK = \emptyset$.

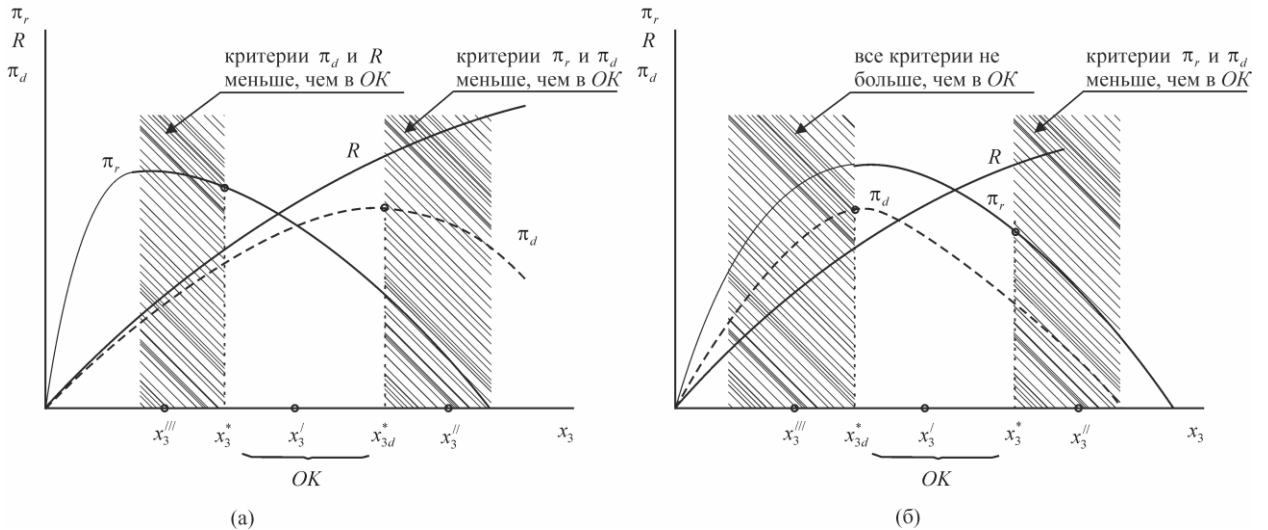


Рисунок 2.8 – Геометрическая интерпретация области компромисса ритейлера и девелопера при $\delta > 1$

Примечание – Составлено автором.

Таким образом, в утверждении 6 определен диапазон значений объема поставки торговых точек между девелопером и ритейлером, в границах которого они могут заключить контракт.

Обобщая разработанный выше инструментарий оптимизации масштаба розничной торговой сети ритейлера, а также модель и механизм выбора стратегии девелопера, а также модель согласования их интересов в виде области компромисса, сформируем механизм оптимизации экспансии, который включает в себя следующие этапы (рисунок 2.9).

Этап 1. Определение оптимальной стратегии экспансии с позиций ритейлера X_{3r} на основе анализа технологической эффективности бизнес-процесса ритейлера:

1.1) в случае высокой технологической эффективности ($\alpha_\Sigma > 1$) выбирается стратегия увеличения количества магазинов свыше порогового уровня нулевой прибыли $x_3^{\pi_r=0}$, т.е. $X_{3r} > x_3^{\pi_r=0}$;

1.2) в случае низкой технологической эффективности ($0 < \alpha_\Sigma < 1$) выбирается стратегия достижения оптимального числа магазинов $X_{3r} = x_3^*$, где x_3^* равно:

$$x_3^* = \left(\frac{a + p_2 b + p_3 + n_a F}{2Aa^{\alpha_1} b^{\alpha_2} \alpha_\Sigma} \right)^{\frac{1}{\alpha_\Sigma - 1}}. \quad (2.87)$$

Этап 2. Определение оптимальной стратегии поставок с позиций девелопера X_{3d} на основе анализа эластичности функции издержек:

2.1) для высокого темпа роста издержек $\delta > 1$ и при $p_3 > c$ выбирается стратегия $X_{3d} = x_{3d}^*$, где $x_{3d}^* = \left(\frac{p_3}{c\delta} \right)^{\frac{1}{\delta-1}}$;

2.2) для низкого темпа роста издержек $\delta \in [0, 1)$ стратегия выражается в увеличении объема поставок свыше уровня нулевой прибыли $X_{3d} > x_3^{\pi_d=0}$, где $x_3^{\pi_d=0} = \left(\frac{p_3}{c} \right)^{\frac{1}{\delta-1}}$.

Этап 3. Согласование интересов ритейлера и девелопера в виде выбора параметров контракта.

3.1) Анализ случая ограниченности объема поставки со стороны девелопера ($\delta > 1$)

3.1.1) Оценка границ области компромисса

$$x_{\min} = \min\{x_3^*, x_{3d}^*\}, \quad x_{\max} = \max\{x_3^*, x_{3d}^*\}. \quad (2.88)$$

3.1.2) Выбор согласованного объема поставки X_{comp} из области компромисса

$$X^{comp} \in OK = [x_{\min}, x_{\max}]. \quad (2.89)$$

3.2) Анализ случая неограниченности объема поставки со стороны девелопера ($\delta < 1$)

3.2.1) Проверка условий положительной прибыли девелопера

$$x_3^* > x_3^{\pi_d=0}. \quad (2.90)$$

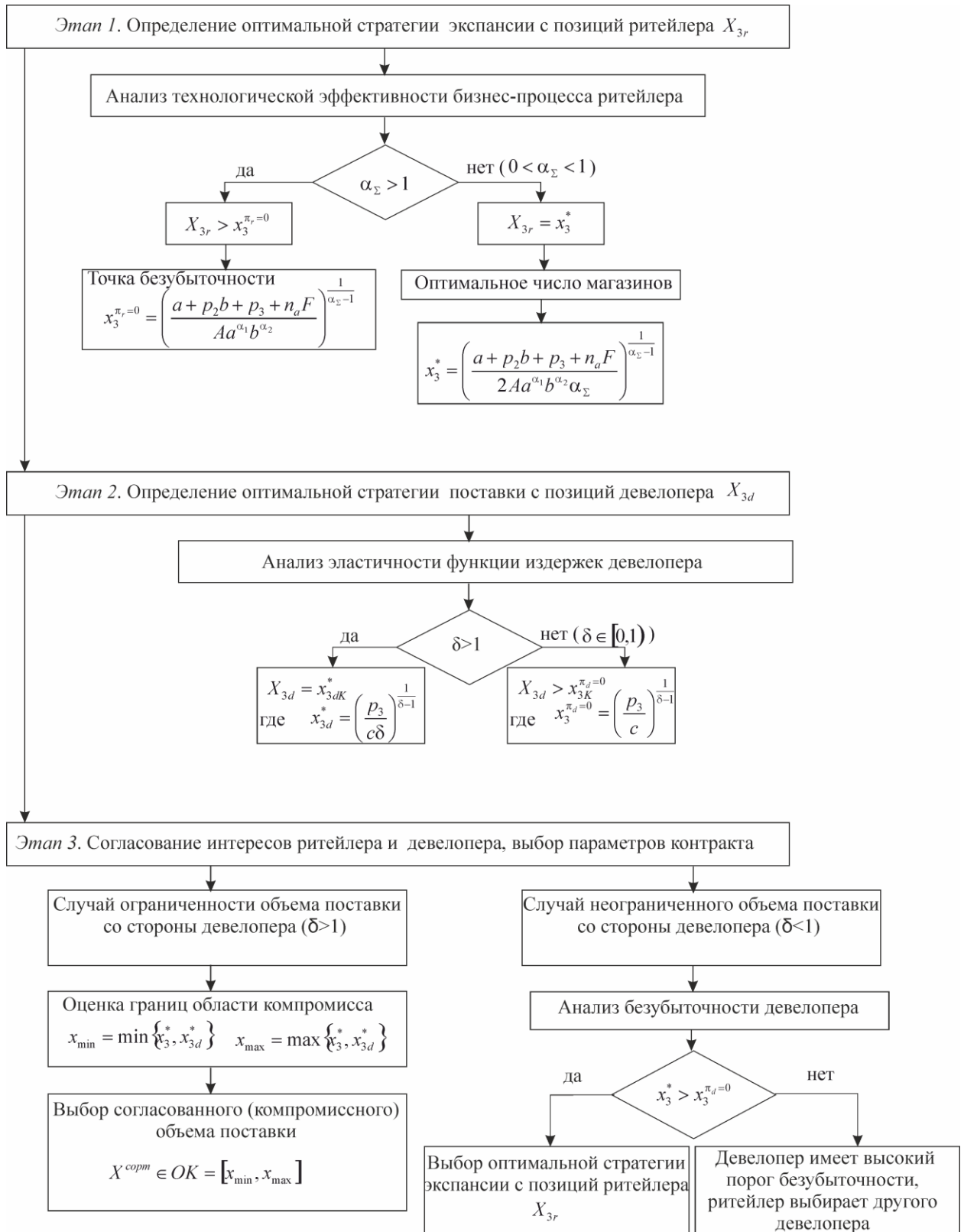


Рисунок 2.9 – Схема механизма оптимизации экспансии ритейлера, согласованной с позицией девелопера

Примечание – Составлено автором.

3.2.2) Если условия выполняются, то выбирается оптимальная стратегия экспансии с позиций ритейлера X_{3r} .

3.2.3) Если условия не выполняются, то девелопер имеет слишком высокий порог безубыточности, и ритейлеру следует пересмотреть выбор девелопера.

Выводы и результаты по главе 2.

Анализ различных типов контрактов показал, что в зависимости от формата отношений поставщика и ритейлера между ними могут заключаться договоры в различных формах, причем каждый тип контракта характеризуется различным набором параметров, затрагивающих интересы обеих сторон контракта. Поскольку эти параметры являются основой согласованного контракта, их уместно именовать координирующими параметрами. В процессе согласования условий контракта, т.е. выбора компромиссных значений координирующих параметров, необходимой для принятия решений каждой стороной контракта является информация об оптимальных значениях этих параметров. Поэтому решение задачи оптимизации координирующих параметров является рутинной операцией в осуществлении всех контрактных отношений. Следовательно, выработка общего метода оптимизации координирующих параметров контрактов представляет собой актуальную проблему исследования операций. Однако разнообразие моделей взаимодействий поставщика и ритейлера исключает возможность использования единого метода оптимизации. Поэтому исследован общий принцип моделирования контрактов поставки, на основе которого координирующие параметры представлены в агрегированном виде векторов объемов, цен и издержек сторон контракта.

В результате в обобщенном виде модель контракта в цепи поставок аналогична моделям оптимального выбора объемов поставки в неинтегрированной, т.е. подобной свободному рынку, системе поставщиков и продавцов. Для этих моделей существует апробированный метод

однокритериальной однопараметрической оптимизации, базирующийся на необходимых и достаточных условиях оптимальности.

Сформулированная обобщенная модель двухагентной и двухканальной цепи поставок отражает специфику различных типов контрактов поставок и позволяет унифицировать метод оптимизации, применяемый для расчета оптимальных параметров во всех типах контрактов. Очевидно, что в этом случае метод оптимизации также следует основывать на необходимых и достаточных условиях оптимальности, но в многопараметрической форме.

Разработана двухкритериальная модель выбора стратегии экспансии ритейлера, формализующая единство двух целей экспансии розничной торговой сети: максимизацию выручки и максимизацию прибыли.

Определены механизмы выбора стратегии экспансии ритейлера, обеспечивающие максимумы выручки и прибыли в виде формул расчета оптимального числа магазинов. Также установлены границы области противоречивости критериев, определяющие множество Парето, в которое входят сочетания критериев, являющиеся равноценными для лица, принимающего решение, поскольку в каждом таком сочетании невозможно увеличить один из критериев без уменьшения другого критерия. Предложен метод выбора компромиссного значения уровня экспансии из множества Парето на основе анализа темпов изменения критериев ритейлера, позволяющий найти единственное решение двухкритериальной задачи.

Разработана модель выбора стратегии девелопера коммерческой недвижимости на основе максимизации прибыли. Сформирован механизм выбора стратегии девелопера, определяющий объем поставки торговых точек, максимизирующий его прибыль.

Предложена модель согласования интересов ритейлера и девелопера в виде области компромисса как диапазон изменения объема поставки торговых точек, внутри которого игроки могут выбирать взаимоприемлемое значение объема поставки. Определена и доказана методика выявления компромисса на основе принципа доминирования не менее чем по двум из

трех целевых функций ритейлера и девелопера, позволяющая установить верхнюю и нижнюю границы объема поставки торговых точек, за пределами которых объемы поставки неприемлемы с позиций хотя бы одного игрока.

На основе обобщения инструментария оптимизации масштаба розничной торговой сети ритейлера, модели и механизма выбора стратегии девелопера и модели согласования их интересов в виде области компромисса сформирован механизм оптимизации экспансии. Механизм позволяет планировать согласованную с позиций обоих игроков стратегию экспансии в условиях различных характеристик бизнес-процессов ритейлера и девелопера.

ГЛАВА 3 МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ РЕАЛИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ЦЕПЯМИ ПОСТАВОК И ОПТИМАЛЬНЫХ МЕХАНИЗМОВ ЭКСПАНСИИ ТОРГОВЫХ СЕТЕЙ

В главе рассматриваются аспекты применения разработанных моделей и механизмов оптимального планирования развития сетевых ритейлеров для решения прикладных задач управления цепями поставок и разработки стратегий расширения сети торговых точек ритейлеров.

Сформирована обобщенная модель управления цепями поставок продовольственных товаров на примере сетевого ритейлера Магнит, включающая в себя целевые функции поставщиков и ритейлера. Обобщенная модель объединяет такие типы контрактов поставок, как контракт фиксированной оптовой цены, контракт с двухкомпонентным тарифом, контракт распределения выручки, контракт обратного выкупа, а также выражает двухканальную цепь поставок. На основе обобщенной модели проанализированы различные варианты организации цепи поставок, в которых исследовалось влияние параметров контрактов (оптовой цены, постоянного тарифа, доли распределения выручки, ретро-бонуса и доли канала ритейлера) на значения целевых функций поставщика и ритейлера, а также на область компромисса.

Разработаны производственные функции сетевых ритейлеров, доминирующих на рынке розничной торговли России (X5 Group, Магнит), для которых на основе методов регрессионного анализа определены коэффициенты эластичности по таким ресурсам, как закупочная стоимость товаров, трудовой ресурс и фондовый ресурс. Для сетевого ритейлера Магнит составлена двухкритериальная модель планирования расширения торговой сети и определен оптимальный механизм рыночной экспансии. Рассчитана программа расширения сети торговых точек ритейлера Магнит, для которой проведена оценка экономической эффективности. Сформирована модель функции прибыли девелопера, на основе которой

вычислен оптимальный уровень предложения торговых точек и оценены границы области компромисса ритейлера и девелопера.

3.1 Анализ обобщенной модели управления цепью поставок на примере продовольственных товаров

Рассмотрим в качестве объекта моделирования сеть магазинов Магнит как одного из крупнейших сетевых ритейлеров в Самарской области, для которого определим наиболее значимые в ассортименте товары, генерирующие существенную долю выручки, т.е. выполним структурный анализ ассортимента. На первом этапе структурного анализа оценим агрегированную структуру товарооборота и выявим значимость в ассортименте продовольственных и непродовольственных товаров (таблица 3.1.).

Таблица 3.1 – Агрегированная структура среднемесячного товарооборота магазинов Магнит в Самарской области в 2025 г.

| Формат | Тип магазина по площади | Товарооборот, руб. | | | Структура товарооборота, % | |
|----------------|---------------------------------------|--------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| | | Сумма | Продовольственные товары | Непродовольственные товары | Продовольственные товары | Непродовольственные товары |
| Магазин у дома | 1 кластер (0-200 м ²) | 633 529 | 586 226 | 47 303 | 93% | 7% |
| | 2 кластер (201-300 м ²) | 1 047 178 | 1 016 420 | 30 758 | 97% | 3% |
| | 3 кластер (301-400 м ²) | 1 278 939 | 1 208 483 | 70 456 | 94% | 6% |
| | 4 кластер (401-500 м ²) | 1 451 141 | 1 388 863 | 62 278 | 96% | 4% |
| | 5 кластер (более 500 м ²) | 2 532 031 | 2 413 539 | 118 492 | 95% | 5% |
| Гипер-маркет | | 9 368 058 | 8 782 204 | 585 854 | 94% | 6% |

Примечание – Таблица составлена автором на основе [116].

Анализ показывает абсолютное доминирование продовольственных товаров, составляющих свыше 90% выручки сети, поэтому на втором этапе структурного анализа изучим структуру продаж продовольственных товаров по группам товаров с ограниченным сроком годности и без срока годности (таблица 3.2).

Таблица 3.2 – Структура среднемесячного объема продаж продовольственных товаров магазинов Магнит в Самарской области в 2025 г.

| Формат | Тип магазина по площади | Объем продаж продовольственных товаров, руб. | | | Структура объема продаж, % | |
|----------------|-------------------------|--|---|-----------------------------|---|-----------------------------|
| | | Сумма | Продукты с ограниченным сроком годности | Продукты без срока годности | Продукты с ограниченным сроком годности | Продукты без срока годности |
| Магазин у дома | 1 кластер | 586 226 | 383 621 | 202 605 | 65% | 35% |
| | 2 кластер | 1 016 420 | 733 000 | 283 420 | 72% | 28% |
| | 3 кластер | 1 208 483 | 842 571 | 365 912 | 70% | 30% |
| | 4 кластер | 1 388 863 | 977 638 | 411 225 | 70% | 30% |
| | 5 кластер | 2 413 539 | 1 943 458 | 470 081 | 81% | 19% |
| Гипер-маркет | | 8 782 204 | 7 427 566 | 1 354 638 | 85% | 15% |

Примечание – Таблица составлена автором на основе [116].

Второй этап анализа приводит к выводу о преобладании товаров с ограниченным сроком годности, доля которых занимает от 65% до 85% выручки от продажи продовольственных товаров. Значит, на третьем этапе структурного анализа исследуем структуру продаж таких товаров по категориям (таблица 3.3). Рассмотрим такие категории, как мясная продукция, молочная продукция, овощи и фрукты, а также хлебобулочные изделия, среди которых доминирующей является категория мясной продукции, доля которой составляет от 32% до 55% объема продаж продовольственных товаров с ограниченным сроком годности. Поэтому на четвертом этапе структурного анализа исследуем структуру продаж мясной продукции в разрезе подкатегорий (таблица 3.4).

