

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

**Черкасова Наталия Анатольевна**

**РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОПТИМИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ  
ОТРАСЛЕВОГО РАЗВИТИЯ**

5.2.2. Математические, статистические и инструментальные методы  
в экономике

Диссертация на соискание ученой степени  
кандидата экономических наук

Научный руководитель:  
доктор экономических наук, доцент  
**Ростова Елена Павловна**

Самара – 2026

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	3
1 Методологические основы анализа экономической динамики и факторов ее формирования .....	14
1.1. Анализ теоретических подходов к изучению экономической динамики	14
1.2 Теоретические основы моделирования экономического роста .....	30
1.3 Анализ подходов к исследованию отраслевого развития с учетом влияния денежно-кредитной политики.....	44
2 Разработка экономико-математических моделей оптимизации параметров отраслевого развития .....	64
2.1 Обоснование отраслевого подхода при моделировании экономической динамики промышленности РФ .....	64
2.2 Разработка моделей динамики показателей деятельности в отраслях экономики .....	70
2.3 Разработка методики оптимизации параметров отраслевого развития ....	88
3 Разработка комплекса моделей отраслевого развития в изменяющихся условиях денежно-кредитной политики.....	101
3.1 Анализ показателей развития отдельных отраслей экономики Российской Федерации .....	101
3.2 Идентификация моделей динамики отраслевого развития .....	133
3.3 Моделирование сценариев развития отраслей экономики в изменяющихся условиях денежно-кредитной политики.....	143
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	162
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	164

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность темы исследования.** Динамика национальной экономической системы во многом определяет стратегии развития предприятий и организаций страны в различных отраслях. В условиях нестабильной экономики проблема определения трендов развития отраслей реального сектора приобретает особую актуальность. В современных условиях глобальной экономической турбулентности и перехода к новой модели структурной трансформации российской экономики вопрос выбора инструментов стимулирования промышленного роста приобретает особую остроту.

С 2015 годы промышленность в РФ ежегодно составляет более 30 % ВВП, что подтверждает ее значимость для экономики государства. Проблема обеспечения стабильного развития промышленности отвечает одной из национальных целей развития России до 2030 года и на перспективу до 2036 года – «устойчивая и динамичная экономика». Государственная программа Российской Федерации «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности» предполагает увеличение к 2030 году объема инвестиций в основной капитал не менее чем на 60 % по сравнению с уровнем 2020 года, увеличение к 2030 году уровня валовой добавленной стоимости в реальном выражении и индекса производства в обрабатывающей промышленности не менее чем на 40 % по сравнению с уровнем 2022 года.

Однако, за последние два года некоторые отрасли демонстрируют снижение объемов производства. К примеру, существенные снижения показателей объема производства демонстрируют группы отраслей добывающей и обрабатывающей промышленности, такие как добыча и обогащение бурого угля (спад на 12%), добыча руд цветных металлов (спад на 17%), производство химических продуктов и химических волокон (спад на 12%), производство строительных керамических материалов (спад на 18%), производство машин специального назначения (спад на 23%). Снижающиеся

объемы выпуска различных отраслей промышленности, выявляют проблему определения инструментов влияния на динамику отраслевых показателей.

Добиться намеченных результатов можно с помощью привлечения дополнительных средств в развитие отраслей промышленности, однако, в соответствии с государственной программой поддержка промышленности должна осуществляться из внебюджетных источников.

В настоящее время доминирующими источниками инвестиций в основные фонды являются собственные и заемные средства предприятия (более 59% и более 20% соответственно в структуре инвестиций в 2025 году). Банковский кредит способен решить широкий спектр задач, от краткосрочного управления ликвидностью (управление оборотным капиталом), до долгосрочного стратегического роста (финансирование капитальных вложений).

Одним из инструментов повышения доступности кредитов является льготная ставка кредитования, применяемая для отдельных видов экономической деятельности и стимулирующая рост производимой продукции.

Промышленный сектор, являясь фундаментом экономического суверенитета, демонстрирует высокую чувствительность к параметрам денежно-кредитной политики и инфляционным шокам.

Актуальность исследования влияния макроэкономических индикаторов в виде параметров монетарной политики на развитие отраслей промышленности обусловлена необходимостью преодоления «финансовых ножниц», в которые попадают предприятия при попытке балансировать между необходимостью инвестиционного обновления и жесткими условиями привлечения капитала.

При существенном изменении роли кредитной ставки в отраслевой динамике, в условиях ужесточения политики Банка России стоимость заемного финансирования перестала быть лишь фоновым фактором, превратившись в определяющий элемент производственных издержек.

Высокая ключевая ставка напрямую воздействует на рентабельность операционной деятельности, повышая стоимость обслуживания накопленного долга и ограничивая инвестиционные возможности предприятий. Однако в научной литературе до сих пор недостаточно исследованы механизмы «порогового воздействия» ставок, а именно какой уровень процентных расходов становится для конкретной отрасли «точкой невозврата», после которой инвестиции в основные фонды перестают обеспечивать прирост валового выпуска, а лишь увеличивают финансовый риск.

Инфляционные процессы требуют комплексной переоценки их воздействия на операционный цикл. Инфляция в промышленном секторе носит нелинейный характер, не только размывая покупательную способность выручки, но и провоцируя лаговое удорожание факторов производства (сырья, материалов, комплектующих, энергетических ресурсов). Традиционные модели отраслевого анализа зачастую не учитывают инерционность между ростом инфляционных ожиданий и фактической реакцией промышленного предприятия.

Промышленность — это сложная система с высоким уровнем инерционности, где решения по капитальным вложениям, принятые в прошлые периоды, определяют текущий производственный потенциал.

В условиях дефицита ресурсов перед отраслевым менеджментом и государственными регуляторами возникает вопрос распределения финансовых потоков между операционной деятельностью (поддержанием текущего выпуска) и инвестициями (модернизацией основных фондов). В отсутствие модели, которая математически связывает процентные ставки, инфляцию и структуру денежных потоков, принятие таких решений носит интуитивный, но не обоснованный характер.

Таким образом, исследование влияния процентной ставки и инфляции на отраслевое развитие перестает быть чисто теоретической задачей и переходит в плоскость практической оптимизации параметров отраслевого развития.

Разработка экономико-математических моделей, способных выявлять критические пороговые значения кредитно-инфляционных параметров, является необходимым условием для построения устойчивых сценариев развития российской промышленности, минимизирующих негативное влияние внешних макроэкономических ограничений.

Определение направления экономической динамики позволяет формировать обоснованный сценарий развития отдельных отраслей для изменяющихся параметров кредитно-денежной политики и инфляционных процессов.

Разработка методики оптимизации параметров отраслевого развития, учитывающей влияние кредитно-денежной политики и инфляционных процессов, позволит обоснованно формировать меры поддержки отрасли с учетом их специфических особенностей и на основании разработанных эконометрических и рекуррентных моделей.

### **Степень научной разработанности темы исследования**

Проблема динамики экономических показателей, изменений экономических процессов во времени, их причин, закономерностей и последствий, является одной из центральных и фундаментальных тем в экономической теории.

Вопросам прогнозирования макроэкономических показателей посвящены работы выдающихся отечественных ученых Л.В. Канторовича, Д.А. Чернявского. Прикладным аспектам прогнозирования посвящены работы В.Л. Макарова, Е.Т. Гурвича, О.О. Замкова. Среди зарубежных авторов, необходимо выделить труды Дж. Бокса, Г. Дженкинса, Ф. Робертса, Х. Таха, Дж. Ханка.

Сценарное когнитивное прогнозирование исследовано в работах: М.Н. Узякова.

Вопросы теории и методологии экономической динамики рассматривались в трудах отечественных и зарубежных ученых. К работам отечественных ученых относятся труды А.А. Акаева, А.С. Галушка,

С.Ю. Глазьева, О.В. Иншакова, В.Л. Иноземцева, Г.Б. Клейнера, Н.Д. Кондратьева, В.И. Маевского, В.М. Полтеровича. Среди зарубежных ученых существенный вклад в развитие теории анализа экономической динамики внесли работы Б. Бернанке, М. Гертлера, Дж. Кейнса, К. Маркса, У. Митчелла, Дж. Милля, К. Перес, П. Самуэльсона, М. Фридмана, Ф. Хайека, Э. Хансена, Р. Харрода, Дж. Хикса, Й. Шумпетера.

Важную роль в развитии учений о процессах динамики экономических показателей сыграли модели экономического роста Х. Домара, Р. Лукаса, П. Ромера. Математические модели прогнозирования экономической динамики разработаны отечественными учеными О.С. Андреевым, М.А. Винокуровым, О.И. Дранко, С.В. Дубовским, Д.Ю. Ивановым, С.М. Меньшиковым, Л.П. Клименко, Н.В. Спешиловой. Моделированию экономической динамики с помощью математического инструментария посвящены работы Ф. Рамсея, Д. Касса, Т. Купманса.

Моделированию экономической динамики с помощью математического инструментария посвящены работы Ф. Рамсея, Д. Касса, Т. Купманса. Значительный вклад в развитие теории и практики прогнозирования экономической динамики внесли отечественные ученые: А.И. Анчишкин, М.Д. Медников, С.С. Шаталин, Ф.Ф. Юрлов, Ю.Я. Яременко.

Вопросам моделирования отдельных отраслей экономики посвящены работы И.С. Матлина, Э.Б. Ершова, Е.Г. Ясина. Среди современных отечественных ученых, внесших значительный вклад в анализ макроэкономической конъюнктуры и эконометрического моделирования, следует выделить работы В.К. Семенычева.

Теории влияния кредитно-денежной политики на динамику производства рассмотрены в работах зарубежных исследователей: Б. Бернанке, М. Гертлера, И. Арнольда, М. Ленца, С. Турновски, О. Бланшара, Б. МакКаллума. Среди отечественных ученых, рассматривающих влияние действий монетарной политики на развитие промышленности необходимо отметить работы С.М. Дробышевского, С.Р. Моисеева.

К особым группам исследователей следует отнести ученых, чьи работы посвящены разработке моделей отдельных параметров отраслевого развития. Так, модели инвестиций в основной капитал представлены в работах зарубежных экономистов: У. Митчелла, Г. Хаберлера, Э. Хансена. Среди российских ученых, необходимо отметить работы в области влияния инвестиций в основной капитал на отраслевом уровне Е.А. Бессоновой, Е. Ю. Назруллаевой, Е.В Мицек.

Моделям управления экономическим ростом промышленных предприятий посвящены работы Е.Е. Жуланова. Моделирование производственной функции предприятий реального сектора экономики с учетом изменений макроэкономических условий содержится в работах Е.С. Лобовой. Математические инструменты анализа производственных показателей промышленных предприятий представлены в работах Н.А. Мерзляковой. Показатели прогнозирования динамики промышленного производства рассматриваются в работах В.П. Постникова.

Несмотря на существенную изученность вопросов экономической динамики и прогнозирования экономических процессов, в научной литературе недостаточно полно исследованы механизмы влияния денежно-кредитной политики и инфляции на динамику конкретных отраслей промышленности, что и формирует актуальность, цели и задачи данного диссертационного исследования.

### **Цель и задачи исследования**

Целью является разработка методики оптимизации параметров отраслевого развития в условиях изменяющейся денежно-кредитной политики и инфляционных процессов.

В соответствии с поставленной целью в диссертационной работе решаются следующие задачи:

1. разработать модели динамики показателей деятельности отраслей экономики, позволяющие учитывать влияние внешних и внутренних экономических факторов условий функционирования отрасли;

2. формализовать и решить задачу определения оптимального распределения ресурсов между операционными расходами и инвестициями в основные фонды для отраслей экономики с учетом ретроспективных показателей деятельности отрасли;

3. разработать методику оптимизации параметров отраслевого развития, позволяющую определять перспективные значения объема производства и учитывающую изменения входных параметров, характеризующих денежно-кредитную политику и инфляционные процессы;

4. разработать сценарии развития видов экономической деятельности, отражающие оптимальные значения операционных расходов, инвестиций в основные фонды, объема производства в зависимости от изменяющихся кредитной ставки и уровня инфляции.

#### **Соответствие содержания диссертационного исследования паспорту научной специальности**

Диссертационное исследование выполнено согласно п. 3. «Разработка и развитие математических и компьютерных моделей и инструментов анализа и оптимизации процессов принятия решений в экономических системах» паспорта научной специальности 5.2.2 «Математические, статистические и инструментальные методы экономики» (экономические науки).

**Объектом исследования** являются отрасли экономики Российской Федерации.

**Предметом исследования** являются экономические процессы планирования и моделирования оптимальных параметров развития отраслей экономики.

**Научная новизна полученных результатов** заключается в разработке методики оптимизации параметров отраслевого развития экономики по видам экономической деятельности с учетом их специфики и в зависимости от уровня инфляции и кредитной ставки.

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

1. Разработаны модели динамики показателей инвестиционной деятельности и операционных расходов в отраслях экономики, в отличие от существующих, представляющие синтез рекуррентных и эконометрических моделей и позволяющие совместно учитывать влияние эндогенных (результат операционной деятельности предыдущих периодов) и экзогенных (условия кредитования и инфляционные процессы) параметров в текущем и предыдущих временных периодах;

2. Предложены формализованная запись и решение задачи оптимизации операционных расходов и инвестиций в основные фонды, в отличие от существующих, представленных в виде функций от значений кредитной ставки, уровня инфляции и показателей ретроспективного развития отрасли и позволяющих достичь максимально возможного объема отгруженной продукции при заданных условиях;

3. Разработана методика оптимизации параметров отраслевого развития на основании предложенных моделей динамики и задачи оптимизации операционных расходов и инвестиций в основные фонды, в отличие от существующих, основанная на показателях деятельности отрасли в предыдущие периоды, и позволяющая определять перспективные значения оптимального объема отгруженной продукции в зависимости от изменяющихся параметров кредитования, инфляционных процессов;

4. Произведена идентификация моделей отраслевой динамики показателей объема отгруженной продукции, инвестиционной деятельности, операционных расходов, позволяющих разрабатывать сценарии отраслевого развития в зависимости от изменяющихся значений кредитной ставки и уровня инфляции с учетом результатов операционной деятельности за предшествующие периоды.

**Теоретическая значимость исследования** заключается в развитии методов моделирования оптимальных параметров развития отраслей экономики с применением эконометрических, экономико-математических и рекуррентных моделей динамики показателей деятельности отраслей реального сектора с учетом их специфики.

Теоретические и методические результаты диссертационного исследования доведены до уровня практического применения и могут использоваться в дальнейшем при прогнозировании и планировании развития определенных видов экономической деятельности.

**Практическая значимость исследования** состоит в возможности применения результатов исследования при разработке прогнозов показателей деятельности отраслей экономики с учетом различных сценариев развития национальной экономической системы.

Разработанная методика оптимизации параметров отраслевого развития представлена в виде алгоритма, что позволяет осуществить ее дальнейшую программную реализацию.

Результаты исследования используются в деятельности Министерства промышленности и торговли Самарской области при планировании и прогнозировании развития отраслей промышленности Российской Федерации с учетом изменяющихся условий денежно-кредитной политики и инфляционных процессов в рамках Стратегии социально-экономического развития Самарской области.

Методические разработки автора применяются в учебном процессе Самарского университета при изучении дисциплин «Стратегическое планирование и прогнозирование», «Статистические методы прогнозирования в цифровой экономике», «Эконометрическое моделирование», «Исследование операций в экономике».

**Теоретической и методологической основой диссертационной работы** являются фундаментальные и прикладные исследования отечественных и зарубежных ученых по проблемам моделирования динамики

экономических показателей отраслевого развития, эконометрических моделей. Для решения поставленных задач в исследовании использовались методы анализа и синтеза, экономико-математического моделирования, эконометрического моделирования.

**Информационной базой исследования** послужили данные Федеральной службы государственной статистики, нормативно-правовые и законодательные акты РФ, научные издания, электронные базы данных и web-ресурсы, связанные с темой исследования.

**Обоснованность и достоверность полученных результатов исследования** обеспечены анализом трудов отечественных и зарубежных ученых в сфере моделирования динамики экономических показателей развития отраслей, применением в ходе исследования апробированных научных методов и заключаются в непротиворечивости полученных автором результатов, а также их соответствии теоретическим и методическим положениям в части развития методологии и экономико-математического моделирования развития экономических систем.

**Апробация работы.** Основные теоретические и практические результаты диссертационной работы докладывались на международных научно-практических конференциях: СII Международной научно-практической конференции «Вопросы управления и экономики: современное состояние актуальных проблем», 2025 г.; ССХ Международной научно-практической конференции «Инновационные подходы в современной науке», 2026 г., ХСIV Международной научно-практической конференции «Научный форум: Инновационная наука», 2026 г.

**Публикации.** Автором по теме диссертации опубликовано 9 работ, общим объемом 8,29 п.л., из них лично автора – 6,97 п.л., из них в статьях в научных периодических изданиях (в том числе, в изданиях, рекомендованных ВАК) – 5,62 п.л., (авторских – 4,3 п.л.), в сборниках и материалах конференций – 2,67 п.л.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация изложена на 180 страницах машинописного текста, включает введение, три главы, заключение, список литературы из 140 наименований, в том числе 114 отечественных и 26 зарубежных источников, иллюстрирована 15 таблицами, 41 рисунком.

# **1 Методологические основы анализа экономической динамики и факторов ее формирования**

## **1.1. Анализ теоретических подходов к изучению экономической динамики**

Экономическая динамика представляет собой фундаментальный раздел экономической теории, предметом изучения которого выступают закономерности, факторы и механизмы изменения экономических систем во времени. В самом широком смысле это понятие описывает процесс эволюции экономики, охватывая все аспекты её движения — от колебаний основных макроэкономических показателей (таких как валовой внутренний продукт, инвестиции, занятость, уровень цен и производительность труда) до глобальных структурных трансформаций, смены технологических укладов и институциональных реформ.

Экономическая динамика противопоставляется статике, которая анализирует экономику в состоянии равновесия в конкретный момент времени, и сосредотачивается на изучении траекторий, скорости, устойчивости и направлений экономического развития.

Анализ экономической динамики позволяет не только объяснить природу экономических колебаний — рецессий и подъёмов — но и понять глубинные причины долгосрочного экономического роста, которые определяют повышение уровня и качества жизни общества.

Ключевой задачей анализа экономической динамики является выявление и моделирование взаимосвязи между различными экономическими переменными (потреблением, сбережениями, капиталовложениями, технологическими инновациями, государственной политикой), в целях определения влияния изменений в одних сферах на цепные реакции в других, формируя в итоге общий вектор движения национальной или мировой экономики [97].

На сегодняшний день теория экономической динамики анализируется сквозь призму таких объектов как промышленность, финансовые институты, деловая активность, региональная проблематика, микро- макроэкономическая ситуация.

Одним из подходов, применяемых при анализе экономических явлений и процессов является методология законов диалектики (диалектический подход):

1. Закон единства и борьбы противоположностей (наличие внутри системы, в базовых элементах противоречий, объективное преодоление которых и есть основа развития). Кризисное состояние свидетельствует об исчерпании внутренних ресурсов. Снижение эффективности функционирования элементов и системы в целом. Закону единства и борьбы противоположностей отвечают такие явления, как промышленный цикл, технологическая волна и инновационные процессы [19].

2. Закон перехода количественных изменений в качественные (формирование новых элементов внутри старой системы и достижение ими уровня «критической массы» с последующим изменением системы). В качестве примера, приведем теорию бифуркационного взрыва. «Взрыв» не обязательно тождественен «разрушению», это скорее резкий, взрывообразный переход в новое, качественно отличное состояние. Важной характеристикой системы, подверженной бифуркационному взрыву является ее нелинейность. Небольшие изменения исходных параметров не приводят к пропорциональным изменениям в результате. Однако, система остается относительно стабильной до достижения «порогового» уровня изменения параметров. После преодоления порога происходит резкий переход в новое состояние [19].

3. Закон отрицания отрицания (новые процессы зарождаются в недрах предыдущих). Взлом старой системы изнутри, отрицание ее способности к дальнейшему прогрессивному развитию [19].

Диалектический подход сосредоточен на динамике, трансформации и конфликте, фокусируется на внутренних противоречиях внутри экономической системы, как движущей силе экономического развития. Однако, к недостаткам диалектического подхода относятся его абстрактность и трудности количественного прогнозирования. Зачастую интерпретация экономических процессов сквозь призму диалектики является субъективной. Несмотря на ограничения, диалектический подход предоставляет ценную методологическую основу для понимания сложности экономических процессов, подчеркивая взаимодействие противоположных сил, нелинейность процессов и эволюционный характер экономической системы.

Системный подход предполагает определение элементов и систематизацию параметров развития системы, позволяет установить причинно-следственные связи между элементами экономической системы разного уровня, таким образом, что станет возможным выявление индикаторов, которые характеризуют структуру экономики комплексно [96].

Ситуационный подход систематизирует факторы, определяющие экономическое развитие и степень влияния как друг на друга, так и на экономические процессы, фокусируется на уникальности каждого экономического явления и/или отрицает наличие универсальных закономерностей, характерных для общности.

Внешние шоки, структура экономики, политическая ситуация, технологические изменения и другие факторы взаимодействуют по-разному в каждом периоде экономической динамики, создавая неповторимую комбинацию обстоятельств [23].

Однако существуют объективные количественные и качественные характеристики тренда экономического развития. При положительном тренде производственный комплекс не нуждается в обновлении технологий, издержки не требуют неотложного снижения, происходит фиксация определенного производственного уровня. Нисходящий тренд ознаменован масштабными негативными явлениями, таких как снижение фондовых

индексов, рост безработицы, массовые банкротства и протестные общественные настроения [113].

Классифицировать теоретические подходы к определению причин динамического развития экономической системы можно по принципу объективности. Объективные причины изучаются в рамках денежной теории (расширение и сужение банковского кредитования), теории инноваций (разработка и внедрение новых технологий, с применением новых видов ресурса), теории солнечных пятен (природные явления, неурожай, изменение конъюнктуры на рынке продовольствия) [100,102,108,110,112,136].

Субъективные причины экономических явлений и процессов рассматривают сторонники психологической теории (оптимистические и пессимистические настроения экономических агентов относительно экономической ситуации сейчас и в обозримом будущем), теория недопотребления (склонность к накоплениям, недостаточный размер индивидуального потребления), теории чрезмерного инвестирования (необдуманное, избыточное финансирование инвестиционных проектов [103,104].

Основными аспектами и явлениями, которые исследуются в рамках экономической динамики, выступают изменение макроэкономических показателей во времени, факторы экономического роста, долгосрочное увеличение реального валового внутреннего продукта, периодические колебания экономической активности, шоки предложения и спроса, денежно-кредитная политика, динамика общего уровня цен, ее причины и последствия для экономики. Предметом изучения в теории экономической динамики также являются изменения в отраслевой структуре экономики, технологические уклады и «длинные волны» (циклы Кондратьева), связанные с крупными инновациями [55].

В таблице 1.1 представлена краткая характеристика «типичных» теорий экономических циклов в порядке возникновения.

Таблица 1.1 - «Типичные» теории экономических циклов.

Наименование «типичной» теории	Период создания	Объект	Предмет	Продолжительность цикла	Причина кризиса	Фактор риска
Теория циклов К. Жугляра	1850-е гг.	Инвестиции в основной капитал	Инвестиционный цикл	7-11 лет	Избыточность производственных мощностей после завершения инвестиционного цикла	Скорость ликвидации производственных мощностей
Теория циклов Дж. Китчина	1920-е гг.	Колебания деловой активности	Инвентарный цикл	3-4 года	Рост товарно-материальных запасов	Скорость принятия решений в условиях неопределенности
Теория циклов Н. Кондратьева	1920-е гг.	Изменение технологической парадигмы (технологические инновации)	Инфраструктурный цикл	45-60 лет	Изменение технологического, экономического уклада общества	Скорость перестройки социально-экономических институтов (отношений)
Теория циклов С. Кузнеца (ритмы Кузнеца)	1930-е гг.	Колебания численности населения. Национальный доход.	Демографический цикл	15-25 лет	Накопление факторов производства	Приток иммигрантов, строительные изменения.

Источник: таблица составлена автором на основе [55,86,127,128]

Явления экономической динамики описываются учеными с помощью теории цикличности. В экономической науке прочную теоретическую и методологическую позицию заняли теории циклов таких ученых как Николай Кондратьев, Клеман Жугляр, Саймон Кузнец, Джозеф Китчин. Так, теории циклов Кондратьева, Кузнеца, Жугляра принято называть «типичными» [55,86,114,127,128].

Изучение экономической динамики – это междисциплинарная область исследования, объединяющая экономику, математику, статистику, социологию и историю. Ее цель – понять закономерности, причины и последствия изменений в экономике, чтобы лучше управлять процессами развития, смягчать кризисы и прогнозировать будущее. Экономическая динамика является ключевым элементом анализа, использующий инструментарий математической статистики. В отличие от экономической статистики, экономическая динамика дает возможность объяснять механизмы и причины изменений экономических явлений во времени. Время является главной средой анализа экономической динамики [52,76].

Британский статистик начала XX века Дж. Китчин объектом исследования избрал повторяющиеся колебания деловой активности. Будучи статистиком по профессии, в своих исследованиях полагался на метод статистического наблюдения, работая в добывающей промышленности [127].

По мнению Дж. Китчина, организации реагируют на положительное изменение ситуации на рынке путем наращивания товарно-материальных запасов, а именно выпуска продукции с максимальным использованием как трудовых ресурсов, так и производственных возможностей основного капитала предприятия. Аналитическим путем, Дж. Китчин заметил связь подобного поведения экономических агентов с изменениями золотых запасов. Со временем, при уходе от золотого стандарта, подобный подход утратил свою актуальность, не переставая быть базисом зарождения теории. В результате перенасыщения товарами спрос снижается, цены падают, запасы растут. Накопление запаса является сигналом для предпринимателей о сокращении

производства и/или добычи полезных ископаемых. Однако описанные явления в краткосрочном периоде являются нормальным процессом для рыночной экономики, впрочем, как и наличие постоянного дисбаланса между спросом и предложением на рынке. Джозеф Китчин в своей теории обращает внимание на факторы, которые оказывают влияние на скорость принятия решений в условиях неопределённости рынка, в обстоятельствах стремительно меняющейся конъюнктуры [127].

Французский статистик К. Жугляр, являясь предшественником Дж. Китчина, с точки зрения подхода к исследованию, используя статистический метод, рассматривал в дополнение к деловой активности и величины товарно-материальных запасов, инвестиции в основной капитал. Инвестиции в основной капитал, задержка с принятием инвестиционного решения, время, потраченное на принятие инвестиционного решения, задерживают, тормозят процесс создания новых производственных мощностей и введение их в эксплуатацию.

К. Жугляр обращает внимание и на дополнительную задержку, которая возникает в связи со спадом спроса и ликвидацией производственных мощностей. Обусловленный вышеуказанными обстоятельствами, цикл Жугляра оказывается заметно более продолжительным, чем цикл Китчина и охватывает период в 7-11 лет [13].

К. Жугляр также отмечал роль кредитования в финансировании инвестиций. Доступность кредитов стимулирует инвестиции, усиливая рост, а ограничение доступа к кредитам ведет к спаду. К недостаткам модели К. Жугляра относят игнорирование таких факторов как, технологические инновации, изменения потребительского спроса, государственное регулирование и внешние шоки, которые способны оказать значительное влияние на экономическую динамику [13,40].

Американский экономист российского происхождения, историк экономики С. Кузнец в своей теории выделял экономические циклы продолжительностью 15-20 лет. В качестве объекта исследования С. Кузнец

рассматривал колебания численности населения, движения капитала, инвестиции в строительство, национальный доход. Цикличность экономического развития связывал с длительным накоплением факторов производства. Более точным будет описание исследований С. Кузнеца как эмпирического анализа долгосрочных тенденций экономического роста, которые включают в себя длительные периоды ускоренного и замедленного развития, обусловленные структурными сдвигами, демографическими изменениями и технологическими инновациями [114,128].

Русский экономист Н.Д. Кондратьев обосновал теории «больших волн» протяженностью 48-60 лет. Периоды подъема обычно характеризуются относительно низким уровнем инфляции, а периоды спада – высокой инфляцией или дефляцией. Длинные волны Кондратьева сопровождаются глубокими структурными изменениями в экономике. Старые отрасли приходят в упадок, а новые отрасли, основанные на новых технологиях, получают развитие. Факты экономической истории в контексте теории циклов Н.Д. Кондратьева представлены в таблице 1.2.

Основными подходами к анализу экономической динамики являются: кейнсианский подход, в фокусе внимания которого находится совокупный спрос в качестве главного двигателя экономического роста с акцентом на краткосрочные колебания экономики и роли государственных расходов и политики стабилизации; неоклассический подход, концентрирующийся на факторах производства (труд, капитал, технологии) и рыночном равновесии; а также новые теории классической политэкономии, новое кейнсианство, эндогенные теории экономического роста и институциональный подход [49,58,64].

Таблица 1.2 - Факты экономической истории в контексте теории циклов Н.Д. Кондратьева.

Цикл	Период	Исторический факт	Экономический факт
1-й цикл	1780-1800-е	Развитие текстильной промышленности и производства чугуна. Промышленное использование каменного угля.	Кризис эмиссии бумажных денег в колониях.
2-й цикл	1820-1850-е	Промышленная революция в Великобритании. Железнодорожное строительство.	Кризис перепроизводства; Спекуляции с драгоценными металлами; Фондовый кризис;
3-й цикл	1870-1900-е	Развитие электротехники; Развитие тяжелого машиностроения.	Кредитный бум и кризис стран Европы.
4-й цикл	1920-1950-е	Прорыв в атомной энергетике, ракетостроении; Развитие энергетике, с применением нефти и нефтепродуктов; Освоение космического пространства; Массовое производство автомобилей, военной техники, товаров народного потребления; Конвейерное производство. Первая и Вторая мировая война; Великая депрессия в США.	Рецессия мировой экономики.
5-й цикл	1970-2000-е	Развитие нанотехнологий, искусственный интеллект, сотовая связь, Интернет.	Энергетический кризис на рынке нефтепродуктов.
6-й цикл	2010-2050-е	Развитие робототехники, нанотехнологий, систем искусственного интеллекта; Развитие рынка интеллектуальной продукции; Развитие систем автоматизации производства; Поиск альтернативных источников энергии.	Мировой энергетический кризис на рынке углеводородного сырья

Источник: таблица составлена автором на основе [55]

Особняком в экономической науке стоит теория швейцарского экономиста и историка Ж.Ш. Сисмонди. Будучи противником некоторых идей классической политэкономии, родоначальником нового направления в экономической науке, а именно экономического романтизма, и первооткрывателем цикличности экономического развития видел в государственном участии и интервенции возможность выхода из затяжной рецессии [86].

Согласно капиталистической теории К. Маркса причиной кризиса является нарушение процесса воспроизводства, вызванное повышением стоимости основного капитала [61]. Необходимо соотносить объем инвестиций в отрасль промышленности с потенциальной величиной прибавочной стоимости, в противном случае выпуск продукции, не нашедшей путь сбыта, вынуждает предпринимателей сокращать производство, увольнять рабочих, нарушается распределение и использование денежных и квазиденежных средств, возникает дефицит наличных денежных средств, биржевой крах, массовое банкротство промышленных предприятий, торговых компаний и банков.

Каноническое толкование теории кризиса капиталистического производства содержится во многих классических учебниках по политэкономии.

Дж. Кейнс, выдающийся английский экономист, основоположник кейнсианской экономической теории, рассматривает рынок сквозь призму взаимодействия потребителей денег (сберегателей) и изготовителей благ (инвесторов). По мнению Дж. Кейнса, обмен между участниками происходит посредством заработной платы, цен и ссудного процента [49].

Природа рынка инвестиций, согласно законам кейнсианской теории, определяется деятельностью двух групп участников – это спекулянты, занятые предвосхищениями рыночных событий и дилетанты, имеющие слабое представление о предмете своих инвестиционных вложений. В результате действий вышеуказанных групп инвестиционный оптимизм на рынке

сменяется биржевой паникой, снижением оценки предельной эффективности капитала, ростом нормы ссудного процента, неуправляемой психологией бизнес-сообщества и подорванным доверием общества к экономике капитализма [49,138].

Американский экономист Хайман Мински обосновал теорию кредитных кризисов, порождаемых банковской системой. Кредитный кризис, по мнению Мински, есть катализатор и акселератор экономического цикла [64]. Банки, являясь коммерческими организациями, стремятся к получению прибыли, вкладывая аккумулированные денежные средства в том числе в инновации различного рода. Явление в экономике, которое получило название «момент Мински» представляет собой резкое падение стоимости активов, вызванное комбинацией эффектов воздействия как делового, так и кредитного экономического цикла. Субъекты экономики существуют в формате взаимоотношений «должник – получающий доход», то есть любой экономический субъект по правилам экономических отношений, получает доход в результате какой-либо предпринимательской деятельности, при этом являясь (выступая) заемщиком, иначе должником другого экономического субъекта. В разрезе вышеописанных взаимоотношений субъектов экономики. Мински выделяет три класса потенциальных заемщиков: хеджеры, спекулянты и участники финансовых пирамид. Самой надежной категорией заемщиков являются хеджеры, так как они располагают средствами для своевременного и полного погашения своих обязательств. Спекулянты зачастую прибегают к помощи такого финансового инструмента как рефинансирование, то есть они не способны погасить свои обязательства, не создавая при этом дополнительных займов, однако данный факт не влияет на их платежеспособность как таковую. Понци финансирование или иначе финансовая пирамида единственным источником погашения своих обязательств видит рост стоимости актива. В случае прекращения роста стоимости активов финансовой пирамиды, утрачивается платёжеспособность и наступает «момент Мински» [64].

Однако, по мнению Хаймана Мински, все три формы финансирования являются существующими экономическими институтами и формируют национальную экономику. Согласно вышеописанной теории, преобладание хеджирования как формы финансирования делает национальную экономику равновесной, в то время как засилье спекулянтов и финансовых пирамид раскачивают качели равновесия, приводя к кризисным, рецессивным явлениям в экономике.

Экономист Р. Эллиотт в своей волновой теории использует данные фондового рынка в качестве главного инструмента. Р. Эллиотт отметил, что траектория цен фондового рынка имеет структурированный характер, отражающий некую природную гармонию [78]. В результате анализа длительного периода общественного развития Р. Эллиотт составил таблицу цифровых коэффициентов, которые приблизительно показывают возможный ход волны в рамках базовой поведенческой модели. В качестве исследуемых значений ученым были выбраны суммарные цены на акции, являющиеся прямой и непосредственной мерой оценки общечеловеческого производственного потенциала.

Классические и неоклассические теории экономического роста (Р. Солоу, Т. Сван, Р. Харрод, Е. Домар) рассматривали динамику преимущественно через призму накопления факторов производства.

Модель Солоу-Свана, в основе которой лежит производственная функция Кобба-Дугласа, постулирует, что темп роста экономики детерминирован приростом запаса капитала, ростом численности трудовых ресурсов и экзогенным технологическим прогрессом [88].

Однако классический подход имеет существенное ограничение: он зачастую абстрагируется от роли финансовой системы и денежно-кредитной политики, рассматривая процентные ставки и инфляцию либо как незначимые, либо как экзогенные факторы, не встроенные в саму производственную функцию [115,132,137].

Неокейнсианский подход акцентирует внимание на роли совокупного спроса и инвестиций, подверженных волатильности. Шумпетерианская теория трактует динамику как «созидательное разрушение», где ключевую роль играют инновации и дифференциация продуктов [111,112]

Системно-динамический подход (Дж. Форрестер, Д. Медоуз) предлагает рассматривать экономическую систему как совокупность взаимосвязанных потоков и уровней (накоплений), соединенных обратными связями и временными задержками (лагами) [101].

В таблице 1.3 проведен анализ значимых, с точки зрения автора, теоретических положений экономической динамики с позиции объекта и предмета исследования конкретной экономической теории, приведены достоинства и недостатки того или иного подхода к анализу экономической динамики, а также приведены открытые вопросы теории при наличии таковых.

Эндогенные теории роста (П. Ромер, Р. Лукас) усиливают значимость человеческого капитала и инноваций, утверждая, что динамика генерируется внутренними процессами самой экономической системы. Однако современный синтез теорий требует перехода к динамико-оптимизационным моделям, в рамках которых развитие рассматривается как процесс максимизации целевой функции (например, объема производства) в условиях меняющихся ограничений. Именно этот подход позволяет формализовать зависимость экономической (отраслевой) динамики не только от объективных данных ретроспективы, но и от оптимального выбора объема операционных расходов и инвестиций при заданных параметрах денежно-кредитной политики [82].

Таблица 1.3 – Обзор теоретических подходов к анализу экономической динамики

Наименование подхода	Объект исследования	Характерная особенность	Открытые вопросы
Теория Ж. Сисмонди	Рыночное равновесие. Роль государства.	Критика капитализма. Применение исторического метода. Теория перенакопления и недопотребления.	Не учитывает макроэкономический уровень перепроизводства.
Теория К. Маркса	Деловая активность.	«Природа» капитала Индустриальный капитализм Формы денежного обращения	Отсутствие фактора, который неизбежно породил бы явления экономической динамики
Теория Дж. Кейнса	Инвестиции. Заработная плата. Ссудный процент.	Взаимодействия потребителей денег (сберегателей) и изготовителей благ (инвесторов)	Упрощенное представление о рынке труда. Акцент на краткосрочных аффектах.
Теория Х. Мински	Банковская система. Кредит. Банковский процент.	Теория кредитных кризисов. Момент Мински Понци финансирование Соотношение «долг-доход»	Теория не учитывает когнитивные искажения, такие как переоценка собственных знаний или склонность к оптимизму, которые могут приводить к иррациональным решениям.
Теория Л. Мизеса	Банковская система Фидуциарный финансовый инструмент. Квазиденежные средства	Причина возникновения кризисов – банковская кредитная интервенция Инфляционное расширение банковского кредита, вызванное вмешательством ЦБ – причина циклических кризисов	Не учитывает мультипликативный эффект инвестиций и потребительских расходов.
Теория Д. Юма	Банковская система Деятельность коммерческих банков.	В деятельности коммерческих банков находится причина кризисных явлений (спадов) экономической активности	Игнорирование роли сложных финансовых инструментов и глобализации рынков в связи с периодизацией исследований

Продолжение таблицы 1.3

Наименование подхода	Объект исследования	Характерная особенность	Открытые вопросы
Теория А. Афтальона	Инвестиционная динамика	Эффект акселератора, который объясняет, как изменения в потребительском спросе влияют на инвестиционный спрос.	Не предлагает точных количественных моделей
Теория У. Митчелла	Эмпирический анализ данных	Индуктивный подход	Недоработана теоретическая часть, большее внимание уделено практическим результатам
Теория А. Шпитгофа	Реальный сектор экономики	Инвестиции в основной капитал как ключевой фактор, определяющий динамику	Не рассматривает факторы денежно-кредитного обращения и не учитывал сферу потребления
Теория М.И. Туган-Барановского	Промышленный цикл	Высокий ссудный процент – нехватка инвестиционных ресурсов. Ликвидация промышленного кризиса вызывает падение ставки процента.	Доминирующая позиция исключительно инвестиционного фактора в качестве первопричины экономических кризисов.
Теория Р. Эллиотта	Волновые паттерны	Рыночные движения отражают массовую психологию и настроения инвесторов, которые циклически сменяются.	Теория применима исключительно к краткосрочному периоду прогнозирования ценовых колебаний фондового рынка
Теория Й. Шумпетера	Инновации	Экономическая динамика объясняется внутренними свойствами системы. Ведущая роль отводится смене технологического уклада общества	Применении теории возможно только в условиях рыночной экономики.

## Продолжение таблицы 1.3

Наименование подхода	Объект исследования	Характерная особенность	Открытые вопросы
Теории Ф. Кидланда, Э. Прескотта	Реальный деловой цикл (RBC)	Технологические шоки воздействуют на порождение циклов сильнее других	Денежно-кредитная политика и финансовые факторы играют второстепенную роль в объяснении экономических колебаний.
Теория П. Самуэльсона, Дж. Хикса	Понятие мультипликатора-акселератора	Модель объясняет механизм влияния изменений в инвестициях и потреблении на совокупный спрос	Модель не учитывает роль ожиданий экономических агентов
Теория Н. Калдора	Стилизованные факты экономической действительности	Экономическая динамика объясняется эндогенными факторами	Аспекты модели сложно подтвердить эмпирически.
Теория М. Фридмена	«Денежное правило» «Денежный шок»	Изменения в денежной массе являются основным фактором, влияющим на экономическую активность.	Игнорирование реальных факторов: технологических шоков, изменений в производительности
Теория У. Ростоу	Экономический рост	Индустриализация как главный путь к экономическому росту.	Недооценивает влияние внешних факторов, таких как торговые отношения, политические и социальные конфликты.
Теория Р. Солоу	Экономический рост	Технологический прогресс — это ключевой фактор, определяющий долгосрочную производительность.	Не объясняет причины экономических колебаний
Теория У. Томпсона	Геополитическая динамика	Технологические инновации играют важную роль в фазе подъема и усиления мирового лидера.	Модель упрощает сложные исторические процессы

Источник: таблица составлена автором на основе

[28,49,55,58,61,63,64,72,78,82,83,86,88,103,105,106,108,111]

Для данного исследования наибольшую значимость представляет монетарная теория цикла (И. Фишер, М. Фридмен), которая связывает экономические колебания с изменениями в денежном предложении и уровне инфляции. Согласно данным подходам, динамика отраслей напрямую определяется стоимостью заемного капитала и ценовой нестабильностью, что обосновывает необходимость включения параметров кредитной ставки и инфляционных ожиданий в модель сценарного развития [100,102].

## 1.2 Теоретические основы моделирования экономического роста

Анализ экономической динамики — это многогранная область, в которой методы зависят от того, что мы считаем «двигателем» изменений: внешние шоки, внутренние инвестиции или инерцию систем.

Проблема экономического роста прошла долгий путь развития, породив множество моделей и концепций, от простых описательных до сложных математических [54,57,59].

В таблице 1.4 приведены основные этапы и школы изучения экономического роста.

В научной литературе подходы к анализу экономической динамики можно классифицировать по четырем основным направлениям: эконометрический подход, системно-динамический подход, имитационное моделирование, оптимизационный подход, агент-ориентированный подход [107].

Эконометрический подход - подход, основанный на статистической обработке данных за прошедшие периоды. Построение моделей происходит в зависимости текущих показателей от их прошлых значений и значений других переменных (инфляции, ставок, инвестиций). При эконометрическом подходе различают модели авторегрессии (AR), векторной авторегрессии (VAR), модели с коррекцией ошибок (VECM) [41,45,87].

Таблица 1.4 – Экономические школы теории экономического роста

Наименование	Ключевая идея	Степень разработанности
Классическая политэкономия (Адам Смит, Давид Рикардо, Томас Мальтус):	Адам Смит: Роль разделения труда, накопления капитала, свободы торговли и расширения рынков как двигателей роста. Концепция “невидимой руки” рынка. Давид Рикардо: Проблема распределения доходов между классами (землевладельцы, капиталисты, рабочие). Томас Мальтус: Закон народонаселения, согласно которому население растет в геометрической прогрессии, а производство продовольствия – в арифметической, что ведет к стагнации или даже спаду.	Классики заложили основы анализа факторов роста, выделив роль капитала, труда и природных ресурсов. Первыми обратили внимание на ограничители роста.
Классическая политэкономия (Адам Смит, Давид Рикардо, Томас Мальтус):	Адам Смит: Роль разделения труда, накопления капитала, свободы торговли и расширения рынков как двигателей роста. Концепция “невидимой руки” рынка. Давид Рикардо: Проблема распределения доходов между классами (землевладельцы, капиталисты, рабочие). Томас Мальтус: Закон народонаселения, согласно которому население растет в геометрической прогрессии, а производство продовольствия – в арифметической, что ведет к стагнации или даже спаду.	Классики заложили основы анализа факторов роста, выделив роль капитала, труда и природных ресурсов. Первыми обратили внимание на ограничители роста.
Марксизм (Карл Маркс):	Акцент на прибавочной стоимости, эксплуатации труда, концентрации капитала, что ведет к кризисам перепроизводства и, в конечном итоге, к смене формаций. Рост рассматривается в контексте развития производительных сил и смены общественно-экономических формаций.	Критический анализ капитализма и циклического характера его развития, связывая рост с классовой борьбой и революционными изменениями.
Неоклассическая школа (Альфред Маршалл, и др.):	Интеграция идей классиков с маржинализмом, анализ влияния равновесия спроса и предложения на цены, производство и распределение ресурсов.	Фокус внимания на анализе рыночного механизма

## Продолжение таблицы 1.4

Наименование	Ключевая идея	Степень разработанности
Модели экзогенного роста (Роберт Солоу, Тревор Свон):	<p>Технологический прогресс является экзогенным (внешним) фактором, который не объясняется самой моделью, но является основным двигателем роста в долгосрочной перспективе.</p> <p>Накопление капитала само по себе приводит к замедляющемуся росту, так как снижается предельная производительность капитала.</p> <p>Существует «устойчивое состояние», когда капитал на работника и объем производства на работника перестают расти без технологических инноваций.</p>	<p>Модель Солоу стала стандартом в макроэкономике для анализа долгосрочного роста, формализовав связь между накоплением капитала, рабочей силой и технологиями, но не объяснив источник самого технологического прогресса.</p>
Модели эндогенного роста (Пол Ромер, Роберт Лукас)	<p>Технологический прогресс является эндогенным (внутренним) фактором, который является результатом целенаправленной деятельности (инвестиции в НИОКР, образование, распространение знаний).</p> <p>Отсутствие убывающей отдачи от инвестиций в человеческий капитал и знания.</p>	<p>Революцию в теории экономического роста.</p> <p>Важность институтов, образования и политики, стимулирующей инновации.</p>

Источник: таблица составлена автором на основе [49,61,88,103,104,108]

Одним из основных экономико-математических методов является метод оптимизации.

Задача оптимизации содержит три ключевых компонента: целевая функция  $f(x)$  – математическое выражение (прибыль, выручка, объем затрат, объем производства), значение которого нужно максимизировать или минимизировать, переменные решения  $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$  – величины, значения которых определяются в ходе решения задачи (инвестиции, запасы, операционные расходы), ограничения – уравнения или неравенства, задающие рамки решения [51].

Общий вид модели оптимизации:

$$f = (x_1, x_2, \dots, x_n) \rightarrow \max(\min)$$

при ограничениях

$$g_i(x_1, x_2, \dots, x_n) \leq b_i, i = 1, 2, \dots, m$$

$$x_j \geq 0, j = 1, 2, \dots, n$$

Макроэкономические модели фокусируются на типовых элементах. Состав элементов модели определяется ее конкретным назначением, а также возможностями информационного, технического, математического обеспечения [7].

Модели, используемые для прогнозирования и планирования в реальном процессе, должны быть ориентированы на решение конкретных экономических задач, а также предусматривать условия изменения конфигурации и корректировки исходной информации.

Общим требованием к моделям экономической динамики является их способность к проведению многовариантных расчетов. Данное условие относится как к балансовым, так и к оптимизационным моделям [96].

Математическое моделирование экономической динамики позволяет формализовать сложные процессы, происходящие в промышленности, и оценить влияние факторов (таких как инфляция, кредитная ставка и инвестиции) на конечный результат [8].

Следуя незыблемому закону диалектики, который отражает поступательность и преемственность развития предметов и явлений объективной действительности, рассмотрим простейшие модели экономической динамики, совершая поступательное движение к сложным динамическим стохастическим моделям общего равновесия.

Модель рынка D-S — это фундаментальная экономическая модель, описывающая взаимодействие спроса и предложения на рынке и определяющая равновесную цену и количество товара, является основой для анализа многих экономических явлений, включая определение рыночной цены, прогнозирование рыночной ситуации, анализ эффективности рынка.

Модель D-S является базовой моделью для понимания основ рыночной экономики и анализа рыночного равновесия [49].

Модель AD-AS представляет собой макроэкономическую модель, используемую для объяснения уровня цен и реального ВВП в экономике. Она представляет собой графическое представление взаимодействия совокупного спроса и совокупного предложения, определяющее макроэкономическое равновесие. Равновесие в модели AD-AS определяется точкой пересечения кривых AD и AS. Эта точка определяет равновесный уровень цен и реального ВВП. На рисунке 1.1 представлена ситуация макроэкономического равновесия [49].

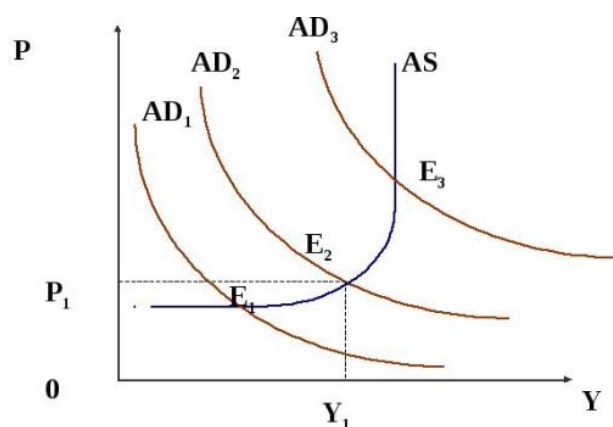


Рисунок 1.1 – Схематическое изображение ситуации макроэкономического равновесия

Модель IS (Investment-Savings) — это ключевая модель в кейнсианской макроэкономике, которая описывает равновесие на рынке товаров и услуг. Она показывает взаимосвязь между процентной ставкой и уровнем дохода, при котором планируемые инвестиции равны планируемым сбережениям.

Инвестиции  $I$  зависят от процентной ставки  $i$  и уровня дохода  $Y$ . Более высокая процентная ставка делает инвестиции дороже, снижая их объем. Более высокий уровень дохода обычно стимулирует инвестиции, так как предприятия ожидают большего спроса на свою продукцию [49].

Функция инвестиций может быть представлена следующим образом

$$I = I(i, Y),$$

где  $\frac{\partial I}{\partial i} < 0, \frac{\partial I}{\partial Y} > 0$ .

Сбережения также зависят от уровня дохода. Более высокий уровень дохода обычно приводит к увеличению сбережений. Функция сбережений имеет вид:

$$S = S(Y),$$

где  $\frac{\partial S}{\partial Y} > 0$ .

Равновесие на рынке товаров и услуг достигается, когда планируемые инвестиции равны планируемым сбережениям:

$$I(i, Y) = S(Y).$$

Кривая IS имеет отрицательный наклон, поскольку снижение процентной ставки стимулирует инвестиции, что требует увеличения дохода для поддержания равновесия между инвестициями и сбережениями [36].

Модель IS используется в сочетании с моделью LM для определения равновесия на рынке товаров и услуг и на денежном рынке одновременно. Совместное использование этих моделей позволяет анализировать влияние монетарной и фискальной политики на экономику. Модель IS также является важным компонентом более сложных макроэкономических моделей. Несмотря на свои упрощения, модель IS предоставляет ценное понимание механизмов, которые связывают процентную ставку, инвестиции, сбережения и уровень дохода в экономике.

Модель LM - это макроэкономическая модель, которая описывает равновесие на денежном рынке. Она показывает взаимосвязь между процентной ставкой и уровнем дохода, при котором спрос на деньги равен предложению денег.

Спрос на деньги  $M^d$  зависит от уровня дохода  $Y$  и процентной ставки  $i$ . Более высокий уровень дохода увеличивает спрос на деньги для проведения транзакций. Более высокая процентная ставка увеличивает альтернативную

стоимость хранения денег, снижая спрос на деньги. Функция спроса на деньги может быть представлена в виде [83]:

$$M^d = L(Y, i),$$

где  $\frac{\partial L}{\partial Y} > 0$  и  $\frac{\partial L}{\partial i} < 0$ .

Предложение денег  $M^s$  определяется центральным банком и обычно считается экзогенной переменной, то есть не зависящей от процентной ставки или уровня дохода. Равновесие на денежном рынке достигается, когда спрос на деньги равен предложению денег. Кривая LM имеет положительный наклон, поскольку увеличение уровня дохода увеличивает спрос на деньги, что требует повышения процентной ставки для поддержания равновесия на денежном рынке (снижения спроса на деньги).

Комбинированная модель IS-LM является важным инструментом для понимания работы денежного рынка и его взаимодействия с реальным сектором экономики. Более сложные макроэкономические модели часто включают элементы модели LM, но в более развитом и реалистичном виде. На рисунке 1.2 представлено графическое изображение модели IS-LM.

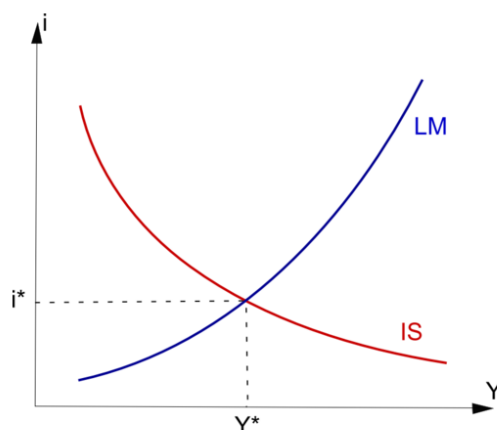


Рисунок 1.2 – Иллюстрация модели IS-LM

Модель IS-LM-BP является расширенной макроэкономической моделью, которая объединяет модель IS-LM с учетом открытой экономики и влияния платёжного баланса.

В открытой экономике совокупный спрос включает в себя не только внутренние расходы (потребление, инвестиции, государственные расходы), но и чистый экспорт  $NX$ , который зависит от обменного курса и доходов в стране и за рубежом.

Уравнение платёжного баланса  $BP$  отражает равенство между притоком и оттоком валюты в страну и имеет вид [108].

$$BP = CA + KA = 0,$$

где  $CA$  — сальдо текущего счета, а  $KA$  — сальдо капитального счета.

На рисунке 1.3 представлено графическое изображение модели IS-LM-BP

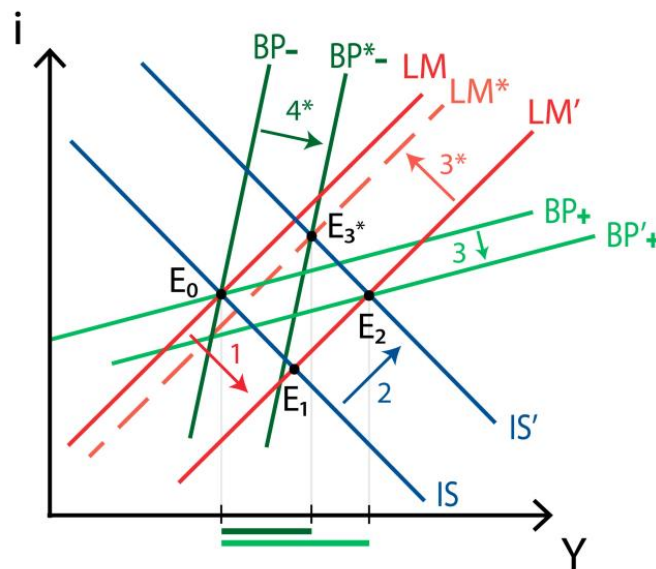


Рисунок 1.3 – Иллюстрация модели IS-LM-BP

Эволюционным продолжением классики кейнсианской теории является модель мультипликатора – акселератора или по имени создателей динамическая модель П. Самуэльсона – Д. Хикса, которая связывает явления экономической динамики с взаимодействием эффекта мультипликатора инвестиций (выпуск растет в большей степени по сравнению с ростом инвестиций, вызвавшим его) и эффектом акселератора (рост инвестиций вызван ростом выпуска). Модель включает только рынок благ, на котором представлены два экономических субъекта: фирмы и домохозяйства [108].

Модель П. Самуэльсона – Д. Хикса демонстрирует, как небольшие изменения в инвестициях могут привести к значительным колебаниям совокупного спроса и производства.

Акселератор описывает зависимость инвестиций от изменения в объеме производства. Если производство растёт, предприятия увеличивают инвестиции в новое оборудование и расширение мощностей. Если производство падает, инвестиции сокращаются ещё сильнее, чем само производство. Эта нелинейность является ключевым элементом цикличности модели. Возросший доход, полученный в результате изменений в потреблении под влиянием роста автономных инвестиций, приводит не просто к росту, а к акселеративному росту отраслей, удовлетворяющих производственные потребности. Отрасли, производящие потребительские товары, расширяются, что, в свою очередь, вызывает увеличение спроса на ресурсы, так необходимые для удовлетворения возросшего потребительского спроса. Увеличение темпов роста потребительского спроса - спроса на предметы потребления вследствие роста дохода - вызывает акселеративный, рост инвестиционных расходов. Другими словами, принцип акселерации раскрывает эффект влияния изменений в потреблении на уровень новых инвестиций. Для измерения масштабов такого эффекта служит коэффициент акселерации, или иначе акселератор.

Основным теоретическим положением принципа акселерации является существование функциональной зависимости между потреблением и новыми инвестициями, причем увеличение спроса на потребительские товары ведет к еще большему увеличению спроса на новые инвестиционные товары (машины, оборудование) [108].

Мультипликатор представляет собой эффект, при котором первоначальное изменение расходов (например, увеличение инвестиций) приводит к более пропорциональному изменению совокупного дохода. Это происходит из-за того, что увеличение дохода одной группы людей становится расходами для других, создавая цепную реакцию.

Модель запускается каким-либо начальным изменением, например, небольшим увеличением спроса на потребительские товары. Увеличение спроса приводит к увеличению производства и доходов. Мультипликатор усиливает это первоначальное изменение. Рост производства стимулирует инвестиции в новые мощности. Акселератор еще больше усиливает рост производства и доходов. В какой-то момент рост производства замедляется, и вместе с ним замедляется рост инвестиций. Акселератор начинает работать в обратном направлении. Уменьшение инвестиций приводит к снижению производства и доходов. Мультипликатор усиливает спад. Производство и доходы падают до определенного уровня, после чего начинают снова расти, запуская новый цикл [39].

Математически модель мультипликатора - акселератора можно выразить через систему уравнений.

Акселератор - коэффициент, раскрывающий зависимость между новыми инвестициями и приращением дохода можно представить в виде [83]:

$$I = a(Y_t - Y_{t-1}),$$

где  $I$  – новые инвестиции;  $a$  – коэффициент акселерации;  $Y_t$  – величина дохода за данный период;  $Y_{t-1}$  – величина дохода за предшествующий период.

Расходы  $C$  зависят от текущего уровня дохода и склонности к потреблению:

$$C = c \cdot Y,$$

где  $C$  – потребительские расходы,  $c$  – предельная склонность к потреблению.

Суммарный доход  $Y$  комбинирует потребительские и инвестиционные расходы, а также включает государственные расходы  $G$  и чистый экспорт  $NX$ .

$$Y = C + I + G + NX.$$

Изменение инвестиций  $I$  влияют на доход  $Y$ , а изменение дохода, в свою очередь, влияет на инвестиции в следующем периоде, и так далее [131].

Неоклассическая модель экономического роста Р. Солоу объясняет экономический рост накопления капитала ростом труда и технологическим прогрессом. Капитал подчиняется закону убывающей отдачи [88].

Общий вид модели:

$$Y(t) = A(t) \cdot K(t)^\alpha \cdot L(t)^{1-\alpha},$$

где  $Y(t)$  - объем производства,  $K$  – капитал,  $L$  – трудовые ресурсы,  $A$  – уровень технологий, эластичность объема производства  $0 < \alpha < 1$ .

П. Ромер устранил главный недостаток модели Р. Солоу, а именно эндогенный характер технического прогресса. Экономический рост происходит за счет целенаправленных инвестиций в исследования и разработки [96].

Общий вид модели:

$$\dot{A} = \delta L_\alpha A^\varphi,$$

где  $A(t)$  – запас знаний,  $L_\alpha$  – трудовые ресурсы в секторе исследований,  $\delta$  – скорость устаревания знаний,  $\varphi$  – «размывание» идей ( $\varphi < 1$ ).

Классическая модель раннего кейнсианства утверждает, что экономический рост линейно зависит от нормы сбережений. Основной проблемой модели является ее нестабильность, то есть, в случае, если фактический темп роста отклоняется от «гарантированного», экономика уходит в состояние перегрева или застоя [109].

Модель Рамсея-Касса-Купманса, модель оптимального экономического роста, является расширенной версией модели Р. Солоу, но с эндогенным выбором сбережений. Основная идея модели заключается в том, что развитие — это результат оптимизационного выбора. Экономические агенты максимизируют полезность потребления во времени, уравновешивая потребление и инвестиции [5].

Общий вид модели:

$$U = \int_0^{\infty} e^{-\rho t} u(c(t)) L(t) dt,$$

$$\frac{\dot{c}}{c} = \frac{f'(k) - \delta - \rho}{\theta},$$

где  $c(t)$  – потребление на одного работника,  $L(t)$  – капитал на одного работника,

$\rho$  – ставка дисконтирования,  $\theta$  – эластичность предельной полезности по потреблению.

Модель Д. Аджемоглу объясняет факт различного показателя развития технологий для разных секторов экономики. Согласно «эффекту замены» прогресс направляется в тот сектор экономики, который демонстрирует наилучший финансовый результат [24].

Общий вид модели:

$$Y = [(A_H H)^\rho + (A_L L)^\rho]^{1/\rho},$$

где  $A_H$ ,  $A_L$  – технологии для квалифицированных и неквалифицированных кадров

Математическое представление модели М. Фридмана, критиковавшим идею о том, что инфляция может снижать безработицу имеет вид [136]:

$$\pi_t = \pi_t^e - \beta(u_t - u_n) + \epsilon_t,$$

где  $\pi_t$  – фактический уровень безработицы,  $\pi_t^e$  – ожидаемый уровень инфляции,

$u_t$  – фактический уровень безработицы,  $u_n$  – естественный уровень безработицы,  $\beta$  – параметр чувствительности инфляции,  $\epsilon_t$  – шок предложения.

М. Фридманом было установлено монетарное правило для Центрального банка, которое гласит, что денежная масса должна расти с постоянной скоростью [136]:

$$\frac{\Delta M}{M} = k,$$

где  $k$  – константа (или темп роста ВВП или целевая инфляция).

В 1980 г. Э. Кидландом и Э. Прескоттом были предприняты попытки объединить теорию экономического роста с теорией деловых циклов. Они показали, что эффект долгосрочного роста есть следствие краткосрочных

циклических воздействий, т.е. технический прогресс является основным фактором долгосрочных изменений в экономике и краткосрочных колебаний уровня выпуска в силу того, что технологическое развитие неравномерно во времени [6].

В отличие модели П. Самуэльсона – Д. Хикса, модель Э. Кидланда и Э. Прескотта включает микроэкономические основы, сформулированные с помощью оптимизирующего поведения отдельных агентов (домашних хозяйств и фирм) [38].

Став революцией в макроэкономике модель реального делового цикла утверждает, что явления экономической динамики вызваны внешними шоками спроса и отсутствием гибкости цен, являясь оптимальной реакцией на технологические шоки.

Производственная функция в модели имеет вид [60]:

$$Y_t = A_t K_t^\alpha L_t^{1-\alpha},$$

где  $A_t$  - стохастический процесс, описывающий технологию.

Бюджетное и ресурсное ограничение модели имеет вид:

$$K_{t+1} = (1 - \delta)K_t + A_t K_t^\alpha L_t^{1-\alpha} - C_t,$$

где  $\delta$  - амортизация,  $K_t$  – капитал,  $C_t$  - потребление.

Уравнение Эйлера связывает потребление периодов, определяя реальную процентную ставку [110]:

$$\frac{1}{C_t} = \beta E_t \left[ \frac{1}{C_{t+1}} (1 - \delta + r_{t+1}) \right],$$

где  $r_{t+1} = \frac{\partial Y_{t+1}}{\partial K_{t+1}} = \alpha A_{t+1} K_{t+1}^{\alpha-1} L_{t+1}^{1-\alpha}$  - предельный продукт для  $K$ .

Потребитель потребляет сегодня, если предельная полезность потребления выше дисконтированной ожидаемой предельной полезности потребления с учетом доходности сбережений.

Модель реального делового цикла является фундаментом для развития динамических стохастических моделей DSGE, которые на сегодняшний день

активно используются центральными банками в целях анализа и прогнозирования [116,121].

DSGE сочетает уравнения модели реального делового цикла и монетарные факторы, наряду с шоками спроса.

Наиболее распространенным представлением модели нового кейнсианства является система уравнений из трех взаимосвязанных блоков фирм, домохозяйств и денежно-кредитной политики [110].

$$\begin{aligned} \max E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \left( \frac{C_t^{1-\sigma}}{1-\sigma} - \frac{N_t^{1+\varphi}}{1+\varphi} \right), \\ y_t = E_t[y_{t+1}] - \frac{1}{\sigma} (r_t - E_t[\pi_{t+1}] - r_t^n) + u_t, \\ \pi_t = \beta E_t[\pi_{t+1}] + k \tilde{y}_t, \\ r_t = \rho_r r_{t-1} + (1 - \rho_r) (\varphi_\pi \pi_t + \varphi_y \tilde{y}_t) + \varepsilon_t^r, \end{aligned}$$

где  $r_t - E_t[\pi_{t+1}]$  - реальная ставка,  $r_t^n$  - естественная ставка в зависимости от шоков,  $u_t$  - шок предпочтений,  $\beta$  - коэффициент дисконтирования фирм,  $k$  - параметр реакции на эластичность цен и жесткость спроса,  $\tilde{y}_t$  - разрыв выпуска,  $\rho_r$  - инерция ставки,  $\varphi_\pi$  - реализация принципа Тейлора (ставка должна расти быстрее инфляции),  $\varphi_y$  - реакция на разрыв выпуска,  $\varepsilon_t^r$  - монетарный шок.

Математические модели экономических циклов приведены в таблице

1.5

Таблица 1.5 – Математические модели экономических циклов

Наименование модели	Математическая формулировка модели
Модель Р. Солоу	$Y(t) = A(t) \cdot K(t)^\alpha \cdot L(t)^{1-\alpha}$
Модель Р. Ромера	$\dot{A} = \delta L_\alpha A^\varphi$
Модель Рамсея-Касса-Купманса	$U = \int_0^\infty e^{-\rho t} u(c(t)) L(t) dt$ $\frac{\dot{c}}{c} = \frac{f'(k) - \delta - \rho}{\theta}$
Модель Д. Аджемоглу	$Y = [(A_H H)^\rho + (A_L L)^\rho]^{1/\rho}$
Двумерная М. Фридмена	$\pi_t = \pi_t^e - \beta(u_t - u_n) + \epsilon_t$
RBC	$Y_t = A_t K_t^\alpha L_t^{1-\alpha}$ $K_{t+1} = (1 - \delta)K_t + A_t K_t^\alpha L_t^{1-\alpha} - C_t$
DSGE	$\max E_0 \sum_{t=0}^\infty \beta^t \left( \frac{C_t^{1-\sigma}}{1-\sigma} - \frac{N_t^{1+\varphi}}{1+\varphi} \right)$ $y_t = E_t[y_{t+1}] - \frac{1}{\sigma} (r_t - E_t[\pi_{t+1}] - r_t^n) + u_t$ $\pi_t = \beta E_t[\pi_{t+1}] + k \tilde{y}_t$ $r_t = \rho_r r_{t-1} + (1 - \rho_r)(\varphi_\pi \pi_t + \varphi_y \tilde{y}_t) + \epsilon_t^r$

Источник – таблица составлена автором на основе [5,24,49,110]

### 1.3 Анализ подходов к исследованию отраслевого развития с учетом влияния денежно-кредитной политики

Эволюция теорий экономической динамики показывает движение от простых однофакторных моделей к комплексному учету макроэкономического контекста, временных лагов и финансовых ограничений.

Современный подход к анализу отраслевого развития требует синтеза классических производственных функций, учета инерционности системной динамики и анализа оптимальных решений в условиях волатильности

денежно-кредитной политики, что и составляет теоретическую основу настоящего исследования [47].

Одним из подходов к анализу отраслевой динамики является классический структурный анализ отрасли (классический), который предполагает применение модели пяти сил Портера и модели стратегических групп.

Также в анализе отраслевой динамики различают жизненно-цикловой анализ (в зависимости от фазы жизненного цикла), институциональный подход, динамический (эволюционный) подход, сетевой анализ, эконометрические подходы, сценарный анализ, отраслевые конфигурации.

Математическое моделирование сценарного развития отрасли — это междисциплинарная область, использующая инструменты эконометрики, теории игр, имитационного моделирования и теории управления. Модели делятся на детерминированные (однозначный результат при заданных условиях) и стохастические/вероятностные (учитывают случайность).

Для формализации отраслевой динамики обычно используется система уравнений, описывающая взаимодействие предложения и спроса, а также диффузию технологий и конкуренцию [73].

Система уравнений для динамической стохастической модели отрасли (с элементами теории отраслевых рынков имеет вид [60]:

$$P(t) = A \cdot \left( \frac{Q(t)}{N_p} \right)^{-\frac{1}{\varepsilon}} \cdot e^{\epsilon(t)},$$

где  $P(t)$  – рыночная цена,  $Q(t)$  – суммарный объем предложения,  $N_p$  – размер потенциального рынка,  $A$  – параметр, отражающий платёжеспособный спрос,  $\varepsilon$  – ценовая эластичность спроса,  $\epsilon(t)$  – стохастический шок спроса.

Уравнение спроса определяет цену товара на основе текущего общего предложения и эластичности, в то время как уравнение динамики фирм (предложение) описывает каким образом каждая фирма изменяет свое производство в ответ на изменение величины прибыли.

$$\frac{dq_i(t)}{dt} = q_i(t) \cdot [\pi_i(t) - \tilde{\pi}(t)] \cdot \alpha - \delta \cdot q_i(t),$$

где  $q_i(t)$  – объем производства фирмы,  $\pi_i(t)$  – прибыльность единицы продукции фирмы,  $\tilde{\pi}(t)$  – средняя прибыльность по отрасли,  $\alpha$  – скорость реакции фирмы на рыночные сигналы,  $\delta$  – коэффициент выбытия [18].

Уравнение прибыльности для предприятий отрасли зависит от цены, технологической эффективности и фиксированных издержек и имеет вид:

$$\pi_i(t) = P(t) - c_i(t) - \frac{F_i}{q_i(t)},$$

где  $c_i(t)$  – переменные издержки на единицу продукции, зависящие от уровня технологии,  $F_i$  – постоянные издержки,  $\frac{F_i}{q_i(t)}$  – эффект масштаба [20].

Уравнение диффузии технологий для отраслевой динамики описывает, как снижаются издержки благодаря накоплению опыта (кривая обучения) или инвестициям в НИОКР:

$$c_i(t) = c_{base} - \beta \cdot K_i(t) + \epsilon_i(t),$$

$$\frac{dK_i(t)}{dt} = I_i(t) - \gamma \cdot K_i(t),$$

$$I_i = \rho \cdot \pi_i \cdot q_i,$$

где  $K_i(t)$  – технологический капитал,  $I_i(t)$  – инвестиции в инновации,  $\rho$  – доля реинвестирования,  $\beta$  – эффективность инвестиций,  $\gamma$  – скорость морального устаревания технологий,  $\epsilon_i(t)$  – случайный технологический шок [48].

В фокусе внимания выдающегося российского ученого В.М. Полтеровича теория экономических реформ, институциональные ловушки, общее экономическое равновесие. В.М. Полтерович разработал концепцию институциональных ловушек и «механизмов трансплантации институтов». Показал, что прямое копирование западных институтов часто приводит к провалу, необходимы «институциональные заимствования» с адаптацией. Его модели описывают, как экономика может застрять в неэффективном равновесии (например, монополистической отрасли) и пути

выхода из этого состояния, что является прямым моделированием отраслевой динамики в институциональной матрице [75].

Нобелевский лауреат Л.В. Канторович, создатель линейного программирования, разработал методы оптимизации производственных планов, межотраслевых балансов и использования ресурсов, ставших основой математического моделирования отраслевой динамики в условиях административно-командной системы. [46]

Для российских исследований критически важен учет рентного фактора, качества институтов и геополитических шоков, поэтому неоклассические модели роста всегда адаптируются под специфические ограничения. Для отечественной экономической школы характерен институциональный пессимизм, понимание, что неразвитые институты (монополизм, коррупция, слабые права собственности) являются главным тормозом роста и искажают отраслевую динамику, а также учет влияния внешних шоков [25,50].

Воздействие денежно-кредитной политики на реальный сектор экономики осуществляется не напрямую, а через сложную систему промежуточных звеньев — трансмиссионный механизм. Суть данного процесса заключается в трансформации решений монетарных властей в изменения макроэкономических показателей. В связи с этим в экономической теории принято выделять специфические каналы трансмиссии, которые можно трактовать как причинно-следственные цепочки макроэкономических переменных, обеспечивающие передачу импульса от финансового рынка к реальному сектору [29].

Ключевой характеристикой каждого канала является доминирующая переменная, через которую центральный банк осуществляет регулирование.

Понимание структуры и относительной значимости данных каналов в конкретной национальной экономике является фундаментальным условием для разработки эффективных мер денежно-кредитной политики и прогнозирования их макроэкономических последствий.

В современной экономической литературе отсутствует единый консенсус относительно исчерпывающего перечня каналов трансмиссии и их иерархии. Теоретическое обоснование функционирования этих каналов опирается на широкий спектр экономических теорий, накопленных в ходе развития науки. Важным методологическим выводом является то, что рассматриваемые каналы не следует анализировать в изоляции; они функционируют в синергии, взаимно дополняя или, в определенных условиях, замещая друг друга [23,94,98].

Детальное исследование каналов трансмиссионных механизмов приведено в работе С.М. Дробышевского, С.Р. Моисеева, Ф. Мишкина, Б. МакКаллума [34,130].

Процентный канал остается одним из базовых элементов трансмиссионного механизма в рамках монетаристского подхода. Данный механизм базируется на способности центрального банка влиять на уровень рыночных процентных ставок, что, в свою очередь, модифицирует инвестиционную активность и иные компоненты совокупного спроса [117,120].

Специфика данного канала заключается в том, что денежная масса выступает здесь в пассивной роли: ее объем является эндогенной величиной, определяемой спросом на деньги при заданном уровне процентной ставки. Таким образом, основным передаточным звеном выступает именно цена денег (процентная ставка), а не их количество.

На рисунке 1.4 механизм трансмиссии с помощью процентного канала представлен схематично.



Рисунок 1.4 – Процентный канал трансмиссионного механизма  
(разработано автором)

В денежно-кредитной политике правило МакКаллума устанавливает целевой показатель денежной базы, являясь альтернативой широко известному правилу Тейлора, по мнению ряда исследователей, способно продемонстрировать лучшую применимость в период кризисных явлений и процессов.

Базовая формула правила МакКаллума имеет вид [60]:

$$\Delta b_t = \pi^* - \Delta y_t^* + \Delta v_t^* - \alpha(\pi_{t-1} - \pi^*),$$

где  $\Delta b_t$  – целевой темп роста денежной базы (в процентах) за период  $t$ ,  $\pi^*$  – целевой уровень инфляции,  $\Delta y_t^*$  – целевой темп роста реального ВВП,  $\Delta v_t^*$  – целевой темп скорости обращения денег,  $\alpha$  – коэффициент, демонстрирующий жесткость реакции на отклонение от цели ( $\alpha > 0$ ),  $\pi_{t-1} - \pi^*$  – отклонение фактической инфляции от целевого уровня.

Правило МакКаллума основано на уравнении обмена Фишера в динамике:

$$\Delta M + \Delta V = \pi + \Delta Y,$$

где  $M$  – денежная масса,  $V$  – скорость обращения,  $\pi$  – инфляция,  $\Delta Y$  – реальный ВВП.

Правило Тейлора, в свою очередь, описывает как центральному банку следует устанавливать номинальную процентную ставку в ответ на изменения уровня инфляции и отклонения реального ВВП от потенциального. Базовая формулировка уравнения Тейлора имеет вид [60]:

$$i_t = r_t^* + \pi_t + a_\pi(\pi_t - \pi_t^*) + a_y \cdot (y_t - \bar{y}_t),$$

где  $i_t$  – номинальная процентная ставка,  $r_t^*$  – равновесная реальная процентная ставка,  $\pi_t$  – текущий уровень инфляции,  $\pi_t^*$  – целевой уровень инфляции,  $y_t$  – логарифм реального ВВП,  $\bar{y}_t$  – логарифм потенциального ВВП.

В рамках макроэкономического анализа временной структуры процентных ставок, опирающегося на стандартные модели неокейнсианства и неоклассики, исследуется трансмиссионный механизм фискальной и денежно-кредитной политики. Основное внимание уделяется асимметрии реакции ставок различных сроков погашения на действия регулятора. Важной методологической особенностью таких моделей является их упрощенный характер: они не воспроизводят движение всей кривой доходности, ограничиваясь дискретным разделением ставок на краткосрочный и долгосрочный сегменты [133].