Таблица 3.3 – Структура среднемесячного объема продаж продовольственных товаров с ограниченным сроком годности магазинов Магнит в Самарской области в 2025 г.

| Формат | Тип магазина по площади | Объем продаж продовольственных товаров с ограниченным сроком годности, руб. | | | | |
|-----------------------------------|-------------------------|---|------------------|--------------------|---------------|------------------------|
| | | Сумма | Мясная продукция | Молочная продукция | Овощи, фрукты | Хлебо-булочные изделия |
| Магазин у дома | 1 кластер | 383 621 | 125 712 | 77 201 | 13 570 | 167 138 |
| | 2 кластер | 733 000 | 236 208 | 191 564 | 52 329 | 252 899 |
| | 3 кластер | 842 571 | 328 036 | 222 248 | 62 066 | 230 221 |
| | 4 кластер | 977 638 | 456 380 | 239 473 | 46 359 | 235 426 |
| | 5 кластер | 1 943 458 | 704 309 | 583 698 | 141 032 | 514 419 |
| Гипер-маркет | | 7 427 566 | 4 056 695 | 2 044 058 | 502 917 | 823 896 |
| Структура объема продаж, % | | | | | | |
| Магазин у дома | 1 кластер | 100% | 33% | 20% | 4% | 43% |
| | 2 кластер | 100% | 32% | 26% | 7% | 35% |
| | 3 кластер | 100% | 39% | 26% | 7% | 28% |
| | 4 кластер | 100% | 47% | 24% | 5% | 24% |
| | 5 кластер | 100% | 36% | 30% | 7% | 27% |
| Гипер-маркет | | 100% | 55% | 28% | 7% | 10% |

Примечание – Таблица составлена автором на основе [116].

Исследование таких подкатегорий мясной продукции, как мясная гастрономия, мясо, птица, рыба и полуфабрикаты, выявило безусловное преобладание в выручке подкатегории мясной гастрономии, достигающей от 43% до 75%. Следовательно, на пятом этапе структурного анализа изучим структуру продаж мясной гастрономии в разрезе ассортиментных групп (таблица 3.5).

Таблица 3.4 – Структура среднемесячного объема продаж мясной продукции магазинов Магнит в Самарской области в 2025 г.

| Формат | Тип магазина | Объем продаж мясной продукции, руб. | | | | | |
|----------------|--------------|-------------------------------------|--------------------|--------|---------|--------|---------------|
| | | Мясная продукция | Мясная гастрономия | Мясо | Птица | Рыба | Полуфабрикаты |
| Магазин у дома | 1 кластер | 125 712 | 94 448 | 8 293 | 15 378 | 1 720 | 5 873 |
| | 2 кластер | 236 208 | 159 949 | 18 329 | 44 766 | 3 526 | 9 638 |
| | 3 кластер | 328 036 | 194 829 | 26 046 | 87 203 | 4 920 | 15 038 |
| | 4 кластер | 456 380 | 263 202 | 34 647 | 92 743 | 4 750 | 61 038 |
| | 5 кластер | 704 309 | 371 684 | 77 293 | 134 298 | 11 732 | 109 302 |

Продолжение таблицы 3.4.

| Формат | Тип магазина | Объем продаж мясной продукции, руб. | | | | | |
|----------------|--------------|-------------------------------------|--------------------|---------|---------|---------|---------------|
| | | Мясная продукция | Мясная гастрономия | Мясо | Птица | Рыба | Полуфабрикаты |
| Гипермаркет | | 4 056 695 | 1 760 692 | 401 219 | 853 265 | 170 876 | 870 643 |
| | | Структура объема продаж, % | | | | | |
| Магазин у дома | 1 кластер | 100% | 75% | 7% | 12% | 1% | 5% |
| | 2 кластер | 100% | 68% | 8% | 19% | 1% | 4% |
| | 3 кластер | 100% | 59% | 8% | 27% | 1% | 5% |
| | 4 кластер | 100% | 58% | 8% | 20% | 1% | 13% |
| | 5 кластер | 100% | 53% | 11% | 19% | 2% | 15% |
| Гипермаркет | | 100% | 43% | 10% | 21% | 4% | 22% |

Примечание – Таблица составлена автором на основе [116].

Таблица 3.5. Структура среднемесячного объема продаж мясной гастрономии магазинов Магнит в Самарской области в 2025 г.

| Формат | Тип магазина | Объем продаж мясной гастрономии, руб. | | | | |
|----------------|--------------|---------------------------------------|-----------|--------------------|------------|-------------|
| | | Мясная гастрономия | Колбасы | Сосиски, сардельки | Деликатесы | Субпродукты |
| Магазин у дома | 1 кластер | 94 448 | 57 367 | 31 292 | 4 154 | 1 635 |
| | 2 кластер | 159 949 | 102 507 | 47 100 | 7 839 | 2 503 |
| | 3 кластер | 194 829 | 120 493 | 62 273 | 10 085 | 1 978 |
| | 4 кластер | 263 202 | 170 475 | 74 987 | 13 507 | 4 233 |
| | 5 кластер | 371 684 | 241 163 | 100 263 | 20 198 | 10 060 |
| Гипермаркет | | 1 760 692 | 1 226 549 | 483 565 | 28 266 | 22 312 |
| | | Структура объема продаж, % | | | | |
| Магазин у дома | 1 кластер | 100% | 61% | 33% | 4% | 2% |
| | 2 кластер | 100% | 64% | 29% | 5% | 2% |
| | 3 кластер | 100% | 62% | 32% | 5% | 1% |
| | 4 кластер | 100% | 65% | 28% | 5% | 2% |
| | 5 кластер | 100% | 65% | 27% | 5% | 3% |
| Гипермаркет | | 100% | 70% | 27% | 2% | 1% |

Примечание – Таблица составлена автором на основе [116].

Пятый заключительный этап структурного анализа проведен по таким ассортиментным группам, как колбасы, сосиски и сардельки, деликатесы и субпродукты, из которых очевидное преобладание демонстрирует группа колбас, доля которой составляет 60-70% выручки от мясной гастрономии.

Таким образом, структурный анализ приводит к выводу о целесообразности исследования модели управления цепью поставок ассортиментной группы колбас. Отметим, что кумулятивно вычисление доли группы колбас в суммарной выручке на основе медианных долей преобладающих категорий и групп по таблицам 3.1-3.5 показывает следующее значение доли группы «колбасы»:

$$0,95 \cdot 0,75 \cdot 0,25 \cdot 0,6 \cdot 0,65 = 0,07. \quad (3.1)$$

Поэтому ассортиментная группа «колбасы» составляет 7% выручки торговой сети, что является весьма существенным вкладом в суммарный товарооборот для одной товарной группы.

Далее перейдем от всего многообразия товаров, включенных в выбранную ассортиментную группу, к некоторому усредненному товару «колбаса» путем расчета средневзвешенной цене ассортиментной группы:

$$p_t = \frac{\sum_{i=1}^m p_{ti} Q_{ti}}{\sum_{i=1}^m Q_{ti}}, \quad (3.2)$$

где p_{ti}, Q_{ti} – цена и объем продаж i -го товара в период t ; p_t – средневзвешенная цена в период t ; m – число товаров в ассортиментной группе.

Далее формируется регрессионная модель зависимости цены ритейлера или функции спроса в форме степенной функции

$$p_r = a q_r^b, \quad (3.3)$$

где q_r – объем продаж усредненного по группе товара в сети ритейлера за соответствующий период; a, b – коэффициенты модели цены ритейлера.

На основе анализа статистических данных о среднемесячных объемах продаж за 2021-2024 гг. (36 отчетных периодов) методом наименьших квадратов, реализованным с помощью функции «Добавить линию тренда» процессора Excel, сформировано уравнение регрессионной модели цены ритейлера следующего вида (рисунок 3.1):

$$p_r = 721,9q_r^{-0,14}. \quad (3.3)$$

Высокое значение коэффициента детерминации ($0,85 > 0,7$) позволяет оценить эту модель как адекватную.

Затем, используя аналогично усреднение закупочных ассортиментной группы колбас, сформируем также в степенной форме регрессионную модель отпускной цены усредненного товара «колбаса» через интернет-канал продаж товара поставщиками:

$$p_I = a_I q_I^{b_I}, \quad (3.4)$$

где q_I – объем продаж усредненного по группе товара через интернет-канал за соответствующий период; a_I, b_I – коэффициенты модели цены в интернет-магазинах.

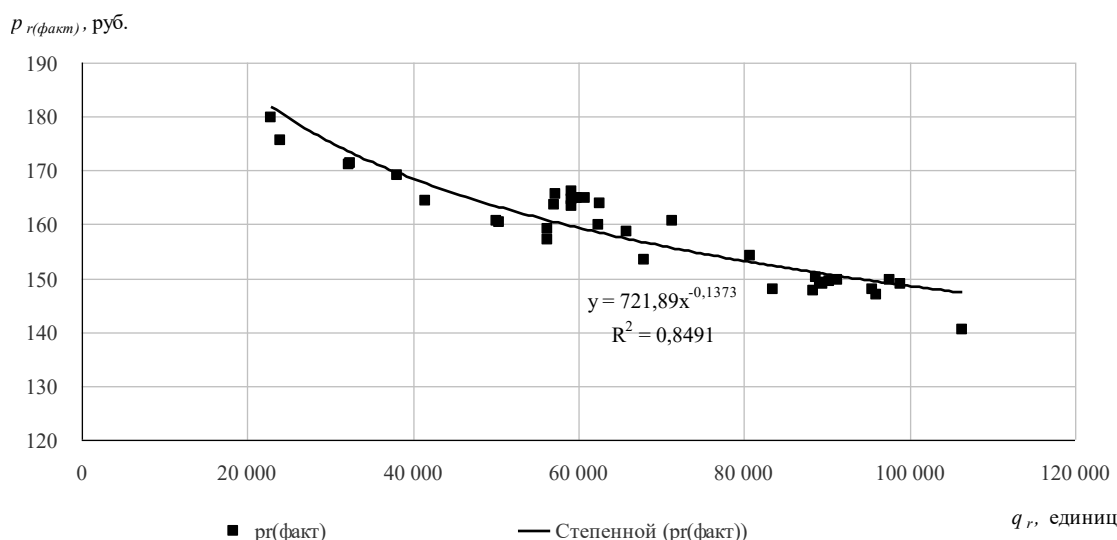


Рисунок 3.1 – Функция спроса на усредненный товар «колбаса» в сети ритейлера по данным о среднемесячных ценах продаж за 2021-2024 гг.

Примечание – Составлено автором на основе [116].

Уравнение регрессионной модели цены поставщика в сети интернет сформировано в следующем виде (рисунок 3.2):

$$p_I = 1052q_I^{-0,2}. \quad (3.5)$$

Значение коэффициента детерминации ($0,74 > 0,7$) также достаточно высокое, что позволяет оценить эту модель как адекватную.

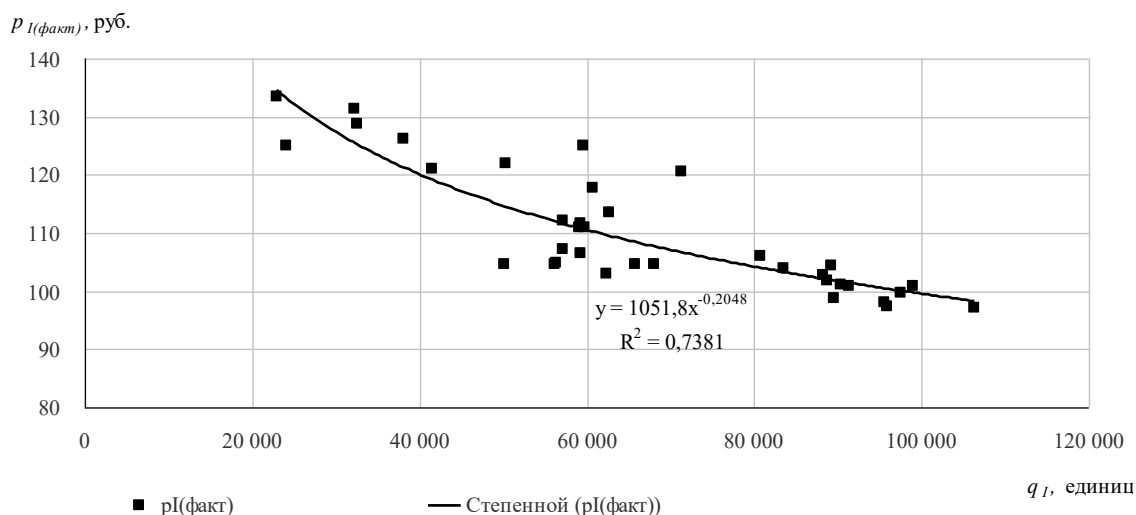


Рисунок 3.2 – Функция спроса на усредненный товар «колбаса» в сети интернет по данным о среднемесячных ценах поставки за 2021-2024 гг.

Примечание – Разработано автором на основе [116].

Далее определим методом статистического анализа уровень товарных остатков ассортиментной группы колбас, для чего рассчитаем регрессионную модель объема продаж по этой группе от объема закупок в виде линейной функции (рисунок 3.3):

$$q_r = a_q q_{r(\text{приход})}, \quad (3.6)$$

где $q_{r(\text{приход})}$ – объем закупки усредненного по группе товара ритейлером за соответствующий период; a_q – коэффициент модели.

Линейная регрессионная модель объема продаж от объема закупок имеет следующий вид (рисунок 3. 3):

$$q_r = 0,98 q_{r(\text{приход})}. \quad (3.7)$$

Коэффициент детерминации ($0,9 > 0,7$) показывает, что модель адекватная. Из этой модели следует, что товарные остатки ассортиментной группы колбас в сети ритейлера в среднем составляют 2%, т.е.

$$\frac{q_t}{q_r} = 0,02, \quad (3.8)$$

где q_t – уровень остатка усредненного по группе товара в сети ритейлера.

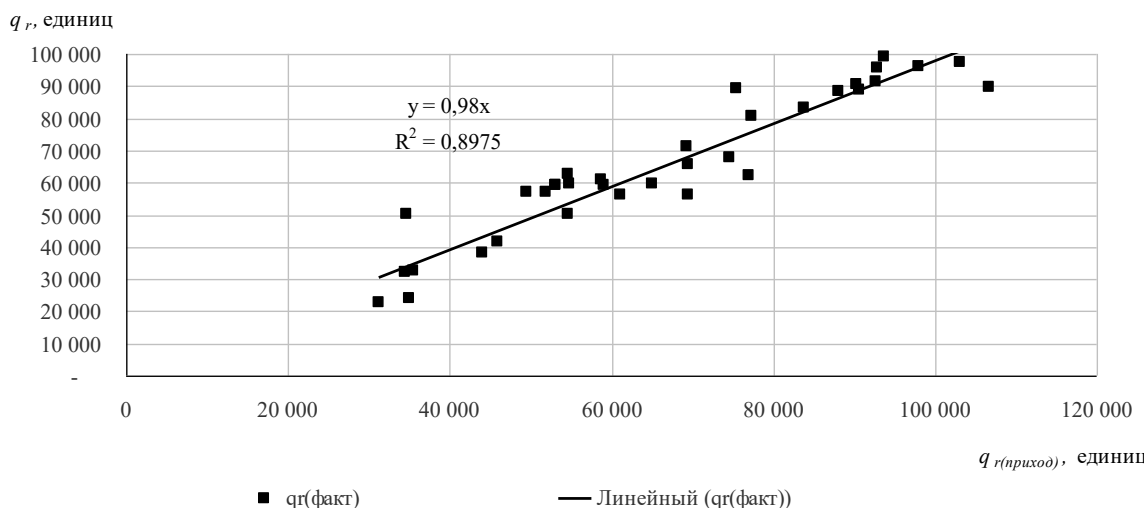


Рисунок 3.3 – Зависимость объема продаж усредненного товара «колбаса» от объемов поставки за 2021-2024 гг.

Примечание – Составлено автором на основе [116].

Обобщим исходные данные для моделирования управления цепью поставок в таблице 3.6, причем удельные издержки ритейлера рассчитаем исходя из среднемесячных коммерческих расходов (6 руб.), а для поставщика оценим по средней рентабельности мясной промышленности в России в 2025 г. (16%) [118] и среднему уровню цен поставщиков колбас для сети Магнит (110 руб.). Отметим, что в моделях цен продаж товара ритейлером и через интернет-канал в объемных показателях пущены индексы « r », « I », поскольку эти функции выражают тренды цен при произвольном значении объема продаж.

Таким образом, на основе анализа фактических показателей реализации колбасных изделий анализируемого ритейлера за 2021-2024 гг. мы сгруппировали и оценили все параметры, необходимые для составления моделей управления цепью поставок.

Таблица 3.6 – Исходные данные для моделирования управления цепью поставок колбасы ритейлера Магнит

| Параметр | Модель цены ритейлера | Модель цены поставки через интернет-канал | Доля товарных остатков | Удельные издержки ритейлера | Удельные издержки поставщика |
|-------------------|------------------------|---|------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| Обозначение | $p_r = aq^b$ | $p_I = a_I q^{b_I}$ | $\frac{q_I}{q_r}$ | c_r | c_s |
| Формула, значение | $p_r = 721,9q^{-0,14}$ | $p_I = 1052q^{-0,2}$ | 0,02 | 6 руб. | 92 руб. |

Примечание – Разработано автором на основе [116], [118].

Сформируем обобщенную модель управления цепями поставок продовольственного товара «колбаса», объединяющую такие типы контрактов поставок, как контракт фиксированной оптовой цены, контракт с двухкомпонентным тарифом, контракт распределения выручки, контракт обратного выкупа, а также выражает двухканальную цепь поставок. Модель обобщенного контракта включает в себя целевые функции поставщиков и ритейлера в следующем общем виде:

$$\pi_s = (w + ((1 - \psi)p_r)\theta q + p_I(1 - \theta)q + a - bq_t - c_s q, \quad (3.9)$$

$$\pi_r = \psi p_r \theta q - a + bq_t - (w + c_r)\theta q. \quad (3.10)$$

В этой модели, как ранее в главе 2, положено: $q_r = \theta q$ – часть суммарного объема продаж поставщика, которую он реализует через канал ритейлера; $q_I = (1 - \theta)q$ – часть суммарного объема продаж поставщика, которую он реализует через канал в сети Интернет; θ – коэффициент распределения товародвижения между каналами.

Подставим в целевые функции поставщика и ритейлера исходные данные из таблицы 3.6:

$$\pi_s = (w + ((1 - \psi)721,9q^{-0,14})\theta q + 1052q^{-0,2}(1 - \theta)q + a - b0,02q - 92q, \quad (3.11)$$

$$\pi_r = \psi 721,9q^{-0,14}\theta q - a + b0,02q - (w + 6)\theta q. \quad (3.12)$$

Для наглядного отображения влияния параметров контрактов на прибыль поставщика обозначим прибыль через канал Интернет как

$$\pi_{sI} = 1052q^{-0,2}(1-\theta)q - 92(1-\theta)q, \quad (3.13)$$

а прибыль поставщика через канал ритейла обозначим $\pi_{s0} = \pi_s - \pi_{sI}$.

На рисунке 3.4 и далее использованы следующие обозначения: π_{sI} – прибыль поставщика через канал Интернет, π_{s0} – прибыль поставщика через канал ритейла.