Модель О. Бланшара выводит динамику кривой доходности из ожиданий относительно будущей инфляции и реального экономического роста, а также действий монетарной политики. Долгосрочная процентная ставка является средним арифметическим ожиданием будущих краткосрочных ставок суммарно с премией за риск, которая предполагает компенсацию неопределенности для инвесторов.

Математическое представление модели О. Бланшара имеет вид [126]:

$$R_t^n = \frac{1}{n} \sum_{k=0}^{n-1} E_t[r_{t+k}] + \rho_t^n,$$

где  $R_t^n$  – номинальная ставка по долгосрочным финансовым инструментам,  $E_t[r_{t+k}]$  – математическое ожидание краткосрочной ставки для будущих периодов,  $\rho_t^n$  – премия за риск, которая зависит от макроэкономической неопределенности.

По мнению О. Бланшара кривая доходности реагирует на макроэкономические шоки нелинейно и зависит от горизонта планирования. Реакция долгосрочных ставок на действия монетарных властей определяется

не только изменением краткосрочной процентной ставки, но и уровнем ожиданий относительно будущего «политического» курса [125].

Неоклассическая стохастическая модель С Турновски интегрирует временную структуру процентных ставок в рамки экономики открытого типа. В рамках модели С. Турновски международная передача экзогенных шоков, движение капитала и обменный курс играет ключевую роль в оптимизации потребления и инвестиций в условиях неопределённости с учетом факторной среды [134].

Модель С. Турновски состоит из пяти уравнений [140]:

$$\begin{aligned}
 y_t &= -\delta R_t + g_t, \\
 \delta &> 0, \\
 m_t - p_t &= a_1 y_t - a_2 i_t, \\
 a_1 &> 0, a_2 > 0, \\
 y_t &= \gamma (p_t - p_{t,t-1}^*), \\
 \gamma &> 0, \\
 r_t &= i_t - (p_{t+1,t}^* - p_t), \\
 r_t &= R_t - \frac{1}{\mu} (R_{t+1,t}^* - R_t),
 \end{aligned}$$

где  $y_t$  – логарифм отклонения реального объема выпуска от номинального,  $R_t$  – долгосрочная реальная процентная ставка,  $i_t$  – краткосрочная номинальная процентная ставка,  $r_t$  – краткосрочная реальная процентная ставка,  $g_t$  – логарифм реальных государственных расходов,  $p_t$  – логарифм уровня цен,  $m_t$  – логарифм денежной массы,  $p_{t+1,t}^*$  – ожидания цен в момент  $t$ .

Таким образом, в экономике открытого типа реакция долгосрочных процентных ставок на действия властей в рамках денежно-кредитной политики, опосредована ожиданиями относительно будущего обменного курса.

Операции на открытом рынке выступают эффективным каналом передачи сигналов монетарных властей в финансовую систему, обеспечивая

синхронизацию рыночных процентных ставок с целями денежно-кредитной политики. В рамках модели временная структура рассматривается как результат оптимизационного поведения экономических агентов.

В рамках портфельной теории выделяется эффект замещения, отражающий изменение относительной доходности реального капитала по сравнению с финансовыми активами. При проведении рестриктивной денежно-кредитной политики Центральный банк повышает краткосрочные процентные ставки, что изменяет структуру доходности активов. В результате долгосрочные ценные бумаги становятся более привлекательными в составе оптимального портфеля коммерческих банков, поскольку их реальная доходность возрастает относительно доходности реального капитала. Это приводит к снижению спроса на инвестиционные товары. Дополнительно, рост стоимости кредитного финансирования напрямую подавляет инвестиционный спрос, так как проекты, ранее финансировавшиеся за счет заемных средств, становятся экономически неэффективными [135,139].

Канал обменного курса является ключевым элементом моделей открытой экономики и базируется на механизме непокрытого паритета процентных ставок. Повышение внутренней процентной ставки относительно иностранной стимулирует приток капитала, что приводит к росту форвардного курса и укреплению национальной валюты. Укрепление валюты, в свою очередь, снижает конкурентоспособность отечественных товаров, сокращает чистый экспорт и, как следствие, совокупный спрос.

Кредитный канал занимает доминирующее положение в структуре трансмиссионного механизма стран с развитой банковской системой. В отличие от «денежного взгляда» на трансмиссионный механизм, где ключевыми переменными являются процентные ставки и денежная масса, в рамках «кредитного взгляда» основные переменные определяются за пределами чисто денежного рынка.

Кредитный канал базируется на предпосылке, что внешнее и внутреннее финансирование не являются совершенными субститутами. Инвестиционные

решения фирм зависят не только от стоимости капитала, но и от доступности кредитных ресурсов.

Ключевыми переменными кредитного канала выступают предложение кредитов со стороны банковской системы, потребность предприятий в заемном финансировании, кредитоспособность предприятий.

Развитие теории кредитного канала было обусловлено эмпирическим противоречием: инвестиционная активность (в основные средства и запасы) часто демонстрирует высокую чувствительность к изменениям денежной политики, даже при незначительных колебаниях процентных ставок.

В периоды рецессии банки склонны сокращать кредитование именно тех предприятий, которые наиболее чувствительны к изменению процентных ставок.

В ответ на снижение стоимости залога банки вынуждены либо повышать процентные ставки для компенсации возросших рисков, либо сокращать объем кредитования. Это приводит к отказу предприятий от инвестиционных проектов. В результате кривая спроса на кредиты смещается влево, достигая уровня, определяемого ограниченным предложением банковских ресурсов

На протяжении всего периода рыночных реформ кредитно-эмиссионная политика Банка России оставалась в значительной степени изолированной от процессов формирования национальной валюты в сфере реального товарно-денежного оборота и расчетов. Более того, данный инструментарий не оказывал существенного влияния на формирование спроса на сбережения и денежные накопления, являющиеся базой для образования внутренних инвестиционных ресурсов национальной экономики [139].

Воздействие Центрального банка на инвестиционную активность предприятий теоретически может осуществляться двумя путями: через повышение макроэкономической стабильности и снижение неопределенности, что создает предпосылки для принятия долгосрочных инвестиционных решений и прямое расширение объемов инвестиционного кредитования.

Фактически, действия регулятора носят реактивный характер: они являются ответом на изменения во внешнеэкономической среде.

Хотя таргетирование инфляции, принятое Банком России, направлено на стабилизацию экономики, оно не является жестким и не обеспечивает достаточного уровня предсказуемости инфляционных ожиданий и волатильности цен. Политика ограничения предложения денег вступает в прямое противоречие с необходимостью снижения процентных ставок.

Ключевой предпосылкой традиционного микро- и макроэкономического анализа на протяжении длительного времени являлась теорема Модильяни-Миллера, утверждающая что наличие определённой доли заёмного капитала предпочтительно для предприятия, чрезмерное использование заёмного капитала нежелательно для предприятия, а также каждому предприятию свойственна своя оптимальная структура капитала.

Таким образом, при условии совершенной конкуренции на финансовых рынках способ финансирования деятельности фирмы (эмиссия долгового или собственного капитала) не оказывает влияния на её рыночную стоимость и инвестиционные решения. Данная предпосылка позволяла абстрагироваться от специфики финансовых рынков при анализе макроэкономических процессов, таких как экономический рост и деловые циклы. ИмPLICITно теорема постулирует равенство стоимости внешних и внутренних источников финансирования, а также «безразличие» фирм к структуре капитала [34].

Первая теорема: если существует совершенный рынок и отсутствуют налоги, неплатёжеспособность, асимметричная информация, тогда рыночная стоимость предприятия не зависит от формы финансирования предприятия и в особенности от величины задолженности предприятия.

Вторая теорема: если первая теорема верна, то существует предприятие, чьи пассивы будут преимущественно состоять из заёмных средств и в меньшей степени из собственных, тогда норма затрат собственного капитала будет представлять линейную зависимость по спреду нормы затрат совокупного и заёмного капиталов [65]:

$$r_E = r_U + \frac{D}{E} \cdot (r_U - r_D),$$

где  $r_E$  – норма собственного капитала предприятий,  $r_U$  – норма собственного капитала предприятий, финансирующегося только за счет собственных средств,

$r_D$  – стоимость заемного капитала,  $D$  – величина долга,  $E$  – собственный капитал.

Однако, вследствие наличия рыночных несовершенств тезис о равенстве стоимости внутренних и внешних ресурсов теряет свою валидность. На практике внешнее финансирование всегда обходится дороже внутреннего. Разница между стоимостью внешнего и внутреннего финансирования формирует премию за внешний. Данная премия всегда положительна, однако её величина динамична и зависит от финансового состояния заемщика.

Согласно концепции финансового акселератора, при заданной потребности в финансировании снижение чистого богатства ведет к росту премии за внешний капитал, что, в свою очередь, сокращает объем выпуска и текущие расходы. Ухудшение реальных показателей негативно сказывается на величине чистого богатства, создавая порочный круг: снижение богатства усложняет доступ к внешнему финансированию, что еще больше ухудшает экономические показатели. Данный механизм самоусиления получил название финансового акселератора. Внешние шоки, воздействующие на чистое богатство заемщиков, многократно усиливаются и транслируются на реальные экономические индикаторы.

М. Столбовым рассмотрен пример применения модели кредитного акселератора Б. Бернанке. Предприниматели используют технологию, при которой запас факторов производства формируется в периоде 0, а выпуск продукции осуществляется в периоде 1. Производство требует двух видов ресурсов: имеющегося в наличии, который может быть продан в конце периода 1 (земля) и переменный фактор (сырье), запасы которого

формируются в периоде 0 и полностью расходуются в процессе производства [93,123].

В начале периода 0 предприниматели располагают денежным потоком от предыдущего цикла выпуска в объеме [93]:

$$a_0 \cdot f(x_0),$$

где  $f(x_0)$  – производственная функция,  $a_0$  – параметр эффективности.

Предприниматели несут долговое обязательство в размере

$$r_0 \cdot k_0,$$

где  $k_0$  - сумма займа предыдущего периода,  $r_0$  - процентная ставка.

Допустив возможность привлечения нового займа  $k_1$  в начале периода 1 по ставке  $r_1$ , тождество, определяющее запас переменного фактора  $x_1$ , имеет вид [122]:

$$x_1 = a_0 \cdot f(x_0) + k_1 - r_0 \cdot k_0.$$

Предположим, что в случае дефолта предпринимателя кредиторы не могут без дополнительных издержек получить контроль над произведенной продукцией. Данная предпосылка, известная в теории как затратная проверка реального положения дел, делает невозможным полное обеспечение обязательств будущим доходом.

В связи с этим для защиты интересов кредиторов в качестве залога рассматривается фиксированный фактор ( $F$ ). Следовательно, объем нового займа ограничен дисконтированной рыночной стоимостью залога [124]:

$$k_1 \leq \frac{q_1}{r_1} \cdot F.$$

Объединяя тождество для  $x_1$  и ограничение для  $k_1$ , получаем выражение для доступного объема производства [124]:

$$x_1 \leq a_0 \cdot f(x_0) + \frac{q_1}{r_1} \cdot F - r_0 \cdot k_0.$$

Таким образом, использование переменного ресурса ограничено суммой текущего денежного потока и стоимости залога за вычетом долговых обязательств.

Механизм финансового акселератора активируется под воздействием следующих факторов, влияющих на чистое богатство: сокращение денежного потока (ухудшение ликвидной позиции предприятия), падение рыночной цены фиксированного фактора производства, что снижает стоимость залога и, соответственно, кредитный лимит, повышение процентных ставок (увеличивает долговое бремя, снижает дисконтированную стоимость залога, так как находится в знаменателе).

Применительно к глобальному финансовому кризису распространение негативных эффектов объясняется мощным шоком, сократившим чистое богатство как финансовых институтов, так и компаний реального сектора. В данном процессе были задействованы все три вышеуказанных фактора.

Хотя рассмотренная микроэкономическая модель объясняет механизмы финансового акселератора на уровне отдельного агента, она не позволяет напрямую оценить совокупный макроэкономический эффект.

Следовательно, в условиях роста стоимости заемного капитала и введения ограничений на его доступность (кредитного рационирования) механизм финансового акселератора проявляется в виде структурной дифференциации экономической активности. Отрасли, характеризующиеся высокой концентрацией малых фирм с значительным уровнем левериджа, подвержены наиболее стремительному и глубокому падению производственного выпуска и инвестиций. Напротив, крупные компании, обладающие более устойчивым финансовым положением и доступом к альтернативным источникам финансирования, демонстрируют более сглаженную реакцию на негативные шоки. Этот дисбаланс, известный как эффект «бегства в качество», имеет нелинейный характер: его разрушительное воздействие на малый и средний бизнес усиливается пропорционально углублению рецессии [123].

Исследования показывают, что под воздействием финансового акселератора, предприниматели снижают в первую очередь инвестиции в оборотные средства, а не инвестиции в основной капитал [93].

Одной из наиболее значимых моделей, разработанных в рамках кредитного канала, является модель кредитных циклов, разработанная Н. Киётаки и Дж. Муром, представляет собой теоретический аппарат, демонстрирующий механизм мультипликативного усиления малых экономических шоков через канал кредитных ограничений. Данная модель объясняет, как колебания на финансовых рынках трансформируют незначительные возмущения в существенные колебания реального выпуска и экономической активности [65].

Фундаментальным допущением модели является наличие проблемы принудительного исполнения обязательств. В условиях, когда заемщики не могут быть принуждены к полному погашению долговых обязательств, кредитование в равновесии возможно исключительно при наличии имущественного обеспечения. Следовательно, способность заемщика привлекать внешнее финансирование жестко ограничена стоимостью его активов, которые могут быть конфискованы кредитором в случае дефолта.

Ключевым элементом модели является обратная связь между стоимостью активов и объемом доступного кредитования, которая создает эффект финансового акселератора:

В период рецессии или при возникновении негативного шока доходность капитала снижается. Падение доходности ведет к уменьшению рыночной стоимости активов, что прямо снижает их ценность в качестве обеспечения по кредитам. Уменьшение стоимости залога сужает кредитный лимит предприятий. В результате компании вынуждены сокращать объем заимствований и, как следствие, инвестиционную активность. Сокращение инвестиций приводит к дальнейшему падению совокупного спроса и выпуска, что, в свою очередь, вызывает новое снижение стоимости активов.

В работе И. Арнольда предложен концептуальный подход, получивший название «промышленный канал» трансмиссионного механизма. В отличие от традиционных моделей, фокусирующихся на изменении рыночной стоимости

активов фирм, данный канал акцентирует внимание на динамике доходов предприятий и их чувствительности к монетарным шокам [118].

Теоретическая основа модели базируется на принципе «риск-доходность». Согласно данной гипотезе, в промышленном секторе более рискованные отрасли, чья деятельность является наиболее эластичной по отношению к изменениям денежно-кредитной политики, требуют более высокой доходности капитала

Модель Арнольда базируется на подходе векторной авторегрессии (VAR), предложенном Кристофером Симоном. Данный метод позволяет анализировать динамическую взаимосвязь между несколькими макроэкономическими переменными без жесткого априорного разделения на эндогенные и экзогенные (в отличие от структурных моделей), что особенно важно для анализа влияния монетарных шоков на различные секторы экономики [119].

Для верификации гипотезы автором была построена векторная авторегрессия, включающая следующие переменные: изменение реального дохода сектора в регионе, индекс потребительских цен, отраслевые индексы цен, динамика реальной процентной ставки.

Базовая спецификация модели имеет вид [118]:

$$Y_{i,t} = A_0 + \sum_{k=1}^p A_k Y_{i,t-k} + \varepsilon_{i,t},$$

где  $Y_{i,t}$  - вектор эндогенных переменных для сектора  $i$  в момент времени  $t$ ;  $A_0$  - вектор констант;  $A_k$  - матрицы коэффициентов авторегрессии для лагов  $k$ ;  $p$  - оптимальная длина лага;  $\varepsilon_{i,t}$  - вектор структурных ошибок (шоков).

В зависимости от конкретной спецификации исследования, в вектор включаются переменные: реальный выпуск сектора экономики, общий уровень цен, индексы цен производителей или цен конкретной отрасли, реальная процентная ставка (ключевая ставка ЦБ, скорректированная на

инфляцию, мера рыночного риска отрасли, рентабельность капитала, показатели денежной массы.

На основе этой модели И. Арнольд делает следующие выводы, которые подтверждают гипотезу «промышленного канала» [119]:

1. реакция выпуска на монетарный шок значительно различается между отраслями;
2. добывающие отрасли демонстрируют положительную или нейтральную реакцию на рост ставок (из-за эффекта альтернативных издержек и рискованности);
3. обрабатывающие отрасли демонстрируют сильное отрицательное и быстрое падение выпуска, наиболее негативную реакцию на ужесточение денежно-кредитной политики, превышающую средние показатели по экономике.
4. сфера услуг и госсектор демонстрируют слабую реакцию.

Модель И. Арнольда доказывает, что структура реальной экономики (отраслевая специализация) является критическим фактором трансмиссии.

Традиционные макроэкономические модели, агрегирующие всю экономику в один показатель, могут скрывать важные структурные диспропорции, возникающие при изменении денежно-кредитной политики.

Установлено, что добывающая промышленность (в частности, добыча нефти и металлургия) демонстрирует парадоксальную реакцию: рост процентных ставок оказывает на нее смягчающее воздействие, что выражается в положительной динамике объемов производства.

Теоретическое обоснование данного феномена заключается в том, что рост ставок увеличивает альтернативные издержки для непроемких или менее рискованных отраслей, делая добычу ресурсов относительно более привлекательной. Кроме того, высокая рискованность данных отраслей стимулирует активность в условиях ужесточения денежной политики.

Исследование подтверждает сильное влияние процентных ставок на инвестиционно-ориентированные отрасли, в то время как предприятия сферы

услуг и государственный сектор проявляют низкую чувствительность к монетарным импульсам. Снижение инвестиций в основные фонды характеризуется наибольшим временным лагом по сравнению с другими макроэкономическими переменными. Это свидетельствует о «инерционности» реального сектора при перестройке производственных мощностей.

Данная модель стала основой для дальнейших исследований, показывающих, что для эффективной монетарной политики необходимо учитывать не только общие макроэкономические показатели, но и отраслевую специфику и уровень риска в различных секторах.

Региональная асимметрия воздействия монетарных шоков детерминирована преимущественно отраслевой структурой промышленности. Следовательно, эффективность государственной политики должна учитывать специфические различия в реакции отраслей и на денежные импульсы.

Выводы по 1 главе:

Денежно-кредитная политика оказывает существенное влияние на отраслевую динамику через изменение доступности кредитных ресурсов и стоимости заемного капитала. Ужесточение монетарных условий приводит к сокращению инвестиционной активности, что в свою очередь замедляет рост выпуска в среднесрочной и долгосрочной перспективе.

Объем выпуска демонстрирует высокую зависимость от уровня инвестиций, что подтверждает ключевую роль капиталовложений в обеспечении экономического роста. При этом эффективность инвестиций существенно варьируется между отраслями, что связано с различиями в технологической структуре и капиталоемкости.

Взаимодействие монетарных факторов и производственных затрат создает комплексное воздействие на отраслевую динамику. В периоды ужесточения денежно-кредитной политики и роста издержек предприятия промышленного сектора экономики сталкиваются с двойным негативным

эффектом, что может приводить к существенному замедлению экономической активности.

Изучение динамики экономических процессов – это не только академический интерес, а фундаментальная необходимость для понимания того, как работает экономика, прогнозирования ее будущего развития и принятия эффективных решений на всех уровнях от индивидуального до государственного [21].

К основным причинам изучения динамики экономических процессов относят необходимость понимания причинно-следственных связей и механизма функционирования экономики. В связи с изменчивостью экономических процессов, изучение динамики позволяет увидеть, как одни события или решения влияют на другие, как развиваются тренды, какие факторы определяют рост или спад. Изучение динамики экономических процессов – это ключ к пониманию настоящего, прогнозированию будущего и принятию разумных, эффективных решений, которые способствуют стабильному развитию и процветанию как отдельных субъектов, так и экономики в целом [3,4].

Актуальность изучения отраслевой экономической динамики обусловлена её ключевой ролью в понимании глубинных механизмов трансформации современной экономики. В отличие от макроэкономического анализа, который оперирует агрегированными показателями, такими как ВВП, общая инфляция, уровень безработицы, отраслевой подход позволяет выявить и проанализировать дисбалансы, структурные сдвиги и точки роста, скрытые за усреднёнными данными. Именно на отраслевом уровне происходят фундаментальные процессы: диффузия технологических инноваций, изменение производительности, перераспределение ресурсов и капитала, формирование новых рынков и угасание традиционных.

Изучение отраслевой динамики предоставляет инструментарий для идентификации «точек роста» экономики, отраслей-драйверов и, напротив, зон стагнации и системных рисков. Такой анализ является необходимой

основой для разработки адресной и эффективной промышленной и технологической политики, позволяя не только реагировать на макроэкономические тренды, а целенаправленно формировать желаемую отраслевую структуру экономики, усиливая её конкурентоспособность и устойчивость в долгосрочной перспективе [11].

Следовательно, отраслевая экономическая динамика выступает важнейшим связующим звеном между микроэкономическими решениями отдельных компаний и макроэкономическими результатами национального хозяйства.

## **2 Разработка экономико-математических моделей оптимизации параметров отраслевого развития**

### **2.1 Обоснование отраслевого подхода при моделировании экономической динамики промышленности РФ**

Теоретическая база исследований экономической динамики весьма обширна и имеет ряд подходов, некоторые из них подтверждают и детализируют друг друга, иные – рассматривают экономические процессы с различных позиций. Исследователи основывали выводы и модели на макроэкономических показателях, анализировали процессы, протекающие на уровне государства или ряда стран. Моделирование основного направления развития экономики страны позволяет отдельным отраслям и предприятиям сформировать стратегический план на долгосрочную перспективу, что обуславливает необходимость более детального исследования экономического роста по отраслям [1,9,27].

Макроэкономические показатели не выявляют специфику отдельных отраслей. Каждый вид экономической деятельности имеет свои особенности и по-разному реагирует на внешние и внутренние изменения. Скорость внедрения инноваций и технологий, эффективность автоматизации производственных процессов, зависимость от международных связей, наличие фактора сезонности – это и многое другое обуславливает значительные различия в моделировании динамики отраслей.

В данном исследовании, для сравнительного анализа отраслей используется коэффициент вариации и темп роста соответствующих показателей [12].

Анализ коэффициента вариации позволяет выявить отрасли с нестабильной динамикой, определить показатели, имеющие колебания и отклонения от среднего. С другой стороны, отрасли, отличающиеся стабильностью в своем развитии, также интересны для анализа и должны быть

рассмотрены отдельно от отраслей, имеющих высокий уровень волатильности. Однако, помимо оценки и анализа величины отклонения от среднего, следует учесть темп роста – отношение данных последнего года к значению первого года анализируемого периода.

На основании значений коэффициента вариации примем следующую градацию для отраслей экономики: коэффициент вариации менее 10 % указывает на низкую изменчивость данных и высокую однородность, такие отрасли можно назвать стабильными; коэффициент вариации от 10 % до 30 % указывает на умеренную изменчивость данных, будем называть такие отрасли умеренными; коэффициент вариации более 30 % указывает на высокую изменчивость данных и их значительный разброс относительно среднего значения, такие отрасли можно охарактеризовать как нестабильные.

Темп роста как изменение показателя за весь рассматриваемый период может иметь значения менее 100 %, что соответствует снижению рассматриваемого показателя и говорит об убывающем тренде в данной отрасли. Темп роста от 100 % до 200 % свидетельствует о возрастающем тренде показателя отрасли. Если темп роста более 200 %, то такой показатель характеризует динамично развивающуюся отрасль.

Темп роста за весь исследуемый период позволит определить изменение показателя экономической динамики и в совокупности с анализом коэффициента вариации классифицировать отрасли в соответствии с предложенными терминами. Границы деления показателей отраслей экономики представлены на рисунке 2.1.

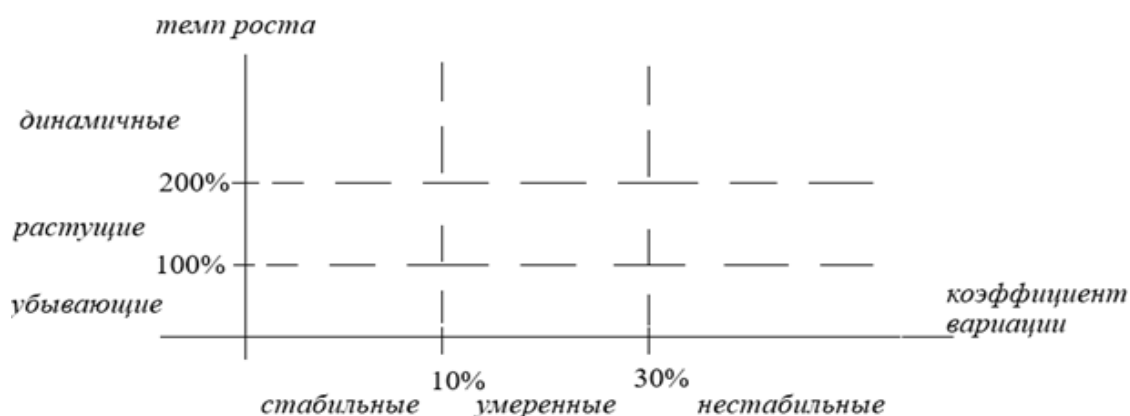


Рисунок 2.1 - Границы деления показателей отраслей экономики  
(разработано автором)

Основываясь на предложенном делении показателей отраслей экономики по значениям коэффициента вариации и темпа роста, можно выделить отрасли с различными характеристиками. Подобная классификация позволит определить схожие подходы к моделированию показателей отраслей, отнесенных к одной группе. В целях наиболее полного анализа отраслей, следует рассмотреть несколько показателей, к примеру валовую добавленную стоимость, как показатель результата функционирования отрасли; оборот организаций отрасли, как финансовый показатель деятельности; инвестиции как показатель вложений в развитие отрасли.

В целях анализа отраслевой структуры рассмотрим значения следующих отраслевых показателей: валовая добавленная стоимость по отраслям экономики, оборот организаций, инвестиции. Каждый из показателей проанализируем по всем отраслям экономики и выделим основные группы отраслей, обладающие схожей динамикой с целью выработки отдельных подходов к моделированию их показателей.

На рисунке 2.2 представлено распределение отраслей экономики РФ по значениям коэффициента вариации и темпов роста валовой добавленной стоимости (ВДС) за период 2010 – 2024 гг. [44].

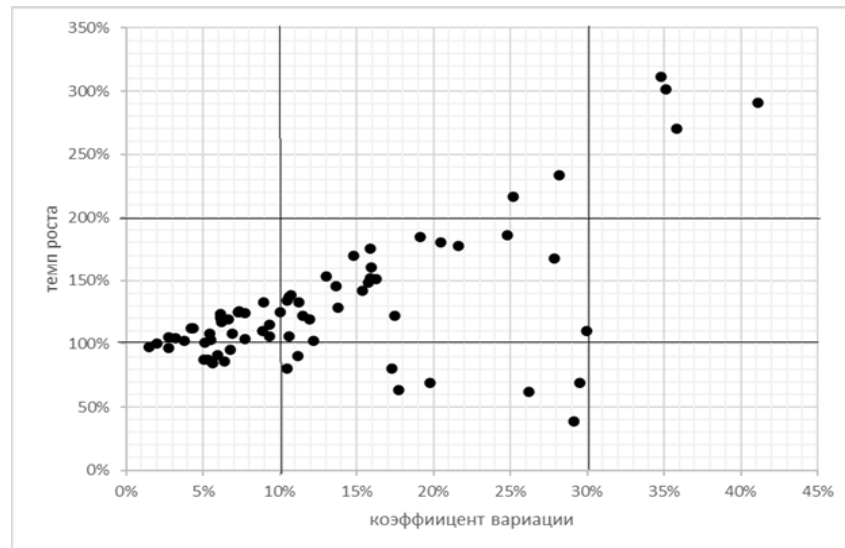


Рисунок 2.2 - Соотношение коэффициента вариации и темпа роста валовой добавленной стоимости по отраслям экономики за 2010 – 2024 гг. (составлено автором на основе данных [44])

Представляют интерес отрасли, координаты которых существенно отдалены от общего скопления точек на графике, а значит демонстрируют отличие от большинства отраслей.

По показателю ВДС основная часть отраслей попала в категории стабильных и умеренных, имеющих в основном увеличивающиеся показатели темпа роста. Только четыре отрасли попали в категорию нестабильных динамичных отраслей – это «Производство лекарственных средств и материалов, применяемых в медицинских целях», «Производство готовых металлических изделий, кроме машин и оборудования», «Ремонт и монтаж машин и оборудования», «Разработка компьютерного программного обеспечения, консультационные услуги в данной области и другие сопутствующие услуги; деятельность в области информационных технологий».

За исследуемый период данные виды экономической деятельности показали значительные темпы роста валовой добавленной стоимости, сопровождающиеся значительными отклонениями от среднего значения, что существенно отличает их от других отраслей.

На рисунке 2.3 представлена динамика валовой добавленной стоимости для отдельных отраслей, что наглядно показывает существенные различия в тренде, в то время, как агрегированный показатель имеет устойчивый возрастающий тренд без колебаний.

Существенные различия в характере изменений валовой добавленной стоимости по отраслям подтверждает необходимость отраслевого подхода при моделировании и исследовании экономического роста.

Соотношение коэффициента вариации и темпов роста показателя оборота организаций по отраслям экономики представлено на рисунке 6.

Отрасли с максимальными значениями коэффициента обнаруживают нехарактерные, отличные от страновых, значения коэффициента вариации и темпов роста (рисунок 2.3).

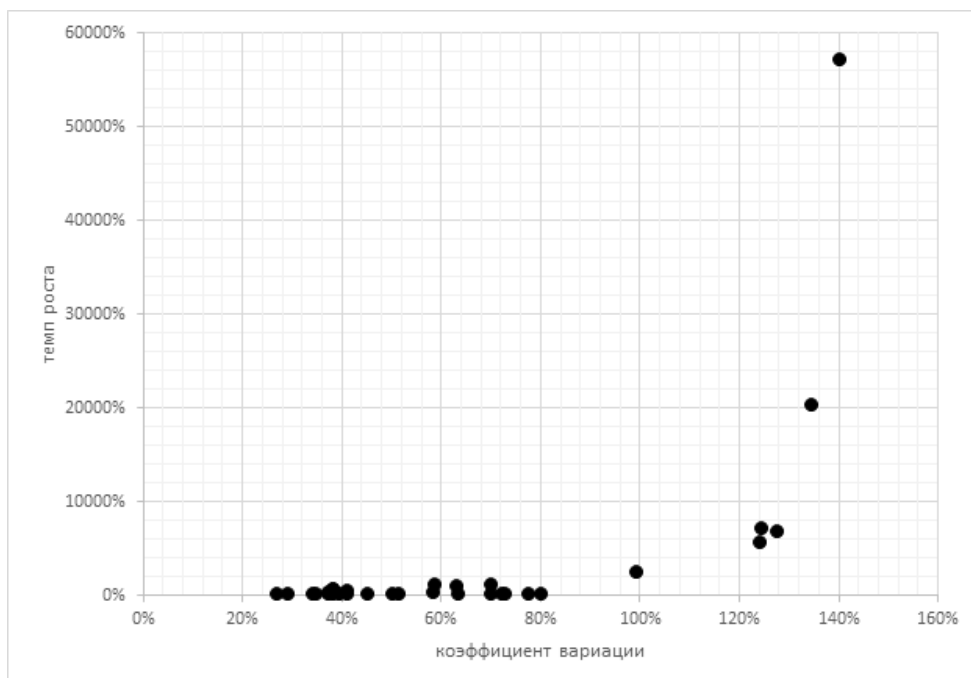


Рисунок 2.3 - Соотношение коэффициента вариации и темпа роста оборота организаций по отраслям экономики за 2010 – 2024 гг. (составлено автором на основе данных [44])

Объем инвестиций в основной капитал характеризует потенциальный возможности развития производства, перспективность его деятельности и внедрения технологий.

Рассмотрим значения коэффициента вариации и темпов роста инвестиций в основной капитал за период 2010-2024 гг. для отраслей экономики и сопоставим их значения, выявив наиболее стабильные и динамичные отрасли (рисунок 2.4).

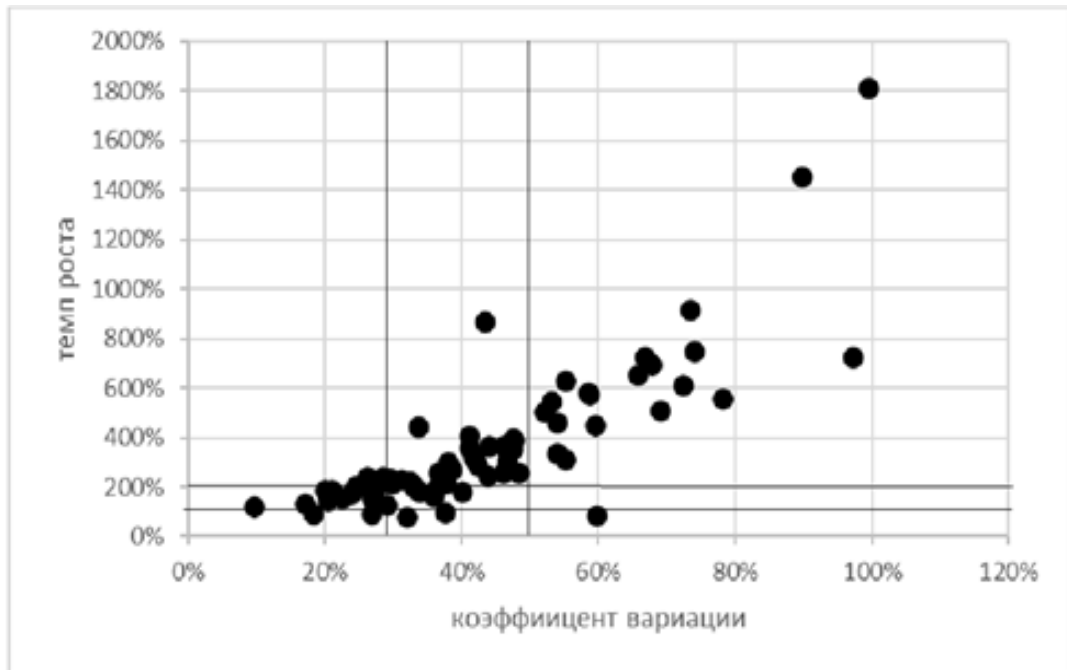


Рисунок 2.4 - Соотношение коэффициента вариации и темпа роста инвестиций в основной капитал по отраслям экономики за 2010 – 2024 гг. (составлено автором на основе данных [42])

Темпы роста инвестиций за рассматриваемый период практически по всем отраслям показывают возрастающую динамику и умеренное изменение по коэффициенту вариации.

Анализ отраслей экономики, произведенный по таким показателям, как валовая добавленная стоимость, оборот предприятий и инвестиции в основные фонды, выявил существенные различия в динамике отраслей [90].

Коэффициент вариации, характеризующий степень отклонения от среднего значения, по отдельным отраслям достигал 140 %, что говорит о существенных отклонениях от среднего значения.

Темп роста также имел значительные различия в значениях отдельных отраслей от значений менее 50 % до более 300 % для показателя валовой добавленной стоимости.

При этом следует отметить довольно равномерный характер динамики агрегированных показателей, демонстрирующих возрастающий тренд без существенных колебаний.

Предприятия и организации в условиях рыночной экономики сталкиваются с проблемами стратегического планирования и прогнозирования своего развития. Рациональный подход к данному процессу основывается на изучении экономической ситуации в стране и анализе макроэкономических показателей. Однако, агрегированные макроэкономические показатели не способны предоставить полной картины действий экономических агентов, поскольку представляют общие данные, не выявляя специфику отдельных отраслей.

В этой связи, применение отраслевого подхода при моделировании и исследовании динамики экономических показателей представляется обоснованным и необходимым

## **2.2 Разработка моделей динамики показателей деятельности в отраслях экономики**

Производственные функции являются важным инструментом экономического анализа и моделирования производственных процессов. Они позволяют описать зависимость объема продукции от факторов производства.

Различают следующие основные виды производственных функций по количеству рассматриваемых факторов: однофакторные, двухфакторные, многофакторные. Однофакторная функция представляет собой зависимость объема производства от одного фактора, двухфакторная от двух факторов, многофакторная от нескольких [26].

Примером однофакторной функции является показательная функция вида:

$$y = a_0 - k \cdot a_1^x,$$

где  $a_0, a_1, k$  –параметры функции.

При росте затрат ресурса  $x$  объем произведенной продукции  $y$  тоже растет, стремясь к значению параметра  $a_0$ .

На рисунке 2.5 представлена показательная производственная функция.

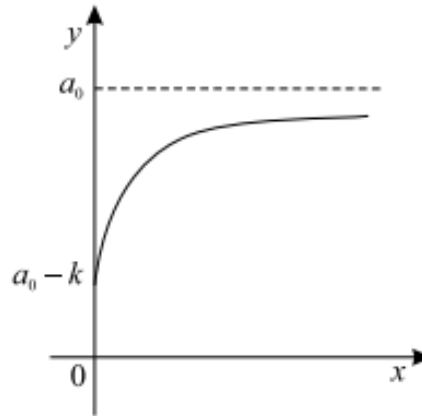


Рисунок 2.5 – График показательной производственной функции

Степенная функция также является примером однофакторной функции:

$$y = x^{a_0},$$

где  $a_0$  – параметр функции,  $y$  – объем произведенной продукции при затратах ресурса  $x$ .

При росте затрат ресурса, объем производства без ограничений возрастет. Скорость роста зависит от величины параметра функции.

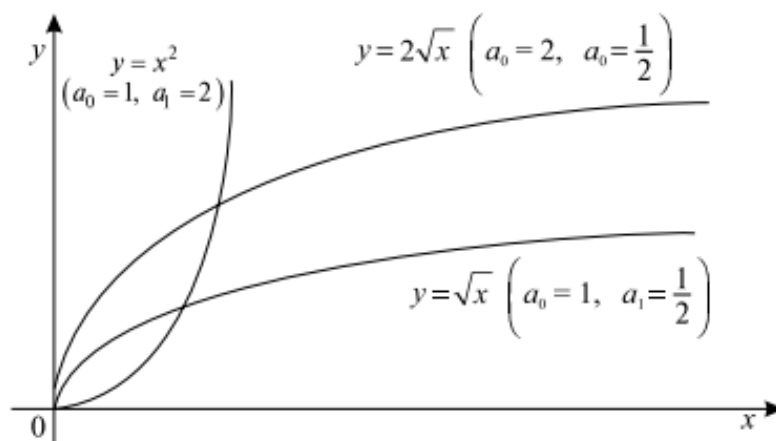


Рисунок 2.6 – График степенной производственной функции

Примером двухфакторной производственной функции является линейная производственная функция, представляющая собой результат  $Q$

производственного процесса, в котором вводимые ресурсы  $L$  и  $K$  являются совершенными заменителями, то есть один, может быть полностью заменен другим [26]:

$$Q = A \cdot L + B \cdot K.$$

Функция фиксированного производства  $Q$ , с фиксированной пропорцией отражает производственный процесс, в котором вводимые ресурсы  $L$  и  $K$  требуются в фиксированных пропорциях, поскольку не может быть замены друг другом:

$$Q = \min\left(\frac{K}{k}, \frac{L}{l}\right),$$

где  $k, l$  – параметры функции, отражающие требуемое количество труда и капитала на единицу продукции.

Классикой экономической теории по праву считается производственная функция Кобба-Дугласа. Функция представляет собой типичную производственную функцию, в которой труд и капитал могут замещаться не полностью [26]:

$$Q = A \cdot L^\alpha \cdot K^\beta,$$

$$\alpha + \beta = 1,$$

где  $Q$  – объем выпуска продукции,  $L$  – количество применяемого труда,  $K$  – количество применяемого капитала,  $A$  – технологический коэффициент,  $\alpha$  – коэффициент эластичности по труду,  $\beta$  – коэффициент эластичности по капиталу

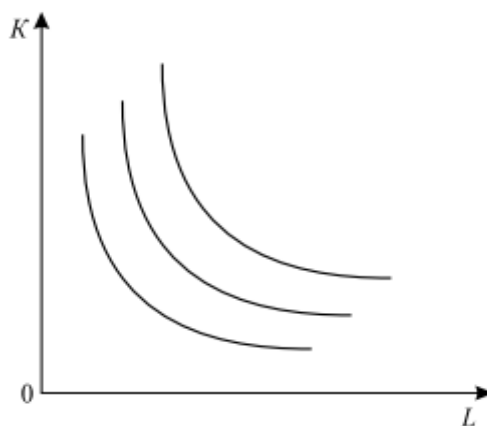


Рисунок 2.7 – График производственной функции Кобба-Дугласа

Производственная функция CES является синтезом производственных функций Кобба-Дугласа, Леонтьева и линейной производственной функции, она обладает постоянной эластичностью замещения факторов производства (т.е. постоянное изменение одного фактора вызывает одинаковое изменение другого).

Развитие отрасли детерминировано сложной системой внешних и внутренних факторов, находящихся в динамическом взаимодействии.

Макроэкономическая конъюнктура в виде темпов роста ВВП, индекса потребительских цен, курса национальной валюты, доступности кредитных ресурсов, определяет общий уровень деловой активности и инвестиционной привлекательности отрасли. Государственная промышленная и торговая политика создает институциональные условия функционирования отрасли предоставляя налоговые льготы и субсидии. Внешнеэкономическая и геополитическая обстановка оказывает прямое воздействие на экспортные возможности и импортозависимость отраслей экономики.

В качестве внутренних факторов отраслевого развития, принято выделять степень износа основных фондов, наличие современных производственных линий, внедрение ресурсосберегающих технологий, определяющие производительность и себестоимость продукции. Финансовая устойчивость предприятий, а именно рентабельность производства, уровень долговой нагрузки, доступ к источникам финансирования обеспечивает возможности для инвестирования в развитие.

Взаимодействие этих факторов формирует траекторию развития отрасли, причем в периоды внешних шоков (как пандемия 2020 г. или санкционное давление 2022 г.) именно внутренние факторы, поддержанные мерами государственной политики, становятся критически важными для обеспечения устойчивости и последующего роста отраслей экономики [22].

Динамика структуры инвестиций в основной капитал предприятий российской экономики по источникам финансирования представлена на рисунке 2.8.

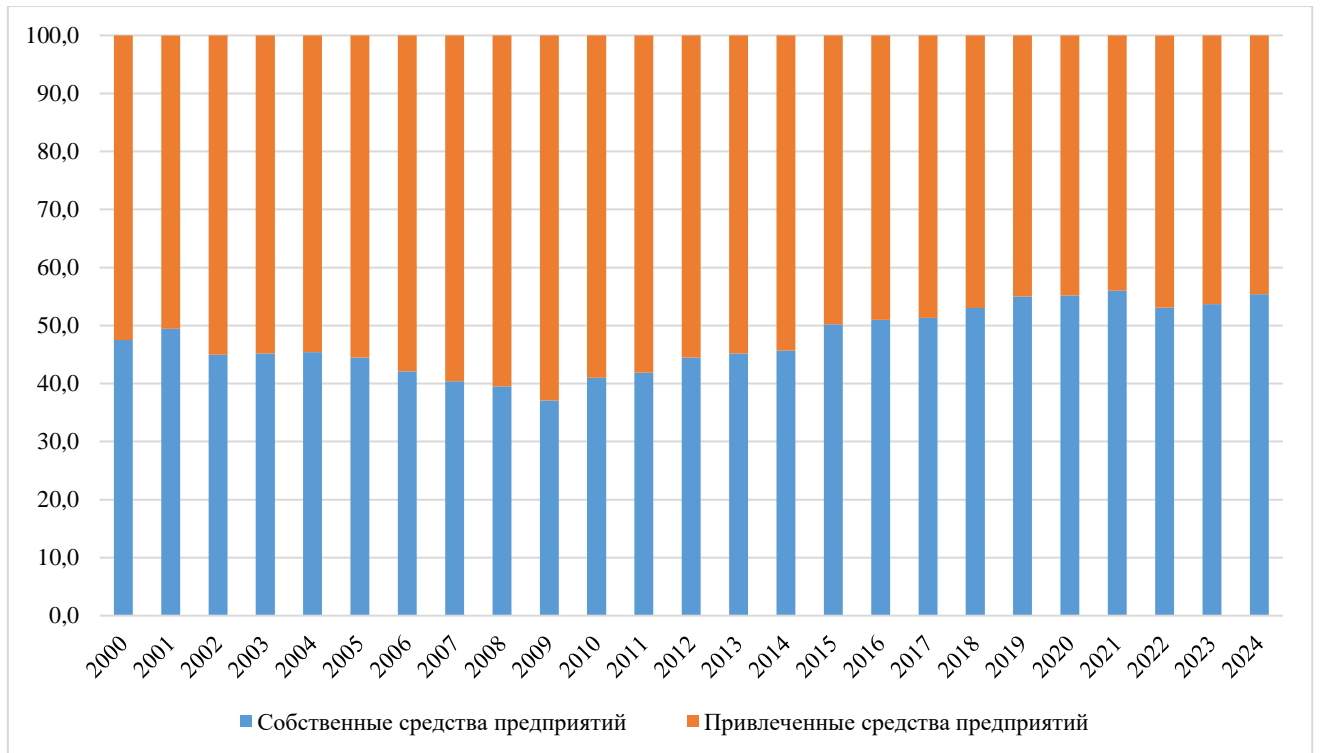


Рисунок 2.8 - Динамика структуры инвестиций в основной капитал предприятий российской экономики по источникам финансирования за период с 2000 – 2024 гг. в % (составлено автором на основе данных [43])

Собственные средства предприятий занимают существенную долю в структуре инвестиций в основной за рассматриваемый период. Следует отметить увеличение данной составляющей с 2010 года. Снижение доли привлеченных средств объясняется изменением экономической ситуацией и условиями кредитования предприятий.

В то же время в рамках привлеченных средств предприятий наиболее значимую часть занимают заемные средства кредитных организаций. На рисунке 2.9 динамика структуры инвестиций в основной капитал за счет привлеченных средств представлена за период с 2000 г. по 2024 г. в процентах.

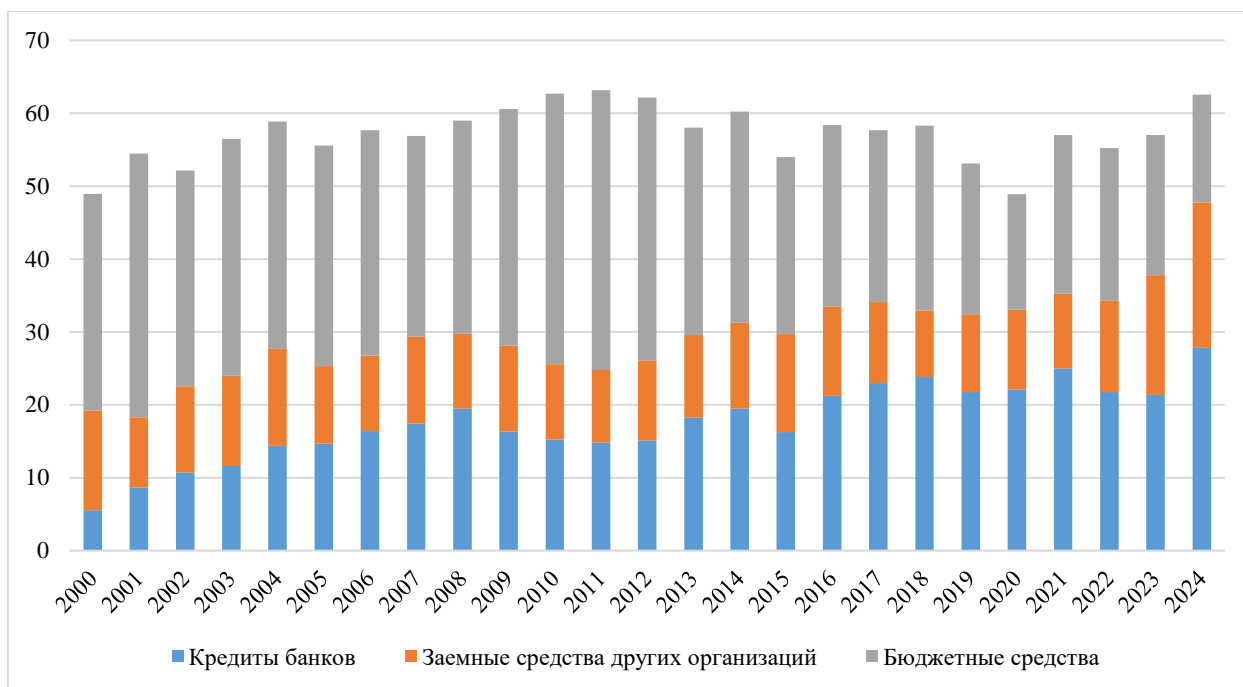


Рисунок 2.9 - Динамика структуры инвестиций в основной капитал предприятий российской экономики за счет привлеченных средств за период с 2000 – 2024 гг. в % (составлено автором на основе данных [43])

На рисунке 2.9 видна тенденция к увеличению заемных средств в виде кредитов банков в структуре инвестиций в основной капитал предприятий российской экономики. Важность инвестиций в основные фонды как ключевого фактора роста объема производства обусловлена их непосредственной связью с расширением и модернизацией производственного аппарата экономики.

Основные фонды, представляющие собой материально-вещественную основу любого производства, определяют его технический уровень, производственную мощность и потенциальные возможности выпуска продукции. Инвестиции в обновление основных фондов и их прирост приводят к качественным изменениям отраслевой динамики: внедрению новых технологий, повышению фондовооруженности труда, снижению энергоемкости и материалоемкости, что в совокупности ведет к росту совокупной факторной производительности.

Количественный аспект проявляется в прямом увеличении мощностей, позволяющем наращивать выпуск продукции без снижения эффективности.

Таким образом, инвестиции в основные фонды являются не просто экстенсивным, но и интенсивным фактором роста. Эмпирические данные подтверждают наличие устойчивой положительной корреляции между динамикой инвестиций в основной капитал и темпами роста промышленного производства и ВВП в средне- и долгосрочной перспективе. Следовательно, анализ объемов, структуры и эффективности подобных инвестиций предоставляет критически важную информацию для прогнозирования траекторий экономического развития и формирования стратегий промышленной политики, направленной на обеспечение устойчивого роста.

Анализ роли операционных расходов в обеспечении роста объема производства позволяет выявить их двойственную природу как необходимого условия и одновременно потенциального ограничителя экономического роста.

В отличие от капитальных вложений, операционные расходы обеспечивают непрерывность текущей хозяйственной деятельности, покрывая такие критически важные статьи, как затраты на сырье и материалы, энергоресурсы, оплату труда основного производственного персонала, техническое обслуживание оборудования и логистику. Их достаточный объем является обязательным условием для полного использования существующих производственных мощностей.

Исследование взаимосвязи динамики операционных расходов и объема производства предоставляет основу для разработки механизмов повышения операционной эффективности как важнейшего источника интенсивного роста [71].

Описанная система внешних и внутренних факторов, влияющих на развитие отрасли, формализована в работе в виде экономико-математической модели, удовлетворяющей следующим ограничениям:

- 1) в качестве источников привлеченных средств рассматриваются средства кредитных организаций, как имеющие наибольшую долю в источниках инвестиций в основные фонды и структуре привлеченных средств;

2) объем отгруженной продукции предприятий отрасли зависит от объема инвестиции в основные фонды и операционных расходов.

Обозначим  $Q_t$  – объем отгруженной продукции собственного производства отдельной отрасли (в денежном выражении) в  $t$ -й временной период,  $Z_t$  – расходы на операционную деятельность отрасли в  $t$ -й временной период,  $M_t$  – инвестиции в основные фонды предприятий отрасли в  $t$ -й временной период,  $SM_t$  – основные фонды в  $t$ -м временном периоде.

Тогда зависимость объема отгруженной продукции от операционных расходов и инвестиций в основные фонды запишем в виде функции  $Q_t = Q_t(Z_t, M_t)$ , отвечающей следующим требованиям:

$$\frac{\partial Q_t}{\partial Z_t} > 0, \quad (2.1)$$

$$\frac{\partial Q_t}{\partial M_t} > 0 \quad (2.2)$$

$$\frac{\partial^2 Q_t}{\partial M_t^2} < 0, \quad (2.3)$$

$$Q_t|_{Z_t=0} = 0. \quad (2.4)$$

В экономическом анализе производная функции объема выпуска продукции по затратам имеет фундаментальное значение, выступая количественной мерой предельной эффективности использования ресурсов. Её значение в каждой точке отражает предельную отдачу от дополнительной единицы затрат, то есть прирост объема продукции, полученный при увеличении совокупных затрат на бесконечно малую величину. Если выполняется условие (2.1), это свидетельствует о положительной отдаче от дополнительных вложений; однако ключевым для принятия управленческих решений является не только знак, но и динамика этой величины.

Отрицательная вторая производная (2.3) является математическим выражением фундаментального экономического закона убывающей предельной отдачи. Это означает, что каждая последующая единица затрат приносит меньший дополнительный выпуск, чем предыдущая, что типично

для краткосрочного периода при фиксированных других факторах производства. Положительная вторая производная может наблюдаться на участке возрастающей отдачи, часто в начале масштабирования нового проекта или при коренной технологической модернизации, когда эффект от синергии и оптимизации процессов превосходит фактор убывающей отдачи. Точка, в которой производная начинает устойчиво убывать, указывает на приближение к области неэффективных затрат, что сигнализирует о необходимости не увеличения ресурсов, а технологических или организационных изменений для сдвига производственной функции вверх.

Производная функции зависимости объема продукции от инвестиции основные фонды (2.2) количественно выражает предельную эффективность инвестиций. Её значение показывает дополнительный объем продукции, который может быть получен при увеличении инвестиций в основные фонды на малую единицу при прочих неизменных условиях.

При соблюдении условия (2.2) каждое дополнительное вложение в основные фонды приносит прирост выпуска. Это характерно для периодов модернизации, внедрения новых технологий или расширения производственных мощностей. В случае если условие (2.2) не соблюдается имеет место эффект отрицательной отдачи, дополнительные инвестиции не только не увеличивают, но и сокращают объем продукции из-за факторов неэффективного управления, дисбаланса мощностей или технологической несогласованности.

Особую роль играет вторая производная (2.3), которая характеризует динамику эффективности. При соблюдении условий (2.3) возникает возрастающая отдача, иначе – эффект синергии при масштабировании.

Инвестиции в основные фонды  $M_t$  возможны как за счет собственных средств предприятий отрасли  $S_t$ , так и за счет привлеченных средств в виде кредитов  $K_t$ . В случае недостаточности собственных средств, привлеченные средства в виде кредитов, могут быть направлены также на покрытие операционных расходов в период  $t$ .

Собственные средства  $S_t$ , потраченные на развитие производства в отрасли в  $t$ -й временной период, описаны в виде рекуррентной зависимости от результатов операционной деятельности  $P_t$  в  $t$ -ом периоде, что с учетом инфляции  $\pi_t$  запишется следующим образом:

$$S_t = \frac{1}{1 + \pi_{t-1}} (P_{t-1} + S_{t-1}). \quad (2.5)$$

Запишем (2.5) подробнее и преобразуем полученное выражение:

$$\begin{aligned} S_t &= \frac{1}{1 + \pi_{t-1}} (P_{t-1} + S_{t-1}) = \frac{1}{1 + \pi_{t-1}} \left( P_{t-1} + \frac{1}{1 + \pi_{t-2}} (P_{t-2} + S_{t-2}) \right) = \\ &= \frac{P_{t-1}}{1 + \pi_{t-1}} + \frac{P_{t-2}}{(1 + \pi_{t-1})(1 + \pi_{t-2})} + \frac{S_{t-2}}{(1 + \pi_{t-1})(1 + \pi_{t-2})} = \\ &= \frac{P_{t-1}}{1 + \pi_{t-1}} + \frac{P_{t-2}}{(1 + \pi_{t-1})(1 + \pi_{t-2})} + \dots + \frac{P_{t-T} + S_{t-T}}{(1 + \pi_{t-1}) \dots (1 + \pi_{t-T})} = \\ &= \sum_{j=1}^T \frac{P_{t-j}}{\prod_{k=1}^j (1 + \pi_{t-k})}. \end{aligned}$$

Таким образом

$$S_t = \sum_{j=1}^T \frac{P_{t-j}}{\prod_{k=1}^j (1 + \pi_{t-k})}. \quad (2.6)$$

Сумма кредита  $K_t$ , оформленного в  $t$ -й временной период, зависит от ставки по кредитам  $i_t$ , действующим в  $t$ -ом временном периоде для предприятий отрасли и представляет собой зависимость  $K_t = K_t(i_t)$ , отвечающую следующим требованиям

$$\frac{dK_t}{di_t} < 0. \quad (2.7)$$

Производная функции зависимости объема кредитов от величины процентной ставки количественно выражает чувствительность спроса на кредиты к изменению процентной ставки. Значение производной показывает, на сколько единиц изменится объем кредитования при малом изменении ставки при прочих неизменных условиях.

Отрицательная производная (2.7) является стандартной ситуацией на денежном рынке, отражающей закон спроса на деньги. Рост процентной ставки увеличивает стоимость заимствований и сокращает объем кредитования, а снижение ставки стимулирует спрос на кредиты.

Описанные функции формируют систему взаимно зависимых показателей развития отрасли с применением рекуррентных моделей, использующих результаты деятельности отрасли в предыдущих временных периодах.

Основные фонды, используемые в  $t$ -м временном периоде  $SM_t$  рассчитываются в виде рекуррентной модели на основании инвестиций в основные фонды, осуществленных в предыдущие  $M_{t-j}$  ( $j = 1..T$ ) и текущий  $M_t$  периоды с учетом амортизации:

$$SM_t = M_t + (1 - a)M_{t-1} + (1 - 2a)M_{t-2} + \dots + (1 - Ta)M_{t-T}, \quad (2.8)$$

где  $a$  – норма амортизации,  $T$  – ретроспективный временной горизонт.

Запишем (2.8) как рекуррентную зависимость от текущих инвестиций в основные фонды и основных фондов. Для этого преобразуем (2.8) следующим образом

$$\begin{aligned} SM_t &= M_t + (1 - a)M_{t-1} + (1 - 2a)M_{t-2} + \dots + (1 - Ta)M_{t-T} = \\ &= M_t + M_{t-1} - aM_{t-1} + M_{t-2} - 2aM_{t-2} + \dots + M_{t-T} - TaM_{t-T} = M_t + \\ &\quad (M_{t-1} + M_{t-2} + \dots + M_{t-T}) - aM_{t-1} - 2aM_{t-2} - \dots - TaM_{t-T} \\ &= M_t + SM_{t-1} - a \sum_{j=1}^T M_{t-j}. \end{aligned}$$

В итоге получим следующее выражение

$$SM_t = M_t + SM_{t-1} - a \sum_{j=1}^T M_{t-j} = \sum_{j=0}^T M_{t-j} (1 - aj). \quad (2.9)$$

В виде рекуррентной модели аналогично записаны суммарные выплаты  $SY_t$  по кредитам  $K_{t-j}$  ( $j = 0..T$ ), оформленным в текущем и предыдущих периодах, которые необходимо выплатить в текущем в  $t$ -м периоде. Проценты за кредиты, оформленные в текущем  $t$ -м периоде, обозначим  $Y_t$  и суммарные

выплаты по кредитам предыдущих периодов (до  $t - 1$  включительно) –  $SY_{t-1}$ . Коэффициент  $r_t$  показывает влияние ставки кредита на размер выплат и пересчитывается с учетом условий кредитования:

$$SY_t = Y_t + SY_{t-1} = \sum_{j=0}^T K_{t-j} r_{t-j}. \quad (2.10)$$

Функция  $K_t$  для всех рассматриваемых отраслей имеет вид:

$$K_t = \frac{k_D}{i_t^\beta}, \quad k_D > 0, \quad \beta > 0 \quad (2.11)$$

где  $k_D$  и  $\beta$  – параметры модели.

Ограничение, используемое при моделировании отраслевой динамики, имеет вид:

$$Z_t + M_t + SY_t \leq \delta_t S_t + K_t + H_t. \quad (2.12)$$

В качестве ограничения задачи выступает балансовое уравнение, которое в контексте задачи представлено долей  $\delta_t$  собственных средств  $S_t$ , заемными средствами  $K_t$ , денежными средствами от операционной деятельности  $H_t$ , которые могут быть направлены на операционные расходы  $Z_t$ , инвестиции в основные фонды  $M_t$  и погашение обязательств  $SY_t$ .

Денежные средства от операционной деятельности  $H_t$  и собственные средства  $S_t$  являются первичным источником для покрытия обязательств, по принципу приоритета направляются на обслуживание долговых обязательств  $SY_t$ , а также для покрытия операционных расходов  $Z_t$ . Ретроспективная накопленная нераспределенная прибыль является собственным источником финансирования и снижает потребность в привлечении кредитных средств для текущих инвестиций.

С экономической точки зрения, соотношение собственных средств предприятия и привлеченных кредитных ресурсов должно превышать совокупные расходы на операционную деятельность, обслуживание долга и инвестиции в основной капитал. Это условие является фундаментальным

принципом обеспечения финансовой устойчивости и стратегической гибкости компании.

Во-первых, собственные средства выполняют роль буфера, поглощающего риски операционной деятельности и циклических колебаний выручки. Их достаточный объем позволяет предприятию бесперебойно финансировать текущие расходы даже в периоды временного снижения доходности или задержек платежей. Это минимизирует зависимость от краткосрочных дорогих кредитов для покрытия кассовых разрывов, снижая процентные расходы и повышая рентабельность.

Во-вторых, превышение собственного капитала над обязательствами по кредитам напрямую влияет на долговую нагрузку и кредитоспособность. Коэффициент автономии, а именно доля собственных средств в пассивах, является ключевым показателем для банков и инвесторов. Его высокое значение снижает стоимость привлечения заемных ресурсов и расширяет доступ к долгосрочным кредитам на инвестиционные проекты.

В-третьих, инвестиции в основной капитал носят долгосрочный и часто неликвидный характер. Их финансирование за счет собственных средств или долгосрочных целевых кредитов, обеспеченных достаточным собственным капиталом, предотвращает дисбаланс между сроком использования активов и сроком погашения обязательств. Это исключает риск рефинансирования на невыгодных условиях и защищает от потери контроля над активами при кризисах ликвидности.

Оптимальное соотношение собственных и заемных средств позволяет реализовывать антициклическую инвестиционную политику. В периоды рецессии или санкционных ограничений предприятия с высокой долей собственного капитала сохраняют возможность финансировать критическую модернизацию и импортозамещение, не оказываясь под чрезмерной долговой нагрузкой.

Таким образом, требование превышения собственных средств и рационально привлеченных кредитов над расходами является не просто

формальным правилом, а стратегическим императивом. Оно обеспечивает операционную стабильность, снижает зависимость от конъюнктуры кредитных рынков и создает основу для устойчивого развития в условиях неопределенности.

Эконометрические модели формируются на основании статистических данных отраслей экономики и представляют собой многофакторные  $Q_t = Q_t(Z_t, M_t)$  и однофакторные зависимости  $K_t = K_t(i_t)$ .

Обобщенную запись предложенных моделей представим в следующем виде:

$$\begin{aligned}
 Q_t &= Q_t(Z_t, M_t), \\
 SM_t &= \sum_{j=0}^T M_{t-j} (1 - a_j), \\
 SY_t &= \sum_{j=0}^T K_{t-j} r_{t-j}, \\
 K_t &= \frac{k_D}{i_t^\beta}, \\
 S_t &= \sum_{j=1}^T \frac{P_{t-j}}{\prod_{k=1}^j (1 + \pi_{t-k})}.
 \end{aligned}$$

Предложенный подход к моделированию показателей деятельности отраслей экономики позволяет определить тенденции развития при различных значениях параметров инфляции и кредитной ставки для предприятий отрасли. Существующая практика предоставления льготного кредитования для предприятий отдельных отраслей может быть применена для различных видов экономической деятельности, при этом разработанная модель позволит спрогнозировать будущие значения отраслевой динамики при различных значениях кредитной ставки и инфляции.

Рассмотрим различные варианты функции  $Q_t(Z_t, M_t)$ , отличающиеся входящей в нее зависимостью от переменной  $Z_t$ . Характер зависимости определяется в результате спецификации функции на основании

статистических данных определенной отрасли. С учетом условий (2.1) – (2.4) запишем первый из рассматриваемых вариантов:

$$Q_t(Z_t, M_t) = AZ_t^\alpha SM_t^\gamma, \quad (2.13)$$

где  $A, \alpha, \gamma$  – параметры функции,  $A > 0, \alpha \in (0,1), \gamma \in (0,1)$ .

Проверим выполнение условий (2.1) – (2.4) для функции  $Q_t$  вида (2.13):

$$\frac{\partial Q}{\partial Z_t} = A\alpha Z_t^{\alpha-1} SM_t^\gamma.$$

Запишем  $Q_t$  с учетом (2.9)

$$Q_t(Z_t, M_t) = AZ_t^\alpha \left( M_t + SM_{t-1} - a \sum_{j=1}^T M_{t-j} \right)^\gamma$$

и найдем производную

$$\frac{\partial Q}{\partial M_t} = \gamma AZ_t^\alpha \left( M_t + SM_{t-1} - a \sum_{j=1}^T M_{t-j} \right)^{\gamma-1}.$$

В силу условий на значения параметров  $A, \alpha, \gamma$ , свойств степенной функции, а также (2.9) получим выполнение условий положительных частных производных первого порядка функции  $Q_t$ .

Запишем вторую частную производную  $\frac{\partial^2 Q}{\partial M_t^2}$  и определим ее знак:

$$\frac{\partial^2 Q}{\partial M_t^2} = \gamma(\gamma - 1)AZ_t^\alpha \left( M_t + SM_{t-1} - a \sum_{j=1}^T M_{t-j} \right)^{\gamma-2}.$$

С учетом свойства параметра  $\gamma$  и при выполнении требований

$$M_t + SM_{t-1} - a \sum_{j=1}^T M_{t-j} > 0$$

получаем  $\frac{\partial^2 Q}{\partial M_t^2} < 0$ .

Условие (2.4) для функции  $Q_t$  вида (2.13) выполняется:

$$Q_t|_{Z_t=0} = AZ_t^\alpha SM_t^\gamma|_{Z_t=0} = 0.$$

Изобразим схематически поверхность  $Q_t(Z_t, M_t)$  для функции вида (2.13) (рисунок 2.10).

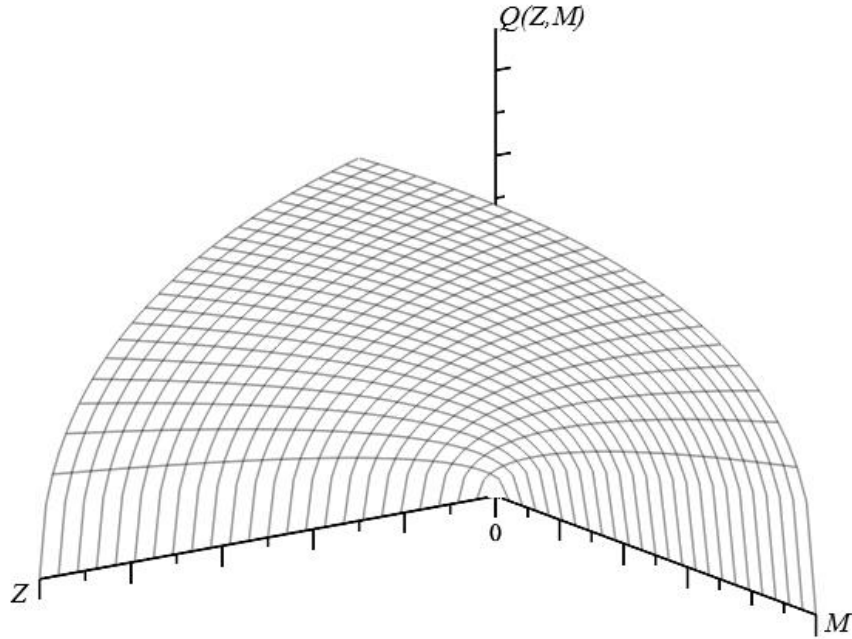


Рисунок 2.10 – Схематическое изображение поверхности  $Q(Z_t, M_t) = AZ_t^\alpha SM_t^\gamma$  (разработано автором)

Рассмотрим еще один вариант функции  $Q(Z_t, M_t)$ :

$$Q_t(Z_t, M_t) = A(e^{\alpha Z_t} - 1) SM_t^\gamma, \quad (2.14)$$

где  $A, \alpha, \gamma$  – параметры функции,  $A > 0, \alpha > 0, \gamma \in (0, 1)$ . Проверим для данного вида функции  $Q_t$  выполнение условий (2.1) – (2.4).

Запишем частные производные первого порядка:

$$\frac{\partial Q}{\partial Z_t} = A\alpha e^{\alpha Z_t} SM_t^\gamma,$$

$$\frac{\partial Q}{\partial M_t} = A\gamma(e^{\alpha Z_t} - 1) \left( M_t + SM_{t-1} - a \sum_{j=1}^T M_{t-j} \right)^{\gamma-1}.$$

В силу условий на значения параметров  $A, \alpha, \gamma$ , свойств экспоненциальной функции и (2.9) получим положительные значения частных производных первого порядка функции  $Q_t$  вида (2.14).

Запишем далее вторую производную  $\frac{\partial^2 Q}{\partial M_t^2}$  и определим ее знак:

$$\frac{\partial^2 Q}{\partial M_t^2} = A\gamma(\gamma - 1)(e^{\alpha Z_t} - 1) \left( M_t + SM_{t-1} - a \sum_{j=1}^T M_{t-j} \right)^{\gamma-2}.$$

Учитывая ограничение на значения параметра  $\gamma$  и при выполнении требований

$$M_t + SM_{t-1} - a \sum_{j=1}^T M_{t-j} > 0$$

имеем отрицательное значение второй производной  $\frac{\partial^2 Q}{\partial M_t^2}$ .

Условие (2.4) для функции  $Q_t$  вида (2.14) выполняется:

$$Q_t|_{Z_t=0} = A(e^{\alpha Z_t} - 1) SM_t^\gamma|_{Z_t=0} = 0.$$

Изобразим схематически поверхность  $Q_t(Z_t, M_t)$  для функции вида (2.14) (рисунок 2.11).

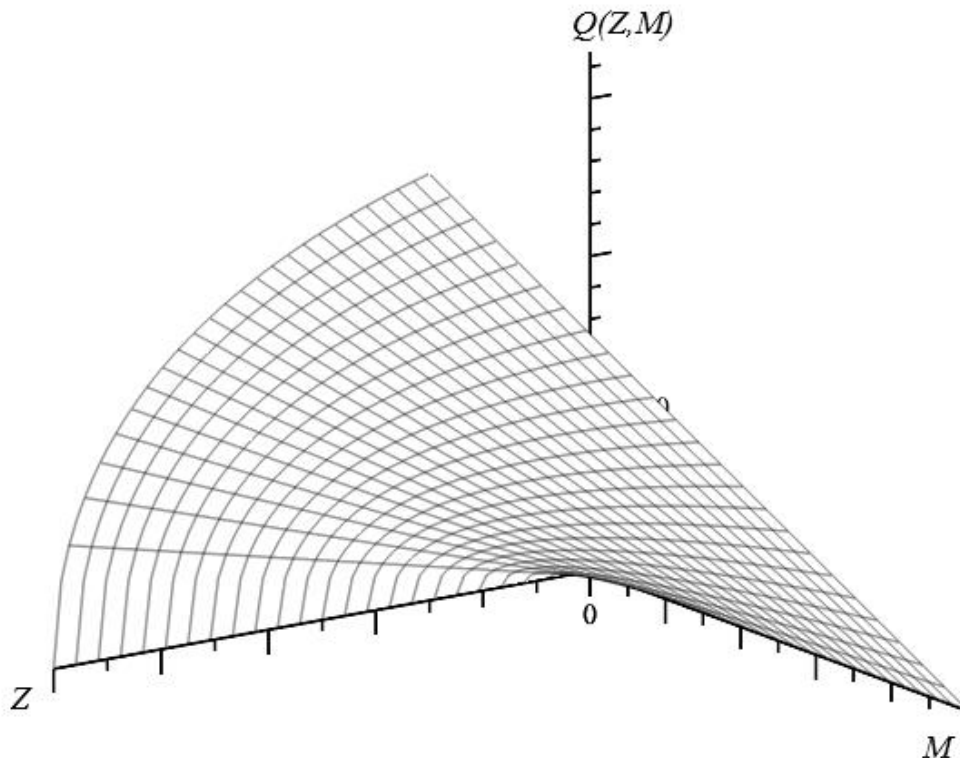


Рисунок 2.11 – Схематическое изображение поверхности  $Q(Z_t, M_t) = A(e^{\alpha Z_t} - 1) SM_t^\gamma$  (разработано автором)

Анализ влияния объема инвестиций в основной капитал на отраслевую динамику является ключевым элементом представленной экономико-математической модели, поскольку именно инвестиционный процесс определяет материально-техническую базу развития и структурные преобразования в экономике. Модель позволяет учесть прямые и косвенные эффекты инвестиций: через расширение производственных мощностей и внедрение новых технологий, что непосредственно увеличивает потенциал выпуска отрасли; через мультипликативные связи между отраслями, когда инвестиции в одну отрасль стимулируют спрос на продукцию смежных отраслей, например, металлургии, машиностроения, строительства.

Способность модели отражать влияние результатов деятельности прошлых периодов является фундаментальным свойством, обеспечивающим адекватность описания инерционных процессов и кумулятивных эффектов в отраслевом развитии.

Рекуррентные зависимости в модели реализованы через механизм аккумуляции ключевых факторов производства и результатов: прежде всего, через динамику основных фондов, которые формируются инвестициями предыдущих периодов и определяют производственный потенциал в текущем моменте; через накопленный научно-технический и организационный опыт, влияющий на совокупную факторную производительность; а также через финансовые результаты (нераспределенную прибыль), которые создают основу для самофинансирования инвестиционных программ в будущем.

Модель явным образом учитывает, что текущий объем производства, уровень затрат и инвестиционная способность отрасли являются функцией не только от текущих управляющих воздействий, но и от траектории ее развития в предшествующие годы. Это позволяет улавливать такие важные явления, как эффект гистерезиса, когда временное снижение активности приводит к необратимому ухудшению потенциала, зависимость от траектории предшествующего развития и кумулятивный рост производительности.

Учет рекуррентности повышает устойчивость долгосрочных прогнозов модели, поскольку исключает возможность радикальных немотивированных изменений траектории развития и позволяет оценивать долгосрочные последствия краткосрочных шоков или управленческих решений. Таким образом, модель приобретает свойство историчности, необходимое для анализа устойчивых тенденций и циклических закономерностей в отраслевой экономической динамике.

Ключевым аспектом разработанной экономико-математической модели является ее способность интегрировать влияние инфляционных процессов на отраслевую динамику, что обеспечивает адекватность моделирования в условиях макроэкономической нестабильности.

Инфляция оказывает многоплановое воздействие на отрасли, во-первых, через механизм перераспределения доходов между экономическими агентами, во-вторых, через изменение относительных цен на факторы производства, и, в-третьих, через влияние на реальную стоимость инвестиций и сбережений [10].

Способность модели отражать инфляционную составляющую значительно повышает ее прогностическую ценность для анализа сценариев отраслевого развития в условиях изменяющейся макроэкономической политики и внешних шоков предложения.

### **2.3 Разработка методики оптимизации параметров отраслевого развития**

Эффективное управление отраслевым развитием в условиях нестабильной внешней среды и ограниченности ресурсов требует перехода к строго обоснованным оптимальным стратегиям. Ключевым инструментом для такого перехода является формализация задачи оптимизации, которая позволяет количественно определить наилучшие управляющие воздействия для достижения целевых состояний отрасли. Однако сама постановка

оптимизационной задачи невозможна без адекватного математического описания закономерностей изменения ключевых показателей во времени, то есть без построения моделей их динамики.

Модели динамики показателей выступают в качестве фундаментального элемента для последующей формализации оптимизационной задачи. Они выполняют критически важную функцию: представляют сложные, зачастую нелинейные и стохастические, причинно-следственные отраслевые связи в виде формализованной системы уравнений или зависимостей, что позволяет не только прогнозировать траекторию развития системы при заданных входных параметрах и управляющих воздействиях, но и осуществлять сценарное моделирование развития отрасли.

В качестве целевой функции в исследовании принят объем производимой продукции, поскольку он является одним из наиболее важных показателей деятельности отрасли. Ключевым аргументом в пользу выбора объема производимой продукции в качестве одного из наиболее важных показателей деятельности отрасли является его синтетический характер, отражающий конечный результат взаимодействия всех факторов производства — труда, капитала, технологий и управленческих решений.