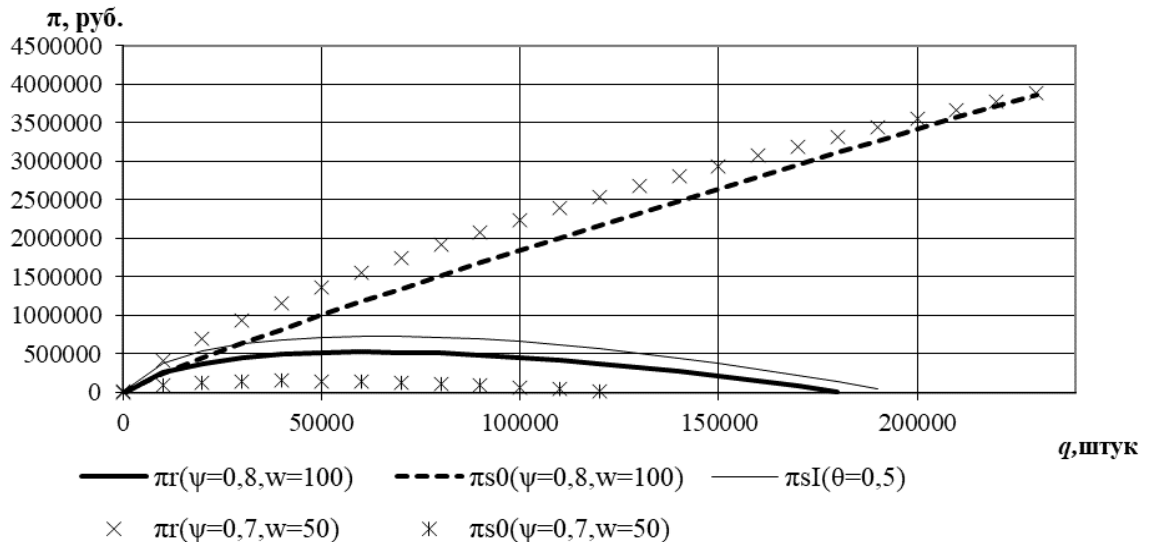


Рисунок 3.4 – Целевые функции поставщика и ритейлера при контракте с векторами управления \mathbf{u}_0 и \mathbf{u}_1

Примечание – Разработано автором.

При моделировании предположим, что первоначальный контракт поставки включал следующие условия: фиксированная оптовая цена w равна 100 руб., ритейлер получал 80% выручки ($\psi=0,8$), поставщик продавал через сеть Интернет половину объема производства ($\theta=0,5$), постоянный тариф a был равен 10000 руб., ретро-бонус b составлял 2 руб. Это означает, что начальный вектор управления цепью поставок имеет вид:

$$\mathbf{u}_0 = \{q, w = 100, \psi = 0,8, \theta = 0,5, a = 10000, b = 2\}. \quad (3.14)$$

При начальном векторе управления \mathbf{u}_0 целевые функции поставщика и ритейлера в зависимости от суммарного объема поставки q показаны на рис. 3.1.4 и приводят к следующим выводам:

– поскольку прибыль поставщика через канал ритейла монотонно

возрастает, функция прибыли ритейлера унимодальная и положительная на интервале от $q=0$ до $q=185000$, а функция прибыли поставщика через канал Интернет также унимодальная и положительная на интервале от $q=0$ до $q=195000$, то область компромисса охватывает наименьший из этих диапазонов объем продаж $q_K \in [0, 185000]$;

– максимальная прибыль ритейлера составляет 526100 руб. и достигается при объеме поставок $q_r^* = 60000$, тогда как максимальная прибыль поставщика через канал ритейла на правой границе области компромисса равна 3111000 руб.

Анализ влияния w и ψ на результаты контракта поставки. Рассмотрим вариант обобщенного контракта поставки с другим вектором управления

$$\mathbf{u}_1 = \{q, w = 50, \psi = 0,7, \theta = 0,5, a = 10000, b = 2\}, \quad (3.15)$$

в котором, в отличие от начального, фигурирует оптовая цена $w=50$ руб. и ритейлер получает 70% выручки ($\psi=0,7$). При векторе управления \mathbf{u}_1 целевые функции поставщика и ритейлера в зависимости от суммарного объема поставки q также представлены на рис. 3.4 и показывают следующее:

– поскольку прибыль ритейлера монотонно возрастает, а функция прибыли поставщика через канал ритейла унимодальная и положительная в диапазоне от $q=0$ до $q=125000$, то область компромисса охватывает диапазон объем продаж $q_K \in [0, 125000]$;

– максимальная прибыль поставщика составляет 151000 руб. и достигается при объеме поставок $q_s^* = 40000$, а максимальная прибыль ритейлера на правой границе области компромисса составляет 2532700 руб.;

– прибыль поставщика от продаж через сеть Интернет остается неизменной, так как параметры ψ и w не влияют на эту целевую функцию.

Таким образом, понижение оптовой цены на $\Delta w=50$, т.е. вдвое, несмотря на сокращение доли выручки, получаемой ритейлером на $\Delta \psi=0,1$, вызвало кардинальное перераспределение полезности в пользу ритейлера и привело к существенному сужению области компромисса.

Анализ влияния a и b на результаты контракта поставки. Далее исследуем второй вариант обобщенного контракта поставки с вектором управления

$$\mathbf{u}_2 = \{q, w=100, \psi=0,8, \theta=0,5, a=20000, b=100\}. \quad (3.16)$$

в котором, в отличие от начального, постоянный тариф a увеличен до 20000 руб., а ретро-бонус b повышен до 100 руб. При векторе управления \mathbf{u}_2 целевые функции поставщика и ритейлера, изображенные на рисунке 3.5, демонстрируют следующее:

- функция прибыли поставщика, как и ранее, монотонно возрастает, а функция прибыли ритейлера положительная на интервале от $q=0$ до $q=230000$, поэтому область компромисса охватывает диапазон объем продаж $q_K \in [0, 230000]$, т.е. область компромисса расширилась;

- приращение $\Delta a=10000$, т.е. вдвое, и $\Delta b=98$, т.е. в 50 раз, привели к незначительному снижению функции прибыли поставщика и повышению функции прибыли ритейлера, тем не менее, влияние ретро-бонуса преобладает над воздействием постоянного тарифа;

- прибыль поставщика от продаж через сеть Интернет остается неизменной, так как параметры a и b не влияют на эту целевую функцию.

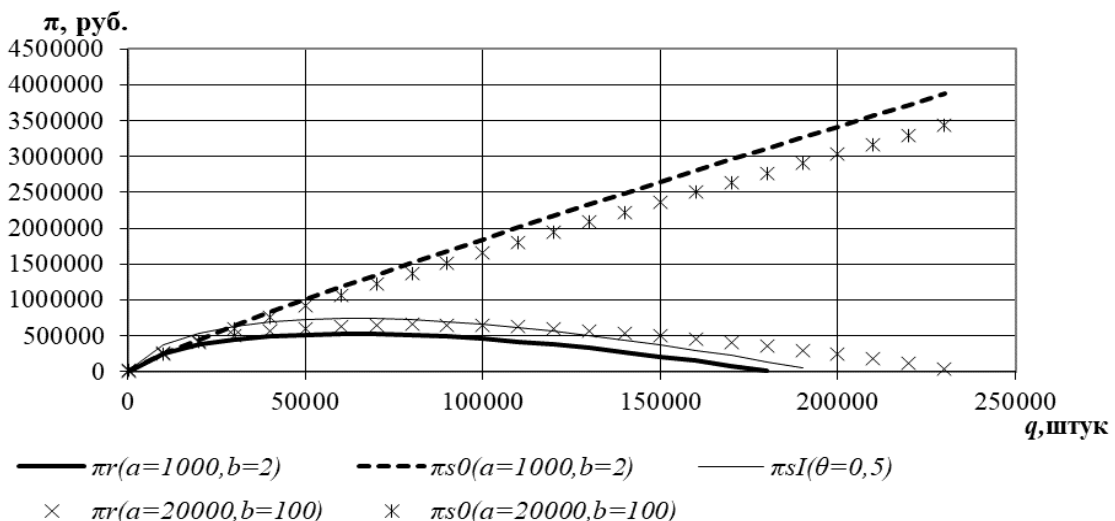


Рисунок 3.5 – Целевые функции поставщика и ритейлера при контракте с векторами управления \mathbf{u}_0 и \mathbf{u}_2

Примечание – Разработано автором.

Анализ влияния θ на результаты контракта поставки. Изучим третий вариант обобщенного контракта поставки с вектором управления

$$\mathbf{u}_3 = \{q, w = 100, \psi = 0,8, \theta = 0,8, a = 10000, b = 2\}, \quad (3.17)$$

который, в отличие от начального, предусматривает продажу через сеть Интернет 80% объема производства поставщика ($\theta=0,8$), т.е. на 60% больше. При векторе управления \mathbf{u}_3 целевые функции поставщика и ритейлера, изображенные на рисунке 3.6, показывают следующие закономерности:

– прибыль поставщика через канал ритейла монотонно возрастает, а зона положительных значений функция прибыли ритейлера, как и при контракте \mathbf{u}_0 , находится в границах от $q=0$ до $q=185000$; поэтому ширина области компромисса не изменилась $q_K \in [0, 185000]$;

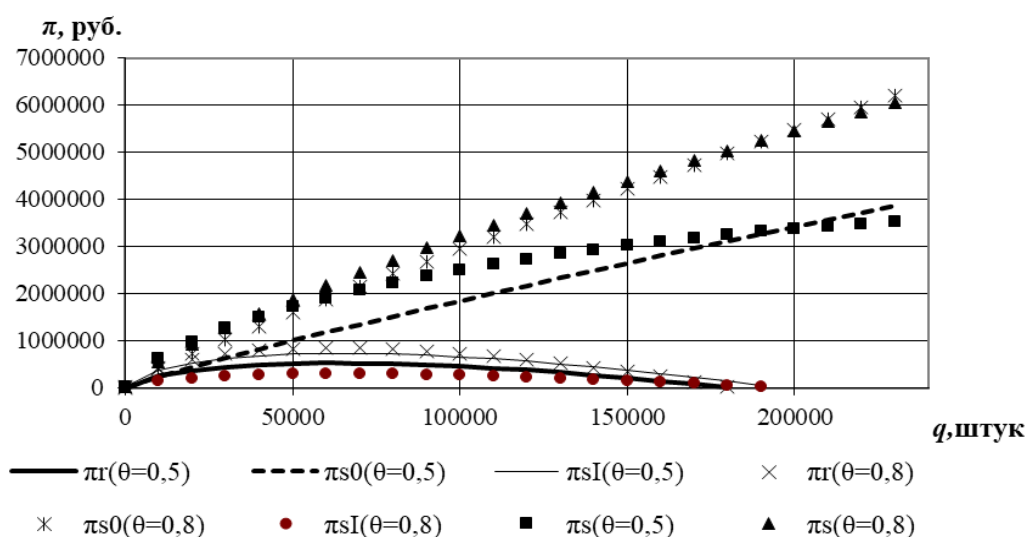


Рисунок 3.6 – Целевые функции поставщика и ритейлера при контракте с векторами управления \mathbf{u}_0 и \mathbf{u}_3

Примечание – Разработано автором.

– максимальная прибыль ритейлера возросла по сравнению с контрактом \mathbf{u}_0 до уровня 846300 руб. и достигается при том же объеме поставок $q_r^* = 60000$, тогда как максимальная прибыль поставщика на правой границе области компромисса возросла до 4976000 руб. вследствие общего повышения функции прибыли поставщика благодаря сокращению продаж

через менее выгодный канал ритейла несмотря на небольшое понижение прибыли от продажи через Интернет по пониженной цене.

Обобщим результаты моделирования управления цепью поставок в таблице 3.7, в которой под оптимальными объемами продаж следует понимать либо значения, соответствующие максимуму прибыли каждой из сторон, либо значения на границе области компромисса; кроме того, в табл. 3.7 не приведены суммарные значения максимальной прибыли поставщика, поскольку его максимумы прибыли по каналам достигаются при различных объемах поставки.

Сравнительный анализ различных контрактов поставки (таблица 3.7) приводит к следующим выводам:

– контракты u_2 и u_3 доминируют контракты u_0 и u_1 по критериям прибыли ритейлера и поставщика, т.е. являются более эффективными, поскольку демонстрируют положительные приросты прибыли (выделены курсивом в таблице 3.7);

– контракты u_2 и u_3 недоминируемы контрактами u_0 , u_1 по ширине области компромисса, т.е. предоставляют больше или такие же возможности для сторон прийти к согласованию интересов.

Таблица 3.7 – Экономические эффекты управления цепью поставок колбасы ритейлера Магнит

| Типы контрактов / результаты контрактов | Контракт u_0 | Контракт u_1 | Контракт u_2 | Контракт u_3 |
|--|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Область компромисса | [0, 185000] | [0, 125000] | [0, 230000] | [0, 185000] |
| Оптимальный объем ритейлера, ед. | 60000 | 125000 | 80000 | 60000 |
| Оптимальный суммарный объем поставщика, ед. | 185000 | 40000 | 230000 | 185000 |
| Максимальная прибыль ритейлера, руб. | 526100 | 2532700 | 656000 | 846300 |
| Максимальная прибыль поставщика через ритейл, руб. | 3111000 | 151000 | 3428000 | 4976000 |
| Максимальная прибыль поставщика через Интернет, руб. | 735500 | 735500 | 735500 | 294000 |

Продолжение таблицы 3.7

| Типы контрактов / результаты контрактов | Контракт u_0 | Контракт u_1 | Контракт u_2 | Контракт u_3 |
|---|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Прирост прибыли ритейлера, руб. | – | 2006600 | 129900 | 320200 |
| Прирост прибыли поставщика через ритейл, руб. | – | -2960000 | 317000 | 1865000 |

Примечание – Разработано автором на основе [120].

Таким образом, моделирование продемонстрировало сложность многопараметрической задачи управления цепью поставок, которая требует проведения факторного анализа влияния различных параметров управления на целевые функции. Результаты решения задачи управления представлены в виде областей компромисса, которые являются основой выбора вектора управляющих параметров, согласованных сторонами контракта.

3.2 Моделирование производственных функций крупнейших сетевых ритейлеров России

В соответствии с методологией моделирования процессов рыночной экспансии торговых сетей сформируем модели производственных функций сетевых ритейлеров в следующей степенной форме:

$$R = Ax_1^{\alpha_1} x_2^{\alpha_2} x_3^{\alpha_3}, \quad (3.18)$$

где R – суммарная выручка от реализации товаров; x_1 – суммарная закупочная стоимость реализуемых товаров или оптовая цена; x_2 – трудовой ресурс, т.е. численность персонала, занятого в торговой сети; x_3 – фондовый ресурс, т.е. количество магазинов в торговой сети; A – коэффициент, характеризующий масштаб компании; $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ – коэффициенты эластичности выручки по оптовой цене товаров, по трудовому ресурсу и по числу торговых точек, соответственно.

Для численного моделирования производственных функций были

использованы данные о динамике изменения выручки, закупочной стоимости товаров, численности персонала и числа торговых точек компаний X5 Group и Магнит (Тандер) за период 2006-2025 гг., представленные на официальных сайтах компаний. При этом регрессионные модели разработаны на основе данных за период 2006-2023 гг. (18 отчетных периодов), а данные за 2024-2025 гг. использованы для контроля точности моделей. Модели (рисунки 3.7-3.12) подобраны методом наименьших квадратов в табличном процессоре MS Excel и имеют следующие формулы:

$$R_{X5Group} = 0,594x_1^{0,686} x_2^{0,21} x_3^{0,195}, \quad (3.19)$$

$$R_{Магнит} = 0,019x_1^{0,43} x_2^{0,48} x_3^{0,56}, \quad (3.20)$$

Коэффициенты детерминации составляют 0,997 для модели выручки ритейлера X5 Group и 0,984 для модели выручки ритейлера Магнит, что позволяет сделать вывод о высокой адекватности моделей. Относительная погрешность моделей, рассчитанная на основе сравнения фактических данных и прогноза по моделям на 2024 г., не превышает 4,1% для модели X5 Group и 1% для модели Магнит, а на 2025 г. погрешность составляет 8,9% для модели X5 Group и 2,3% для модели Магнит.

В итоге, учитывая также графический анализ, можно сделать вывод о достаточно высокой предсказательной способности модели выручки ритейлера Магнит. Вместе с тем, повышение погрешности модели X5 Group в 2025 г. обусловлено кардинальным изменением стратегии управления персоналом в этой компании, поскольку наблюдается существенное сокращение персонала в 2025 г. Из этого следует, что модели прогнозирования, основанные на обширном ретроспективном периоде, являются точными в том случае, если стратегия управления компанией остается неизменной. Поэтому модель выручки X5 Group в дальнейшем не будет использоваться для расчета планируемой стратегии развития торговой сети.

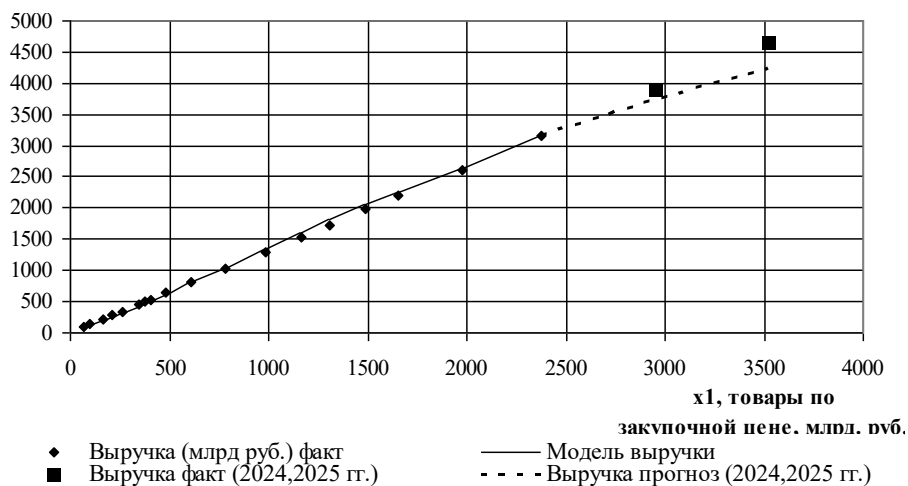


Рисунок 3.7 – Выручка X5 Group от закупочной стоимости товаров, фактические данные за 2006-2025 гг., модель по данным за 2006-2023 гг. и прогноз на 2024-2025 гг.

Примечание – Составлено автором на основе [119].