В отличие от частных показателей эффективности, таких как производительность труда или фондоотдача, объем выпуска в стоимостном выражении интегрирует в себе как количественную, так и качественную составляющую функционирования отрасли, выступая универсальным измерителем ее вклада в создание валовой добавленной стоимости и удовлетворение общественных потребностей. Его динамика непосредственно отражает способность отрасли адаптироваться к изменениям рыночной конъюнктуры, обеспечивать устойчивость поставок и реализовывать свой производственный потенциал. Кроме того, данный показатель является системообразующим для построения межотраслевых балансов, оценки мультипликативных эффектов и анализа вклада отрасли в макроэкономический рост [70].

В контексте разработанной модели именно объем продукции служит целевой переменной, позволяющей оценивать влияние инвестиций, операционных расходов, инфляции и рекуррентных факторов, что подтверждает его методологическую значимость для исследования отраслевой динамики.

Использование моделей динамики показателей для формализации задачи оптимизации позволяет трансформировать экономическую проблему выбора стратегии в строгую математическую задачу нахождения экстремума функции при заданных ограничениях. Такой подход обеспечивает объективность получаемых решений, позволяет проводить сценарный анализ и оценивать чувствительность результатов к изменению ключевых параметров, что в совокупности повышает обоснованность и эффективность разрабатываемых мер государственной и корпоративной отраслевой политики.

Сформулируем задачу оптимизации операционных расходов и инвестиций в основные фонды по критерию максимизации объема производства на основании разработанных выше моделей показателей деятельности отрасли (2.6) – (2.12):

$$(Z_t^*, M_t^*) = \operatorname{argmax}_{(Z_t, M_t) \in \Omega} Q_t(Z_t, M_t), \quad (2.15)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \Omega = \{(Z_t, M_t) | Z_t > 0 \wedge M_t > 0 \wedge Q_t(Z_t, M_t) > 0\}, \\ Q_t = Q_t(Z_t, M_t), \\ SY_t = \sum_{j=0}^T K_{t-j} r_{t-j}, \\ SM_t = \sum_{j=0}^T M_{t-j} (1 - aj), \\ K_t = \frac{k_D}{i_t^\beta}, \\ S_t = \sum_{j=1}^T \frac{P_{t-j}}{\prod_{k=1}^j (1 + \pi_{t-k})}, \\ \delta_t \leq 1, \\ Z_t + M_t + SY_t \leq \delta_t S_t + K_t + H_t. \end{array} \right. \quad (2.16)$$

Рассмотрим различные варианты производственной функции  $Q(Z_t, M_t)$  и решим для каждого из них задачу (2.15) – (2.16).

Утверждение 1. Для функции  $Q(Z_t, M_t) = AZ_t^\alpha SM_t^\gamma$  решение задачи (2.15) – (2.16) имеет вид:

$$Z_t^* = \frac{\alpha}{\alpha + \gamma} \left( \delta_t S_t + H_t + K_t - SY_t + SM_{t-1} - a \sum_{j=1}^T M_{t-j} \right). \quad (2.17)$$

$$M_t^* = \frac{\gamma}{\alpha + \gamma} (K_t - SY_t + \delta_t S_t + H_t) - \frac{\alpha}{\alpha + \gamma} \left( SM_{t-1} - a \sum_{j=1}^T M_{t-j} \right). \quad (2.18)$$

Доказательство.

Рассмотрим поверхность  $Q_t(Z_t, M_t)$  при  $Z_t$  и  $M_t$ , удовлетворяющих условию (2.12). Для анализа подставим в  $Q_t(Z_t, M_t)$  выражение для  $M_t$ :

$$M_t = \delta_t S_t + H_t + K_t - Z_t - SY_t. \quad (*)$$

При этом запишем  $SM_t$  как рекуррентную зависимость (2.9)

$$Q(Z_t, M_t) = AZ_t^\alpha \left( M_t + SM_{t-1} - a \sum_{j=1}^T M_{t-j} \right)^\gamma.$$

Заменим  $M_t$  (\*) и получим

$$Q(Z_t) = AZ_t^\alpha \left( \delta_t S_t + H_t + K_t - Z_t - SY_t + SM_{t-1} - a \sum_{j=1}^T M_{t-j} \right)^\gamma. \quad (**)$$

Для удобства дальнейшего анализа введем обозначение

$$C = \delta_t S_t + H_t + K_t - SY_t + SM_{t-1} - a \sum_{j=1}^T M_{t-j}.$$

Тогда (\*\*) запишем в виде

$$Q(Z_t) = AZ_t^\alpha (C - Z_t)^\gamma. \quad (***)$$

Исследуем полученную функцию (\*\*\*) и определим ее производные

$$\frac{d}{dZ_t} Q = A\alpha Z_t^{\alpha-1} (C - Z_t)^\gamma - \gamma AZ_t^\alpha (C - Z_t)^{\gamma-1}.$$

Решим уравнение  $\frac{d}{dZ_t} Q = 0$  и найдем стационарные точки. Преобразуем уравнение

$$A\alpha Z_t^{\alpha-1} (C - Z_t)^\gamma + \gamma AZ_t^\alpha (C - Z_t)^{\gamma-1} = 0$$

и получим

$$AZ_t^{\alpha-1} (C - Z_t)^{\gamma-1} (\alpha(C - Z_t) - \gamma Z_t) = 0.$$

Поскольку  $C - Z_t \neq 0$  и  $Z_t^{\alpha-1} \neq 0$ , получим

$$\alpha(C - Z_t) - \gamma Z_t = 0.$$

Отсюда выразим  $Z_t^*$ :

$$Z_t^* = \frac{\alpha C}{\alpha + \gamma}.$$

Проверим выполнение достаточного условия экстремума:

$$\begin{aligned} \frac{d^2}{dZ_t^2} Q &= \frac{d^2}{dZ_t^2} (AZ_t^{\alpha-1} (C - Z_t)^{\gamma-1} (\alpha(C - Z_t) - \gamma Z_t)) = \\ &= A(\alpha - 1)Z_t^{\alpha-2} (C - Z_t)^{\gamma-1} (\alpha C - \alpha Z_t - \gamma Z_t) - \\ &\quad - (\gamma - 1)AZ_t^{\alpha-1} (C - Z_t)^{\gamma-2} (\alpha C - \alpha Z_t - \gamma Z_t) - \\ &\quad - AZ_t^{\alpha-1} (C - Z_t)^{\gamma-1} (\alpha + \gamma). \end{aligned}$$

Преобразуем полученное выражение

$$\begin{aligned} &AZ_t^{\alpha-2} (C - Z_t)^{\gamma-2} [(C - Z_t)(\alpha - 1)(\alpha C - \alpha Z_t - \gamma Z_t) - \\ &\quad - Z_t(\gamma - 1)(\alpha C - \alpha Z_t - \gamma Z_t) - Z_t(C - Z_t)(\alpha + \gamma)]. \end{aligned}$$

И определим знак  $\frac{d^2}{dz_t^2} Q$  в стационарной точке:

$$A \left( \frac{\alpha C}{\alpha + \gamma} \right)^{\alpha-2} \left( C - \frac{\alpha C}{\alpha + \gamma} \right)^{\gamma-2} \left[ \left( C - \frac{\alpha C}{\alpha + \gamma} \right) (\alpha - 1) \left( \alpha C - \alpha \frac{\alpha C}{\alpha + \gamma} - \gamma \frac{\alpha C}{\alpha + \gamma} \right) - \frac{\alpha C}{\alpha + \gamma} (\gamma - 1) \left( \alpha C - \alpha \frac{\alpha C}{\alpha + \gamma} - \gamma \frac{\alpha C}{\alpha + \gamma} \right) - \frac{\alpha C}{\alpha + \gamma} \left( C - \frac{\alpha C}{\alpha + \gamma} \right) (\alpha + \gamma) \right] = -A \left( \frac{\alpha C}{\alpha + \gamma} \right)^{\alpha-2} \left( \frac{\gamma C}{\alpha + \gamma} \right)^{\gamma-2} \left( \frac{\alpha \gamma C^2}{\alpha + \gamma} \right).$$

С учетом свойств параметров  $A, \alpha, \gamma$  получим  $\frac{d^2}{dz_t^2} Q \Big|_{z_t=Z_t^*} < 0$ .

Полученное неравенство говорит о том, что  $Z_t^*$  является точкой максимума функции  $Q(Z_t)$ .

Подставим полученное выражение  $Z_t^*$  в (\*) и получим

$$M_t^* = \delta_t S_t + H_t + K_t - \frac{\alpha C}{\alpha + \gamma} - SY_t.$$

Заменим константу  $C$  на ее выражение и получим

$$Z_t^* = \frac{\alpha}{\alpha + \gamma} \left( \delta_t S_t + K_t + H_t - SY_t + SM_{t-1} - a \sum_{j=1}^T M_{t-j} \right).$$

$$M_t^* = \frac{\gamma}{\alpha + \gamma} (K_t - SY_t + \delta_t S_t + H_t) - \frac{\alpha}{\alpha + \gamma} \left( SM_{t-1} - a \sum_{j=1}^T M_{t-j} \right).$$

Определение оптимальных параметров модели, а именно объема инвестиций в основной капитал и операционных расходов, позволяет максимизировать объемы производства продукции отрасли в условиях заданного бюджетного ограничения.

В зависимости от объема собственных средств предприятий, объема накопленных основных фондов, суммы обязательств предприятий формируются условия как инвестиционной политики, так и поддержания производственной жизни предприятий, на рентабельном уровне, что требует оптимального распределения имеющихся у предприятий отрасли средств, а также взвешенных управленческих решений относительно объемов

кредитования в зависимости от условий денежно-кредитной политики, инфляции, а также потребности предприятий в таковых.

Утверждение 2. Для функции  $Q(Z_t, M_t) = A(e^{\alpha Z_t} - 1)SM_t^\gamma$  решение задачи (2.15) – (2.16) является численным решением уравнения:

$$\begin{aligned} \alpha e^{\alpha Z_t^*} (C - Z_t^*) - \gamma (e^{\alpha Z_t^*} - 1) &= 0, \\ M_t^* &= \delta_t S_t + H_t + K_t - Z_t^* - SY_t \end{aligned}$$

при условии

$$\alpha(C - Z_t) - 3\gamma + 1 < 0.$$

Доказательство:

Рассмотрим поверхность  $Q_t(Z_t, M_t) = A(e^{\alpha Z_t} - 1)SM_t^\gamma$  при  $Z_t$  и  $M_t$ , удовлетворяющих условию (2.12). Для анализа подставим в  $Q_t(Z_t, M_t)$  выражение для  $M_t$ :

$$M_t = \delta_t S_t + H_t + K_t - Z_t - SY_t. \quad (*)$$

При этом запишем  $SM_t$  как рекуррентную зависимость (2.9)

$$Q(Z_t, M_t) = AZ_t^\alpha \left( M_t + SM_{t-1} - a \sum_{j=1}^T M_{t-j} \right)^\gamma.$$

Заменим  $M_t$  (\*) и получим

$$Q(Z_t) = A(e^{\alpha Z_t} - 1) \cdot \left( \delta_t S_t + H_t + K_t - Z_t - SY_t + SM_{t-1} - a \sum_{j=1}^T M_{t-j} \right)^\gamma. \quad (**)$$

Для удобства дальнейшего анализа введем обозначение

$$C = \delta_t S_t + H_t + K_t - SY_t + SM_{t-1} - a \sum_{j=1}^T M_{t-j}.$$

Тогда (\*\*) запишем в виде

$$Q(Z_t) = A(e^{\alpha Z_t} - 1)(C - Z_t)^\gamma. \quad (***)$$

Исследуем полученную функцию (\*\*\*) и определим ее производные

$$\frac{d}{dZ_t} Q = A\alpha e^{\alpha Z_t} (C - Z_t)^\gamma - \gamma A (e^{\alpha Z_t} - 1) (C - Z_t)^{\gamma-1}.$$

Решим уравнение  $\frac{d}{dZ_t} Q = 0$  и найдем стационарные точки. Преобразуем уравнение

$$A\alpha e^{\alpha Z_t} (C - Z_t)^\gamma - \gamma A (e^{\alpha Z_t} - 1) (C - Z_t)^{\gamma-1} = 0$$

и получим

$$A(C - Z_t)^{\gamma-1} (\alpha e^{\alpha Z_t} (C - Z_t) - \gamma (e^{\alpha Z_t} - 1)) = 0.$$

Поскольку  $C - Z_t \neq 0$ , получим

$$\alpha e^{\alpha Z_t} (C - Z_t) - \gamma (e^{\alpha Z_t} - 1) = 0. \quad (****)$$

Данное уравнение не имеет аналитического решения и должно решаться численными методами.

Проверим далее выполнение достаточного условия экстремума для функции  $Q_t$ . Запишем вторую производную  $\frac{d^2}{dZ_t^2} Q$  и определим ее знак:

$$\begin{aligned} \frac{d^2}{dZ_t^2} Q &= A\alpha^2 e^{\alpha Z_t} (C - Z_t)^\gamma - A\alpha e^{\alpha Z_t} \gamma (C - Z_t)^{\gamma-1} - \\ &- \alpha \gamma A e^{\alpha Z_t} (C - Z_t)^{\gamma-1} + \gamma(\gamma - 1) A (e^{\alpha Z_t} - 1) (C - Z_t)^{\gamma-2}. \end{aligned}$$

Поскольку критическая точка  $Z_t^*$  является решением (\*\*\*\*), то она удовлетворяет уравнению

$$\alpha e^{\alpha Z_t} (C - Z_t) = \gamma (e^{\alpha Z_t} - 1).$$

Используем данное уравнение для замены в выражении для второй производной и преобразуем его

$$\begin{aligned} &A\alpha^2 e^{\alpha Z_t} (C - Z_t)^\gamma - 2A\alpha e^{\alpha Z_t} \gamma (C - Z_t)^{\gamma-1} + \\ &+ (\gamma - 1) A\alpha e^{\alpha Z_t} (C - Z_t)^{\gamma-1} = \\ &= A\alpha e^{\alpha Z_t} (C - Z_t)^{\gamma-1} [\alpha(C - Z_t) - 2\gamma - (\gamma - 1)]. \end{aligned}$$

Для того, чтобы точка  $Z_t^*$  являлась точкой максимума, необходимо выполнение условия  $\left. \frac{d^2}{dZ_t^2} Q \right|_{Z_t=Z_t^*} < 0$ , исходя из чего получаем условие для рассматриваемой функции

$$\alpha(C - Z_t) - 3\gamma + 1 < 0.$$

Полученное условие

$$\alpha(C - Z_t) - 3\gamma + 1 < 0$$

возможно выполнить при исключительных условиях функционирования отрасли, что не позволяет использовать функцию вида (2.14) при дальнейшем исследовании и моделировании отраслевого развития.

На основании полученных зависимостей, разработана методика оптимизации параметров отраслевого развития. Алгоритм реализации методики оптимизации параметров отраслевого развития предполагает поэтапное выполнение следующих шагов:

1. Ввод статистических данных об объеме отгруженной продукции отрасли  $Q_t$ , операционных расходах  $Z_t$ , инвестициях в основные фонды  $M_t$ , объемах кредитования  $K_t$  и кредитных ставках  $i_t$  для выбранного в качестве объекта анализа и моделирования вида экономической деятельности. Целесообразно использовать наибольший ретроспективный период в целях формирования наиболее точных регрессионных моделей.

2. На основе статистических данных методами регрессионного анализа идентификация функций  $Q_t(Z_t, M_t)$  и  $K_t(i_t)$ . Объем производства отрасли  $Q_t$  зависит от расходов на операционную деятельность  $Z_t$  и инвестиций в основной капитал  $M_t$ . В то время как объем заемных средств отрасли  $K_t$  зависит от величины процентной ставки  $i_t$ . Идентификация функций может быть осуществлена с помощью метода наименьших квадратов или средствами математических пакетов, встроенных функций табличных процессоров.

3. Проверка статистической значимости полученных функций  $Q_t(Z_t, M_t)$  и  $K_t(i_t)$ . При условии статистической значимости функций  $Q_t(Z_t, M_t)$  и  $K_t(i_t)$  осуществляется переход к выполнению следующих шагов алгоритма, в противном случае – возврат к идентификации зависимости между переменными. В качестве критериев точности полученных зависимостей могут быть использованы коэффициент детерминации и критерий Фишера.

4. Определение горизонта моделирования сценарного развития  $\tau$ . Горизонт моделирования рекомендуется выбирать не более одной третьей части от ретроспективного ряда, использованного при идентификации функций.

5. Присвоение переменной  $t$  значения 1.

6. Проверка значения  $t$  на соответствие горизонту моделирования  $\tau$ . В случае, если значение переменной  $t$  не превосходит горизонт моделирования  $\tau$ , осуществляется переход к выполнению следующих шагов алгоритма, в противном случае выполнение алгоритма окончено.

7. Определение рекуррентных значений для рассматриваемого вида экономической деятельности по следующим показателям: величина внеоборотных активов (накопленные основные фонды)  $SM_t$ , величина оборотных активов (накопленные собственные средства предприятий отрасли)  $S_t$ , величина долговых обязательств предприятий отрасли  $SY_t$  (накопленные заимствования).

8. Формализации задачи (2.15) – (2.16) для функций  $Q_t(Z_t, M_t)$  и  $K_t(i_t)$ , полученных на втором этапе алгоритма и результатов  $SY_t, SM_t, S_t$ , определенных на седьмом этапе выполнения алгоритма.

9. Решение задачи оптимизации (2.15) – (2.16) для  $t$ -го года горизонта моделирования, а именно получение функций  $Z_t^*(i_t, \pi_t)$ ,  $M_t^*(i_t, \pi_t)$  и  $Q_t^*(i_t, \pi_t)$ .

10. Ввод значений параметров денежно-кредитной политики, а именно ключевой ставки ЦБ  $i_t$ , и уровня инфляции  $\pi_t$ .

11. Расчет значений  $Z_t^*$ ,  $M_t^*$ ,  $Q_t^*$  на основе эконометрических и регрессионных моделей.

12. Вывод полученных значений  $Z_t^*$ ,  $M_t^*$  и  $Q_t^*$ .

13. Увеличение значения переменной  $t$  на 1.

14. Возврат к шестому этапу алгоритма.

Методика оптимизации параметров отраслевого развития представлена в виде блок-схемы (рисунок 2.12).

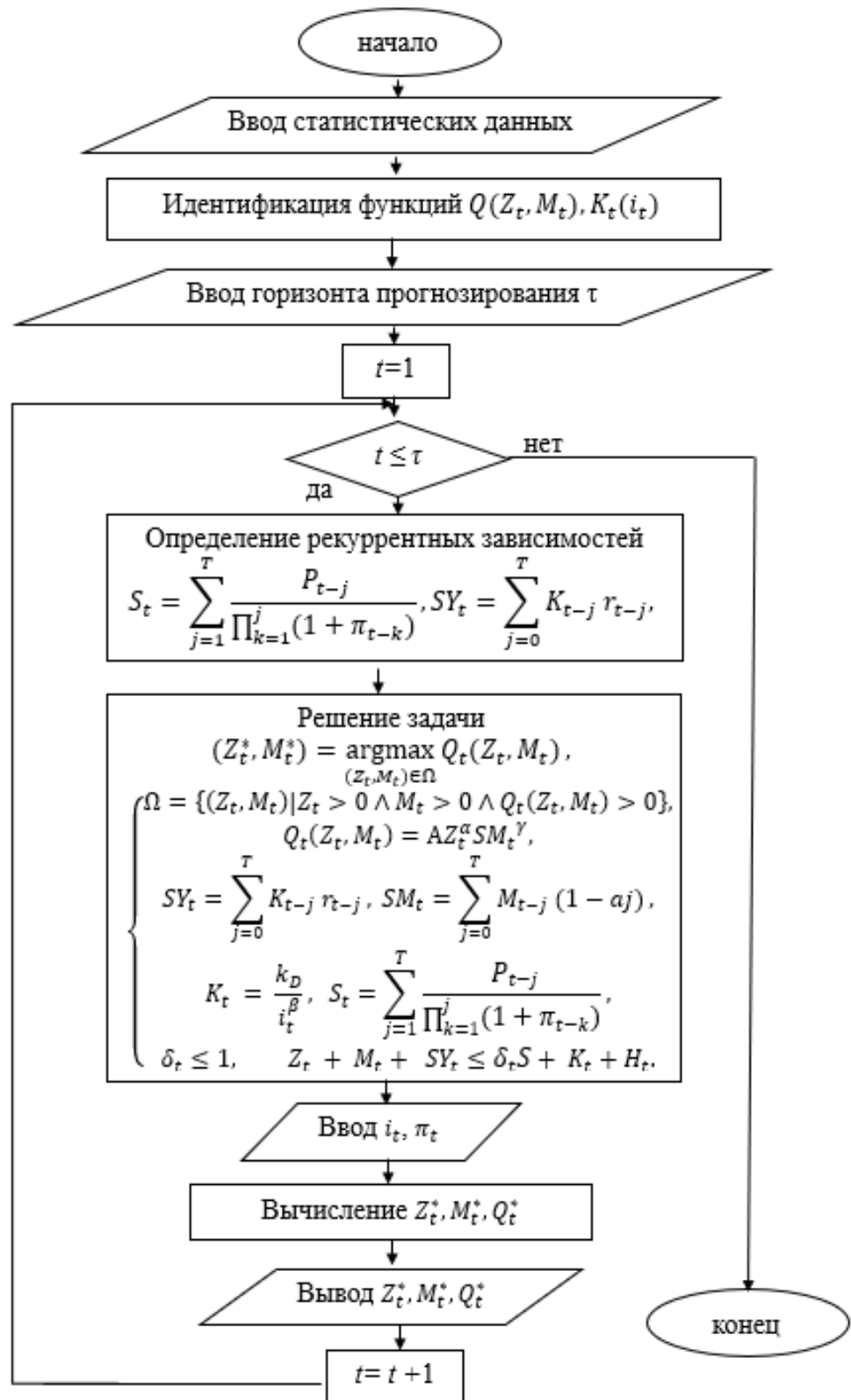


Рисунок 2.12 – Блок-схема алгоритма оптимизации параметров отраслевого развития (разработано автором)

Учет денежно-кредитной политики при моделировании параметров развития отрасли является критически важным фактором, превращающим статичную модель в динамический инструмент управления. Учет монетарных факторов делает модель более устойчивой (робастной) к внешним шокам и менее подверженной ошибкам прогнозирования в периоды экономической нестабильности. Это трансформирует теоретическую разработку в инструмент, обладающий высокой практической ценностью для принятия управленческих.

Предложенный в работе алгоритм позволяет разработать сценарий развития отрасли с учетом ее существующего состояния, показателей за предыдущие периоды, а также моделируемых оптимальных значений расходов на операционную деятельность, инвестиций в основные фонды и объема отгруженной продукции, получаемых в виде функций от уровня инфляции и кредитных ставок. Данная зависимость обуславливает вариативность сценариев за счет изменения значений ставки по кредитам для различных значений инфляции.

Выводы по 2 главе:

Разработанная экономико-математическая модель учитывает влияние объема инвестиций в основной капитал и операционных расходов на объем производства, отражает влияние инфляционных процессов на отраслевую динамику, учитывая их дифференцированное воздействие на различные сектора экономики.

Фундаментальным свойством разработанной экономико-математической модели оптимизации параметров отраслевого развития является учет рекуррентных зависимостей, то есть влияния результатов деятельности прошлых периодов (накопленные основные фонды, финансовые результаты) на текущую и будущую динамику отрасли в совокупности с эконометрическими моделями, основанными на регрессионном анализе статистических данных по отраслям экономики.

В качестве целевой переменной модели выбран объем производимой продукции, поскольку он является результирующим показателем действия всех факторов производства – труда, капитала, технологий и управленческих решений. Его динамика непосредственно отражает способность отрасли адаптироваться к изменениям рыночной конъюнктуры, обеспечивать устойчивость поставок и реализовывать свой производственный потенциал.

Таким образом, совокупность перечисленных свойств делает разработанную модель эффективным инструментом для анализа отраслевой экономической динамики, а также для обоснования приоритетов промышленной и инвестиционной политики, направленной на структурную трансформацию экономики.

Разработанная методика оптимизации параметров отраслевого развития представлена в виде алгоритма, что дает возможность осуществить ее дальнейшую реализацию в виде программного обеспечения. Данная методика позволяет сформировать сценарий развития отрасли с учетом ее существующего состояния, показателей за предыдущие периоды, а также моделируемых оптимальных значений расходов на операционную деятельность, инвестиций в основные фонды и объема отгруженной продукции, получаемых в виде функций от уровня инфляции и кредитных ставок. Данная зависимость обуславливает вариативность сценариев за счет изменения значений ставки по кредитам и различных значений инфляции.

### **3 Разработка комплекса моделей отраслевого развития в изменяющихся условиях денежно-кредитной политики**

#### **3.1 Анализ показателей развития отдельных отраслей экономики Российской Федерации**

Понимание динамики и структурных сдвигов в современной экономике невозможно без системного анализа состояния отраслей экономики. Отрасль есть базовая единица экономической системы, место где концентрируются производственные мощности, трудовые ресурсы и инновационный потенциал.

На уровне отраслевой динамики проявляются наиболее значимые тенденции, определяющие характер национальной экономики и эффективность распределения капитала.

Развитие национальной экономики представляет собой многоуровневый механизм, приводимый в действие структурными изменениями в производстве и перераспределением ресурсов между секторами экономиками.

Индикаторами общего состояния экономической системы выступают ключевые отрасли экономики, формирующие основу промышленного потенциала страны и обеспечивающие значительную долю валового внутреннего продукта [2].

По принципу наибольшей доли в структуре валового внутреннего продукта среди группы отраслей «С-Обрабатывающие производства», согласно классификатору ОКВЭД2, в качестве объекта исследования были выбраны отрасли «С-20- Производство химических веществ и химических продуктов», «С-24- Производство металлургическое», «С-25-Производство готовых металлических изделий, кроме машин и оборудования». В качестве смежной, для отобранных отраслей группы С-Обрабатывающие производства была выбрана отрасль «В-7 -Добыча металлических руд» группы отраслей «В-Добывающие производства» в соответствии с классификатором ОКВЭД2.

По выбранным отраслям был проведен анализ ключевых показателей деятельности, входящих в состав разработанной экономико-математической модели оптимизации параметров отраслевого развития [14-17,30-33,35,37,42,53,56,67-69,77,79-81,84,85,89-92,95,99,].

В ходе проведения данного диссертационного исследования возникает необходимость четкого разграничения и, в ряде случаев, унификации понятийного аппарата, используемого при анализе производственно-хозяйственной деятельности предприятий отраслей экономики.

Традиционно в экономической литературе и статистической практике выделяются три ключевых показателя развития: валовой объем производства, объем произведенной продукции и объем отгруженной продукции. Объем производства отражает физический выпуск продукции за отчетный период, независимо от момента ее отгрузки. Объем отгруженной продукции фиксирует фактическую передачу прав собственности покупателю, что может не совпадать с датой выпуска (например, при наличии остатков на складах готовой продукции).

Однако, в контексте настоящей работы, а именно при анализе динамики показателей деятельности отраслей экономики допустимо и методологически обосновано рассматривать данные показатели как тождественные.

В рамках анализируемого периода, колебания остатков готовой продукции на складах предприятий нивелируются. Превышение объема производства над отгрузкой в одни периоды сменяется обратным процессом в другие, что в агрегированном виде приводит к выравниванию показателей. Таким образом, для целей макроэкономического анализа или оценки общей эффективности производственного потенциала разница между ними статистически незначима. Отсутствие значимых складских запасов готовой продукции делает показатель «объем отгруженной продукции» фактическим отражением «объема произведенной продукции» с достаточной для целей исследования степенью приближения.

В рамках используемой базы данных (статистическая отчетность) показатели выпуска и отгрузки часто агрегируются в единый контур финансового учета, что в условиях отсутствия детализации по складам делает их разделение невозможным без введения дополнительных погрешностей. Исходя из вышеизложенного, в целях обеспечения сопоставимости данных и упрощения моделирования в рамках данного исследования, объем производства, объем произведенной продукции и объем отгруженной продукции рассматриваются как тождественные величины.

Данное методологическое допущение позволяет сфокусировать внимание на факторах, влияющих непосредственно на производственные мощности и эффективность технологических процессов, а также обеспечить целостность аналитического ряда при построении прогнозных моделей.

Таким образом, в дальнейшем тексте работы под термином «объем продукции» будет пониматься единый показатель, характеризующий как фактический выпуск, так и реализацию продукции в отчетном периоде, что не снижает точности выводов в рамках поставленных исследовательских задач.

Анализу были подвержены показатели отраслевой динамики, в соответствии с официальной статистической методологией, утвержденной Приказом Росстата от 15.09.2025 № 480 [66].

В рамках данного диссертационного исследования были рассмотрены следующие показатели деятельности отраслей:

1. объем отгруженных товаров, выполненных работ и услуг собственными силами представляет собой объем отгруженных или отпущенных в порядке продажи, а также прямого обмена (по договору мены), товарного кредита, всех товаров собственного производства, выполненных работ и оказанных услуг собственными силами в фактических отпускных (продажных) ценах (без НДС, акцизов и аналогичных обязательных платежей). В контексте диссертационного исследования данный показатель является ключевым показателем деятельности предприятий отрасли и представляет собой объем отгруженной продукции ( $Q_t$ );

2. авансируемая в денежной форме стоимость, принимающая в процессе кругооборота средств форму оборотных фондов и фондов обращения, необходимая для поддержания непрерывности кругооборота и возвращающаяся в исходную форму после его завершения. Средства, которые обеспечивают выполнение организацией производственной программы и своевременность осуществления расчётов. В рамках диссертационного исследования данный показатель представляет собой собственные средства предприятия ( $S_t$ );

3. совокупность затрат, направленных на строительство, реконструкцию (включая расширение и модернизацию) объектов, которые приводят к увеличению их первоначальной стоимости, приобретение машин, оборудования, транспортных средств, производственного и хозяйственного инвентаря, бухгалтерский учет которых осуществляется в порядке, установленном для учета вложений во внеоборотные активы, инвестиции в объекты интеллектуальной собственности. В контексте данного исследования данный показатель представляет собой инвестиции в основные фонды по источникам финансирования ( $M_t$ );

4. стоимость основных средств материальных потоковых активов, доходных вложений в материальные ценности, нематериальных активов, результатов по НИОКР, нематериальных поисковых активов, незавершенных капитальных вложений, долгосрочных финансовых вложений, отложенных налоговых активов и др. В настоящем диссертационном исследовании данный показатель характеризует показатель накопленные основные фонды предприятий отрасли ( $SM_t$ );

5. затраты на производство и реализацию продукции (товаров, работ, услуг) по крупнейшим базовым организациям, осуществляющим деятельность в сфере добывающих и обрабатывающих производств, производства и распределения электроэнергии, газа, воды, строительства, транспорта, связи, торговли. В работе данный показатель отражает расходы на операционную деятельность предприятий отрасли ( $Z_t$ );

6. объем кредитов, предоставленных юридическим лицам - резидентам и в рублях по ОКВЭД2 характеризует показатель  $K_t$ ;

7. прибыль (убыток) от продаж - финансовый результат от продажи товаров, продукции, работ, услуг. Данный показатель входит в состав экономико-математической модели оптимизации отраслевого развития в качестве прибыли предприятий отрасли ( $P_t$ );

8. денежные средства от операционной деятельности  $H_t$ ;

9. расходы, причитающиеся в соответствии с договорами к уплате процентов за предоставление организации в пользование денежных средств. В соответствии с разработанной экономико-математической моделью оптимизации параметров отраслевого развития с учетом монетарной политики, данный показатель является расчетным ( $Y_t$ );

10. сумма задолженность по полученным кредитам и займам. В контексте данного исследования, показатель характеризует накопленную задолженность предприятий отрасли ( $SY_t$ );

11. средневзвешенные процентные ставки по кредитам в рублях, предоставленным кредитными организациями нефинансовым организациям (в разрезе разделов ОКВЭД2) ( $i_t$ ).

Процесс движения денежных средств предприятий рассматриваемых отраслей схематично представлен на рисунке 3.1.

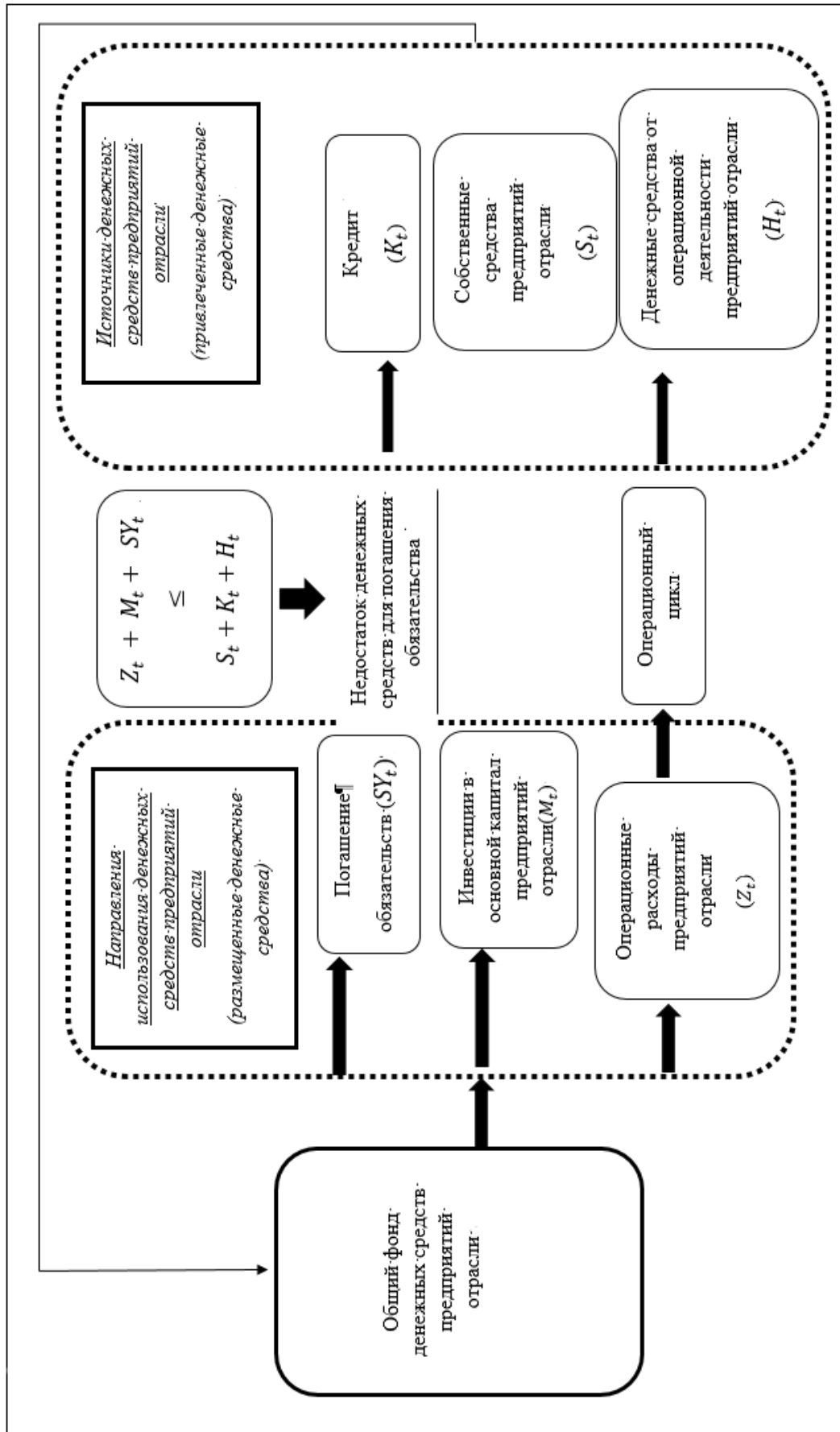


Рисунок 3.1 Схема движения денежных средств (разработано автором)

Использование поквартальных данных оправдано в целях повышения точности анализа динамического ряда, так как годовые данные, обладая эффектом запаздывания, сглаживают, усредняют, пиковые периоды, искажая реальную картину развития отрасли. Поквартальная статистика позволяет более оперативно определить поворотные точки, когда нисходящий тренд сменяет восходящий и наоборот. Прогнозирование на основе годовых данных, зачастую является экстраполяцией прошлого года на будущий, в то время как поквартальная динамика позволяет строить более точные модели и обновлять прогнозы быстрее, опираясь на последние 2-3 квартала [62].

В рамках данного исследования, в целях повышения точности модели, анализу были подвержены квартальные данные отобранных показателей.

Сектор добычи цветных металлов является критически важным для экспорта и технологического суверенитета страны. Анализ показателей вида экономической деятельности «В-07-Добыча металлических руд» демонстрирует следующую динамику.

Для предприятий вида экономической деятельности «В-07-Добыча металлических руд» период с 2017 г. – 2024 г. охватывает фазы стабильного роста, адаптации к санкционному давлению, а также начало глубокой структурной трансформации. На рисунке 3.2 представлена динамика показателя «Объем отгруженной продукции» предприятий отрасли.

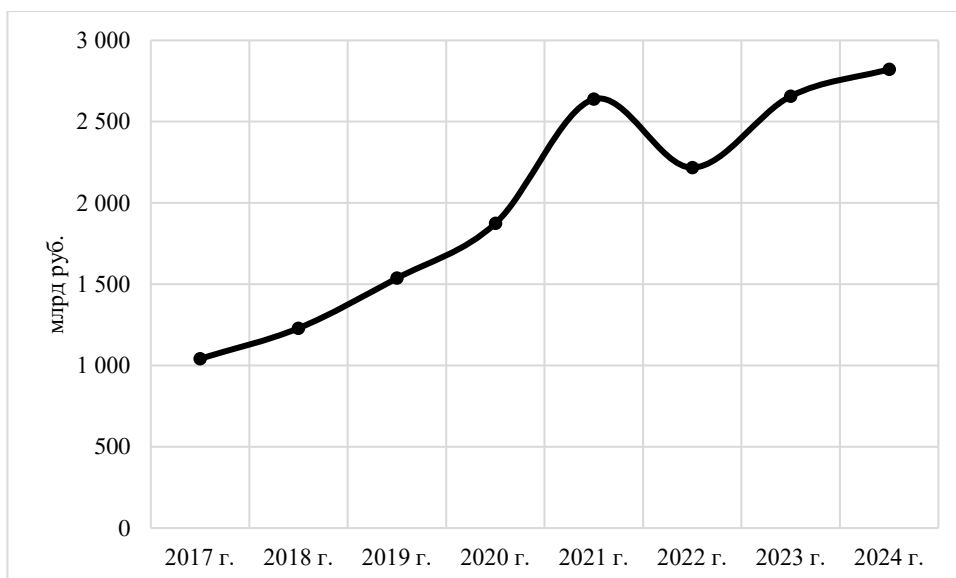


Рисунок 3.2 – Объем отгруженной продукции  $Q_t$  для предприятий вида экономической деятельности «В-07-Добыча металлических руд» за период с 2017 г. – 2024 г. (составлено автором на основе статистических данных [69])

Россия является одним из мировых лидеров по добыче железной руды. Ключевыми игроками данной отрасли являются такие предприятия как «Северсталь», «Норникель», «УГМК (Уральская горно-металлургическая компания)».

Реализация крупных инвестиционных проектов и высокие цены на металлы на мировом рынке обеспечили отрасли уверенный рост с начала 2018 г. с достижением исторических максимумов добычи железной руды, никеля и меди в рассматриваемом периоде [14].

Пандемийный шок 2020 г. временно снизил спрос на продукцию отрасли, однако к концу 2021 г. рынок полностью восстановился, продемонстрировав уверенный рост в период до начала 2022 г.

Начало 2022 г. ознаменовано для отрасли беспрецедентными санкциями, потерей части рынков сбыта, однако, вследствие переориентации, физический объем добычи большинства металлов начинает расти с 2023 г., за счет перенаправления потоков на внутренний рынок, а также в страны «глобального юга». В это период возрастает внимание к литью,

редкоземельным элементам, а также титану, как к ресурсам для военно-промышленного комплекса, а также высокотехнологичных отраслей.

В отрасли переходит смещение фокуса внимания с расширения добычи на модернизацию существующих мощностей, разработку новых месторождений на территориях с сложными климатическим условиями, ускоренную разработку отечественных технологий добычи и обогащения, что требует определенной инвестиционной активности.

Динамика затрат на производство в отрасли «В-07-Добыча металлических руд» за период с 2017 г. – 2024 г. в РФ демонстрирует четкую тенденцию к структурному росту себестоимости, с ускорением после 2022 г. (рисунок 3.3)

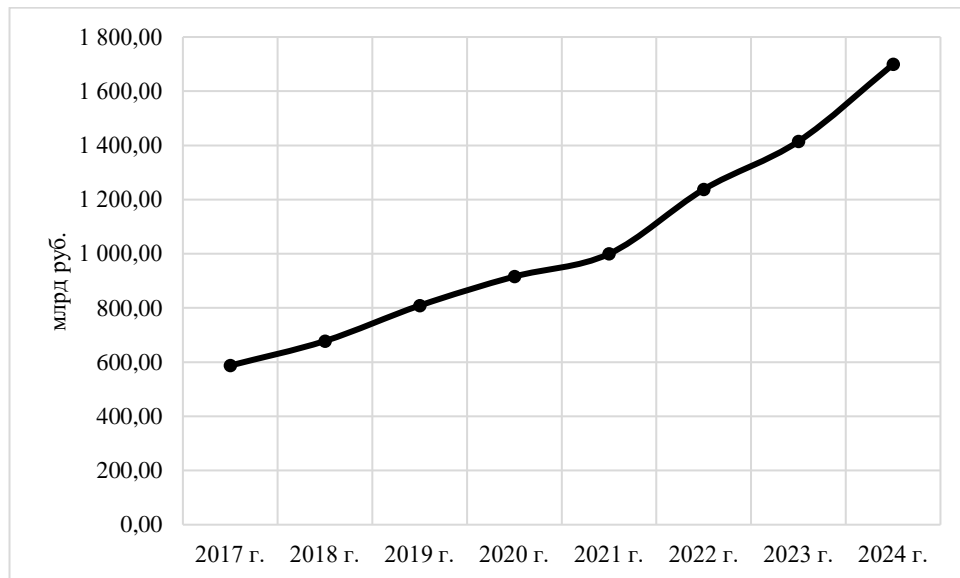


Рисунок 3.3 – Затраты на производство и реализацию продукции (товаров, работ, услуг)  $Z_t$  по крупнейшим базовым организациям, осуществляющим деятельность в сфере добывающих и обрабатывающих производств для вида экономической деятельности «В-07-Добыча металлических руд» за период с 2017 г. – 2024 г. (составлено автором на основе статистических данных [37])

В целях предотвращения графического искажения статистических данных, для показателя  $Z_t$  приведены годовые данные, однако стоит отметить, что для расчета модели оптимизации параметров отраслевого развития были использованы поквартальные статистические значения.

В период с 2017 г. по 2022 г. рост затрат на производство был умеренным и связан с инфляционными процессами и естественным истощением производственных запасов, то в период с 2022 г. драйверами роста становятся санкционное давление, наряду с логистическим разворотом.

Экспоненциальный рост затрат на производство в отрасли в период после 2022 г. характеризуется изменением совокупных производственных издержек на 35% в номинальном выражении, а с учетом инфляции на 15%, что является значительным показателем для зрелой отрасли.

В результате, несмотря на высокие цены на металлы на мировых рынках, рост себестоимости нивелировал значительную часть прибыли, малые и средние добывающие предприятия добывающие предприятия, не имеющие доступа к достаточному объему финансирования по доступной льготной процентной ставке и ограниченными собственными производственными мощностями, столкнулись с рисками. Снижение себестоимости, в свою очередь, требует времени и инвестиций, которые являются труднодоступными в связи с условиями факторной среды.

В качестве источника инвестиций, в рамках данного диссертационного исследования, рассмотрены инвестиции в основной капитал за счет собственных средств, а также инвестиции за счет привлеченных средств кредитных организаций, как имеющие наибольшую долю в структуре заемных средств предприятий отрасли [17].

В период с 2017 г. отрасль пользуется относительно доступным финансированием на фоне низких значений ключевых ставок ЦБ РФ, а также позитивных настроений на мировых рынках. Крупные горнодобывающие компании активно привлекают средства заемные средства в целях реализации инвестиционных программ. В это период ставки по корпоративным кредитам являются умеренными (до 11%), а сроки кредитования, в свою очередь, позволяют финансировать долгосрочные проекты.

Отрасль «В-07-Добыча металлических руд» является одним из приоритетных секторов экономики для банковского кредитования в связи с наличием твердых активов, а именно месторождения, в качестве залога [68].

На фоне пандемии 2020 г. и падения цен на металлы, банки, согласно принципам трансмиссионного механизма денежно-кредитной политики, ужесточают требования к заемщикам. Объем выдачи новых кредитов имеет тенденцию к сокращению, однако действующий портфель не показал резкого падения благодаря программам льготного кредитования для системообразующих предприятий и высокой ликвидности крупных предприятий отрасли.

Рост цен на отраслевых рынках улучшил финансовые показатели предприятий отрасли и к 2021 г. ситуация стабилизировалась, что позволило предприятиям рефинансировать старые долги и осуществить займы в целях модернизации производственных мощностей [16].

Период с начала 2022 г. становится переломным моментом, изменившим как объем, так и структуру кредитования. В связи с отсутствием доступа к международному рынку капитала, объем внешних заимствований упал практически до нуля. Российский банковский сектор взял на себя основную нагрузку по поддержке предприятий отрасли, однако в связи с повышением ключевой ставки в марте 2022 г., стоимость кредитов становится запредельной, и выдача новых кредитов резко сокращается, предприятий отрасли переходят в стадию экономии. Фактором спасения становятся льготные программы для инвестиционных проектов с поддержкой ВПК-составляющей, которые позволили сохранить объемы кредитования в стратегически важных сегментах рынка [84].

Таким образом значение показателя кредитной ставки является решающим фактором в определении доступности заемных средств и программы государственной поддержки, позволяющие снизить процентную ставку для системообразующих отраслей, позволяют поддерживать

кредитования отраслей промышленного сектора экономики на жизнеспособном уровне.

Фаза «новой реальности» с высокими ставками и логистическим переустройством приходится на период с 2023 г., с высокими ставками и значительной частью нового кредитования, приходящейся на целевые программы поддержки предпринимателей. Однако мелкие и средние добывающие предприятия сталкиваются с серьезными трудностями в доступе к финансированию, что приводит к прекращению их хозяйственной жизни.

Стоит отметить явное перераспределение кредитных ресурсов в приоритетные для государства направления, а также точечное использование дорогих рыночных кредитов, однако высокая стоимость денег сдерживает запуск новых масштабных проектов, особенно в сегменте разведки и освоения новых месторождений.

В связи с турбулентностью на рынке заемных средств, предприятия вынуждены изменять модель развития отрасли с внешнего кредитования на инвестиции за счет собственных средств.

На рисунке 3.4 представлена динамика инвестиций в основной капитал предприятий вида экономической деятельности «В-07-Добыча металлических руд» за период с 2017 г. – 2024 г.

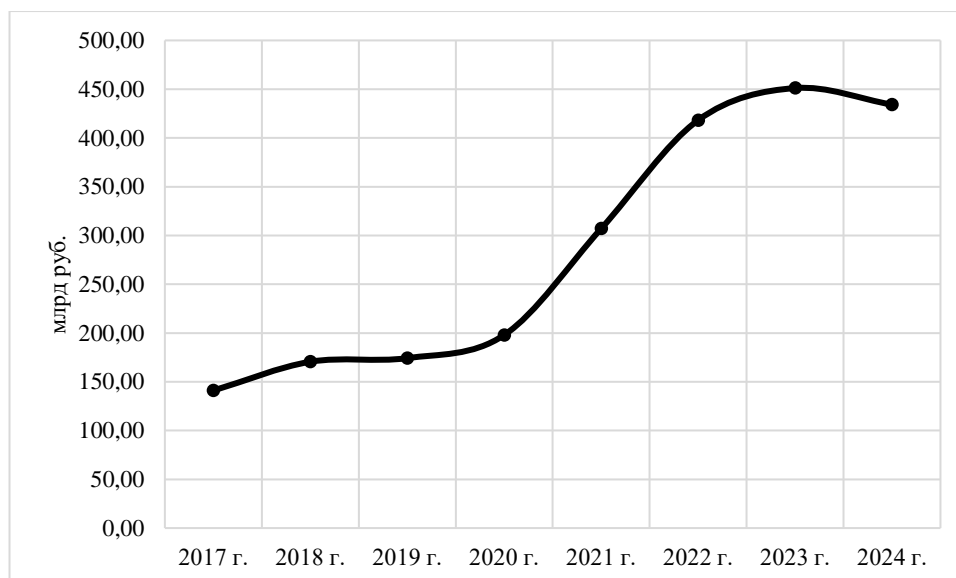


Рисунок 3.4 – Инвестиции в основной капитал  $M_t$  предприятий вида экономической деятельности «В-07-Добыча металлических руд» за период с 2017 г. – 2024 г. (составлено автором на основе статистических данных [42])

В качестве итоговой оценки инвестиций в основной капитал для отрасли, за рассматриваемый период наблюдается рост инвестиций в номинальном выражении, что связано с инфляцией и ростом цен на оборудование. Темпы ввода новых мощностей имеют тенденцию к замедлению, срок реализации инвестиционных проектов увеличивается с 3-5 лет до 7-10 лет в связи с особенностями современных логистических процессов. По мере развития отечественного машиностроения, ожидается постепенный рост инвестиций в основной капитал, однако существуют риски превышения темпов физического износа оборудования над темпами импортозамещения, что формирует актуальность данного исследования по определению оптимальных значений параметра инвестиций в основной капитал с целью максимизации объема отгруженной продукции.

Рассмотрим отрасли обрабатывающей промышленности, имеющие наибольшую долю в структуре данной отраслевой группы, и аналогично проанализируем показатели деятельности отраслей.

Динамика объема отгруженной продукции вида экономической деятельности «С-20- Производство химических веществ и химических продуктов» представлена на рисунке 3.5.

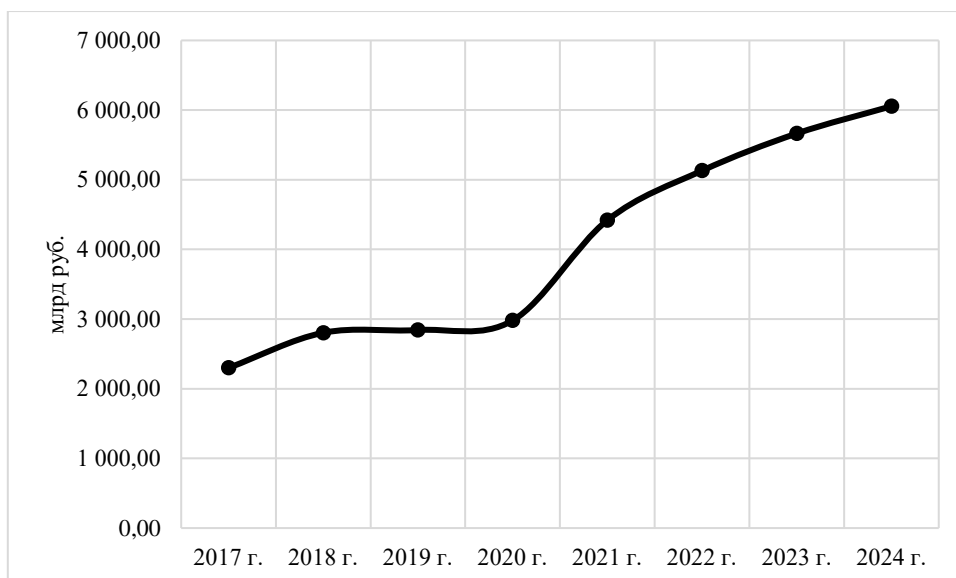


Рисунок 3.5 – Объем отгруженной продукции  $Q_t$  для предприятий вида экономической деятельности «С-20- Производство химических веществ и химических продуктов» за период с 2017 г. – 2024 г.  
(составлено автором на основе статистических данных [69])

С 2017 г. по 2019 г. в отрасли наблюдается стабильный умеренный рост, связанный с высоким спросом на азотные и фосфорные удобрения со стороны стран БРИКС, реализация крупных инвестиционных проектов в части расширения мощностей ведущих отраслевых игроков, а также экспортная экспансия.

В период пандемии, происходит заметное снижение объемов отгруженной продукции, падение спроса на нефтехимическую продукцию, сбой в цепочках поставок сырья, а также снижения экспорта ввиду логистических ограничений.

Глобальное восстановление экономики после пандемии характеризуются для отрасли мощным отскоком, превышающим показатели докризисных периодов. Рекордные цены на рынке удобрений и полимеров обеспечили отрасли рекордное восстановление и бум цен, что в номинальном выражении дало рекордные показатели выручки и объема отгруженной продукции.

Двойственная динамика переломного 2022 г. проявляется в падении объемов выпуска в первом полугодии в связи с логистическим коллапсом,

уходом западных рынков, ограничений на экспорт отдельных видов химической продукции. Во втором полугодии 2022 г. в отрасли наблюдается частичное восстановление за счет переориентации на восточные рынки, и с 2023 г. наступает период структурной трансформации и адаптации.

В период с 2023 г. предприятия отрасли наращивают производство для нужд военно-промышленного комплекса строительства и сельского хозяйства на территории РФ. В отрасли ожидается умеренный рост при условии ввода новых мощностей, за счет инвестиционной активности предприятий отрасли, дальнейшего импортозамещения на внутреннем рынке, а также развития направления производства сложных полимеров и спецхимии.

Рисунок 3.6 представляет собой анализ динамики показателя затрат на производство для предприятий отрасли

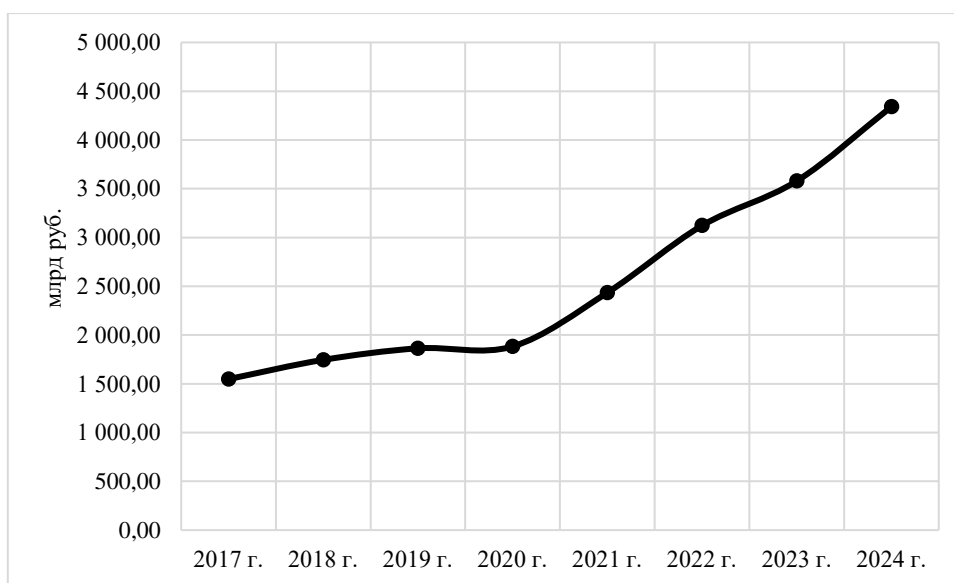


Рисунок 3.6 – Затраты на производство и реализацию продукции (товаров, работ, услуг)  $Z_t$  по крупнейшим базовым организациям, осуществляющим деятельность в сфере добывающих и обрабатывающих производств для вида экономической деятельности «С-20- Производство химических веществ и химических продуктов» за период с 2017 г. – 2024 г. (составлено автором на основе статистических данных [37])

Динамика затрат на производство в отрасли представляет собой выраженный тренд на структурное подорожание. В первой половине рассматриваемого периода, рост издержек был умеренным и носил преимущественно инфляционный характер, то после 2022 г. отрасль

сталкивается с кратным ростом стоимости сырья, логистики и импортозамещаемых компонентов.

Несмотря на высокие цены на рынке готовой продукции, особенно в период с 2022 г. – 2023 г, рост себестоимости опережал рост выручки у многих предприятий отрасли, формируя концентрацию рынка вокруг крупных игроков отрасли, таких как «Сибур», «Акрон», «Уралкалий».

Изменения в структуре производства выражены в сокращении производства высокомаржинальной, но сложной в изготовлении продукции, требующей импортозамещаемых составляющих. Таким образом период 2017 г. – 2024 г. может быть охарактеризован для отрасли как переход от модели «низких издержек и глобальной интеграции» к модели «высоких издержек и региональной адаптации» [85].

В качестве поддержки инвестиционной активности предприятия отрасли могут воспользоваться заемными средствами в виде кредитов банков.

Динамика объема кредитования отрасли в период с 2017 г. – 2024 г. отражает общую траекторию экономики рассматриваемого периода: от фазы доступного финансирования и экспансии к периоду высокой стоимости заемных средств, санкционных ограничений и вынужденной структурной перестройки, и адаптации.

Отрасль «С-20- Производство химических веществ и химических продуктов», будучи капиталоемкой и зависимой от импорта технологий особенно чувствительна к изменениям кредитной политики.

Благодаря льготным программам кредитования, в отрасли, в период с 2020 г. наблюдается резкий рост объемов кредитования (для отрасли действовала программа поддержки бизнеса с низким значением кредитной ставки). Также необходимо принять во внимание высокую ликвидность крупных предприятий отрасли, что согласно законам трансмиссионного механизма денежно-кредитной политики, благоприятно сказывается на доступности и цене заемных средств.

В период с 2021 г. рост цен на продукцию предприятий отрасли улучшил денежные потоки компаний. Кредитные учреждения охотно кредитовали реальный сектор под залог активов и фьючерсных контрактов.

После февраля 2022 г. запрет на привлечение иностранного капитала снизил объем внешних заимствований практически до нулевого значения. Резкий рост ключевой ставки ЦБ РФ сделал рыночные кредит недоступными для реализации многих проектов отрасли. Вышеуказанные обстоятельства привели к переходу предприятий отрасли в режим экономии и использование собственных средств, при наличии таковых в достаточном для рефинансирования объеме.

В период с 2023 г. по 2024 г. в номинальном выражении кредитный портфель имеет явно выраженный возрастающий характер, однако при анализе подобной динамики следует учесть реальное положение дел, а именно учесть инфляционные процессы.

Таким образом, предприятия отрасли вынужденно отказываются от реализации дорогостоящих проектов, если последний не обещает мгновенной окупаемости, что крайне нехарактерно для долгосрочных инвестиционных проектов.

Отрасль «С-20- Производство химических веществ и химических продуктов» характеризуется длительным инвестиционным циклом, данное обстоятельство следует учитывать при формировании денежно-кредитной политики и реализации льготных программ кредитования, так как действующие ставки по кредитам делают большинство проектов с длительным сроком окупаемости нерентабельными.

Необходимость рефинансирования долговых обязательств, вынуждают предприятия отрасли использовать собственные средства, что снижает объем доступных инвестиций в основной капитал предприятий отрасли.

Благодаря статусу системообразующих предприятий, государство активно субсидирует кредиты на закупку отечественного оборудования для нужд предприятий отрасли, смещая фокус кредитования на технологическое

переворужение, став инструментом поддержания текущей деятельности и точечной модернизации.

Динамика показателя инвестиций в основной капитал в период с 2017 г. – 2024 г. также может быть объяснена условиями факторной среды, внешними шоками и как следствие структурной перестройкой в виде перехода от фазы активного расширения производственных мощностей к логистическое адаптации и импортозамещению.

График динамики показателя инвестиций в основной капитал для предприятий отрасли в период с 2017 г. – 2024 г. представлен на рисунке 3.7.

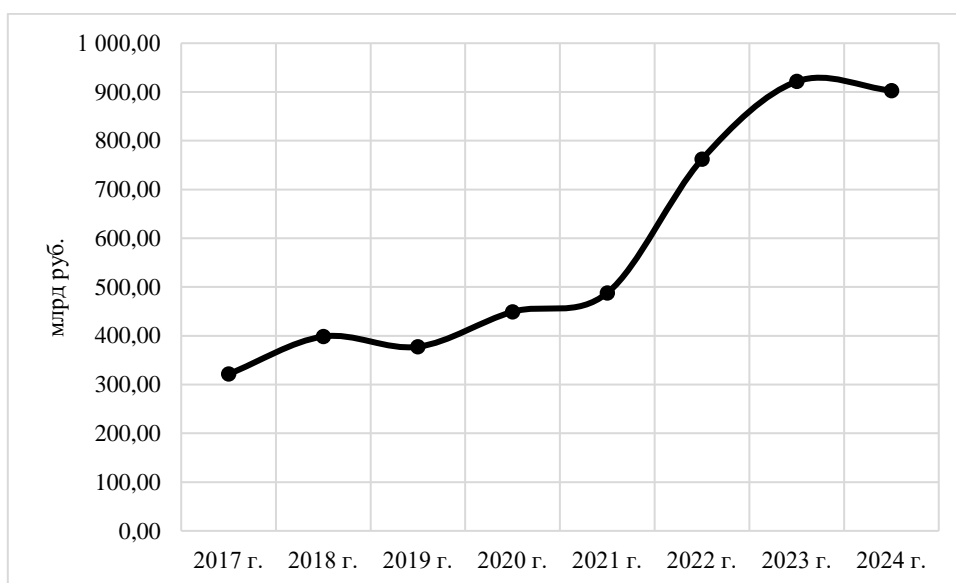


Рисунок 3.7 – Инвестиции в основной капитал  $M_t$  предприятий вида экономической деятельности «С-20- Производство химических веществ и химических продуктов» за период с 2017 г. – 2024 г. (составлено автором на основе статистических данных [42])

Выраженный восходящий тренд по показателю в период с 2017 г. объясняется в рамках рассматриваемой отрасли низкой стоимостью отраслевого сырья, доступностью капитала в виде синдицированных кредитов, расширением производственных мощностей за счет реализации крупных инвестиционных проектов лидерами отрасли и выходом на новые экспортные рынки с сохранением устойчивой позиции на освоенных мировых рынках химической промышленности.

В 2021 г. глобальный спрос на удобрения и полимеры позволил предприятиям отрасли получать значительную выручку и инвестировать в расширения производственных мощностей в целях удовлетворить нарастающий спрос на продукцию отрасли.

Внешнеэкономические условия 2022 г. приводят к массовой заморозке новых проектов, перенаправлению имеющихся средств на обеспечение операционной деятельности денежными ресурсами.

Ключевой характеристикой периода 2023 г. – 2024 г. является переадресация значительной части инвестиций на производство специфической химии для оборонной промышленности и импортозамещение дефицитных товаров на внутреннем рынке.

Государство реализует политику активного вмешательства в развитие отрасли через механизмы софинансирования. Реализуются программы «Развитие химической промышленности» и «Импортозамещение». Введены субсидии на процентные ставки по кредитам на модернизацию и создание отечественного оборудования. Крупные компании отрасли являются локомотивами, способными мобилизовать ресурсы для реализации крупных проектов, в то время как средние предприятия испытывают острую нехватку средств из-за невозможности получить финансирование и дефицита технологий.

Таким образом, инвестиционная активность в химической отрасли сохраняется, с изменением качественных характеристик. В случае, если темпы импортозамещения окажутся недостаточными, отрасли может столкнуться с «технологическим тупиком», в рамках которого физический износ оборудования опережает возможности предприятий по его замене.

Снижение себестоимости продукции и ускорение инвестиционных циклов становится возможным при оптимальном распределении имеющихся ресурсов между инвестициями в основной капитал и расходами на операционную деятельность с учетом влияния монетарной политики.

Смежной с отраслью «В-07 – Добыча металлических руд» является отрасли «С-24 - Производство металлургическое». Данная отрасль, в рамках диссертационного исследования также представляет интерес для детального анализа показателей деятельности.

Динамика объема отгруженной продукции в отрасли «Производство металлургическое» (ОКВЭД 24, включающая черную и цветную металлургию) в РФ за период 2017–2024 годов характеризуется высокой устойчивостью к внешним шокам, но значительной структурной трансформацией. Отрасль прошла путь от стабильного роста и интеграции в глобальные цепочки до вынужденной переориентации на внутренний рынок и страны «глобального Юга» после 2022 года.

Рисунок 3.8 визуализирует динамику объема отгруженной продукции в отрасли в период с 2017 г. – 2024 г.

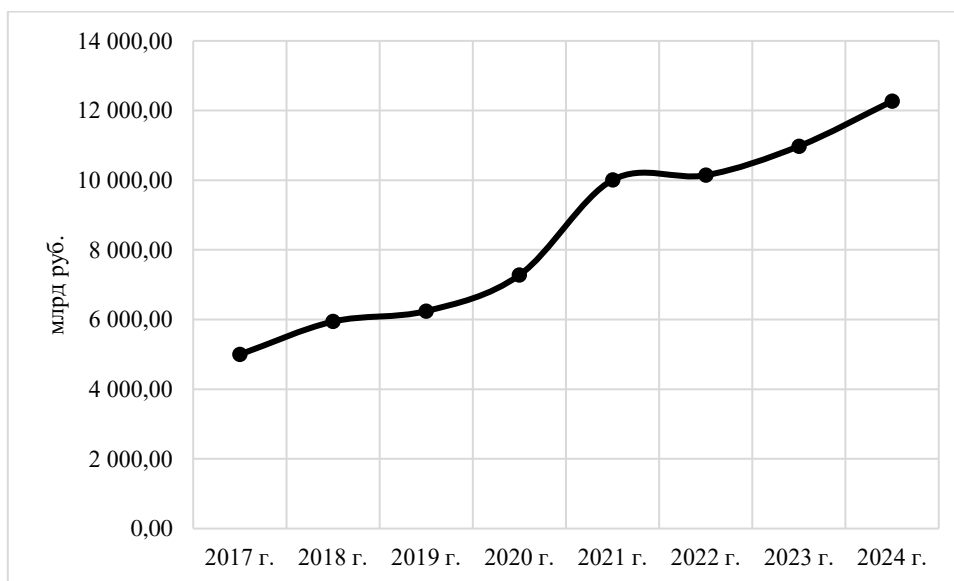


Рисунок 3.8 – Объем отгруженной продукции  $Q_t$  для предприятий вида экономической деятельности «С-24 - Производство металлургическое» за период с 2017 г. – 2024г.

(составлено автором на основе статистических данных [69])

Высокие мировые цены на сталь и цветные металлы обеспечили отрасли рост объема производимой продукции в период с 2017 г., ознаменовав период как фазу стабильного роста и модернизации. В этот период отрасль работала в режиме полной загрузки производственных мощностей, обеспечиваемых

активным спросом со стороны внутреннего строительства и машиностроения, экспортной политики, а также реализацией инвестиционных проектов представителями индустрии.

Для отрасли «С-24 - Производство металлургическое» кризисный для многих 2021 г. стал настоящей точкой роста, что связано с строительным бумом, ростом спроса на металлы для строительства и инфраструктуры, а также рекордными ценами на металлы, особенно медь, никель и сталь.

На графике виден спад производства в период первой половины 2022 г., который, неминуемо отразился на уменьшении объемов выпуска продукции. Однако к 2023 г., работая в режиме ориентации на государственный заказ и обеспечивая военно-промышленный комплекс, отрасль демонстрирует устойчивый рост объемов производства.

Санкционная политика, направленная на крупные компании отрасли, привела к росту себестоимости продукции, но не остановила физический объем добычи и переработки металлов.

В настоящий момент в отрасли ожидается умеренный рост объемов производства, сопровождающийся переходом к модели «суверенной металлургии» при условии достаточности финансовых ресурсов для модернизации производства.

Динамика затрат на производство в отрасли «Производство металлургическое» (черная и цветная металлургия) в РФ за период 2017–2024 годов демонстрирует четкий тренд на структурное удорожание. Если в первой половине периода рост издержек был умеренным и инфляционным, то после 2022 года отрасль столкнулась с кратным ростом стоимости логистики, сырья, энергоносителей и импортозамещаемых компонентов. Металлургия, будучи одной из самых энергоемких и материалоемких отраслей, оказалась особенно чувствительна к этим факторам.

Несмотря на высокие мировые цены на металлы в 2022–2023 гг., рост себестоимости поглотил значительную часть прибыли. Малые и средние предприятия (не имеющие собственных рудных баз и логистических цепочек)

столкнулись с риском банкротства. Себестоимость производства выросла настолько, что при падении мировых цен на продукцию некоторые проекты становятся нерентабельными.

Компании вынуждены сокращать производство высокомаржинальной, но сложной в изготовлении продукции (специальные стали, тонкий лист), требующей импортных компонентов, и переключаться на более простые продукты (арматура, сортовой прокат) с гарантированным внутренним спросом. В ближайшей перспективе ожидается замедление темпов роста затрат по мере налаживания логистических цепочек и локализации производства некоторых запчастей.

Себестоимость производства в 2024 году в реальном выражении значительно выше, чем в 2017 году, что требует глубокой оптимизации процессов и жесткого контроля издержек.

На рисунке 3.9 динамика затрат на производство для предприятий отрасли представлена графически.

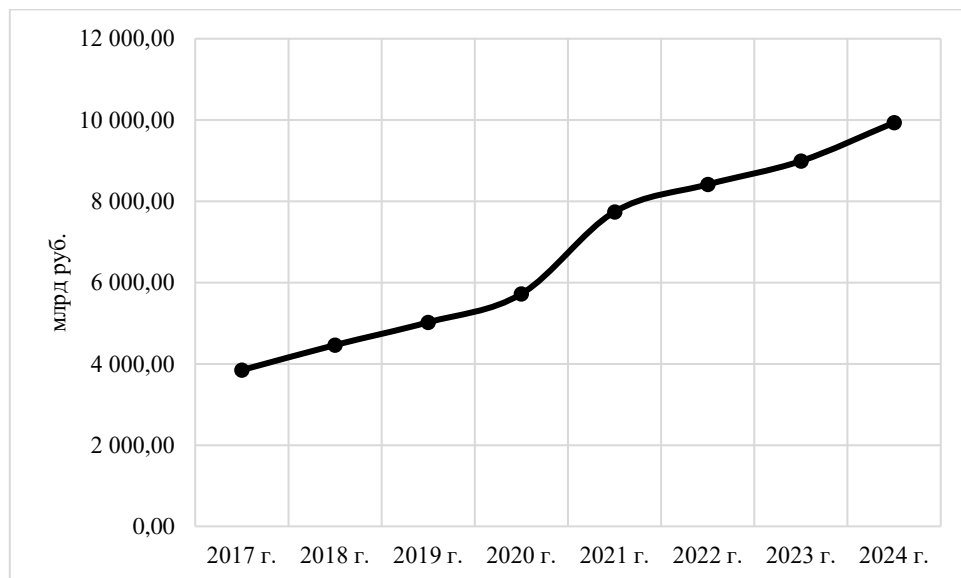


Рисунок 3.9 – Затраты на производство и реализацию продукции (товаров, работ, услуг)  $Z_t$  по крупнейшим базовым организациям, осуществляющим деятельность в сфере добывающих и обрабатывающих производств для вида экономической деятельности «С-24 - Производство металлургическое» за период с 2017 г. – 2024 г.

(составлено автором на основе статистических данных [37])

Динамика кредитных обязательств предприятий металлургического комплекса России в период с 2017 по 2024 год представляет собой репрезентативный индикатор, отражающий совокупное влияние макроэкономической конъюнктуры, отраслевых трендов и геополитической ситуации [84].

Анализ данного периода позволяет выделить несколько ключевых фаз развития долговой нагрузки. Начальный этап (2017 – 2019 гг.) характеризовался относительной стабильностью и умеренным ростом заимствований, чему способствовали восстановление мировых цен на металлы после кризиса 2014–2015 гг., реализация крупных инвестиционных проектов (например, программа модернизации мощностей в черной металлургии) и общая предсказуемость экономических условий. Однако с началом 2020 года пандемия внесла существенные коррективы: временное падение спроса как на внутреннем, так и на внешнем рынках привело к снижению операционных денежных потоков и, как следствие, к кратковременному всплеску обращения к кредитным линиям для поддержания ликвидности и финансирования оборотного капитала.

Переломный момент наступил в 2022 году с введением беспрецедентных санкционных ограничений, которые кардинально изменили логику кредитования отрасли. Доступ к дешевым иностранным капиталам был практически полностью закрыт, что вызвало репатриацию долговой нагрузки на внутренний рынок. Ключевую роль в кредитовании стали играть государственные программы поддержки (в рамках Минпромторга и др.) и системообразующие банки с государственным участием, которые выступили основными источниками рефинансирования и обеспечения новых инвестиционных программ, направленных на переориентацию логистических цепочек и импортозамещение технологий.

Таким образом, к 2024 году можно наблюдать формирование новой модели долговой архитектуры металлургических компаний: она характеризуется возросшей долей рублевого финансирования, смещением в

сторону государственных инструментов и целевых программ, а также общей нацеленностью на повышение финансовой устойчивости в условиях повышенной внешней неопределенности. Данная трансформация свидетельствует о глубокой интеграции финансовой стратегии отрасли в общегосударственные задачи обеспечения технологического и экономического суверенитета.

Анализ динамики инвестиций в основной капитал в отрасли «Металлургическое производство» за период с 2017 по 2024 год позволяет выявить ряд ключевых трендов, детерминированных как циклическими особенностями мировых товарных рынков, так и структурными сдвигами в экономической политике Российской Федерации.

Начальный этап рассматриваемого периода характеризовался умеренно-позитивной динамикой, обусловленной завершением крупных проектов модернизации, инициированных в предыдущие годы, и относительно благоприятной конъюнктурой на мировых рынках металлов.

Резкий рост глобальных цен на металлы в 2021 г. – первой половине 2022 г. сформировал уникальное окно возможностей: компании отрасли, получив рекордные показатели выручки, активизировали инвестиционную деятельность, направив средства как на традиционные проекты повышения операционной эффективности, так и на расширение продуктового портфеля.

Кардинальный перелом в инвестиционной стратегии произошел после февраля 2022 года на фоне введения масштабных санкционных ограничений.

В период 2022–2024 гг. происходит явный сдвиг в структуре инвестиций: доминирующими направлениями становятся импортозамещение технологических цепочек, развитие собственной сырьевой базы (включая освоение новых месторождений), логистическая реконфигурация и глубокие переделы, направленные на увеличение выпуска продукции с высокой добавленной стоимостью.

Важнейшим катализатором и модератором данного процесса выступило государство в рамках реализации программ промышленной поддержки, обеспечивающее льготное финансирование и снижение рисков для бизнеса.

Таким образом, к 2024 году инвестиционный ландшафт отрасли трансформируется: от циклических вложений, зависящих от глобальной конъюнктуры, к стратегическим, нацеленным на обеспечение технологической независимости и устойчивости в условиях новой экономической реальности.

На рисунке 3.10 изображена динамика рассматриваемого показателя для отрасли за период с 2017 г. – 2024 г.

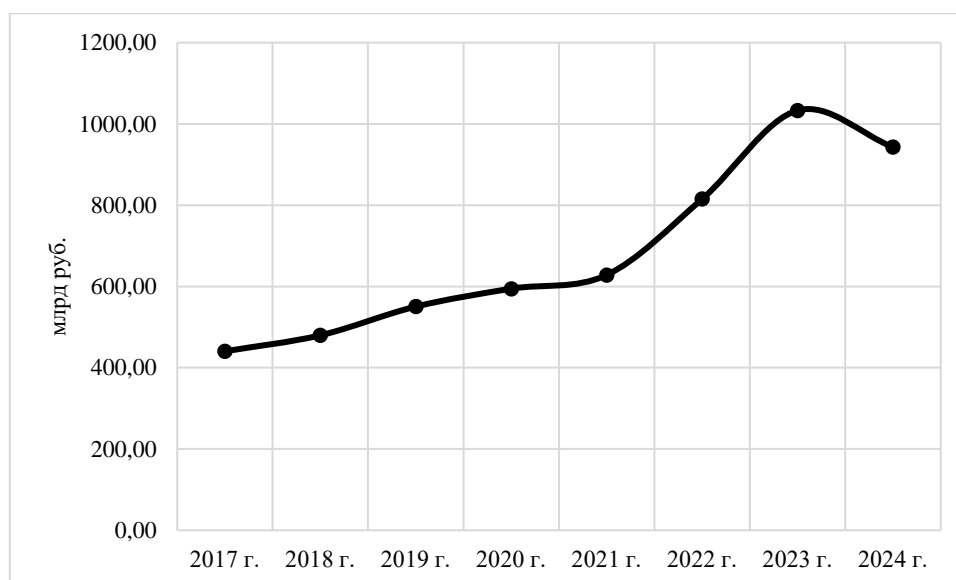


Рисунок 3.10 – Инвестиции в основной капитал  $M_t$  предприятий вида экономической деятельности «С-24 – Производство металлургическое» за период с 2017 г. – 2024 г.