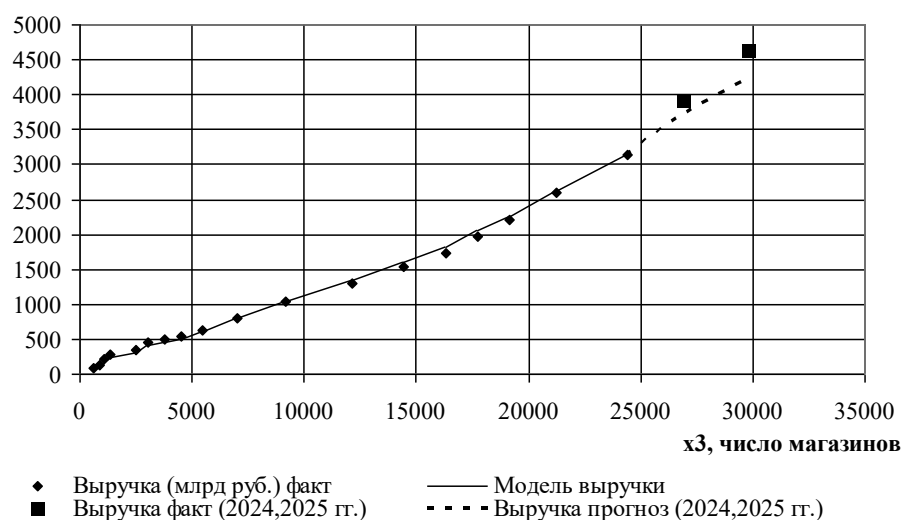


Рисунок 3.8 – Выручка X5 Group в зависимости от числа магазинов, фактические данные за 2006-2025 гг., модель по данным за 2006-2023 гг. и прогноз на 2024-2025 гг.

Примечание – Составлено автором на основе [119].

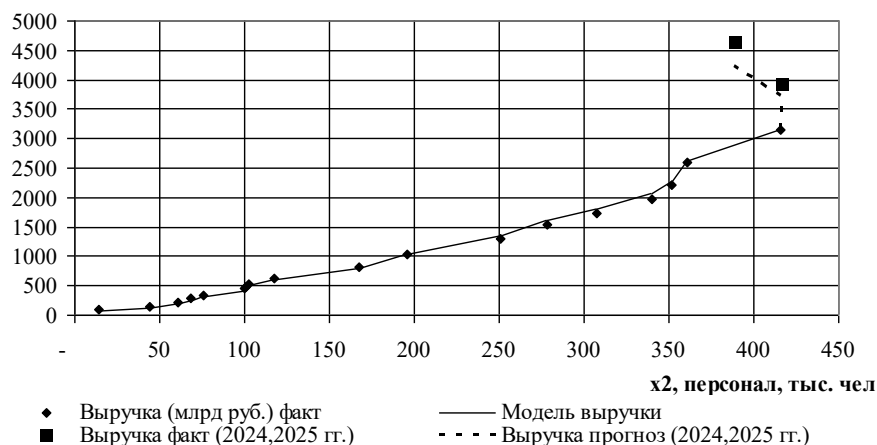


Рисунок 3.9 – Выручка X5 Group в зависимости от численности персонала, фактические данные за 2006-2025 гг., модель по данным за 2006-2023 гг. и прогноз на 2024-2025 гг.

Примечание – Составлено автором на основе [119].

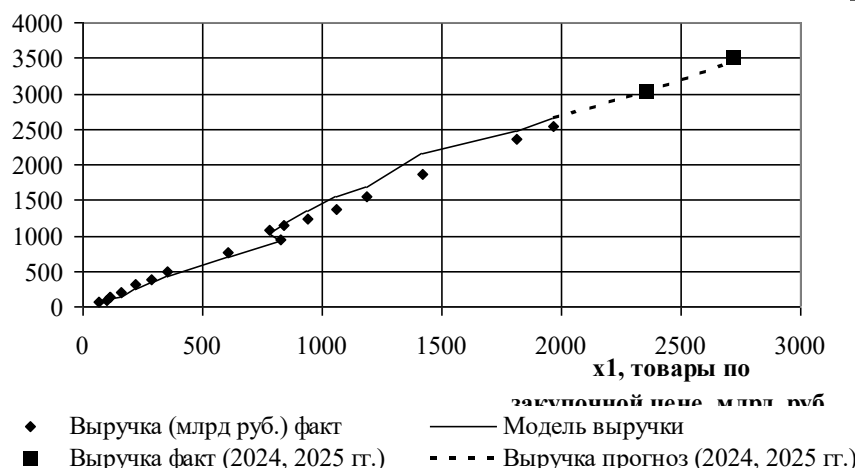


Рисунок 3.10 – Выручка Магнит в зависимости от закупочной стоимости товаров, фактические данные за 2006-2025 гг., модель по данным за 2006-2023 гг. и прогноз на 2024-2025 гг.

Примечание – Составлено автором на основе [120].

Суммарные коэффициенты эластичности выручки по ресурсам, рассчитанные для анализируемых ритейлеров

$$\alpha_{\Sigma X5Group} = 1,09, \quad (3.21)$$

$$\alpha_{\Sigma Magnit} = 1,47, \quad (3.22)$$

позволяют сделать вывод о том, что бизнес-процессы ритейлеров имеют высокую технологическую эффективность, поскольку, как было

определено во второй главе, при этом суммарная эластичность превышает 1%, т.е. $\alpha_{\Sigma} = \alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 > 1$.

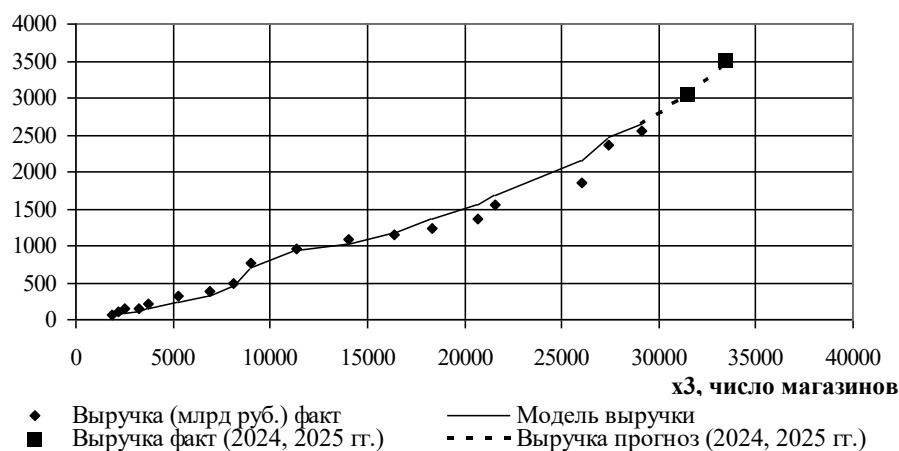


Рисунок 3.11 – Выручка Магнит в зависимости от числа магазинов, фактические данные за 2006-2025 гг., модель по данным за 2006-2023 гг. и прогноз на 2024-2025 гг.

Примечание – Составлено автором на основе [120].

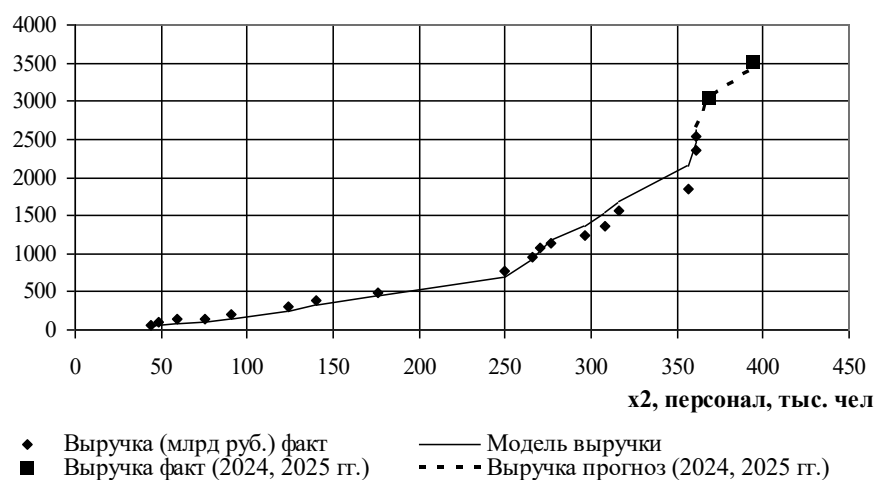


Рисунок 3.12 – Выручка Магнит в зависимости от численности персонала, фактические данные за 2006-2025 гг., модель по данным за 2006-2023 гг. и прогноз на 2024-2025 гг.

Примечание – Составлено автором на основе [120].

Следовательно, увеличение всех ресурсов ритейлеров на 1% обеспечивает рост суммарной выручки более чем на 1%, т.е. технология предопределяет опережающий рост выручки относительно роста ресурсов. Однако бизнес-процесс ритейлера Магнит значительно превосходит по

технологической эффективности бизнес-процесс ритейлера X5 Group, так как $\alpha_{\Sigma\text{Тандер}} > \alpha_{\Sigma\text{X5Group}}$.

Анализ частных коэффициентов эластичности показывает, что технологическое превосходство ритейлера Магнит обусловлено более высокой отдачей ресурса «персонал», эластичность выручки по которому 0,48 более чем в два раза превосходит соответствующий показатель 0,21 для X5 Group, а также значительным превышением отдачи ресурса «магазины», по которому эластичность выручки 0,56 также существенно выше, чем значение этого показателя 0,195 для X5 Group. Эти положительные факторы ритейлера Магнит способствует интенсификации его расширения несмотря на несколько меньшую отдачу товарооборота, эластичность выручки по которому 0,43 ниже, чем для X5 Group (0,686).

3.3 Модель унифицированного магазина и оценка эффекта экспансии

Сформируем модель унифицированного магазина типа «Гипермаркет» на примере сети магазинов Магнит в Самарской области. Характеристики торговых точек сетевого ритейла, влияющие на эффективность торговли, многообразны и включают комплекс следующих показателей (таблица 3.8): площадь торгового зала, выручка, маржа или валовая прибыль, издержки, потери, чистая прибыль.

Для обобщения этого многообразия показателей используем один из наиболее широко применяемых методов многокритериального оценивания [35, 36] – метод минимума суммы квадратов относительных отклонений от средних значений оцениваемых параметров. Метод состоит в выборе единственного объекта из совокупности оцениваемых объектов по следующему критерию:

$$\min_i \sum_{k=1}^K \left(\frac{x_{ik} - x_k^{cp}}{x_k^{cp}} \right)^2, \quad (3.23)$$

где x_{ik} – значение k -го показателя для i -го объекта; x_k^{cp} – среднее значение k -го показателя по всем K оцениваемым объектам. В результате применения этого метода выбирается объект, показатели которого в совокупности наиболее близки к средним значениям всех показателей множества объектов.

Применительно к анализу сети гипермаркетов ритейлера Магнит в Самарской области сопоставляется 10 объектов (гипермаркетов) по шести ($K=6$) указанным в табл. 3.8 показателям, вычисляются относительные отклонения от средних значений этих показателей, после чего относительные отклонения суммируются. Наименьшее значение суммы квадратов отклонений отмечено для гипермаркета «Самара, Партизанская ул., 17», который поэтому имеет статус унифицированного гипермаркета.

Согласно отчетности ритейлера Магнит в целом по России магазины у дома генерировали 69,1% товарооборота, а гипермаркеты 8,1% в 1 полугодии 2025 г. Поэтому далее проведем аналогичный анализ сети магазинов у дома ритейлера Магнит в Самарской области, данные по которым приведены в таблице 3.9. Поскольку сеть таких магазинов включает в себя около 400, т.е. значительно более разветвленная по сравнению с комплексом гипермаркетов, мы не можем провести анализ отдельно по каждому магазину. Поэтому сгруппируем магазины на пять типов в соответствии с площадью торгового зала и сделаем расчеты для средних значений показателей по каждому типу.

Анализ суммы квадратов относительных отклонений от средних значений показывает, что наиболее характерным представителем магазинов у дома является торговая точка типа 4, которую будем считать унифицированным магазином.

Для оценки стоимостных характеристик унифицированного магазина использованы данные бухгалтерской отчетности компании Магнит в целом по России (табл. 3.10), в которых суммарные издержки структурированы по следующим направлениям: оплата труда персонала, аренда помещений, амортизация оборудования, ремонт и техническое обслуживание, коммунальные платежи и услуги связи, налоги и прочие расходы.

Таблица 3.8 – Среднемесячные значения показателей гипермаркетов ритейлера Магнит в Самарской области в 2025 г.

| № | Адрес гипермаркета | Тип собственности | Абсолютные показатели | | | | | Чистая прибыль, руб. |
|------------------|-------------------------------------|-------------------|------------------------------|---------------|-------------|----------------|--------------|----------------------|
| | | | Площадь торгового зала, кв.м | Выручка, руб. | Маржа, руб. | Издержки, руб. | Потери, руб. | |
| 1 | Самара, 4-й проезд, 57 | Аренда | 2 092 | 6 052 932 | 2 006 547 | -366 277 | -233 475 | 1 772 904 |
| 2 | Новокуйбышевск, Дзержинского ул., 1 | Собственность | 2 550 | 12 831 391 | 3 224 529 | -749 957 | -537 760 | 2 686 893 |
| 3 | Самара, Ленина пр-кт, 16 | Аренда | 1 082 | 7 243 978 | 1 936 315 | -564 891 | -425 501 | 1 510 369 |
| 4 | Лопатино, Каширская ул., 3 | Собственность | 1 534 | 10 886 292 | 2 803 220 | -848 549 | -597 472 | 2 205 563 |
| 5 | Самара, Кирова пр-кт, 308 | Собственность | 5 595 | 23 034 521 | 5 502 947 | -1 431 022 | -969 050 | 4 535 497 |
| 6 | Самара, Красногвардейская ул., 14 | Аренда | 1 420 | 9 280 198 | 2 128 877 | -566 801 | -407 548 | 1 721 477 |
| 7 | Самара, Партизанская ул., 17 | Собственность | 2 370 | 9 368 058 | 1 978 534 | -727 522 | -458 543 | 1 520 436 |
| 8 | Кинель, Чехова ул., 5 | Собственность | 1 447 | 10 799 323 | 1 985 995 | -476 148 | -337 349 | 1 649 057 |
| 9 | Отрадный, Нефтянников ул., 90 | Собствен-ность | 1 248 | 5 870 845 | 1 131 312 | -584 237 | -467 099 | 663 993 |
| 10 | Чапаевск, Куйбышева ул., 25 | Собственность | 2 167 | 8 742 424 | 1 453 865 | -641 891 | -492 442 | 966 038 |
| Среднее значение | | | 2 151 | 10 410 996 | 2 415 214 | -695 730 | -492 624 | 1 923 223 |

Продолжение таблицы 3.8

| № | Адрес гипермаркета | Относительные отклонения от среднего значения | | | | | | Сумма квадратов отклонений |
|----|---|---|--------------|--------------|-------------|--------------|----------------|----------------------------|
| | | Площадь торгового зала | Выручка | Маржа | Издержки | Потери | Чистая прибыль | |
| 1 | Самара, 4-й проезд, 57 | -0,03 | -0,42 | -0,17 | -0,47 | -0,53 | -0,08 | 0,71 |
| 2 | Новокубышевск, Дзержинского ул., 1 | 0,19 | 0,23 | 0,34 | 0,08 | 0,09 | 0,40 | 0,37 |
| 3 | Самара, Ленина пр-кт, 16 | -0,50 | -0,30 | -0,20 | -0,19 | -0,14 | -0,21 | 0,48 |
| 4 | Лопатино, Каширская ул., 3 | -0,29 | 0,05 | 0,16 | 0,22 | 0,21 | 0,15 | 0,23 |
| 5 | Самара, Кирова пр-кт, 308 | 1,60 | 1,21 | 1,28 | 1,06 | 0,97 | 1,36 | 9,57 |
| 6 | Самара, Красногвардейская ул., 14 | -0,34 | -0,11 | -0,12 | -0,19 | -0,17 | -0,10 | 0,22 |
| 7 | <i>Самара, Партизанская ул., 17</i> | <i>0,10</i> | <i>-0,10</i> | <i>-0,18</i> | <i>0,05</i> | <i>-0,07</i> | <i>-0,21</i> | <i>0,10</i> |
| 8 | Кинель, Чехова ул., 5 | -0,33 | 0,04 | -0,18 | -0,32 | -0,32 | -0,14 | 0,36 |
| 9 | Отрадный, Нефтянников ул., 90 | -0,42 | -0,44 | -0,53 | -0,16 | -0,05 | -0,65 | 1,11 |
| 10 | Чапаевск, Куйбышева ул., 25 | 0,01 | -0,16 | -0,40 | -0,08 | 0,00 | -0,50 | 0,44 |

Примечание – Разработано автором на основе [120].

Таблица 3.9 – Среднемесячные значения показателей магазинов у дома ритейлера Магнит в Самарской области в 2025 г.

| Тип магазина | Количество торговых точек данного типа, шт. | Диапазон площади торгового зала, кв. м | Абсолютные средние по типу значения показателей | | | | | |
|--------------|---|--|---|---------------|-------------|----------------|--------------|----------------------|
| | | | Площадь торгового зала, кв.м. | Выручка, руб. | Маржа, руб. | Издержки, руб. | Потери, руб. | Чистая прибыль, руб. |
| 1 | 6 | 0 – 200 | 190,34 | 633 529 | 217 110 | 87 247 | 32 993 | 184 118 |
| 2 | 37 | 201 – 300 | 262,64 | 1 047 178 | 350 700 | 97 337 | 38 704 | 311 949 |
| 3 | 74 | 301 – 400 | 361,14 | 1 278 939 | 391 268 | 126 959 | 41 436 | 349 785 |
| 4 | 187 | 401 – 500 | 436,49 | 1 451 141 | 449 862 | 178 497 | 53 184 | 396 667 |
| 5 | 95 | более 500 | 580,89 | 2 532 031 | 798 349 | 276 553 | 116 197 | 682 080 |
| Сумма | 399 | Среднее значение | 190,34 | 633 529 | 217 110 | 87 247 | 32 993 | 184 118 |
| Тип магазина | Количество торговых точек данного типа, шт. | Сумма квадратов отклонений | Относительные отклонения от среднего значения | | | | | |
| | | | Площадь торгового зала | Выручка | Маржа | Издержки | Потери | Чистая прибыль |
| 1 | 6 | 1,42 | -0,48 | -0,54 | -0,51 | -0,43 | -0,42 | -0,52 |
| 2 | 37 | 0,45 | -0,28 | -0,25 | -0,21 | -0,37 | -0,32 | -0,19 |
| 3 | 74 | 0,13 | -0,01 | -0,08 | -0,11 | -0,17 | -0,27 | -0,09 |
| 4 | 187 | 0,07 | 0,19 | 0,05 | 0,02 | 0,16 | -0,06 | 0,03 |
| 5 | 95 | 4,03 | 0,59 | 0,82 | 0,81 | 0,80 | 1,06 | 0,77 |

Примечание – Разработано автором на основе [120].