(составлено автором на основе статистических данных [43])

Анализ динамики объема отгруженной товарной продукции в отрасли «Производство готовых металлических изделий» за период с 2017 г. по 2024 г. год позволяет выявить комплекс взаимосвязанных факторов, определивших ее траекторию, которая существенно отличалась от смежных секторов металлопроизводства.

Начальный этап характеризовался умеренным, но устойчивым ростом, обусловленным, в первую очередь, инвестиционной активностью в

строительном секторе и машиностроении, а также реализацией крупных инфраструктурных проектов, потребляющих значительные объемы металлоконструкций, крепежа, проволоки и иной продукции. Пандемийный кризис 2020 года вызвал выраженное сокращение показателя вследствие остановки строительства, сбоя в глобальных цепочках поставок комплектующих и временного падения потребительского спроса. Однако последующий восстановительный рост в 2021 году оказался весьма интенсивным, что было связано с эффектом отложенного спроса, реализацией государственных программ стимулирования строительной отрасли.

Переломной точкой стал 2022 год, однако его влияние на производителей готовых изделий было неоднозначным и секторально дифференцированным. С одной стороны, первоначальный шок от санкций и логистических разрывов привел к кратковременному спаду. С другой стороны, уже к концу 2022 г. – началу 2023 г. отрасль продемонстрировала высокую адаптивность. Ключевым драйвером роста выступила глубокая импортозаместительная трансформация в смежных отраслях промышленности, которые, лишившись доступа к иностранным комплектующим, резко увеличили спрос на локализованное производство высокотехнологичных металлоизделий – от точных штамповок и крепежа до сложных металлоконструкций. Этот тренд был усилен масштабной государственной поддержкой в рамках программ субсидирования и льготного кредитования. Кроме того, сохранилась высокая нагрузка со стороны строительного сектора, переориентированного на внутренние проекты.

Таким образом, к 2024 году динамика объема отгруженной продукции свидетельствует о завершении фазы адаптации и переходе к новой модели роста. Она базируется не на сырьевом экспорте, как в первичной металлургии, а на удовлетворении внутреннего технологического спроса и глубокой переработке металла внутри страны. Отрасль демонстрирует повышенную устойчивость и становится критически важным элементом в системе

обеспечения технологического суверенитета и импортонезависимости российской промышленности.

Динамика показателя по отрасли представлена на рисунке 3.11.

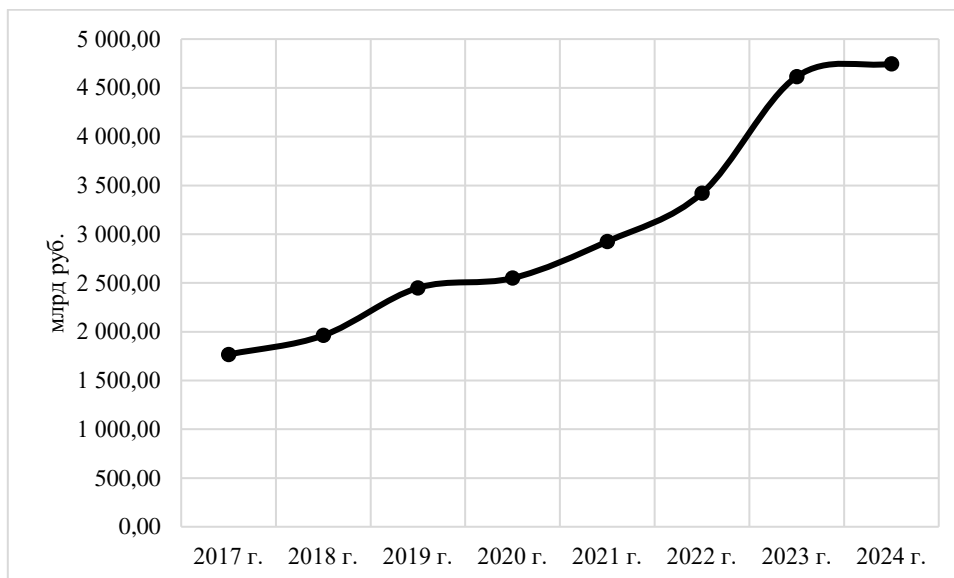


Рисунок 3.11 – Объем отгруженной продукции  $Q_t$  для предприятий вида экономической деятельности «С-25-Производство готовых металлических изделий, кроме машин и оборудования» за период с 2017 г. – 2024 г. (составлено автором на основе статистических данных [69])

Динамика показателя затрат на производство в отрасли демонстрирует схожую динамику с показателем объема отгруженной продукции.

В начале рассматриваемого периода структура затрат характеризовалась относительной стабильностью, где доминирующую долю занимали материальные затраты, в первую очередь, стоимость металлопроката и полуфабрикатов, импортных комплектующих и оборудования. Энергетическая составляющая, несмотря на её значимость, была относительно управляемой благодаря регулируемым тарифам и стабильным ценам на сырье. Трудозатраты демонстрировали постепенный рост, связанный с индексацией заработных плат и дефицитом квалифицированных кадров на отдельных рынках.

Пандемия внесла коррективы, прежде всего, через рост затрат на логистику и закупки вследствие разрывов глобальных цепочек поставок, что

увеличило себестоимость даже при временном снижении деловой активности. Последующий период восстановления сопровождался резким ростом затрат на все ключевые компоненты. Рекордный рост цен на металлы на мировых рынках напрямую транслировался в стоимость сырья для отечественных производителей изделий. Одновременно ускорилась инфляция издержек, затронувшая энергоносители, транспортные и складские услуги.

Кардинальное изменение структуры затрат произошло после 2022 года на фоне введения санкционных ограничений и курсовой волатильности. Затратная модель отрасли претерпела глубокую трансформацию.

К 2024 году в структуре затрат произошло увеличение доли амортизации и прочих расходов, связанных с освоением новых производственных линий и технологий в рамках программ государственной поддержки. При этом, несмотря на рост абсолютных значений затрат, их структура свидетельствует о переходе от модели, зависимой от импортных ресурсов, к модели, ориентированной на внутренние технологические и кадровые решения. Этот переход, хотя и сопровождается ростом себестоимости в краткосрочной перспективе, является необходимым условием для обеспечения устойчивости и технологической независимости отрасли в новых экономических реалиях. Таким образом, динамика затрат в 2017 г. - 2024 гг. отражает не только инфляционное давление, но и фундаментальную структурную перестройку всей модели производства в секторе готовых металлических изделий.

Рисунок 3.12 представляет собой динамику показателя затрат на производство и реализацию продукции.

Анализ динамики объема кредитования предприятий отрасли «Производство готовых металлических изделий» в период с 2017 по 2024 год выявляет сложную взаимосвязь между макроэкономическими шоками, отраслевой спецификой и трансформацией финансовых стратегий.

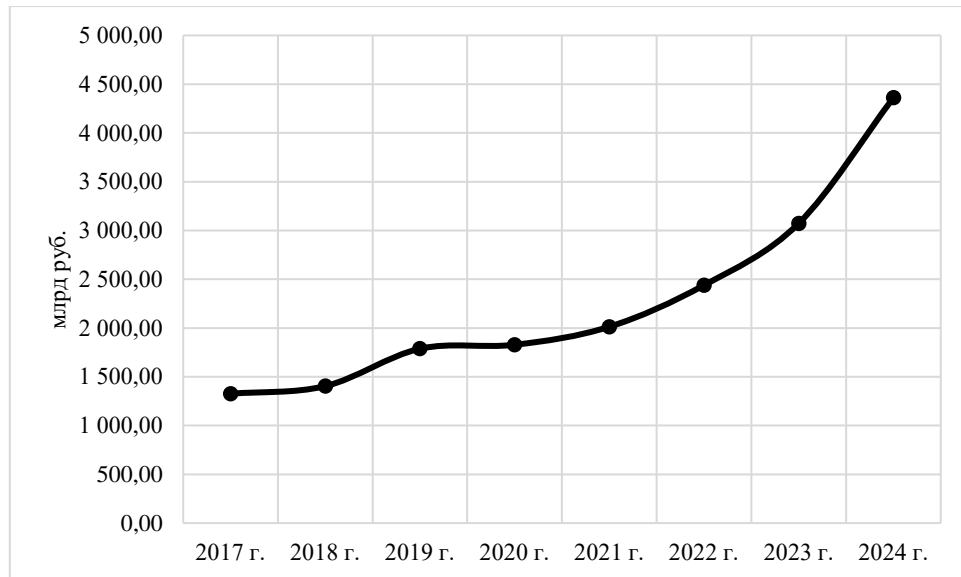


Рисунок 3.12– Затраты на производство и реализацию продукции (товаров, работ, услуг)  $Z_t$  по крупнейшим базовым организациям, осуществляющим деятельность в сфере добывающих и обрабатывающих производств для вида экономической деятельности-«С-25-Производство готовых металлических изделий, кроме машин и оборудования» за период с 2017 г. – 2024 г. (составлено автором на основе статистических данных [37])

В отличие от сырьевых секторов металлургии, данная отрасль характеризуется меньшей капиталоемкостью, но большей зависимостью от оборотных средств и потребностью в точечном финансировании технологических изменений. На начальном этапе периода наблюдалась умеренная и стабильная динамика кредитного портфеля, обусловленная в основном потребностью в финансировании оборотного капитала для выполнения растущих портфелей заказов со стороны строительства и машиностроения. Кредиты выступали инструментом поддержки операционной деятельности в условиях относительно низких процентных ставок и предсказуемости спроса.

Пандемийный кризис вызвал кратковременное увеличение спроса на краткосрочные кредитные линии, которые компании использовали для компенсации кассовых разрывов, вызванных сбоями в поставках и временным замораживанием спроса. Однако последующий период конца 2021 г. – начала 2022 г. ознаменовался фазой снижения долговой нагрузки. Сверхдоходы, полученные производителями на волне глобального сырьевого бума и

взлетевших цен на металлы, были направлены на сокращение дорогостоящих кредитов и улучшение финансовых показателей, что свидетельствует о стремлении бизнеса повысить свою устойчивость в условиях неопределенности.

Переломный момент наступил в 2022 году, однако его влияние на кредитную динамику оказалось принципиально иным по сравнению с первичным металлургическим сектором. Санкционное давление и уход с рынка иностранных источников капитала, вопреки ожиданиям, не привели к резкому коллапсу, а спровоцировали структурную трансформацию моделей финансирования. Ключевым драйвером роста кредитного портфеля с 2022 г. стратегическая необходимость глубокой импортозаместительной перестройки производств. Резкий всплеск инвестиционного кредитования был обусловлен финансированием проектов по локализации производства комплектующих, переоснащению производственных линий, закупке отечественного или азиатского оборудования взамен европейского. Данный тренд был усилен активной ролью государства через расширение программ льготного кредитования и капитализацию системообразующих банков.

Таким образом, к 2024 году кредитный портфель отрасли демонстрирует не просто восстановление, а качественное изменение своей структуры: сокращается доля краткосрочных оборотных кредитов и возрастает доля долгосрочных инвестиционных займов, направленных на модернизацию и переориентацию технологических цепочек. Это свидетельствует о переходе от модели кредитования как инструмента операционного поддержания ликвидности к модели стратегического финансирования трансформации, нацеленной на обеспечение технологического суверенитета и интеграцию в новые рынки сбыта. Рост долговой нагрузки в данном контексте является не признаком финансовой неустойчивости, а индикатором адаптивной способности отрасли и ее готовности к масштабным инвестициям в новую производственную реальность.

Анализ динамики инвестиций в основной капитал в отрасли «Производство готовых металлических изделий» за период с 2017 г. по 2024 г. позволяет выявить ключевые тенденции, отражающие структурные изменения в экономике России и адаптацию отрасли к новым внешним и внутренним условиям. В начале рассматриваемого периода инвестиционная активность демонстрировала умеренный рост, обусловленный в основном потребностями модернизации существующих производственных мощностей и реализацией проектов в рамках государственных программ поддержки промышленности.

На фоне восстановления глобального спроса в период с 2021 г. – 2022 г. на металлопродукцию и роста цен на сырье инвестиционная активность значительно усилилась. В этот период компании направили средства на расширение производственных мощностей, внедрение новых технологий и повышение эффективности. Однако с 2022 года под влиянием санкционных ограничений и изменения внешнеэкономических условий инвестиционные приоритеты отрасли претерпели кардинальные изменения. Основное внимание было смещено в сторону импортозамещения, локализации производственных цепочек и развития собственных технологических решений. Это потребовало увеличения инвестиций в основной капитал, направленных на создание новых производственных линий, закупку оборудования и адаптацию существующих мощностей к новым требованиям.

Важную роль в стимулировании инвестиционной активности сыграли государственные программы поддержки, такие как льготное кредитование, субсидии и налоговые льготы. Эти меры позволили компаниям сохранить инвестиционные планы даже в условиях повышенной неопределенности и роста затрат. К 2024 г. инвестиции в основной капитал в отрасли демонстрируют устойчивый рост, отражающий стратегическую переориентацию на внутренний рынок и усиление роли глубокой переработки металлов в структуре российской промышленности.

График динамики показателя инвестиций в основной капитал представлена на рисунке 3.13

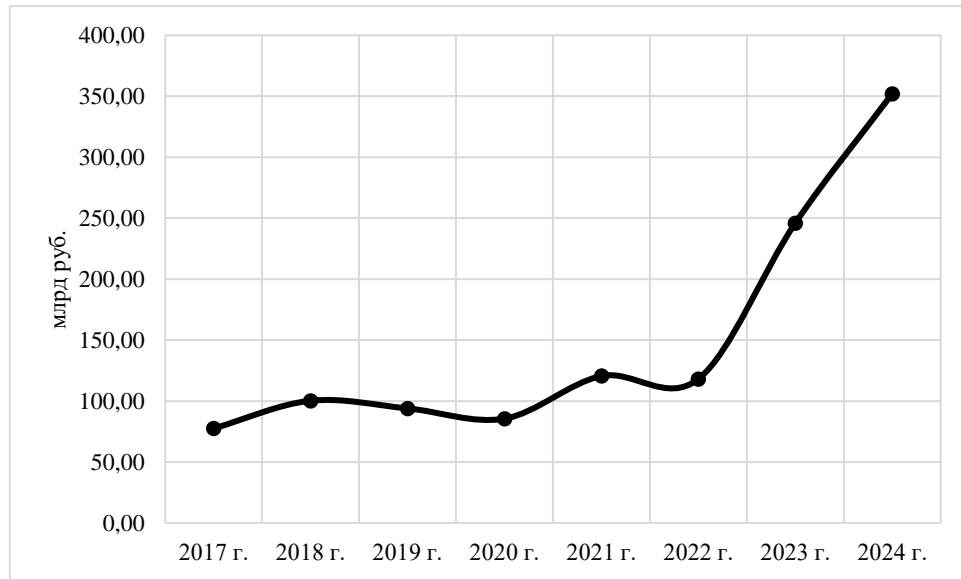


Рисунок 3.13 – Инвестиции в основной капитал  $M_t$  предприятий вида экономической деятельности «С-25-Производство готовых металлических изделий, кроме машин и оборудования» за период с 2017 г. – 2024 г. (составлено автором на основе статистических данных [43])

Проведенный анализ ключевых показателей экономической динамики отобранных для глубинной диагностики отраслей промышленности за период 2017 г. - 2024 г. позволяет сделать вывод о глубокой структурной трансформации системообразующих отраслей, обусловленной последовательным воздействием макроэкономических шоков и изменением парадигмы промышленного развития России.

Несмотря на кратковременные спады, вызванные пандемией и санкционным давлением, отрасли демонстрируют высокую адаптивность и гибкость, что подтверждается восстановлением и ростом объёмов отгруженной продукции, активизацией инвестиционной деятельности и трансформацией моделей финансирования.

Ключевым трендом стало смещение от экспортно-сырьевой ориентации к модели, ориентированной на импортозамещение, глубокую переработку и удовлетворение внутреннего технологического спроса. Рост затрат на производство, сопровождающий эту трансформацию, в современных

условиях является не столько признаком снижения эффективности, сколько индикатором масштабной перестройки производственных цепочек и освоения новых технологий.

Государственная поддержка сыграла критическую роль в обеспечении устойчивости отрасли, выступая катализатором инвестиционных процессов и смягчая риски внешней среды.

Таким образом, к 2024 году отрасли формируют новую модель роста, основанную на интеграции в национальные проекты технологического развития, что позволяет рассматривать выбранные отрасли экономики как важный элемент обеспечения экономического суверенитета и устойчивого развития промышленного комплекса России.

### **3.2 Идентификация моделей динамики отраслевого развития**

Деятельность предприятий каждой отрасли зависит от ситуации в отрасли, а также от макроэкономической ситуации в целом. Одним из ключевых показателей макроэкономической ситуации является инфляция, отражающая процесс изменения покупательной способности денежных средств, накопленных предприятиями отрасли.

Развитие отраслей возможно на основании наращивания основных фондов и увеличения производимой продукции, за счет собственных и привлеченных средств. Размер собственных средств непосредственно зависит от экономического результата предыдущего временного периода. Источником привлеченных средств выступают кредиты, доступность которых зависит от ставки по кредитам, действующей для предприятий отрасли. Изменение кредитной ставки и величины инфляции позволяют сформировать различные сценарии развития национальной экономики, по-разному влияющие на показатели деятельности отраслей экономики.

В исследовании рассмотрены отрасли РФ и проанализированы статистические данные (средневзвешенные процентные ставки по кредитам в

рублях, предоставленным кредитными организациями нефинансовым организациям (в разрезе разделов ОКВЭД2), объем кредитов, предоставленных юридическим лицам в рублях по видам экономической деятельности, финансовый результат прибыльных организаций, инвестиции в основной капитал по источникам финансирования, долгосрочные инвестиции по обычным видам деятельности за счет прибыли, кредиторская задолженность организации в разрезе разделов ОКВЭД2, запасы на конец отчетного периода по данным бухгалтерской отчетности, амортизация основных фондов, начисленная за отчетный год, затраты на производство и реализацию продукции (товаров, работ, услуг, выручка (нетто) от продажи товаров, продукции, работ, услуг (за минусом налога на добавленную стоимость, акцизов), характеризующие динамику показателей модели для различных видов экономической деятельности с 2017 года.

Этап предпрогнозных исследований заключается в изучении динамики отдельных рассматриваемых процессов с целью выявления имеющихся закономерностей их развития, глубинного понимания причинно-следственных связей формирования выявленных закономерностей, а также оценки процессов взаимосвязи, при наличии таковой.

На основе статистических данных методами регрессионного анализа произведем идентификацию функций  $Q_t(Z_t, M_t)$  и  $K_t(i_t)$  для отобранных в качестве объекта исследования отраслей промышленности: В-07 -Добыча металлических руд, С-20- Производство химических веществ и химических продуктов, С-24- Производство металлургическое, С-25-Производство готовых металлических изделий, кроме машин и оборудования.

В соответствии с методикой применения инструментария формирования сценарного развития отрасли, выполним определение рекуррентных зависимостей  $SY_t$ ,  $SM_t$ ,  $S_t$  для отрасли «В-07 -Добыча металлических руд» [15,35,42,43,80,81].

С помощью инструментария эконометрического моделирования для отрасли «В07-Добыча металлических руд», были получены следующие зависимости:

$$Q(Z_t, M_t) = 6,42Z_t^{0,52}SM_t^{0,19} (R^2 = 0,75, F_R = 13,57, F_R^{кр} = 4,17),$$

$$K_t(i_t) = \frac{3 \cdot 10^6}{i_t^{4,538}} (R^2 = 0,71, F_R = 10,67, F_R^{кр} = 4,17),$$

где  $Q$  – объем отгруженной продукции собственного производства отдельной отрасли (в денежном выражении),  $M_t$  – инвестиции в основные фонды предприятий отрасли в  $t$ -й временной период,  $Z_t$  – расходы на операционную деятельность отрасли в  $t$ -й временной период,  $SM_t$  – основные фонды в  $t$ -м временном периоде,  $K_t$  – сумма привлеченных средств в виде кредитов в  $t$ -й временной период,  $i_t$  – ставка по кредитам в  $t$ -й временной период.

Сумма кредита  $K_t$ , зависит от ставки по кредитам  $i_t$ , действующей для предприятий отрасли и представляет собой зависимость  $K_t = K_t(i_t)$ , отвечающую следующим требованиям

$$\frac{dK_t}{di_t} < 0.$$

Зависимость объема кредитов от процентной ставки для отрасли «В-07 - Добыча металлических руд» имеет вид степенной функции вида:

$$K_t(i_t) = \frac{3 \cdot 10^6}{i_t^{4,538}}$$

График функции спроса на деньги для предприятий отрасли «В-07- Добыча металлических руд» представлен на рисунке 3.14.

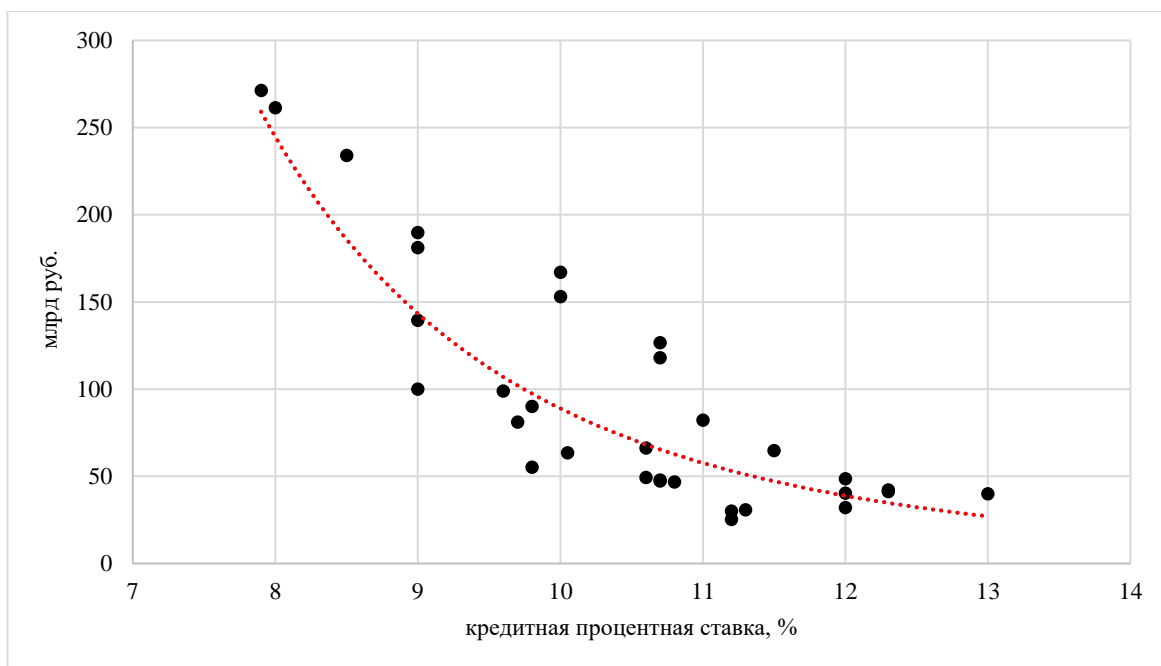


Рисунок 3.14 – Зависимость объема кредитов  $K_t$  от величины процентной ставки  $i_t$  предприятий вида экономической деятельности «В-07-Добыча металлических руд» за период с 2017 г. – 2024 г. (составлено автором на основе статистических данных [68,89])

Рассчитаем среднюю ошибку аппроксимации по формуле:

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum \left| \frac{y - y_x}{y} \right| 100\%,$$

где  $n$  – количество периодов наблюдения,  $y$  – фактическое (статистическое, наблюдаемое) значение,  $y_x$  – прогнозируемое (аппроксимируемое) значение.

Точность эконометрической модели характеризуется значением  $R^2 = 0,71$ ,  $MAPE = 4,57\%$ ,  $F_R = 10,67$ ,  $F_{кр} = 4,17$ .

Средняя ошибка аппроксимации не превышает значение в 10%, следовательно, сумма всех отклонений теоретических значений результативного признака от его фактических значений находится в пределах нормы, уравнение может быть использовано для дальнейшего анализа и прогнозирования.

Для рассматриваемой модели  $F_R > F_{кр}$ , следовательно гипотеза о незначимости коэффициента детерминации отвергается с вероятностью 95%.

На основе статистических данных методами регрессионного анализа произведем идентификацию функций  $Q_t(Z_t, M_t)$  и  $K_t(i_t)$  для отрасли «С-20-Производство химических веществ и химических продуктов».

Зависимость объема кредитов от процентной ставки имеет вид степенной функции вида:

$$K_t(i_t) = \frac{57214}{i_t^{2.537}}.$$

График функции спроса на деньги для предприятий отрасли «С-20-Производство химических веществ и химических продуктов» представлен на рисунке 3.15.

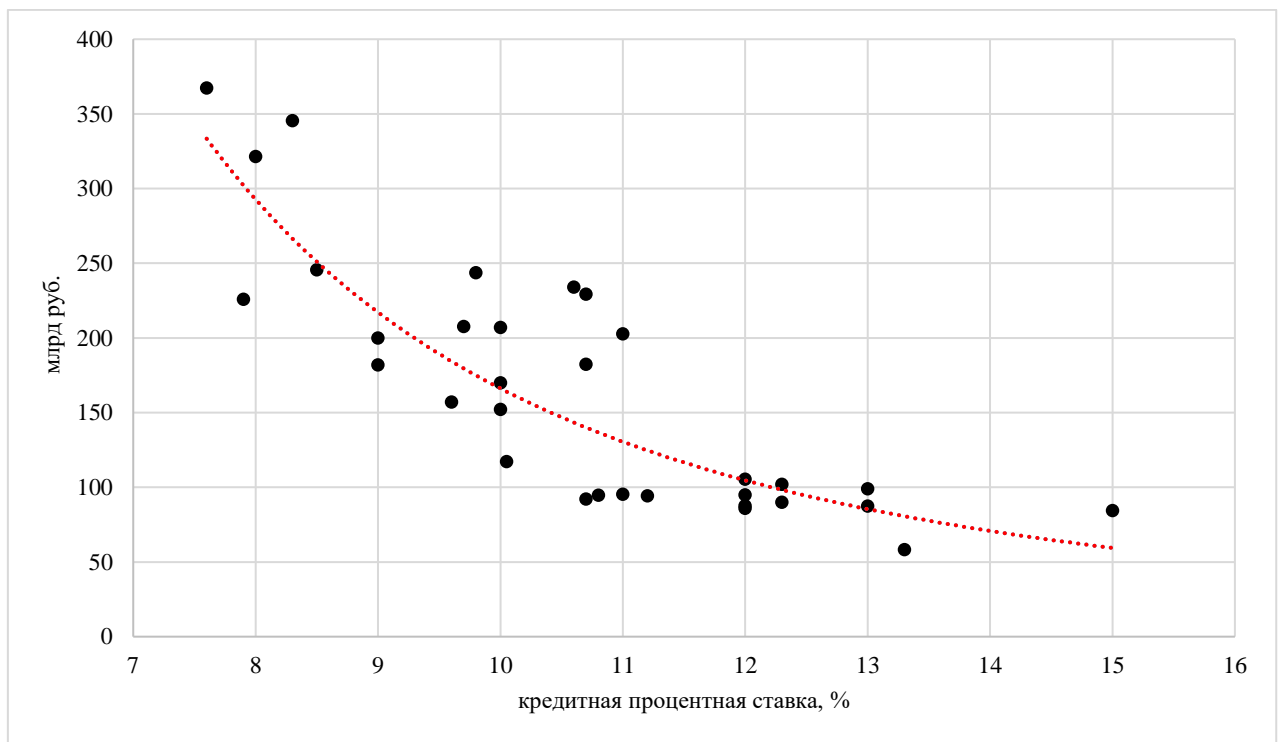


Рисунок 3.15 – Зависимость объема кредитов  $K_t$  от величины процентной ставки  $i_t$  предприятий вида экономической деятельности «С-20-Производство химических веществ и химических продуктов» за период с 2017 г. – 2024 г.

(составлено автором на основе статистических данных [68,89])

Критериями точности эконометрической модели являются значения коэффициента детерминации  $R^2 = 0,72$ , величины средней ошибки аппроксимации  $MAPE = 3,23 \%$ ,  $F_R = 12,37$ ,  $F_{кр} = 4,17$ .

В соответствии с методикой применения инструментария формирования сценарного развития отрасли, выполним определение рекуррентных зависимостей  $SY_t, SM_t, S_t$ .

С помощью инструментария эконометрического моделирования для отрасли «С-20- Производство химических веществ и химических продуктов», были получены следующие зависимости:

$$Q(Z_t, M_t) = 3,55Z_t^{0,88} SM_t^{0,01} (R^2 = 0,81, F_R = 5,10, F_R^{kp} = 4,17),$$

$$K_t(i_t) = \frac{57217}{i_t^{2,537}} (R^2 = 0,72, F_R = 12,37, F_R^{kp} = 4,17),$$

где  $Q$  – объем отгруженной продукции собственного производства отдельной отрасли (в денежном выражении),  $M_t$  – инвестиции в основные фонды предприятий отрасли в  $t$ -й временной период,  $Z_t$  – расходы на операционную деятельность отрасли в  $t$ -й временной период,  $SM_t$  – основные фонды в  $t$ -м временном периоде,  $K_t$  – сумма привлеченных средств в виде кредитов в  $t$ -й временной период,  $i_t$  – ставка по кредитам в  $t$ -й временной период [15,35,42,43,81,80].

На основе статистических данных методами регрессионного анализа произведем идентификацию функций  $Q_t(Z_t, M_t)$  и  $K_t(i_t)$  для отрасли «С-24- Производство металлургическое».

Зависимость объема кредитов от процентной ставки имеет вид степенной функции вида:

$$K_t(i_t) = \frac{184593}{i_t^{2,831}}$$

График функции спроса на деньги для предприятий отрасли «С-20- Производство химических веществ и химических продуктов» представлен на рисунке 3.16.

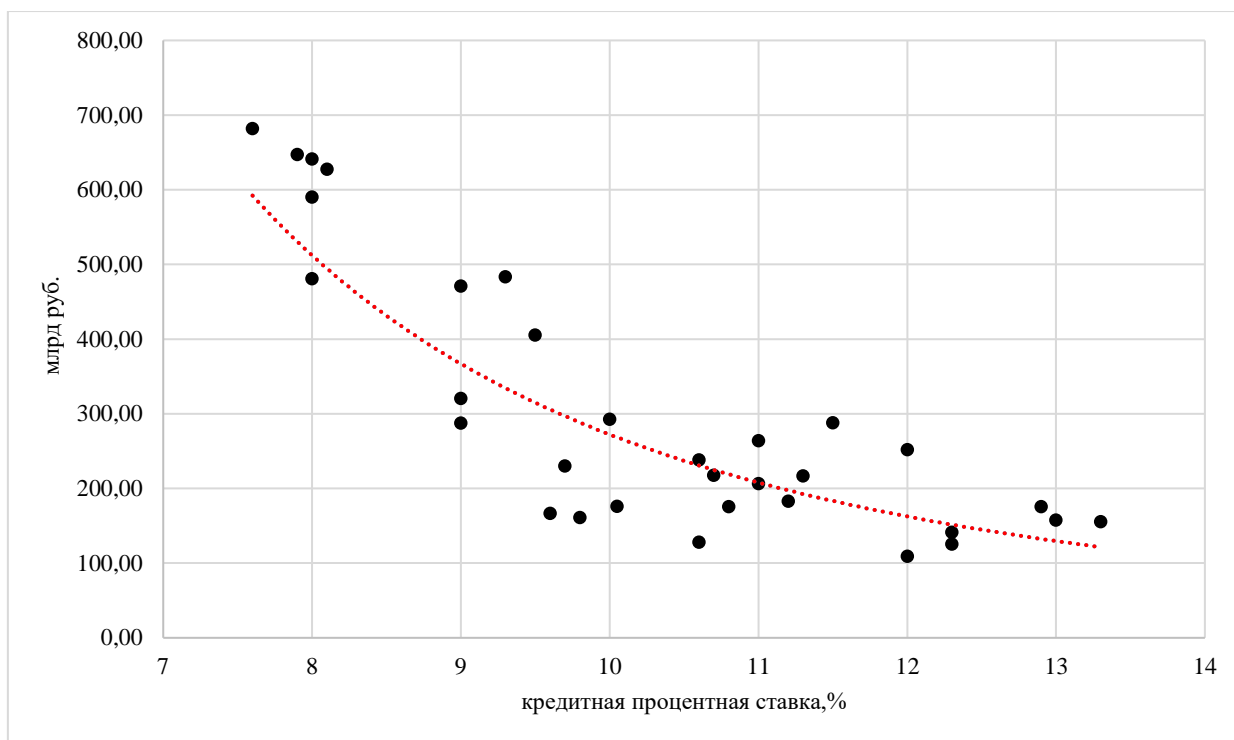


Рисунок 3.16 – Зависимость объема кредитов  $K_t$  от величины процентной ставки  $i_t$  предприятий вида экономической деятельности «С -24- Производство металлургическое» за период с 2017 г. – 2024 г. (составлено автором на основе статистических данных [68,89])

Критериями точности эконометрической модели являются значения коэффициента детерминации  $R^2 = 0,71$ , величины средней ошибки аппроксимации  $MAPE = 4,63 \%$ ,  $F_R = 11,35$ ,  $F_{кр} = 4,17$ .

В соответствии с методикой применения инструментария формирования сценарного развития отрасли, выполним определение рекуррентных зависимостей  $SY_t$ ,  $SM_t$ ,  $S_t$ .

С помощью инструментария эконометрического моделирования для отрасли «С -24- Производство металлургическое», были получены следующие зависимости:

$$Q(Z_t, M_t) = 2,03Z_t^{0,91}SM_t^{0,02} (R^2 = 0,72, F_R = 4,6, F_R^{кр} = 4,17),$$

$$K_t(i_t) = \frac{184593}{i_t^{2,831}} (R^2 = 0,71, F_R = 11,35, F_R^{кр} = 4,17,$$

где  $Q$  – объем отгруженной продукции собственного производства отдельной отрасли (в денежном выражении),  $M_t$  – инвестиции в основные

фонды предприятий отрасли в  $t$ -й временной период,  $Z_t$  – расходы на операционную деятельность отрасли в  $t$ -й временной период,  $SM_t$  – основные фонды в  $t$ -м временном периоде,  $K_t$  – сумма привлеченных средств в виде кредитов в  $t$ -й временной период,  $i_t$  – ставка по кредитам в  $t$ -й временной период [15,35,42,43,81,80].

На основе статистических данных методами регрессионного анализа произведем идентификацию функций  $Q_t(Z_t, M_t)$  и  $K_t(i_t)$  для отрасли «С-25-Производство готовых металлических изделий, кроме машин и оборудования».

Зависимость объема кредитов от процентной ставки имеет вид степенной функции вида:

$$K_t(i_t) = \frac{31016}{i_t^{2,382}}$$

График функции спроса на деньги для предприятий отрасли «С-20-Производство химических веществ и химических продуктов» представлен на рисунке 3.17.

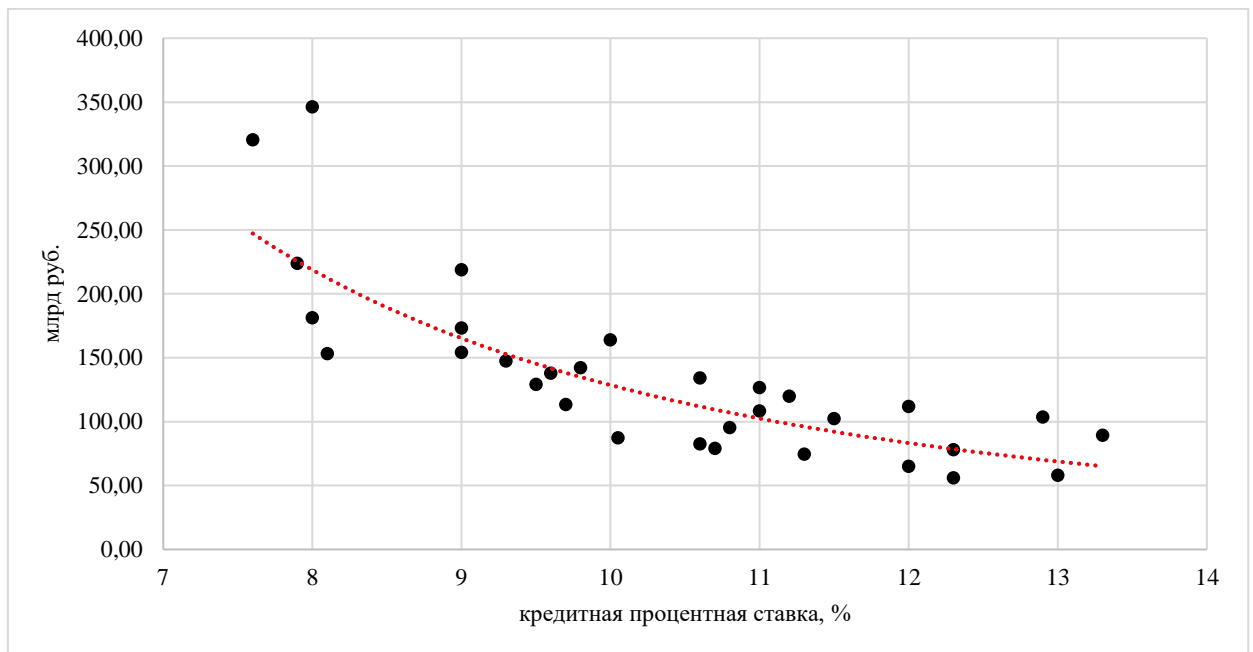


Рисунок 3.17 – Зависимость объема кредитов  $K_t$  от величины процентной ставки  $i_t$  предприятий вида экономической деятельности-«С-25-Производство готовых металлических изделий, кроме машин и оборудования» за период с 2017 г. – 2024 г. (составлено автором на основе статистических данных [68,89])

Критериями точности эконометрической модели являются значения коэффициента детерминации  $R^2 = 0,72$ , величины средней ошибки аппроксимации  $MAPE = 2,79 \%$ ,  $F_R = 16,65$ ,  $F_{кр} = 4,17$ .

В соответствии с методикой применения инструментария формирования сценарного развития отрасли, выполним определение рекуррентных зависимостей  $SY_t$ ,  $SM_t$ ,  $S_t$ .