Таблица 3.10 – Структура издержек ритейлера Магнит по России и расчет издержек унифицированного магазина в 2025 г.

| Показатель | Расходы на персонал | Аренда | Амортизация | Ремонт и техобслуживание | Коммунальные платежи и услуги связи | Налоги | Прочие расходы | Итого |
|---------------------------------------|---------------------|---------|-------------|--------------------------|-------------------------------------|--------|----------------|-----------|
| Издержки всей компании, млн руб./мес. | 778 045 | 141 119 | 64 982 | 13 186 | 31 934 | 50 112 | 10 676 | 1 090 055 |
| Доля издержек, % | 71% | 13% | 6% | 1% | 3% | 5% | 1% | 100% |

Примечание – Разработано автором на основе [120].

На основе структуры издержек компании Магнит определим суммы издержек по направлениям для гипермаркета и магазинов у дома различных типов (табл. 3.11).

Таблица 3.11 – Расчет издержек унифицированного магазина в 2025 г., руб./месяц

| Формат | Тип магазина | Расходы на персонал | Аренда | Амортизация | Ремонт и ТО | Коммунальные платежи и услуги связи | Налоги | Прочие расходы | Итого |
|----------------|------------------|---------------------|---------------|---------------|--------------|-------------------------------------|--------------|----------------|----------------|
| Магазин у дома | 1 кластер | 62 274 | 11 295 | 5 201 | 1 055 | 2 556 | 4 011 | 855 | 87 247 |
| | 2 кластер | 69 476 | 12 601 | 5 803 | 1 177 | 2 852 | 4 475 | 953 | 97 337 |
| | 3 кластер | 90 619 | 16 436 | 7 568 | 1 536 | 3 719 | 5 837 | 1 243 | 126 959 |
| | 4 кластер | 127 405 | 23 108 | 10 641 | 2 159 | 5 229 | 8 206 | 1 748 | 178 497 |
| | 5 кластер | 197 394 | 35 803 | 16 486 | 3 345 | 8 102 | 12 714 | 2 709 | 276 553 |
| Гипермаркет | | 519 281 | 94 185 | 43 370 | 8 801 | 21 314 | 33 446 | 7 125 | 727 522 |

Примечание – Разработано автором на основе [120],[121].

Расходы на оплату труда за первое полугодие 2025 г. составляют 121 290 688 руб. Следовательно, средняя заработная плата сотрудников, численность которых составляла 368 тыс. чел., была равна 54932 руб. Поскольку модель выручки компании Магнит была разработана выше на основе годовых данных о выручке и себестоимости, выраженных в млрд.

руб., то для сопоставимости единиц измерения в двухкритериальной модели представим следующие показатели издержек унифицированного магазина, необходимые для моделирования расширения сети:

– средняя заработная плата персонала, ежемесячное значение которой было равно 54932 руб., составит $p_2 = 54932 \cdot 10^{-9} \cdot 12 = 0,000659 \text{ млрд.руб.}$;

– приведенный показатель арендной платы в расчете на типовой магазин, расчет которого представлен далее в разделе 3.4, равен

$$p_3 = 0,0016 \text{ млрд.руб.};$$

– стоимость амортизации оборудования в типовом магазине, среднемесячное значение которой (табл. 3.3.4) было 10641 руб., составит

$$n_a F = 10641 \cdot 10^{-9} \cdot 12 = 0,000128 \text{ млрд.руб.}$$

Поэтому определены коэффициенты модели прибыли ритейлера

$$\pi_r = Ax_1^{\alpha_1} x_2^{\alpha_2} x_3^{\alpha_3} - x_1 - p_2 x_2 - p_3 x_3 - n_a F x_3. \quad (3.24)$$

Далее определим коэффициенты в формулах связи числа магазинов с товарооборотом и количеством персонала

$$x_1 = ax_3, \quad x_2 = bx_3, \quad (3.25)$$

где a – среднее товародвижение через один магазин; b – средняя обеспеченность персоналом одного магазина.

На рисунке 3.13 продемонстрирован характер изменения этих показателей в зависимости от числа магазинов, которое стабильно возрастала в течение рассматриваемого периода (2006-2024 гг.). Анализируемые коэффициенты изменялись в этот период незначительно, так показатель среднего товародвижения через один магазин колебался в диапазоне $a \in [0,035; 0,075]$, а показатель средней обеспеченности персоналом одного магазина принадлежал еще более узкому диапазону $b \in [0,01; 0,03]$.

Для формирования наиболее точной модели планирования прибыли ритейлера используем данные этих коэффициентов, наиболее приближенные современному периоду, в связи с чем рассчитаем их средние значения за последние три года, которые составляют $a = 0,069$, $b = 0,012$.

Поэтому в дальнейшем будем рассматривать модель экспансии ритейлера, включающую в себя модель выручки R и модель прибыли π_r , с учетом указанных значений коэффициентов в следующем виде:

$$\begin{cases} \max_{x_3 > 0} R = Aa^{\alpha_1} b^{\alpha_2} x_3^{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3}, \\ \max_{x_3 > 0} \pi_r = Aa^{\alpha_1} b^{\alpha_2} x_3^{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3} - (a + p_2 b + p_3 + n_a F)x_3. \end{cases} \quad (3.26)$$

Обобщим все коэффициенты этой модели в таблице 3.12.

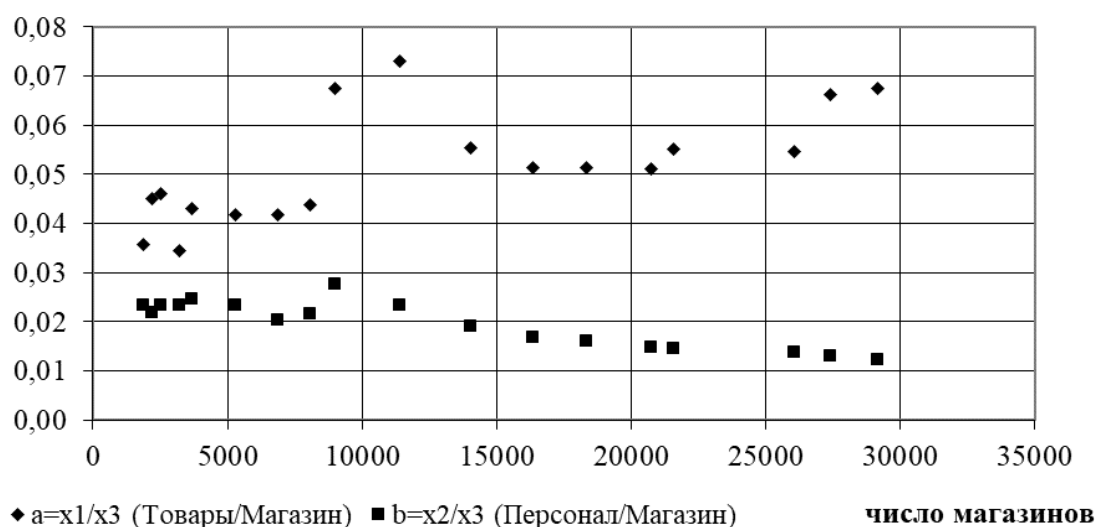


Рисунок 3.13 – Динамика удельных показателей магазинов сети Магнит за 2006-2024 гг.

Примечание – Разработано автором на основе [120].

Таблица 3.12 – Коэффициенты двухкритериальной модели ритейлера Магнит по данным 2025 г.

| Показатель | A | α_1 | α_2 | α_3 | p_2 , руб./мес. | p_3 , млрд. руб./год | $n_a F$, руб./мес. | a | b |
|------------|-------|------------|------------|------------|----------------------|------------------------------|------------------------|-------|-------|
| Значение | 0,019 | 0,43 | 0,48 | 0,56 | 54932 | 0,0016 | 10641 | 0,069 | 0,012 |

Примечание – Составлено автором на основе [120].

Проиллюстрируем двухкритериальную модель ритейлера расчетами программы расширения сети магазинов на основе данных, сформированных в таблице 3.12. На рисунке 3.14 представлены расчетные параметры выручки и прибыли ритейлера Магнит, спланированные при увеличении числа магазинов на основе разработанной модели. Кроме того, показанные на

рисунке фактические значения прибыли и выручки за последние три года демонстрируют точность модели, так как практически совпадают с расчетными значениями.

Поскольку суммарный коэффициент эластичности выручки ритейлера

$$\alpha_{\Sigma} = \alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 = 1,47 > 1, \quad (3.27)$$

то с ростом числа магазинов прибыль ритейлера монотонно возрастает. Следовательно, диапазон x_3 , в котором критерии выручки и прибыли противоречивы, наблюдается только при малом числе магазинов, т.е. в зоне убытка. Поэтому укажем следующее важнейшее свойство технологии бизнес-процесса ритейлера Магнит: рыночная экспансия, т.е. расширение за счет увеличения числа торговых точек, для ритейлера Магнит сопровождается одновременным ростом выручки и прибыли.

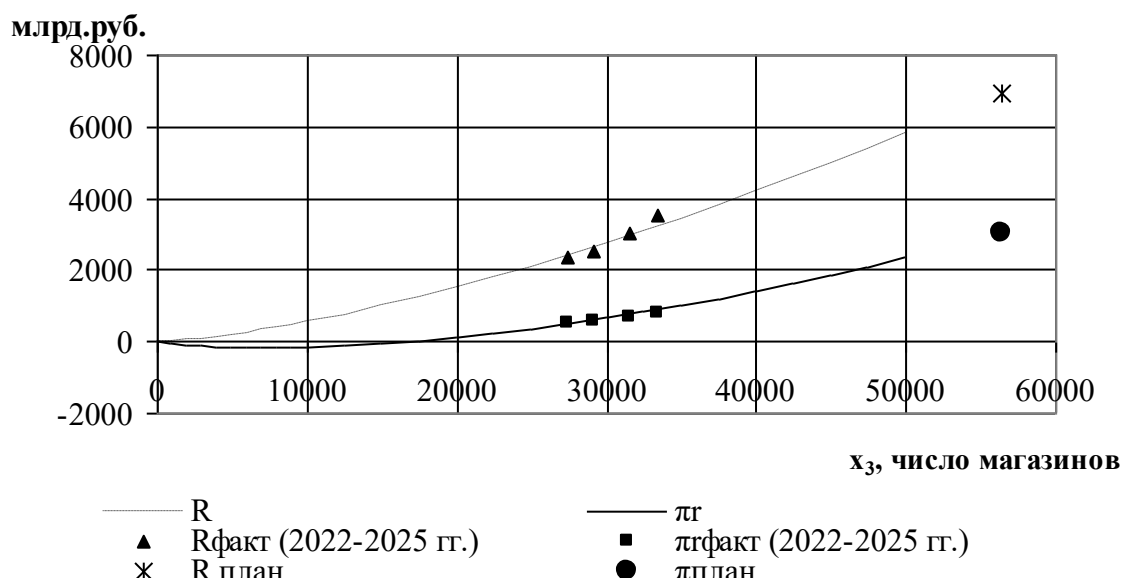


Рисунок 3.14 – Планирование расширения сети магазинов Магнит

Примечание – Составлено автором на основе [120].

Поэтому для ритейлера трансформируем задачу планирования рыночной экспансии следующим образом: цель состоит в вытеснении с рынка основного конкурента (ритейлера X5 Group), т.е. достижении такого уровня выручки, который равен сумме выручки двух ритейлеров в текущий момент. Эта задача является однокритериальной, в которой целевой функций

выступает прибыль, а ограничением является целевой уровень выручки, который равен сумме выручки X5 Group (3908 млрд. руб.) и выручки Магнит (3043 млрд. руб.), т.е. 6951 млрд. руб. В математической форме эту задачу можно записать следующим образом:

$$\begin{cases} R = Aa^{\alpha_1} b^{\alpha_2} x_3^{\alpha_1+\alpha_2+\alpha_3} = R_{\text{Магнит}} + R_{\text{X5Group}} = 6951, \\ \max_{x_3>0} \pi_r = Aa^{\alpha_1} b^{\alpha_2} x_3^{\alpha_1+\alpha_2+\alpha_3} - (a + p_2b + p_3 + n_a F)x_3. \end{cases} \quad (3.28)$$

Решение этой задачи определим на основе предложенной ранее модели расчета планового масштаба экспансии:

$$x_3 = \left(\frac{R}{Aa^{\alpha_1} b^{\alpha_2}} \right)^{\frac{1}{\alpha_1+\alpha_2+\alpha_3}}. \quad (3.29)$$

Расчет по этой модели показывает следующий план количества торговых точек $x_{3\text{Магнит}}^{\text{План}} = 56418$, при котором значения прибыли и выручки ритейлера Магнит показаны на рисунке 3.14 и в таблице 3.13.

Таблица 3.13 – Анализ эффекта модели планирования экспансии ритейлера Магнит

| Показатель | Факт 2024 г. | План | Изменение показателя | |
|-----------------------------|--------------|--------|------------------------|-------------|
| | | | в абсолютном выражении | в процентах |
| Выручка (млрд. руб.) | 3 043 | 6 951 | 3 908 | 128 |
| Количество магазинов | 31 483 | 56 418 | 24 935 | 79 |
| Прибыль (млрд. руб.) | 687 | 3 035 | 2 348 | 342 |
| Рентабельность (%) | 22,6 | 43,7 | 21 | 93 |

Примечание – Составлено автором на основе [120].

Анализ таблицы 3.13 позволяет сделать следующие важные выводы о результативности реализации планового масштаба экспансии ритейлера Магнит:

– план количества торговых точек превышает фактическое значение на 79%, т.е. экспансия требует расширения сети менее чем вдвое;

– плановая выручка превышает фактическое значение на 128%, т.е. захват рынка ритейлером Магнит обеспечивает опережающий прирост выручки по сравнению с расширением торговой сети, что объясняется

высокой технологической эффективностью бизнес-процесса ритейлера;

– плановая прибыль превышает фактическое значение на 342%, благодаря чему формируются источники осуществления экспансии ритейлера Магнит;

– плановая рентабельность превышает фактическое значение на 93%, что характеризует рекомендуемую программу развития как экономически эффективную.

3.4 Модельный пример решения двухкритериальной задачи оптимизации экспансии

Как показал анализ бизнес-процесса рассматриваемого ритейлера Магнит, комплексная характеристика бизнес-процесса равна $\alpha_{\Sigma} = 1,47 > 1$, т.е. ритейлер имеет высокоэффективный бизнес-процесс. Это не позволяют продемонстрировать решение многокритериальной задачи планирования одновременно по целевым функциям выручки и прибыли. Поэтому приведем модельный пример, иллюстрирующий особенности применения многокритериального механизма экспансии. В таблице 3.14 приведены исходные данные модельного примера, по которым можно сделать вывод о низкой эффективности бизнес-процесса условной компании, так как $\alpha_{\Sigma} = 0,45 < 1$. Следовательно, в этом случае существует диапазон значений числа магазинов сети, в котором на фоне возрастания выручки ритейлера прибыль снижается, т.е. критерии двухкритериальной задачи оптимизации стратегии экспансии противоречивы.

Таблица 3.14 – Коэффициенты модельного примера

| Показатель | A | α_1 | α_2 | α_3 | α_{Σ} | p_2 , руб. | p_3 , руб. | n_a , руб. | F, руб. | a | b |
|------------|-----|------------|------------|------------|-------------------|--------------|--------------|--------------|---------|---|---|
| Значение | 100 | 0,1 | 0,25 | 0,1 | 0,45 | 1 | 3 | 0,1 | 1 | 2 | 3 |

Примечание – Составлено автором.

Для условной компании, характеристики которой приведены в табл. 3.14, графики выручки и прибыли показаны на рисунке 3.15.

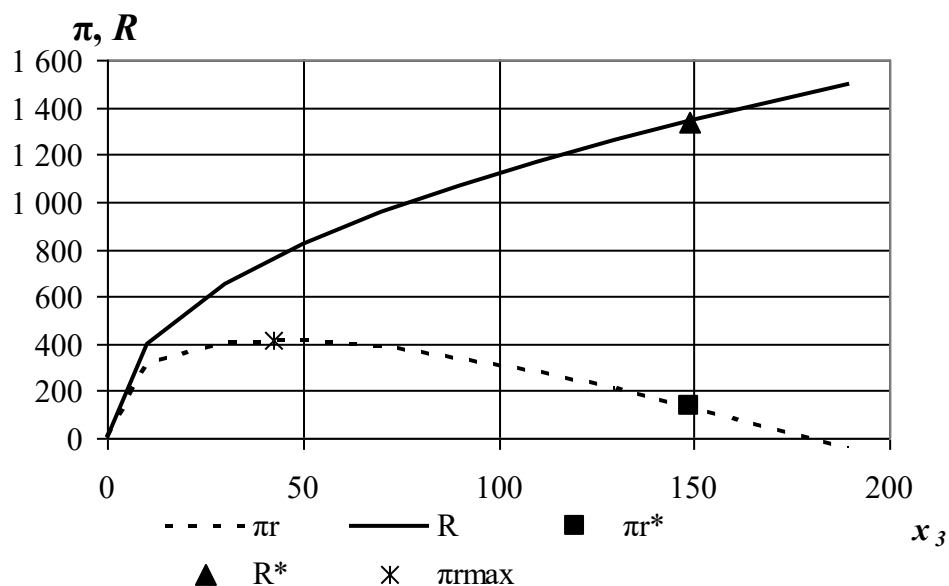


Рисунок 3.15 – Анализ модельного примера для условной компании при $\alpha_{\Sigma} = 0,45$

Примечание – Составлено автором.

В этом случае выручка компании, в отличие от выручки ритейлера Магнит, возрастает замедленным темпом при увеличении числа торговых точек, а прибыль начинает снижаться после достижения наибольшего значения $\pi_{\max}^r = 418$, рассчитанного исходя из оптимального числа магазинов по методике утверждения 1, т.е. при следующем значении, найденном по формуле (2.57):

$$\bar{x}_3 = \left[\frac{a + p_2 b + p_3 + n_a F}{A a^{\alpha_1} b^{\alpha_2} \alpha_{\Sigma}} \right]^{\frac{1}{\alpha_{\Sigma} - 1}} = 42. \quad (3.30)$$

Поэтому для вычисления решения двухкритериальной задачи с противоречивыми критериями используем результат утверждения 4 и найдем оптимальный уровень рыночной экспансии по аддитивному или темповому критериям по формуле (2.76):

$$x_3^* = \left(\frac{a + p_2 b + p_3 + n_a F}{2Aa^{\alpha_1} b^{\alpha_2} \alpha_\Sigma} \right)^{\frac{1}{\alpha_\Sigma - 1}} = 149. \quad (3.31)$$

В этом случае выручка компании составит 1340, а прибыль будет на уровне 134, т.е. меньше максимального значения, в чем проявляется компромиссный характер решения на основе двух критериев.

Таким образом, установлен оптимальный уровень экспансии торговой сети, при котором темп роста выручки компании равнее темпу сокращения прибыли.

3.5 Моделирование стратегии девелопера и оценка области компромисса с ритейлером

Основными девелоперами, взаимодействующими с ритейлером Магнит, являются компании федерального уровня Главстрой, Самолет, Фридом. Поскольку эти компании не раскрывают детальную информацию о своих издержках, для формирования функции издержек некоторого обобщенного девелопера используем данные о стоимости магазинов, публикуемые ритейлером Магнит. В табл. 3.5.1 на основании отчетности ритейлера Магнит за 2018-2025 гг. приведены среднегодовые значения количества магазинов, балансовой стоимости магазина как объекта недвижимости за кв. м общей площади в 2018-2019 гг. или торговой площади в 2020-2025 гг., а также средней общей или торговой площади магазина в соответствующие годы. Ритейлер Магнит публикует перечисленные показатели ежеквартально, и, выборочно, по полугодиям, поэтому исходные данные охватывают 25 отчетных периодов, однако поскольку в течение года эти данные изменялись незначительно, было решено базироваться на среднегодовых значениях. Поэтому выборка данных представлена за 8 отчетных периодов (лет). Данные о стоимости кв. м площади магазина и средней общей или торговой площади магазина использованы далее для

расчета балансовой стоимости типового магазина. Затем рассчитана суммарная стоимость магазинов торговой сети ритейлера Магнит в 2018-2025 гг. исходя из количества магазинов и балансовой стоимости типового магазина. Этот показатель будем учитывать как цену объекта коммерческой недвижимости, устанавливаемую девелопером. Доходы девелопера определим исходя из уровня арендной платы в розничной торговле по данным Росстата [115], применяя этот показатель к суммарному значению числа магазинов сети на конец года. Для оценки издержек девелопера будем базироваться на показателе рентабельности строительных организаций при строительстве нежилых зданий по данным Росстата [114]. Исключая рентабельность строительных организаций из стоимости ежегодного прироста магазинов, найдем издержки девелопера.

Расчетные доходы девелопера от аренды в 2018-2025 гг. представлена на рисунке 3.16, и на основе анализа тренда при коэффициенте детерминации 0,885 составлена следующая функция дохода: $p_3 x_3 = 0,0016 x_3$, откуда следует, что стоимость аренды типового магазина составляет $p_3 = 0,0016$ млрд. руб. в год.

Таблица 3.15 – Характеристики торговой сети Магнит и исходные данные для расчета издержек и дохода девелопера

| Год | Число магазинов на конец года | Прирост числа магазинов | Стоимость магазина за кв.м, тыс. руб. | Площадь магазина (общая в 2018-2019, торговая в 2020-2025), кв. м | Балансовая стоимость магазина, тыс. руб. |
|------------------|-------------------------------|-------------------------|---------------------------------------|---|--|
| 2018 | 18348 | 1998 | 26 | 476 | 12376 |
| 2019 | 20725 | 2377 | 26 | 480 | 12480 |
| 2020 | 21564 | 839 | 34 | 341 | 11594 |
| 2021 | 26077 | 4513 | 34 | 348 | 11832 |
| 2022 | 27405 | 1328 | 34 | 348 | 11832 |
| 2023 | 29 165 | 1760 | 41,5 | 349 | 14484 |
| 2024 | 31 483 | 2318 | 34,5 | 351 | 12110 |
| 2025 | 32589 | 1106 | 36 | 348 | 12528 |
| Среднее значение | | 8% | | | |

Продолжение таблицы 3.15

| Год | Арендная плата в розничной торговле в долях от учетной стоимости | Доходы девелопера от аренды, млрд. руб. | Рентабельность строительных организаций | Издержки девелопера на новые магазины, млрд. руб. |
|------------------|--|---|---|---|
| 2018 | 0,2 | 28,38 | 0,044 | 23,6 |
| 2019 | 0,1 | 32,33 | 0,057 | 28,0 |
| 2020 | 0,2 | 31,25 | 0,038 | 9,4 |
| 2021 | 0,5 | 38,57 | 0,05 | 50,7 |
| 2022 | 0,2 | 40,53 | 0,062 | 14,7 |
| 2023 | 0,1 | 52,80 | 0,08 | 23,5 |
| 2024 | 0,1 | 47,66 | 0,098 | 25,3 |
| 2025 | 0,1 | 51,03 | 0,09 | 12,6 |
| Среднее значение | 12,5% | | | |

Примечание – Составлено автором на основе [122].

Доходы девелопера,
млрд. руб.

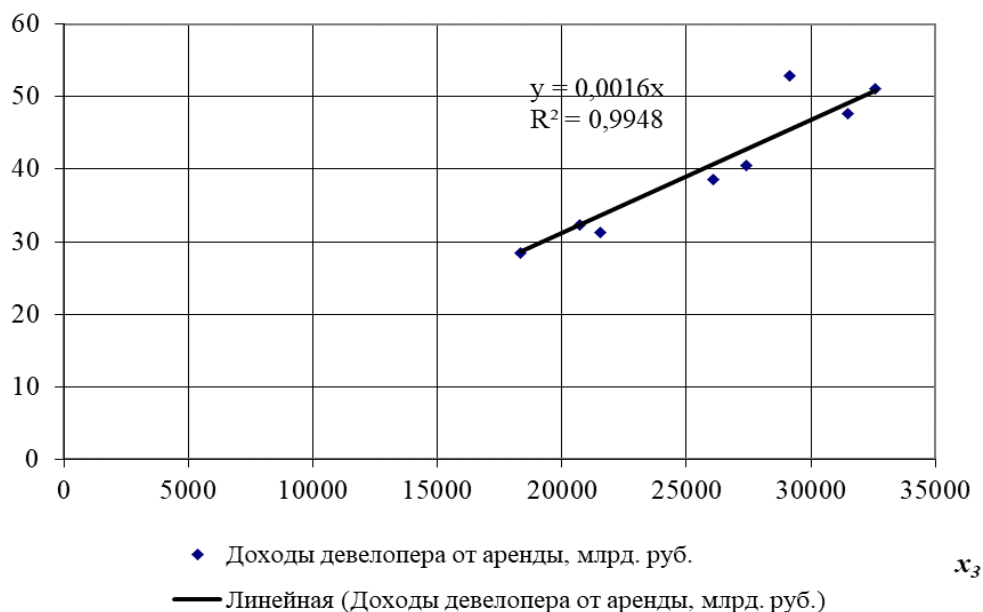


Рисунок 3.16 – Расчетные доходы от аренды в 2018-2025 гг. и функция дохода девелопера

Примечание – Составлено автором.

Расчетные издержки девелопера показаны на рисунке 3.17, а с помощью трендового анализа сформирована функция издержек девелопера в следующей степенной форме

$$C_d(x_3) = cx_3^\delta, \quad (3.32)$$

которая согласно линии тренда имеет вид

$$C_d(x_3) = 0,011\Delta x_3^{1,0056} \quad (3.33)$$

с высоким коэффициентом детерминации 0,98. Учитывая, что средний прирост числа магазинов сети ритейлера Магнит составлял 8% в 2018-2025 гг. (табл. 3.15), получим в итоге функцию издержек девелопера от общего числа торговых точек

$$C_d(x_3) = 0,011 \cdot (0,08x_3)^{1,0056} = 0,00087x_3^{1,0056}. \quad (3.34)$$

С учетом рассчитанной функции издержек сформируем модель функции прибыли девелопера в следующей форме:

$$\pi_d = p_3x_3 - cx_3^\delta = 0,0016x_3 - 0,00087x_3^{1,0056}. \quad (3.35)$$

Анализ функции прибыли девелопера показывает, что прибыль достигает максимума при достаточно большом значении числа торговых точек, так как показатель степени функции издержек незначительно превышает единицу, а цена существенно выше удельных издержек.

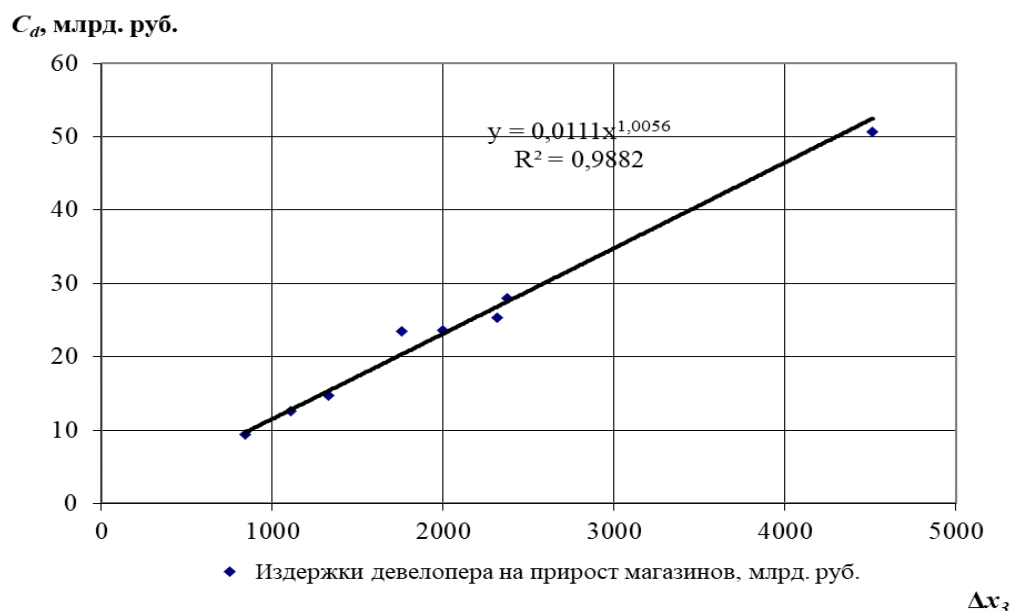


Рисунок 3.17 – Расчетные издержки на прирост магазинов в 2018-2025 гг. и функция издержек девелопера

Примечание – Составлено автором.

Графический анализ согласования интересов ритейлера и девелопера,

проведенный на рисунке 3.18, базируется на графиках функций выручки и прибыли ритейлера, а также функции прибыли девелопера.

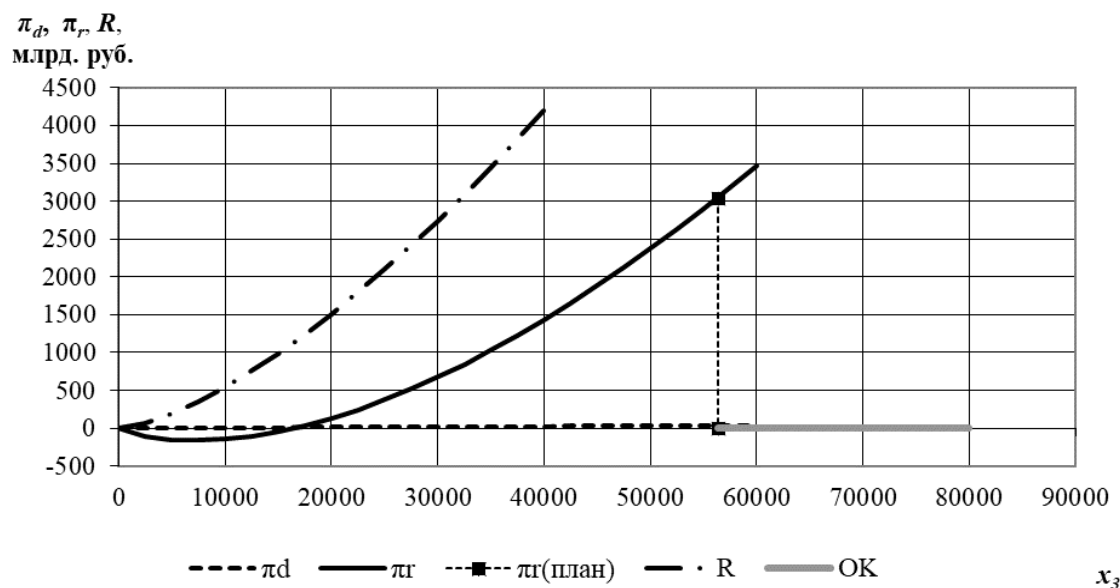


Рисунок 3.18 – Функции выручки и прибыли ритейлера, функция прибыли девелопера и область компромисса (ОК)

Примечание – Составлено автором.

Как было вычислено ранее, в расчетах плана развития торговой сети ритейлера Магнит, плановое количество магазинов определено на уровне $x_{3\text{Магнит}}^{\text{План}} = 56418$, при котором значения прибыли и выручки ритейлера Магнит показаны на рис. 3.18. Оптимальное значение числа магазинов с позиций девелопера, рассчитанное по формуле (2.83), является несопоставимо большим числом

$$x_{3d}^* = \left(\frac{P_3}{c\delta} \right)^{\frac{1}{\delta-1}} \gg x_{3\text{Магнит}}^{\text{План}}. \quad (3.36)$$

Поэтому на рис. 3.18 не показано максимальное значение прибыли девелопера, функция прибыли которого представлена на участке возрастания, вблизи реальных значений для ритейлера Магнит. Из этого следует, что область компромисса ритейлера и девелопера представляет собой диапазон значения числа торговых точек справа от значения $x_{3\text{Магнит}}^{\text{План}} = 56418$ и включающего это значение:

$$OK = [x_3^*, \infty) \quad (3.37)$$

В результате плановый уровень экспансии торговой сети ритейлера Магнит является приемлемым с позиций девелопера, поэтому можно сделать заключение о потенциальной осуществимости выбранной ритейлером модели экспансии.

Выводы и результаты по главе 3.

Сформирована обобщенная модель управления цепями поставок продовольственных товаров на примере сетевого ритейлера Магнит, включающая в себя целевые функции поставщиков и ритейлера. Для формирования моделей функций прибыли участников цепи поставок проведен структурный анализ ассортимента с выделением наиболее значимых в ассортименте товаров, генерирующих существенную долю выручки. Структурный анализ привел к выводу о целесообразности исследования модели управления цепью поставок ассортиментной группы колбас, которая составляет 7% выручки торговой сети. Целевая функция ритейлера составлена на основе анализа статистических данных компании Магнит о среднемесячных объемах продаж усредненного товара из группы колбас, а также отпускных и закупочных ценах этого товара за 2021-2024 гг. Целевая функция поставщика базируется, кроме данных ритейлера Магнит, также на средней рентабельности мясной промышленности в России в 2025 г. и среднем уровне цен поставщиков колбас для сети Магнит.

Анализ обобщенной модели контракта поставки позволил сформулировать следующие выводы. Во-первых, существенное понижение оптовой цены (вдвое), несмотря на некоторое сокращение доли выручки (на 10%), получаемой ритейлером (контракт 1), ведет к перераспределению результата контракта в пользу ритейлера и к существенному сужению области компромисса. Во-вторых, приращение постоянного тарифа, получаемого поставщиком, вдвое, и резкое (в 50 раз) повышение ретро-

бонуса, уплачиваемого поставщиком (контракт 2), привели к незначительному снижению функции прибыли поставщика и повышению функции прибыли ритейлера, причем, влияние ретро-бонуса преобладает над воздействием постоянного тарифа. В-третьих, значительное (на 60%) повышение доли продажи товаров через сеть Интернет (контракт 3) не изменяет границ области компромисса и повышает прибыль поставщика. В-четвертых, агрегированная оценка контрактов 2 и 3 показала, что они более эффективны по сравнению с контрактом 1 по критериям прибыли ритейлера и поставщика и по ширине области компромисса.

Поведено моделирование производственных функций крупнейших сетевых ритейлеров России – компаний X5 Group и Магнит (Тандер) на основе статистических данных о выручке, закупочной стоимости товаров, численности персонала и количестве магазинов за период 2006-2024 гг. Модели производственных функций приводят к следующим выводам. Во-первых, бизнес-процессы ритейлеров имеют высокую технологическую эффективность, поскольку суммарная эластичность выручки по ресурсам превышает 1%. Во-вторых, бизнес-процесс ритейлера Магнит значительно превосходит по технологической эффективности бизнес-процесс ритейлера X5 Group. В-третьих, технологическое превосходство ритейлера Магнит обусловлено более высокой отдачей ресурса «персонал», а также значительным превышением отдачи ресурса «магазины»; эти положительные факторы ритейлера Магнит способствует интенсификации его расширения несмотря на несколько меньшую отдачу товарооборота.

Сформированы модели унифицированных магазинов типа «Гипермаркет» и «У дома» на основе метода многокритериального оценивания по минимуму суммы квадратов относительных отклонений от средних значений оцениваемых параметров. Поскольку для ритейлера Магнит в 1 полугодии 2025 г. в целом по России магазины у дома генерировали 69,1% товарооборота, а гипермаркеты 8,1%, для дальнейшего исследования выбран тип магазина «У дома».

Разработана двухкритериальная модель экспансии ритейлера Магнит, включающую в себя модель выручки и модель прибыли, численный анализ которой показал следующее важнейшее свойство технологии бизнес-процесса ритейлера: рыночная экспансия, т.е. расширение за счет увеличения числа торговых точек, для сопровождается одновременным ростом выручки и прибыли. На основе этого свойства конкретизирована цель ритейлера как вытеснение с рынка основного конкурента (ритейлера X5 Group), исходя из которой рассчитан плановый масштаб экспансии. Анализ плана экспансии позволил сделать следующие выводы. Во-первых, экспансия ритейлера Магнит обеспечивает опережающий прирост выручки по сравнению с расширением торговой сети. Во-вторых, рекомендуемая программа развития ритейлера является экономически эффективной, обеспечивая рост рентабельности сети.

Проведено моделирование стратегии девелопера и определена область компромисса с ритейлером на основе статистики ритейлера Магнит. Оценка издержек девелопера базировалась на показателе рентабельности \строительных организаций при строительстве нежилых зданий по данным Росстата. Анализ модели прибыли девелопера показывает, что прибыль достигает максимума при достаточно большом значении числа торговых точек, т.е. практически, девелопер заинтересован в неограниченном росте продаж. Поэтому сделан вывод о том, что программа экспансии ритейлера является приемлемым с позиций девелопера.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ развития крупных розничных торговых сетей позволил выявить следующие ключевые тенденции:

- возрастание роли розничных торговых сетей в обороте розничной торговли российской экономики в целом;
- географическая экспансия розничных торговых сетей, выражающаяся в увеличении количества торговых точек;
- тенденция повышения концентрации рынка розничной торговли в РФ;
- стабильно возрастающий тренд выручка крупнейших ритейлеров X5 Group и Магнит и опережающий рост выручки X5 Group по сравнению с ритейлером Магнит;
- рост численности сотрудников ритейлеров X5 Group и Магнит сопровождался ростом производительности труда;
- тенденции различия трендов фондоотдачи ритейлеров X5 Group и Магнит, которое выражается в стабильном повышении фондоотдачи X5 Group и неоднократном понижении фондоотдачи Магнит на фоне наращивания основных средств;
- тренд прямой пропорциональности выручки и числа магазинов в сети является основанием стратегии рыночной экспансии ритейлеров X5 Group и Магнит.

Исследование теоретических основ организации бизнес-процессов ритейла привело к следующим выводам:

- основной бизнес-процесс сетевого ритейлера моделируется с помощью цепи поставок, координация которой требует оптимального управления;
- анализ различных типов контрактов поставщика и ритейлера показывает, что равновесное состояние цепи поставок достигается за счет выбора системы координирующих параметров;

– сложность задач управления цепью поставок возрастает вследствие поэтапного приближения рассматриваемой модели к описанию реального объекта управления.

Оценка современного состояния теории управления цепями поставок продемонстрировала следующие особенности:

– в отечественной литературе по вопросам теории управления аналогом взаимодействий поставщика и ритейлера в цепи поставок являлась иерархическая игра «центр-агент» преимущественно для производственных предприятий, для которых эти роли играли заказчик и поставщик;

– в современных исследованиях не учитывалась противоречивость интересов поставщика и ритейлера, вследствие чего управление цепью поставок не рассматривалось как многокритериальная задача;

– существует необходимость совершенствования методов и моделей оптимизации применительно к проблеме выбора стратегий экспансии розничных торговых сетей.

Анализ различных типов контрактов показал, что в зависимости от формата отношений поставщика и ритейлера между ними могут заключаться договоры в различных формах, причем каждый тип контракта характеризуется различным набором параметров, затрагивающих интересы обеих сторон контракта. Поскольку эти параметры являются основой согласованного контракта, их уместно именовать координирующими параметрами. В процессе согласования условий контракта, т.е. выбора компромиссных значений координирующих параметров, необходимой для принятия решений каждой стороной контракта является информация об оптимальных значениях этих параметров. Поэтому решение задачи оптимизации координирующих параметров является рутинной операцией в осуществлении всех контрактных отношений. Следовательно, выработка общего метода оптимизации координирующих параметров контрактов представляет собой актуальную проблему исследования операций. Однако разнообразие моделей взаимодействий поставщика и ритейлера исключает

возможность использования единого метода оптимизации. Поэтому исследован общий принцип моделирования контрактов поставки, на основе которого координирующие параметры представлены в агрегированном виде векторов объемов, цен и издержек сторон контракта.

В результате в обобщенном виде модель контракта в цепи поставок аналогична моделям оптимального выбора объемов поставки в неинтегрированной, т.е. подобной свободному рынку, системе поставщиков и продавцов. Для этих моделей существует апробированный метод однокритериальной однопараметрической оптимизации, базирующийся на необходимых и достаточных условиях оптимальности.

Сформулированная обобщенная модель двухагентной и двухканальной цепи поставок отражает специфику различных типов контрактов поставок и позволяет унифицировать метод оптимизации, применяемый для расчета оптимальных параметров во всех типах контрактов. Очевидно, что в этом случае метод оптимизации также следует основывать на необходимых и достаточных условиях оптимальности, но в многопараметрической форме.

Разработана двухкритериальная модель выбора стратегии экспансии ритейлера, формализующая единство двух целей экспансии розничной торговой сети: максимизацию выручки и максимизацию прибыли.

Определены механизмы выбора стратегии экспансии ритейлера, обеспечивающие максимумы выручки и прибыли в виде формул расчета оптимального числа магазинов. Также установлены границы области противоречивости критериев, определяющие множество Парето, в которое входят сочетания критериев, являющиеся равноценными для лица, принимающего решение, поскольку в каждом таком сочетании невозможно увеличить один из критериев без уменьшения другого критерия. Предложен метод выбора компромиссного значения уровня экспансии из множества Парето на основе анализа темпов изменения критериев ритейлера, позволяющий найти единственное решение двухкритериальной задачи.

Разработана модель выбора стратегии девелопера коммерческой

недвижимости на основе максимизации прибыли. Сформирован механизм выбора стратегии девелопера, определяющий объем поставки торговых точек, максимизирующий его прибыль.

Предложена модель согласования интересов ритейлера и девелопера в виде области компромисса как диапазон изменения объема поставки торговых точек, внутри которого игроки могут выбирать взаимоприемлемое значение объема поставки. Определена и доказана методика выявления компромисса на основе принципа доминирования не менее чем по двум из трех целевых функций ритейлера и девелопера, позволяющая установить верхнюю и нижнюю границы объема поставки торговых точек, за пределами которых объемы поставки неприемлемы с позиций хотя бы одного игрока.

На основе обобщения инструментария оптимизации масштаба розничной торговой сети ритейлера, модели и механизма выбора стратегии девелопера и модели согласования их интересов в виде области компромисса сформирован механизм оптимизации экспансии. Механизм позволяет планировать согласованную с позиций обоих игроков стратегию экспансии в условиях различных характеристик бизнес-процессов ритейлера и девелопера.

Сформирована обобщенная модель управления цепями поставок продовольственных товаров на примере сетевого ритейлера Магнит, включающая в себя целевые функции поставщиков и ритейлера. Для формирования моделей функций прибыли участников цепи поставок проведен структурный анализ ассортимента с выделением наиболее значимых в ассортименте товаров, генерирующих существенную долю выручки. Структурный анализ привел к выводу о целесообразности исследования модели управления цепью поставок ассортиментной группы колбас, которая составляет 7% выручки торговой сети. Целевая функция ритейлера составлена на основе анализа статистических данных компании Магнит о среднемесячных объемах продаж усредненного товара из группы колбас, а также отпускных и закупочных ценах этого товара за 2021-2024 гг.

Целевая функция поставщика базируется, кроме данных ритейлера Магнит, также на средней рентабельности мясной промышленности в России в 2025 г. и среднем уровне цен поставщиков колбас для сети Магнит.

Анализ обобщенной модели контракта поставки позволил сформулировать следующие выводы. Во-первых, существенное понижение оптовой цены (вдвое), несмотря на некоторое сокращение доли выручки (на 10%), получаемой ритейлером (контракт 1), ведет к перераспределению результата контракта в пользу ритейлера и к существенному сужению области компромисса. Во-вторых, приращение постоянного тарифа, получаемого поставщиком, вдвое, и резкое (в 50 раз) повышение ретро-бонуса, уплачиваемого поставщиком (контракт 2), привели к незначительному снижению функции прибыли поставщика и повышению функции прибыли ритейлера, причем, влияние ретро-бонуса преобладает над воздействием постоянного тарифа. В-третьих, значительное (на 60%) повышение доли продажи товаров через сеть Интернет (контракт 3) не изменяет границ области компромисса и повышает прибыль поставщика. В-четвертых, агрегированная оценка контрактов 2 и 3 показала, что они более эффективны по сравнению с контрактом 1 по критериям прибыли ритейлера и поставщика и по ширине области компромисса.

Поведено моделирование производственных функций крупнейших сетевых ритейлеров России – компаний X5 Group и Магнит (Тандер) на основе статистических данных о выручке, закупочной стоимости товаров, численности персонала и количестве магазинов за период 2006-2024 гг. Модели производственных функций приводят к следующим выводам. Во-первых, бизнес-процессы ритейлеров имеют высокую технологическую эффективность, поскольку суммарная эластичность выручки по ресурсам превышает 1%. Во-вторых, бизнес-процесс ритейлера Магнит значительно превосходит по технологической эффективности бизнес-процесс ритейлера X5 Group. В-третьих, технологическое превосходство ритейлера Магнит обусловлено более высокой отдачей ресурса «персонал», а также

значительным превышением отдачи ресурса «магазины»; эти положительные факторы ритейлера Магнит способствует интенсификации его расширения несмотря на несколько меньшую отдачу товарооборота.

Сформированы модели унифицированных магазинов типа «Гипермаркет» и «У дома» на основе метода многокритериального оценивания по минимуму суммы квадратов относительных отклонений от средних значений оцениваемых параметров. Поскольку для ритейлера Магнит в 1 полугодии 2025 г. в целом по России магазины у дома генерировали 69,1% товарооборота, а гипермаркеты 8,1%, для дальнейшего исследования выбран тип магазина «У дома».

Разработана двухкритериальная модель экспансии ритейлера Магнит, включающую в себя модель выручки и модель прибыли, численный анализ которой показал следующее важнейшее свойство технологии бизнес-процесса ритейлера: рыночная экспансия, т.е. расширение за счет увеличения числа торговых точек, для сопровождается одновременным ростом выручки и прибыли. На основе этого свойства конкретизирована цель ритейлера как вытеснение с рынка основного конкурента (ритейлера X5 Group), исходя из которой рассчитан плановый масштаб экспансии. Анализ плана экспансии позволил сделать следующие выводы. Во-первых, экспансия ритейлера Магнит обеспечивает опережающий прирост выручки по сравнению с расширением торговой сети. Во-вторых, рекомендуемая программа развития ритейлера является экономически эффективной, обеспечивая рост рентабельности сети.

Проведено моделирование стратегии девелопера и определена область компромисса с ритейлером на основе статистики ритейлера Магнит. Оценка издержек девелопера базировалась на показателе рентабельности строительных организаций при строительстве нежилых зданий по данным Росстата. Анализ модели прибыли девелопера показывает, что прибыль достигает максимума при достаточно большом значении числа торговых точек, т.е. практически, девелопер заинтересован в неограниченном росте

продаж. Поэтому сделан вывод о том, что программа экспансии ритейлера является приемлемым с позиций девелопера.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андрианова, Е.И. Анализ опыта реализации проектов городского редевелопмента в России / Е.И. Андрианова, Т.А. Губачева, А.В. Сапроненко, Е.А. Халимон. — Текст : непосредственный // E-Management. — 2021. — Т. 4, № 3. — С. 20–33.
2. Батаев, В.В. Разработка многокритериальной оптимизации внешнеторговой деятельности промышленного предприятия / В.В. Батаев. — Текст : непосредственный // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. — 2020. — № 10. — С. 35-41.
3. Белякова, А.Ю. Многокритериальная задача параметрической оптимизации производства и переработки аграрной продукции / А.Ю. Белякова, Т.С. Бузина, Я.М. Иваньо. — Текст : непосредственный // В сборнике: Климат, экология и экономия средств Евразии. Материалы XII Международной научно-практической конференции. п. Молодежный, 2023. — С. 170-176.
4. Березинец, И.В. Координируют ли цепи поставок контракты с обратным выкупом нереализованной продукции? / И.В. Березинец, Н.А. Зенкевич, Н.К. Никольченко, А.С. Ручьева. — Текст : непосредственный // Вестник Санкт-Петербургского университета. Менеджмент. — 2020. — Т. 19, № 4. — С. 461-492.
5. Березинец, И.В. Применение контракта с ретро-бонусом для координации цепи поставок / И.В. Березинец, Н.А. Зенкевич, Н.К. Никольченко, А.С. Ручьева. — Текст : непосредственный // Вестник Санкт-Петербургского университета. Менеджмент. — 2019. — Т.18, № 3. — С. 317-340.
6. Бурков, В.Н. Основы математической теории активных систем / В.Н. Бурков. — М. : Наука, 1977. — 255 с. — Текст : непосредственный.
7. Бурков, В.Н. Модели и механизмы распределения затрат и доходов в рыночной экономике / В.Н. Бурков, И.И. Горгидзе, Д.А. Новиков, Б.С.

Юсупов. — М. : ИПУ РАН, 1997. — 57 с. — Текст : непосредственный.

8. Быкадоров, И. А. Товарное разнообразие в вертикальном распределительном канале при монополистической конкуренции / И.А. Быкадоров, С.Г. Коковин, Е.В. Желободько. — Текст : непосредственный // Управление большими системами. — 2011. — № 35. — С. 165–206.

9. Варвашеня, А.А. Инструментарий комплексной оценки зон торгового обслуживания в городе / А.А. Варвашеня. — Текст : непосредственный // Проблемы развития территории. — 2018. — № 3 (95). — С. 122–137.

10. Варвашеня, А.А. Методика выделения зон торгового обслуживания в городе / А.А. Варвашеня. — Текст : непосредственный // Вести института предпринимательской деятельности. — 2017. — Вып. 2. — С. 90–96.

11. Верёвкин, Д.Н. Формирование динамических механизмов управления комплектными поставками в производственной системе / Д.Н. Верёвкин, Д.Ю. Иванов. — Текст : непосредственный // Вестник Самарского университета. Экономика и управление. — 2025. — Т. 16. № 3. — С. 7-15.

12. Власов, Д.А. Возможности игрового моделирования в управлении ассортиментом продукции / Д.А. Власов, П.А. Карасев, А.В. Синчуков. — Текст : непосредственный // Статистика и Экономика. — 2024. — Т. 21. № 6. — С. 18-29.

13. Воронова, Д.Ю. Управление цепями поставок / Д.Ю. Воронова, Л.Ю. Бережная. — Оренбург : Оренбургский государственный университет, 2019. — Текст : непосредственный.

14. Гераськин, М.И. Оптимальный механизм распределения эффекта в интегрированной сильносвязанной системе анонимных агентов с трансферабельной полезностью / М.И. Гераськин. — Текст : непосредственный // Проблемы управления. — 2017. — №2. — С.27-41.

15. Гераськин, М.И. Анализ кредитного портфеля банка, взаимодействующего с ритейлерами по программам товарного кредитования

/ М.И. Гераськин, В.В. Манахов. — Текст : непосредственный // Современные проблемы науки и образования. — 2015. — № 1.

16. Гераськин, М.И. Анализ кривых спроса на товарных и финансовых рынках монополистической конкуренции / М.И. Гераськин, В.В. Манахов. — Текст : непосредственный // Актуальные проблемы экономики и права. — 2016. — Т. 10. № 2 (38). — С. 80-92.

17. Гераськин, М.И. Оптимизация взаимодействий в мультиагентной сильносвязанной системе «ритейлер-банк-страховщик» / М.И. Гераськин, В.В. Манахов. — Текст : непосредственный // Проблемы управления. — 2015. — №4. — С.9-18.

18. Гермейер, Ю.Б. Игры с противоположными интересами / Ю.Б. Гермейер. — М. : Наука, 1976. — Текст : непосредственный.

19. Горохов, Д.Ю. Анализ координирующих параметров в оптимизационных моделях управления цепями поставок / Д.Ю. Горохов. — Текст : непосредственный // Вестник Самарского университета. Экономика и управление. — 2024. — Т. 15. № 1. — С. 104-112.

20. Горохов, Д.Ю. Комплексная модель бизнес-процесса сетевых ритейлеров с учетом взаимодействий с девелоперами коммерческой недвижимости / Д.Ю. Горохов. — Текст : непосредственный // Теория и практика общественного развития. — 2025. — № 3 (203). — С. 97-107.

21. Горохов, Д.Ю. Двухкритериальная модель и оптимальные механизмы расширения розничных торговых сетей / Д.Ю. Горохов, М.И. Гераськин. — Текст : непосредственный // Прикладная математика и вопросы управления / Applied Mathematics and Control Sciences. — 2025. — № 4. — С. 107–124.

22. Горохов, Д.Ю. Модель оценки эффективности бизнес-процесса сетевого ритейлера и механизм планирования роста торговой сети / Д.Ю. Горохов, М.И. Гераськин. — Текст : непосредственный // Дайджест-финансы. — 2025. — Т. 30. № 3 (275). — С. 55-76.

23. Горохов, Д.Ю. Обобщенная модель оптимизации управления в

двухканальных двухсекторных цепях поставок / Д.Ю. Горохов, М.И. Гераськин. — Текст : непосредственный // Бизнес. Образование. Право. — 2024. — № 2 (67). — С. 66-74.

24. Гусакова, Е.А. Направления прогнозного анализа жизненного цикла проектов девелопмента недвижимости / Е.А. Гусакова. — Текст : непосредственный // Вестник МГСУ. — 2019. — Т. 14. Вып. 9. — С. 1196–1204.

25. Еслямов, С.Г. Решение задач многокритериальной оптимизации производственных процессов / С.Г. Еслямов. — Текст : непосредственный // Проблемы права и экономики. — 2024. — Т. 16. № 4.

26. Зенкевич, Н.А. Координирующие долевыe контракты в цепочке создания ценности: на примере киноиндустрии США / Н.А. Зенкевич, М.А. Гладкова. — Текст : непосредственный // Вестник Санкт-Петербургского университета. Менеджмент. — 2018. — Т. 17, №1. — С. 26-45.

27. Зырянов, А.В. Современные тенденции размещения розничных торговых предприятий в российских городах: негативизм и возможности / А.В. Зырянов. — Текст : непосредственный // Вестн. Удмуртского ун-та. Сер. «Экономика и право». — 2011. — Вып. 4. — С. 25–36.

28. Иванов, Д.Ю. Модели организации торгово-сбытовой деятельности предприятия : монография / Д.Ю. Иванов, Л.А. Уварова. — Самара, 2025. — Текст : непосредственный.

29. Иванов, Д.А. Управление цепями поставок / Д.А. Иванов. — СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2009. — 660 с. — Текст : непосредственный.

30. Канторович, Л. В. Математическое оптимальное программирование в экономике / Л.В. Канторович, А.Б. Горстко. — М. : Знание, 1968. — Текст : непосредственный.

31. Караваева, Е.Д. Планирование логистических затрат при реализации товаров через маркетплейс / Е.Д. Караваева. — Текст : непосредственный // Креативная экономика. — 2020. — Т. 14, № 4.

32. Караваева, Н.М. Редевелопмент и реконцепция избыточной

торговой недвижимости / Н.М. Караваева, Н.В. Гончарова, Л.В. Дайнеко, И.И. Юрасова. — Текст : непосредственный // Вестник Пермского университета. Сер. «Экономика». — 2022. — Т. 17, № 4. — С. 453–473.

33. Каращук, О. С. Совершенствование государственного нормирования розничной торговой сети России / О.С. Каращук. — Текст : непосредственный // Вестник Российского экономического университета имени Г.В. Плеханова. — 2018. — № 6 (102). — С. 152-163.

34. Ковалева, Н.А. Основы логистики и управление цепями поставок : учеб. пособие / Н.А. Ковалева, А.В. Гузенко. — Ростов н/Д. : ФГБОУ ВО РГУПС, 2016. — 127 с. — Текст : непосредственный.

35. Корнеенко, В.П. Методы многокритериального оценивания объектов с многоуровневой структурой показателей эффективности / В.П. Корнеенко. — Сер. Математические методы в аналитической деятельности. — Москва, 2018. — Текст : непосредственный.

36. Коробов, В.Б. Теория и практика экспертных методов / В.Б. Коробов. — Сер. Научная мысль. — Москва, 2019. — Текст : непосредственный.

37. Коряпаева, Ю.В. Векторная оптимизация в военно-прикладной задаче об оптимальном планировании производства обмундирования для военных / Ю.В. Коряпаева, И.Р. Жиденов, К.Ю. Баптиданов. — Текст : непосредственный // В сборнике: Лучшая исследовательская работа 2025. Сборник статей XVII Международного научно-исследовательского конкурса. Пенза, 2025. — С. 7-12.

38. Крылатков, П.П. Управление цепью поставок (SCM) : учеб. пособие / П.П. Крылатков, М.А. Прилуцкая. — Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2018. — 140 с. — Текст : непосредственный.

39. Лисенкова, В.С. Многокритериальная оптимизация расходов на элементы интеллектуального капитала высокотехнологичных предприятий / В.С. Лисенкова, Н.И. Сидняев, В.В. Соколянский. — Текст : непосредственный // Вопросы инновационной экономики. — 2020. — Т. 10.

№ 3. — С. 1275-1286.

40. Машунин, Ю. К. Векторная оптимизация : монография : в 3 т. / Ю.К. Машунин. — М. : Ru-science, 2023. — Т. 3: Векторная оптимизация в экономике. — 2024. — 317 с. — Текст : непосредственный.

41. Мицель, А.А. Многокритериальная оптимизация годовой производственной программы предприятия / А.А. Мицель, В.О. Ночёвкина. — Текст : непосредственный // Региональная экономика: теория и практика. — 2018. — Т. 16. № 12 (459). — С. 2369-2382.

42. Никольченко, Н.К. Оптимизация прибыли цепи поставок на основе координирующих контрактов / Н.К. Никольченко. — Текст : непосредственный // Корпоративные финансы. — 2018. — №4. — С. 71-84.

43. Новиков, Д.А. Договорные отношения в управлении проектами / Д.А. Новиков, А.В. Лысаков. — М. : ИПУ РАН, 2004. — 100 с. — Текст : непосредственный.

44. Нюренбергер, Л.Б. Проблемы оптимизации размещения предприятий розничной торговли в мегаполисе / Л.Б. Нюренбергер, О.В. Леушина, Н.А. Лучина. — Текст : непосредственный // Вестник Института экономических исследований. — 2018. — №4 (12). — С. 27-33.

45. Пиндайк, Р. Микроэкономика / Р. Пиндайк, Д. Рубинфельд. — СПб. : Питер, 2012. — Текст : непосредственный.

46. Попова, М.И. Методы многокритериальной оптимизации в формировании ассортимента монопродуктовой компании / М.И. Попова. — Текст : непосредственный // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. — 2024. — № 202. — С. 151-165.

47. Семенычев, В.К. Методология и цифровая платформа анализа динамики отраслевых циклов для сбалансированного и устойчивого пространственного развития России / В.К. Семенычев, Г.А. Хмелева, А.А. Коробецкая. — Самара : Самарский научный центр РАН, 2022. — Текст : непосредственный.

48. Стиглер, Дж. Экономическая теория информации / Дж. Стиглер. — Текст : непосредственный // Теория фирмы. — Т.2. / под ред. В.М. Гальперина. — СПб. : Экономическая школа, 1999. — С. 507-529.

49. Тироль, Ж. Рынки и рыночная власть : Теория организации промышленности / Ж. Тироль ; пер. с англ. — СПб. : Экономическая школа, 1996. — 745 с. — Текст : непосредственный.

50. Уварова, Л.А. Моделирование процессов сбыта в системе «производитель – маркетплейс» / Л.А. Уварова, Д.Ю. Иванов. — Текст : непосредственный // Вестник Пермского университета. Серия: Экономика. — 2024. — Т. 19. № 3. — С. 284-299.

51. Фетисова, О. В. Влияние деятельности сетевых компаний на развитие регионального потребительского рынка / О.В. Фетисова, А.В. Зверев. — Текст : непосредственный // Региональная экономика. Теория и практика. — 2011. — № 35 (218). — С. 29-33.

52. Хэй, Д. Теория организации промышленности / Д. Хэй, Д. Моррис ; пер. с англ. под ред. А.Г. Слуцкого. — СПб. : Экономическая школа, 1999. — В 2 т. — Т. 1. — 384 с. — Текст : непосредственный.

53. Чечулин, В. Л. Экономическое равновесие (структуры и модели) : монография / В.Л. Чечулин, Ю.А. Черепанова, А.А. Курыгин. — Пермь : Перм. гос. нац. исслед. ун-т, 2018. — Текст : непосредственный.

54. Шиболденков, В.А. Внедрение роботизированной автоматизации процессов на основе многокритериальной математической модели / В.А. Шиболденков, Д.М. Кхан. — Текст : непосредственный // Развитие и безопасность. — 2023. — № 4 (20). — С. 62-73.

55. Шиков, Ю.А. Оценка эффективности цифровизации предприятий текстильной и легкой промышленности на основе dea-моделирования / Ю.А. Шиков. — Текст : непосредственный // Вестник Санкт-Петербургского университета технологий и дизайна. Серия 4: Промышленные технологии. — 2024. — № 4. — С. 58-64.

56. Эконометрика : учебник для студентов вузов / Н.Ш. Кремер, Б.А.

Путко ; под ред. Н.Ш. Кремера. — 3-е изд., перераб. и доп. — М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2010. — Текст : непосредственный.

57. Ahn, I. Profit transfer within a vertical relationship / I. Ahn. — Text : direct // Journal of Economic Theory and Econometrics. — 2017. — Vol. 28, No. 4. — Pp. 61-99.

58. Baligh, H. Vertical Market Structures / H. Baligh, L. Richartz. — Boston : Allyn and Bacon, 1967. — Text : direct.

59. Berezinets, I. The problem of supply chain profit maximization using sales rebate contract / I. Berezinets, M. Meshkova, N. Nikolchenko. — Text : direct // Contributions to game theory and management. — 2019. — Vol. 12. — Pp. 70-99.

60. Bronfenbrenner, M. Notes on the elasticity of derived demand / M. Bronfenbrenner. — Text : direct // Oxford Economic Papers. — 1961. — Vol. 13, No. 3. — Pp. 254–261.

61. Buratto, A. Consignment contracts with cooperative programs and price discount mechanisms in a dynamic supply chain / A. Buratto, R. Cesaretto, P. De Giovanni. — Text : direct // International Journal of Production Economics. — 2019. — Vol. 218. — Pp. 72-82.

62. Cachon, G. Competitive and cooperative inventory management in a two-echelon supply chain with lost sales / G. Cachon. — Text : direct // Operations, Information and Decisions Papers. — 1999. — Vol. 1. — Pp. 1-34.

63. Cachon, G.P. Supply chain coordination with contracts / G.P. Cachon. — Text : direct // Supply chain management: Design, coordination and operation. Handbooks in Operations Research and Management Science. — 2003. — Vol. 11. — Pp. 229-339.

64. Chelly, A. On The consideration of carbon emissions in modelling-based supply chain literature: the state of the art, relevant features and research gaps / A. Chelly, I. Nouria, Y. Frein, A.B. Hadj-Alouane. — Text : direct // International Journal of Production Research. — 2019. — Vol. 57, No. 15-16. — Pp. 4977-5004.

65. Dana, J.D. Revenue sharing and vertical control in the video rental industry / J.D. Dana, K.E. Spier. — Text : direct // *Journal of Industrial Economics*. — 2001. — Vol. 49, No. 3. — Pp. 223–245.

66. De Giovanni, P. Coordination in closed-loop supply chain with price-dependent returns / P. De Giovanni, T.S. Genc. — Text : direct // *International Series in Operations Research and Management Science*. — 2020. — Vol. 280. — Pp. 87-113.

67. De Giovanni, P. Overcoming the drawbacks of a revenue-sharing contract through a support program / P. De Giovanni, M. Roselli. — Text : direct // *Annals of Operations Research*. — 2012. — Vol. 196, No. 1. — Pp. 201-222.

68. Deng, Z. Dual-channel supply chain coordination with online reviews / Z. Deng, B. Zheng, L. Jin. — Text : direct // *Electronic Commerce Research and Applications*. — 2023. — P. 60.

69. Fang, Z. Prices and subsidies in the sharing economy / Z. Fang, L. Huang, A. Wierman. — Text : direct // *Performance Evaluation*. — 2019. — P. 136.

70. Feng, Y. Commodity options purchasing and credit financing under capital constraint / Y. Feng, Y. Mu, B. Hu, A. Kumar. — Text : direct // *International Journal of Production Economics*. — 2014. — Vol. 153. — Pp. 230-237.

71. Gallini, N. T. On vertical control in monopolistic competition / N.T. Gallini, R.A. Winter. — Text : direct // *International Journal of Industrial Organization*. — 1983. — Vol. 1. — Pp. 275–286.

72. Geraskin, M. Pricing Analysis of Interconnected Markets of Housing, Mortgage Lending and Insurance / M. Geraskin. — Text : direct // *Kybernetes*. — 2020. — Vol. 50, No. 5. — Pp. 1212-1249.

73. Giannoccaro, I. Supply chain coordination by revenue sharing contracts / I. Giannoccaro. — Text : direct // *International Journal of Production Economics*. — 2004. — Vol. 89. — Pp. 131-139.

74. Hou, Y. Coordination and performance analysis for a three-echelon

supply chain with a revenue sharing contract / Y. Hou, F. Wei, S.X. Li, Z. Huang, A. Ashley. — Text : direct // *International Journal of Production Research*. — 2017. — Vol. 55, No. 1. — Pp. 202-227.

75. Huang, S. Pricing and production decisions in dual-channel supply chains with demand disruptions / S. Huang, C. Yang, X. Zhang. — Text : direct // *Computers & Industrial Engineering*. — 2012. — Vol. 62, No. 1. — Pp. 70-83.

76. Jeuland, A.P. Managing channel profits / A.P. Jeuland, S.M. Shugan. — Text : direct // *Marketing Science*. — 1983. — Vol. 2, No. 3. — Pp. 239-272.

77. Jørgensen, S. Stackelberg leadership in a marketing channel / S. Jørgensen, S.P. Sigué, G. Zaccour. — Text : direct // *International Game Theory Review*. — 2001. — Vol. 3. — Pp. 13-26.

78. Karatzas, G. On the origin and the literal meaning of monopsony: a note / G. Karatzas. — Text : direct // *International Review of Economics*. — 2009. — Vol. 56. — P. 42.

79. Koopmans, T. C. An Analysis of Production as an Efficient Combination of Activities / T.C. Koopmans. — Text : direct // *Activity Analysis of Production and Allocation*, Cowles Commission for Research in Economics. — 1951. — Monograph No. 13. — Pp. 33-97.

80. Kunter, M. Coordination via cost and revenue sharing in manufacturer-retailer channels / M. Kunter. — Text : direct // *European Journal of Operational Research*. — 2012. — Vol. 216, No. 2. — Pp. 477-486.

81. Levy, D. Testing Stigler's Interpretation of "The Division of Labour is Limited by the Extent of the Markets" / D. Levy. — Text : direct // *Journal of Industrial Economics*. — 1984. — Vol. 32. — Pp. 377-389.

82. Li, J. Who should handle retail? Vertical contracts, customer service, and social welfare in a Chinese mobile phone market / J. Li, C.C. Moul. — Text : direct // *International Journal of Industrial Organization*. — 2015. — Vol. 39. — Pp. 29-43.

83. Liu, R. Coordinating contracts for a wind-power equipment supply chain with joint efforts on quality improvement and maintenance services / R. Liu,

B. Dan, M. Zhou, Y. Zhang. — Text : direct // *Journal of Cleaner Production*. — 2020. — P. 243.

84. Lv, F. Quantity-payment versus two-part tariff contracts in an assembly system with asymmetric cost information / F. Lv, L. Xiao, M. Xu, X. Guan. — Text : direct // *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*. — 2019. — Vol. 129. — Pp. 60-80.

85. Machlup, F. Bilateral Monopoly, Successive Monopoly and Vertical Integration / F. Machlup, M. Taber. — Text : direct // *Economica*. — 1960. — Vol. 27. — Pp. 101-119.

86. Madden, P. Collective Bargaining in a Basic North American Sports League Model With Broadcasting Revenue / P. Madden. — Text : direct // *Journal of Sports Economics*. — 2019. — Vol. 20, No. 8. — Pp. 1088-1118.

87. Malone, T.W. The interdisciplinary study of coordination / T.W. Malone, K. Crowston. — Text : direct // *ACM Computing Surveys*. — 1993. — Vol. 26, No. 1. — Pp. 87-119.

88. Marshall, A. Principles of Economics / A. Marshall. — London : Macmillan, 1890. — Text : direct.

89. Mathewson, G. An Economic Theory of Vertical Restraints / G. Mathewson, R. Winter. — Text : direct // *The Rand Journal of Economics*. — 1984. — Vol. 15, No. 1. — Pp. 27–38.

90. McBride, M.E. Spatial Competition and Vertical Integration: Cement and Concrete Revosted / M.E. McBride. — Text : direct // *American Economic Review*. — 1983. — Vol. 73. — Pp. 1011-1022.

91. Modak, N. Corporate social responsibility, coordination and profit distribution in a dual-channel supply chain / N. Modak, S. Panda, S. Sana, M. Basu. — Text : direct // *Pacific Science Review*. — 2014. — Vol. 16. — Pp. 235-249.

92. Moorthy, K.S. Managing channel profits: Comment / K.S. Moorthy. — Text : direct // *Marketing Science*. — 1987. — Vol. 6, No. 4. — Pp. 375–379.

93. Nash, J. Non-Cooperative Games / J. Nash. — Text : direct // *Annals of*

Mathematics. — 1951. — Vol. 54, No. 2. — Pp. 286–295.

94. Nash, J.F. The bargaining problem / J.F. Nash. — Text : direct // *Econometrica*. — 1950. — Vol. 18, No. 2. — Pp. 155–162.

95. Nerlove, M. Optimal Advertising Policy Under Dynamic Conditions / M. Nerlove, K.J. Arrow. — Text : direct // *Economica*. — 1962. — Vol. 29. — Pp. 129–142.

96. Oi, W.Y. A disneyland dilemma: two-part tariffs for a mickey mouse monopoly / W.Y. Oi. — Text : direct // *Quarterly Journal of Economics*. — 1971. — Vol. 85, No. 1. — Pp. 77–96.

97. Rey, P. Vertical restraints from a principal-agent viewpoint / P. Rey, J. Tirole. — Text : direct // *Marketing Channels: Relationships and Performance* / L. Pellegrini, S.K. Reddy (Eds.). — Lexington : Lexington Books, 1986. — Pp. 3–30.

98. Secrieru, O. The Economic Theory of Vertical Restraints / O. Secrieru. — Text : direct // *Journal of Economic Surveys*. — 2006. — Vol. 20, No. 5. — Pp. 797-822.

99. Solow, R. Contribution to the Theory of Economic Growth / R. Solow. — Text : direct // *Quarterly Journal of Economics*. — 1956. — Vol. 70, No. 1. — Pp. 65-94.

100. Solow, R. Technical Change and the Aggregate Production Function / R. Solow. — Text : direct // *Review of Economics and Statistics*. — 1957. — August. — Pp. 139-165.

101. Song, Z. Decision and coordination in a dual-channel three-layered green supply chain / Z. Song, S. He, B. An. — Text : direct // *Symmetry*. — 2018. — Vol. 10, No. 11. — P. 549.

102. Swan, T.W. Economic growth and capital accumulation / T.W. Swan. — Text : direct // *Economic Record*. — 1956. — Vol. 32, No. 2. — Pp. 334-361.

103. Tsao, Y.-C. Employing revenue sharing strategies when confronted with uncertain and promotion-sensitive demand / Y.-C. Tsao, P.-L. Lee. — Text : direct // *Computers and Industrial Engineering*. — 2020. — P. 139.

104. Wang, N. Coordination in competitive dual sales channels of the

mobile phone industry / N. Wang, Z.-P. Fan, X. Zhao. — Text : direct // International Transactions in Operational Research. — 2020. — Vol. 27, No. 2. — Pp. 984-1012.

105. Weng, Z.K. Channel coordination and quantity discounts / Z.K. Weng. — Text : direct // Management Science. — 1995. — Vol. 41, No. 9. — Pp. 1509–1522.

106. Whang, S. Coordination in operations: A taxonomy / S. Whang. — Text : direct // Journal of Operations Management. — 1995. — Vol. 12, No. 3-4. — Pp. 413-422.

107. Williamson, O. The vertical Integration of Production: Market Failure Considerations / O. Williamson. — Text : direct // American Economic Review. — 1971. — Vol. 51. — Pp. 112-123.

108. Winter, R. A. Vertical control and price versus nonprice competition / R.A. Winter. — Text : direct // Quarterly Journal of Economics. — 1993. — Vol. 108, No. 1. — Pp. 61–76.

109. Zhang, Y. Competition in dual-channel supply chains: The manufacturers' channel selection / Y. Zhang, B. Hezarkhani. — Text : direct // European Journal of Operational Research. — 2021. — Vol. 291, No. 1. — Pp. 244-262.

110. Zhang, A. Revenue sharing with multiple airlines and airports / A. Zhang, X. Fu, H. Yang. — Text : direct // Transportation Research Part B: Methodological. — 2010. — Vol. 44, No. 8-9. — Pp. 944-959.

111. Zhang, B. Supply chain coordination based on a buyback contract under fuzzy random variable demand / B. Zhang. — Text : direct // Fuzzy Sets Systems. — 2014. — Vol. 255. — Pp. 1-16.

112. Zhang, Y.-Y. Inventory financing game between retailer and banker under outsourcing structure of inhouse consignment / Y.-Y. Zhang. — Text : direct // 2008 International Conference on Management Science and Engineering 15th Annual Conference Proceedings, ICMSE. — 2008. — № 4669056. — Pp. 1155-1162

113. Zhao, J. The shelf space and pricing strategies for a retailer-dominated supply chain with consignment based revenue sharing contracts / J. Zhao, Y.-W. Zhou, Z.-H. Cao, J. Min. — Text : direct // European Journal of Operational Research. — 2020. — Vol. 280, No. 3. — Pp. 926-939.

114. Национальные счета — Текст : электронный // Федеральная служба государственной статистики : сайт. — URL: <https://rosstat.gov.ru/statistics/accounts> (дата обращения 01.12.2025).

115. Розничная торговля и общественное питание — Текст : электронный // Федеральная служба государственной статистики : сайт. — URL: <https://rosstat.gov.ru/statistics/accounts> (дата обращения 01.12.2025).

116. Отчеты и результаты — Текст : электронный // Магнит : сайт. — URL: <https://www.magnit.com/ru/shareholders-and-investors/results-and-reports/#tabs-results-2025> (дата обращения: 28.11.2025).

117. Финансовая отчётность — Текст : электронный // X5 Retail Group : сайт. — URL: <https://www.x5.ru/ru/investors/financial-statements/> (дата обращения: 28.11.2025).

118. Анализ рынка колбасных изделий в РФ, текущее состояние и прогноз по 2033 г. С сегментами — Текст : электронный // Маркетинговое агентство ROIF EXPERT : сайт. — URL: <https://marketing.rbc.ru/research/51693/> (дата обращения: 18.12.2025).

119. X5 — Текст : электронный // X5 Retail Group : сайт. — URL: <https://www.x5.ru/> (дата обращения: 20.12.2025).

120. Магнит — Текст : электронный // Тандер : сайт. — URL: <https://www.magnit.com/ru/> (дата обращения: 20.12.2025).

121. Лента — Текст : электронный // Лента : сайт. — URL: <https://lenta.com/globalassets/docs/investors> (дата обращения: 20.12.2025).

122. Ключевые финансовые показатели компании Магнит — Текст : электронный // Тандер : сайт. — URL: <https://www.magnit.com/ru/shareholders-and-investors/key-figures/> (дата обращения: 06.12.2025).