С помощью инструментария эконометрического моделирования для отрасли «С-25-Производство готовых металлических изделий, кроме машин и оборудования», были получены следующие зависимости:

$$Q(Z_t, M_t) = 4,55 \cdot Z_t^{0,78} SM_t^{0,03} (R^2 = 0,76, F_R = 4,57, F_R^{кр} = 4,17),$$

$$K_t(i_t) = \frac{31016}{i_t^{2,382}} (R^2 = 0,72, F_R = 16,65, F_R^{кр} = 4,17),$$

где  $Q$  – объем отгруженной продукции собственного производства отдельной отрасли (в денежном выражении),  $M_t$  – инвестиции в основные фонды предприятий отрасли в  $t$ -й временной период,  $Z_t$  – расходы на операционную деятельность отрасли в  $t$ -й временной период,  $SM_t$  – основные фонды в  $t$ -м временном периоде,  $K_t$  – сумма привлеченных средств в виде кредитов в  $t$ -й временной период,  $i_t$  – ставка по кредитам в  $t$ -й временной период [15,35,42,43,81,80].

Комплекс моделей для выбранных отраслей промышленности РФ, позволяющий формировать сценарии развития видов экономической деятельности с использованием функций оптимальных операционных расходов, инвестиций в основные фонды и объема отгруженной продукции, используя показатели динамики перечисленных отраслевых показателей в зависимости от кредитной ставки и уровня инфляции с учетом результатов операционной деятельности за предшествующие периоды представлен в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Комплекс моделей сценарного развития отраслей промышленности РФ

Отрасль	Наименование переменной	Уравнение динамики
В-7 -Добыча металлических руд	$Q_t(Z_t)$	$2,6225 \cdot Z_t^{0,9429}$
	$Q_t(M_t)$	$22,809 \cdot M_t^{0,734}$
	$K_t(i_t)$	$\frac{3 \cdot 10^6}{i_t^{4,538}}$
	$Q(Z_t, M_t)$	$6,42 \cdot Z_t^{0,52} S M_t^{0,19}$
С-20- Производство химических веществ и химических продуктов	$Q_t(Z_t)$	$1,957 \cdot Z_t^{0,9657}$
	$Q_t(M_t)$	$46,997 \cdot M_t^{0,6174}$
	$K_t(i_t)$	$\frac{57214}{i_t^{2,537}}$
	$Q(Z_t, M_t)$	$3,55 \cdot Z_t^{0,88} S M_t^{0,01}$
С-24- Производство металлургическое	$Q_t(Z_t)$	$2,0826 \cdot Z_t^{0,932}$
	$Q_t(M_t)$	$152,44 \cdot M_t^{0,5233}$
	$K_t(i_t)$	$\frac{184593}{i_t^{2,831}}$
	$Q(Z_t, M_t)$	$2,03 \cdot Z_t^{0,91} S M_t^{0,02}$
С-25-Производство готовых металлических изделий, кроме машин и оборудования	$Q_t(Z_t)$	$2,9984 \cdot Z_t^{0,875}$
	$Q_t(M_t)$	$86,753 \cdot M_t^{0,6138}$
	$K_t(i_t)$	$\frac{31016}{i_t^{2,382}}$
	$Q(Z_t, M_t)$	$4,55 \cdot Z_t^{0,78} S M_t^{0,03}$

Источник: составлено автором на основе статистических данных [15,35,42,43,80,81].

### 3.3 Моделирование сценариев развития отраслей экономики в изменяющихся условиях денежно-кредитной политики

Разработанный комплекс экономико-математических моделей для видов экономической деятельности основан на предложенном в работе методике определения оптимальных значений параметров отраслевого развития отраслей и на основании решения задачи оптимизации, полученного с учетом эконометрических функций видов экономической деятельности, что позволяет учитывать отраслевые особенности посредством спецификации функций  $Q(Z_t, M_t)$ ,  $K_t(i_t)$ , а также рекуррентных зависимостей  $S_t$ ,  $SY_t$ ,  $SM_t$ .

На рисунке 3.18 представлен график динамики показателя объема отгруженной продукции предприятий отрасли «В-07-Добыча металлических руд», составленный на основе статистических данных, а также график динамики показателя, представляющий собой расчетные значения показателя, полученные расчетным методом с применением инструментария эконометрического моделирования.

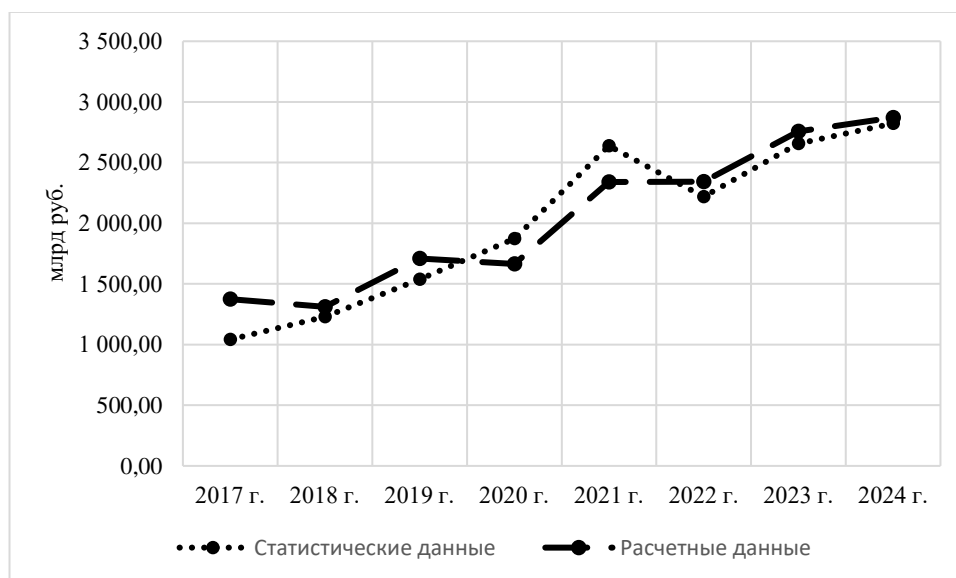


Рисунок 3.18 – Статистические и расчетные значения показателя объем отгруженной продукции  $Q_t$  вида экономической деятельности «В-07-Добыча металлических руд» (разработано автором)

Решение задачи оптимизации представляет собой функцию, зависящую от параметров кредитной ставки и инфляции. Применяя формулы 2.17-2.18, рассчитаем оптимальные значения параметров для диапазона процентных ставок от 9% до 15%, при уровне инфляции в 5%.

С использованием данных функциональной зависимости, произведены расчеты оптимальных значений расходов на операционную деятельность отрасли ( $Z^*$ ), инвестиций в основной капитал ( $M^*$ ), объем отгруженной продукции собственного производства отрасли ( $Q^*$ ). Для целей апробации отобраны значения переменных факторной среды, а именно инфляции и ключевой ставки ЦБ в значениях 9%, 11%, 13%, 15% соответственно [53].

В таблице 3.2 приведены результаты расчетов оптимальных значений параметров отраслевого развития, рассчитанных при заданных значениях ставки по кредитам. Диапазон значений параметров моделирования объясняется статистическими данными по средневзвешенным кредитным ставкам из данного интервала.

Таблица 3.2 – Расчетные оптимальные значения показателей для вида экономической деятельности «В07-Добыча металлических руд»

Показатели	Оптимальные значения показателей в зависимости от ключевых ставок ЦБ РФ			
	9%	11%	13%	15%
Ключевая ставка ЦБ РФ ( $i_t$ ), %	9%	11%	13%	15%
Расходы на операционную деятельность отрасли ( $Z^*$ ), млрд руб.	1 766,35	1 747,13	1 724,71	1 699,22
Инвестиции в основной капитал ( $M^*$ ), млрд руб.	458,48	451,70	442,84	434,16
Объем отгруженной продукции собственного производства отрасли ( $Q^*$ ), млрд руб.	2 890,63	2 873,39	2 847,76	2 822,36

Источник: составлено автором

Полученные результаты позволяют определить оптимальные значения операционных расходов  $Z^*$  и инвестиций в основные фонды  $M^*$ , а также объем отгруженной продукции  $Q^*$  для вида экономической деятельности В07-Добыча металлических руд при различных кредитных ставках.

Рассчитанные значения показывают влияние ставок на возможность наращивать производство и формируют будущие значения развития отрасли при различных условиях денежно-кредитной политики.

Полученные результаты позволяют определить оптимальные значения операционных расходов и инвестиций в основные фонды, а также объем продукции при различных кредитных ставках. Рассчитанные значения показывают влияние ставок на возможность наращивать производство и формируют будущие значения развития отрасли при различных условиях денежно-кредитной политики.

В качестве примера приведем графики развития отрасли В-07 при различных значениях  $i_t$  и  $\pi_t$  (рисунок 3.19).

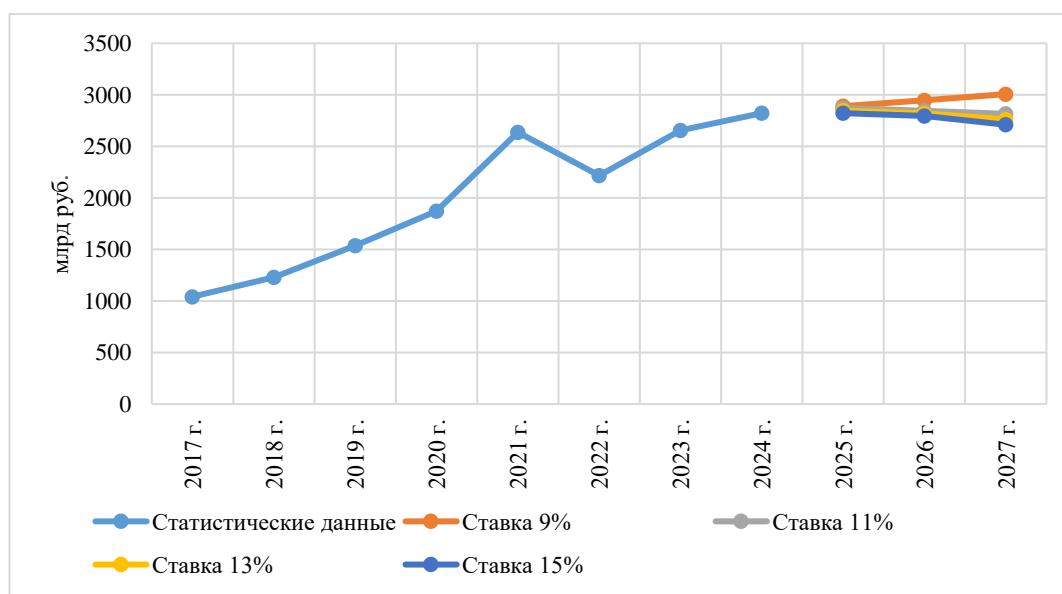


Рисунок 3.19 – Динамика развития вида экономической деятельности «В-07-Добыча металлических руд» при различных значениях  $i_t$  и  $\pi_t$  (разработано автором)

Представленные на рисунке 3.19 результаты моделирования позволяют определить возможные варианты динамики объема отгруженной продукции отрасли «В-07-Добыча металлических руд» в зависимости от изменяющихся кредитных ставок. Следует отметить, что при ставке кредита 15% объем производства отрасли снижается, что говорит о нецелесообразности

кредитовать предприятия, занимающиеся металлургическим производством, по столь высоким ставкам.

На рисунке 3.20 представлен график динамики показателя объема отгруженной продукции предприятий вида экономической деятельности «С-20- Производство химических веществ и химических продуктов», составленный на основе статистических данных, а также график динамики показателя, представляющий собой расчетные значения показателя, полученные расчетным методом с применением инструментария эконометрического моделирования.

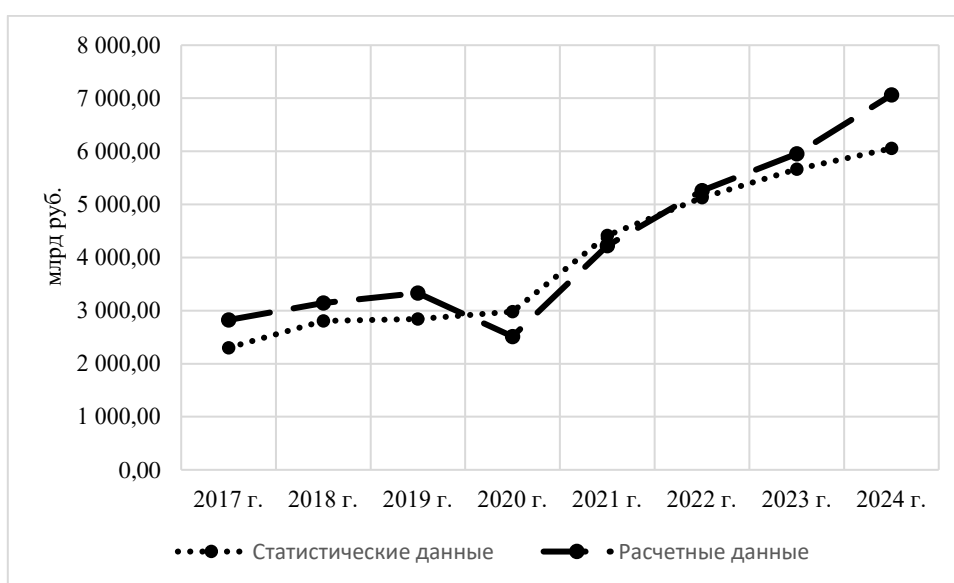


Рисунок 3.20 – Статистические и расчетные значения показателя объем отгруженной продукции  $Q_t$  вида экономической деятельности «С-20- Производство химических веществ и химических продуктов» (разработано автором)

Решение задачи оптимизации представляет собой функцию, зависящую от параметров кредитной ставки и инфляции. Применяя формулу 2.17-2.18, рассчитаем оптимальные значения параметров для диапазона процентных ставок от 9% до 15%, при уровне инфляции в 5%.

С использованием данных функциональной зависимости, произведены расчеты оптимальных значений расходов на операционную деятельность отрасли «С-20- Производство химических веществ и химических продуктов» ( $Z^*$ ), инвестиций в основной капитал ( $M^*$ ), объем отгруженной продукции

собственного производства отрасли ( $Q^*$ ). Для целей апробации отобраны значения переменных факторной среды, а именно инфляции и ключевой ставки ЦБ в значениях 9%, 11%, 13%, 15% соответственно [5, 8].

В таблице 3.3 приведены результаты расчетов оптимальных значений параметров отраслевого развития, рассчитанных при заданных значениях ставки по кредитам. Диапазон значений параметров моделирования объясняется статистическими данными по средневзвешенным кредитным ставкам из данного интервала.

Таблица 3.3 – Расчетные оптимальные значения показателей для вида экономической деятельности «С-20- Производство химических веществ и химических продуктов»

Показатели	Оптимальные значения показателей в зависимости от ключевых ставок ЦБ РФ			
	9%	11%	13%	15%
Ключевая ставка ЦБ РФ ( $i_t$ ), %	9%	11%	13%	15%
Расходы на операционную деятельность отрасли ( $Z^*$ ), млрд руб.	4 445,78	4 423,67	4 384,21	4 340,80
Инвестиции в основной капитал ( $M^*$ ), млрд руб.	920,99	917,32	910,95	902,82
Объем отгруженной продукции собственного производства отрасли ( $Q^*$ ), млрд руб.	6 109,39	6 103,29	6 085,03	6 054,76

Источник: составлено автором

Полученные результаты позволяют определить оптимальные значения операционных расходов  $Z^*$  и инвестиций в основные фонды  $M^*$ , а также объем отгруженной продукции  $Q^*$  для вида экономической деятельности С-20- Производство химических веществ и химических продуктов при различных кредитных ставках.

Рассчитанные значения показывают влияние ставок на возможность наращивать производство и формируют будущие значения развития отрасли при различных условиях денежно-кредитной политики.

В таблице 3.3 представлены полученные результаты расчетов оптимальных значений  $Z^*$ ,  $M^*$ ,  $Q^*$ , рассчитанных по формулам при заданных значениях ставки по кредитам в размере 9%, 11%, 13% и 15% процентов

соответственно. Диапазон значений параметров моделирования объясняется статистическими данными по средневзвешенным кредитным ставкам из данного интервала [53].

В качестве примера приведем графики развития вида экономической деятельности «С-20- Производство химических веществ и химических продуктов» при различных значениях  $i_t$  и  $\pi_t$  (рисунок 3.21).

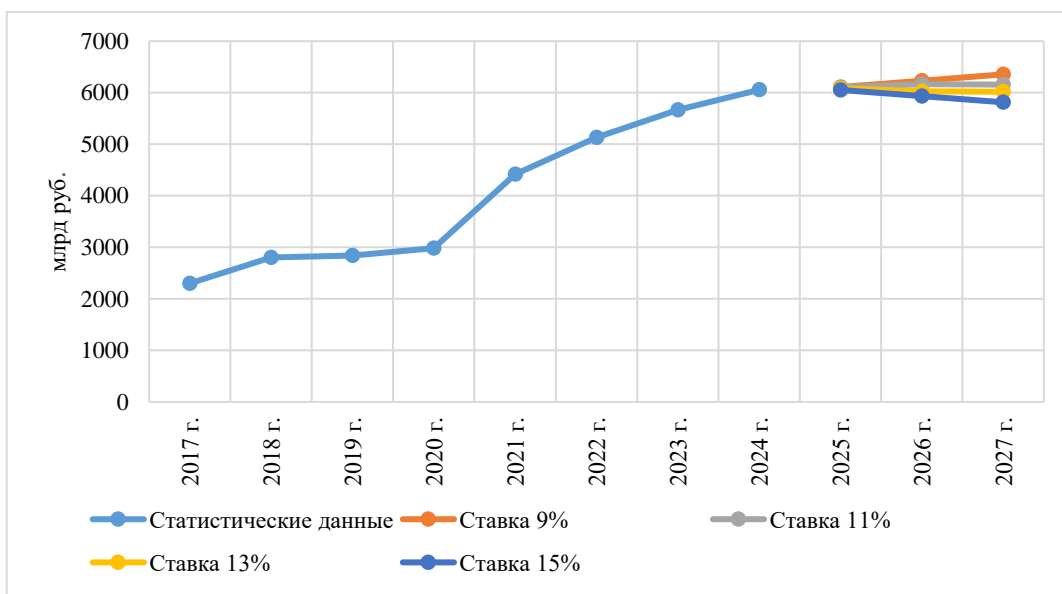


Рисунок 3.21 - Динамика развития вида экономической деятельности «С-20- Производство химических веществ и химических продуктов» при различных значениях  $i_t$  и  $\pi_t$  (разработано автором)

Представленные на рисунке 3.21 результаты моделирования позволяют определить возможные варианты динамики объема отгруженной продукции вида экономической деятельности в зависимости от изменяющихся кредитных ставок. Следует отметить, что при ставке кредита 15% объем производства отрасли снижается, что говорит о нецелесообразности кредитовать предприятия, занимающиеся химическим производством, по столь высоким ставкам.

На рисунке 3.22 представлен график динамики показателя объема отгруженной продукции предприятий отрасли «С-24- Производство металлургическое», составленный на основе статистических данных, а также график динамики показателя, представляющий собой расчетные значения

показателя, полученные расчетным методом с применением инструментария эконометрического моделирования.

Решение задачи оптимизации представляет собой функцию, зависящую от параметров кредитной ставки и инфляции. Применяя формулы 2.17-2.18, рассчитаем оптимальные значения параметров для диапазона процентных ставок от 9% до 15%, при уровне инфляции в 5% [53].

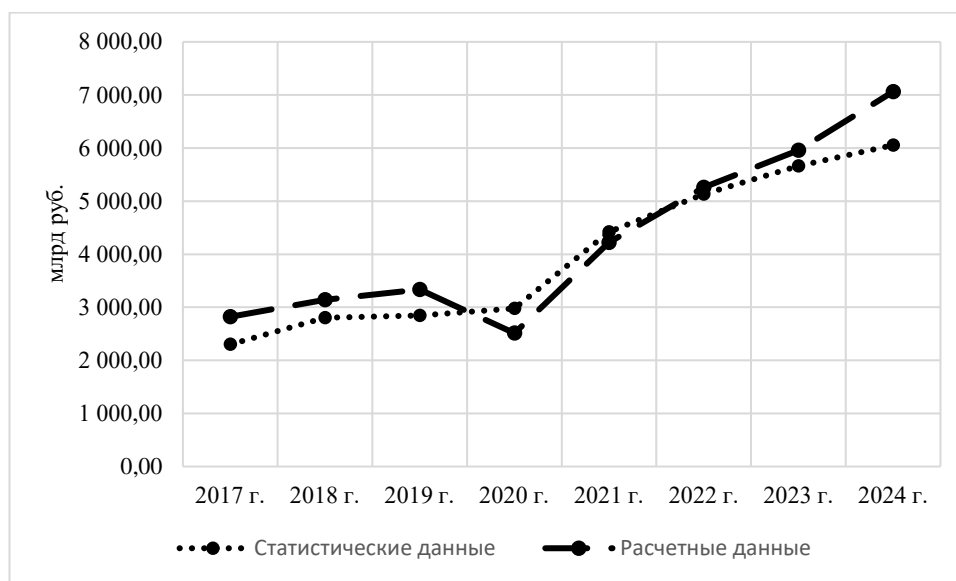


Рисунок 3.22 – Статистические и расчетные значения показателя объем отгруженной продукции  $Q_t$  для вида экономической деятельности «С-24-Производство металлургическое» (разработано автором)

С использованием данных функциональной зависимости, произведены расчеты оптимальных значений расходов на операционную деятельность отрасли ( $Z^*$ ), инвестиций в основной капитал ( $M^*$ ), объем отгруженной продукции собственного производства отрасли ( $Q^*$ ). Для целей апробации отобраны значения переменных факторной среды, а именно инфляции и ключевой ставки ЦБ в значениях 9%, 11%, 12%, 15% соответственно.

В таблице 3.4 приведены результаты расчетов оптимальных значений параметров отраслевого развития, рассчитанных при заданных значениях ставки по кредитам. Диапазон значений параметров моделирования объясняется статистическими данными по средневзвешенным кредитным ставкам из данного интервала.

Полученные результаты позволяют определить оптимальные значения операционных расходов  $Z^*$  и инвестиций в основные фонды  $M^*$ , а также объем продукции  $Q^*$  для вида экономической деятельности «С -24- Производство металлургическое» при различных кредитных ставках.

Рассчитанные значения показывают влияние ставок на возможность наращивать производство и формируют будущие значения развития отрасли при различных условиях денежно-кредитной политики.

Таблица 3.4 – Расчетные оптимальные значения показателей для вида экономической деятельности «С -24- Производство металлургическое»

Показатели	Оптимальные значения показателей в зависимости от ключевых ставок ЦБ РФ			
	9%	11%	13%	15%
Ключевая ставка ЦБ РФ ( $i_t$ ), %				
Расходы на операционную деятельность отрасли ( $Z^*$ ), млрд руб.	10 140,15	10 109,82	10 029,58	9 940,12
Инвестиции в основной капитал ( $M^*$ ), млрд руб.	1 070,79	1 060,19	1 047,61	1 033,15
Объем отгруженной продукции собственного производства отрасли ( $Q^*$ ), млрд руб.	12 447,73	12 422,88	12 361,08	12 275,15

Источник: составлено автором

В таблице 3.4 представлены полученные результаты расчетов оптимальных значений  $Z^*$ ,  $M^*$ ,  $Q^*$ , рассчитанных при заданных значениях ставки по кредитам в размере 9%, 11%, 13% и 15% процентов соответственно. Диапазон значений параметров моделирования объясняется статистическими данными по средневзвешенным кредитным ставкам из данного интервала.

В качестве примера приведем графики развития отрасли «С -24- Производство металлургическое» при различных значениях  $i_t$  и  $\pi_t$  (рисунок 3.23).

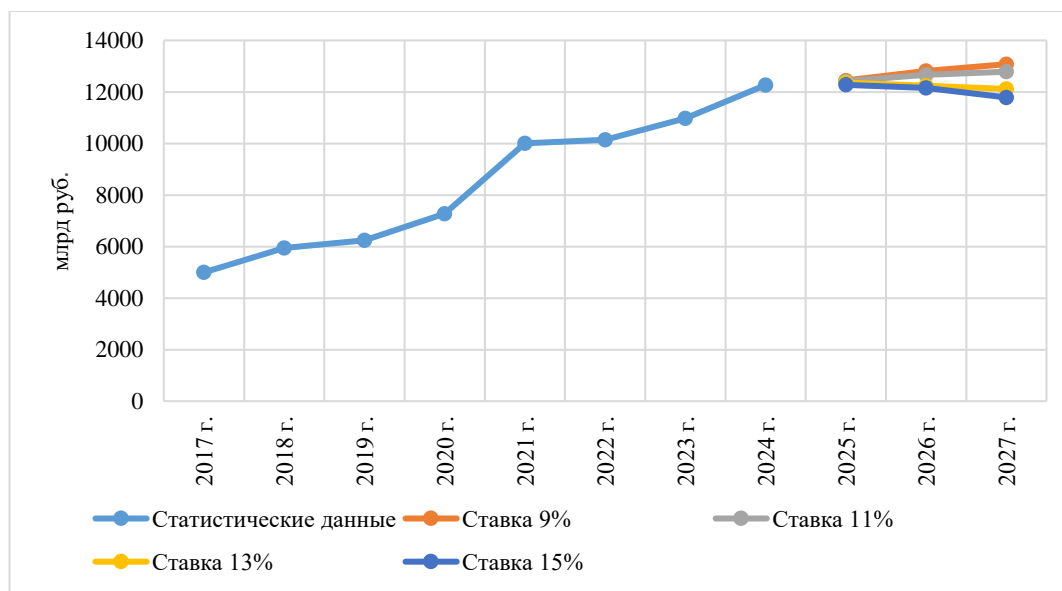


Рисунок 3.23 - Динамика развития вида экономической деятельности «С -24- Производство металлургическое» при различных значениях  $i_t$  и  $\pi_t$  (разработано автором)

Представленные на рисунке 3.23 результаты моделирования позволяют определить возможные варианты динамики объема отгруженной продукции металлургического производства в зависимости от изменяющихся кредитных ставок. Следует отметить, что при ставке кредита 15% и более объем производства отрасли снижается, что говорит о нецелесообразности кредитовать предприятия, занимающиеся металлургическим производством, по столь высоким ставкам.

На рисунке 3.24 представлен график динамики показателя объема отгруженной продукции предприятий отрасли «С-25-Производство готовых металлических изделий, кроме машин и оборудования», составленный на основе статистических данных, а также график динамики показателя, представляющий собой расчетные значения показателя объема отгруженной продукции, полученные расчетным методом с применением инструментария эконометрического моделирования.

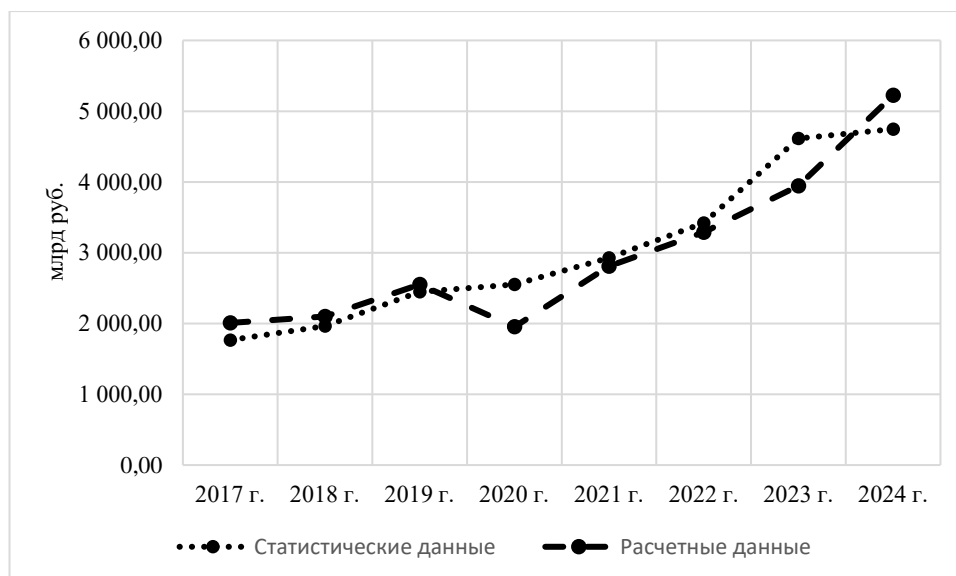


Рисунок 3.24 – Статистические и расчетные значения показателя объем отгруженной продукции  $Q_t$  для вида экономической деятельности «С-25- Производство готовых металлических изделий, кроме машин и оборудования» (разработано автором)

Решение задачи оптимизации представляет собой функцию, зависящую от параметров кредитной ставки и инфляции. Применяя формулу 2.18-2.19, рассчитаем оптимальные значения параметров для диапазона процентных ставок от 9% до 15%, при уровне инфляции в 5%.

С использованием данных функциональной зависимости, произведены расчеты оптимальных значений расходов на операционную деятельность отрасли ( $Z^*$ ), инвестиций в основной капитал ( $M^*$ ), объема отгруженной продукции собственного производства отрасли ( $Q^*$ ).

В таблице 3.5 приведены результаты расчетов оптимальных значений параметров отраслевого развития, рассчитанных при заданных значениях ставки по кредитам. Диапазон значений параметров моделирования объясняется статистическими данными по средневзвешенным кредитным ставкам из данного интервала.

Полученные результаты позволяют определить оптимальные значения операционных расходов  $Z^*$  и инвестиций в основные фонды  $M^*$ , а также объем отгруженной продукции  $Q^*$  для вида экономической деятельности «С-25-

Производство готовых металлических изделий, кроме машин и оборудования» при различных кредитных ставках.

Рассчитанные значения показывают влияние ставок на возможность наращивать производство и формируют будущие значения развития отрасли при различных условиях денежно-кредитной политики.

Таблица 3.5 – Расчетные оптимальные значения показателей для вида экономической деятельности «С-25-Производство готовых металлических изделий, кроме машин и оборудования»

Показатели	Оптимальные значения показателей в зависимости от ключевых ставок ЦБ РФ			
	9%	11%	13%	15%
Ключевая ставка ЦБ РФ ( $i_t$ ), %	9%	11%	13%	15%
Расходы на операционную деятельность отрасли ( $Z^*$ ), млрд руб.	4 439,90	4 426,62	4 395,85	4 360,96
Инвестиции в основной капитал ( $M^*$ ), млрд руб.	363,81	360,92	357,35	352,07
Объем отгруженной продукции собственного производства отрасли ( $Q^*$ ), млрд руб.	4 837,70	4 828,04	4 789,72	4 747,00

Источник: составлено автором

В таблице 3.5 представлены полученные результаты расчетов оптимальных значений  $Z^*$ ,  $M^*$ ,  $Q^*$ , рассчитанных при заданных значениях ставки по кредитам в размере 9%, 11%, 13% и 15% процентов соответственно. Диапазон значений параметров моделирования объясняется статистическими данными по средневзвешенным кредитным ставкам из данного интервала.

В качестве примера приведем графики развития отрасли «С-25-Производство готовых металлических изделий, кроме машин и оборудования» при различных значениях  $i_t$  и  $\pi_t$  (рисунок 3.25).

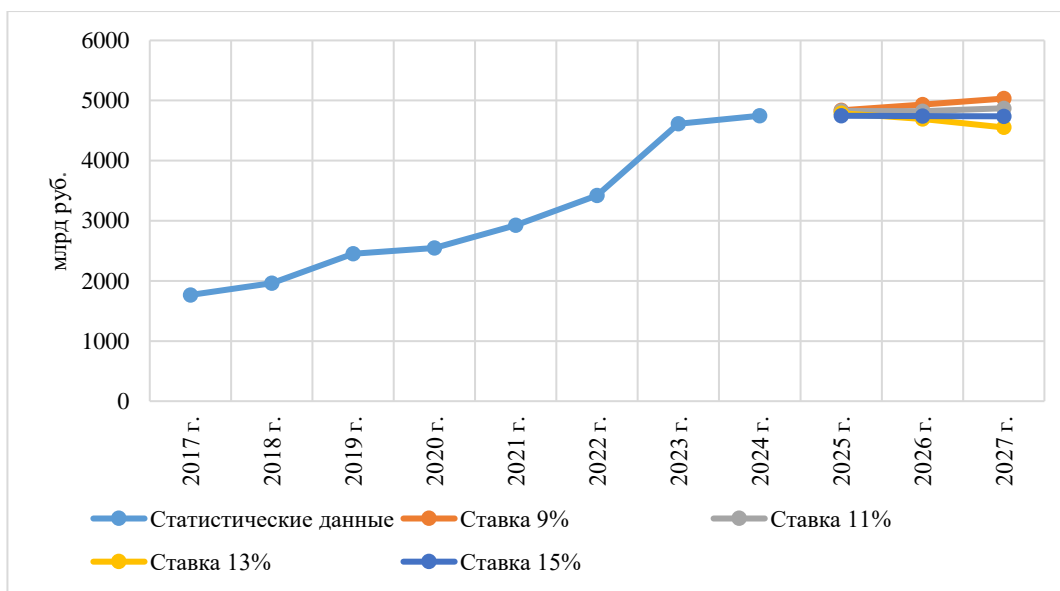


Рисунок 3.25- Динамика развития вида экономической деятельности «С-25-Производство готовых металлических изделий, кроме машин и оборудования» при различных значениях  $i_t$  и  $\pi_t$  (разработано автором)

Представленные на рисунке 3.25 результаты моделирования позволяют определить возможные варианты динамики объема продукции отрасли готовых металлических изделий в зависимости от изменяющихся кредитных ставок. Следует отметить, что при ставке кредита 15% и более объем производства отрасли снижается, что говорит о нецелесообразности кредитовать предприятия, занимающиеся металлургическим производством, по столь высоким ставкам.

Проведем анализ чувствительности показателей объема продукции, расходов на операционную деятельность, а также инвестиций в основной капитал для рассматриваемых видов экономической деятельности.

В таблице 3.6 представлен результат расчета чувствительности расходов на операционную деятельность  $Z^*$ , инвестиций в основные фонды  $M^*$ , объема продукции собственного производства отрасли  $Q^*$  для вида экономической деятельности «В-07-Добыча металлических руд».

Таблица 3.6 – Чувствительность  $Z^*$ ,  $M^*$ ,  $Q^*$  к изменению кредитной ставки вида экономической деятельности «В-07-Добыча металлических руд»

Показатели	Чувствительность стоимостных показателей при заданном диапазоне изменений ставки		
	9%-11%	11%-13%	13%-15%
Диапазон изменений ставки ( $i_t$ ), %	9%-11%	11%-13%	13%-15%
Расходы на операционную деятельность отрасли ( $Z^*$ ), млрд руб.	-4,90%	-7,06%	-9,61%
Инвестиции в основной капитал ( $M^*$ ), млрд руб.	-6,65%	-10,78%	-12,75%
Объем отгруженной продукции собственного производства отрасли ( $Q^*$ ), млрд руб.	-2,68%	-4,95%	-5,80%

Источник: составлено автором

Как можно видеть из данных таблицы 3.6, увеличение ставки от 9% до 11% менее чувствительно для показателей развития отрасли по сравнению с изменением ставки от 11% до 13%. В то время как диапазон изменений с 13% до 15% существенным образом сказывается на рассматриваемых показателях.

Увеличение ставки от 9% до 11% менее чувствительно для объема производства по сравнению с изменением ставки для показателя расходов на операционную деятельность и инвестиций в основные фонды.

Изменение процентной ставки с 13% до 15% является критическим для показателя инвестиций в основной капитал рассматриваемой отрасли.

В таблице 3.7 представлен результат расчета чувствительности расходов на операционную деятельность  $Z^*$ , инвестиций в основные фонды  $M^*$ , объема отгруженной продукции собственного производства отрасли  $Q^*$  для отрасли «С-20- Производство химических веществ и химических продуктов».

Таблица 3.7 – Чувствительность  $Z^*$ ,  $M^*$ ,  $Q^*$  к изменению кредитной ставки для «С-20- Производство химических веществ и химических продуктов»

Показатели	Чувствительность стоимостных показателей при заданном диапазоне изменений ставки		
	9%-11%	11%-13%	13%-15%
Диапазон изменений ставки ( $i_t$ ), %	9%-11%	11%-13%	13%-15%
Расходы на операционную деятельность отрасли ( $Z^*$ ), млрд руб.	-2,24%	-4,91%	-6,44%
Инвестиции в основной капитал ( $M^*$ ), млрд руб.	-1,79%	-3,82%	-5,80%
Объем отгруженной продукции собственного производства отрасли ( $Q^*$ ), млрд руб.	-0,45%	-1,65%	-3,23%

Источник: составлено автором

Из данных таблицы 3.7 становится очевидно, что увеличение ставки от 9% до 11% менее чувствительно для показателей развития отрасли по сравнению с изменением ставки от 11% до 13%. В то время как диапазон изменений с 13% до 15% существенным образом сказывается на рассматриваемых показателях.

Увеличение ставки от 9% до 11% менее чувствительно для объема производства по сравнению с изменением ставки для показателя расходов на операционную деятельность и инвестиций в основные фонды.

Изменение процентной ставки с 13% до 15% является критическим для показателя расходов на операционную деятельность рассматриваемой отрасли. Однако, следует отметить, что в сравнении с другими рассматриваемыми видами экономической деятельности, отрасль «С-20- Производство химических веществ и химических продуктов» менее других подвержена влиянию волатильности кредитной ставки, что объясняется меньшей долей кредитов в структуре инвестиций в основные фонды предприятий отрасли.

Следует отметить, что изменение процентной ставки с 13% до 15%, не столько критично для показателей экономической динамики рассматриваемой отрасли по сравнению с другими проанализированными видами экономической деятельности.

В таблице 3.8 представлен результат расчета чувствительности расходов на операционную деятельность  $Z^*$ , инвестиций в основные фонды  $M^*$ , объема продукции собственного производства отрасли  $Q^*$  для «С-24- Производство металлургическое».

Увеличение ставки от 9% до 11% менее чувствительно для показателей развития отрасли по сравнению с изменением ставки от 11% до 13%. В то время как диапазон изменений с 13% до 15% существенным образом сказывается на рассматриваемых показателях.

Увеличение ставки от 9% до 11% менее чувствительно для объема производства по сравнению с изменением ставки для показателя инвестиций в основные фонды.

Изменение процентной ставки с 13% до 15% является критическим для показателя инвестиций в основной капитал. Объем производимой продукции отрасли также чувствителен к изменению процентной ставки.

Таблица 3.8 – Чувствительность  $Z^*$ ,  $M^*$ ,  $Q^*$  к изменению кредитной ставки для вида экономической деятельности «С-24- Производство металлургическое»

Показатели	Чувствительность стоимостных показателей при заданном диапазоне изменений ставки		
	9%-11%	11%-13%	13%-15%
Диапазон изменений ставки ( $i_t$ ), %			
Расходы на операционную деятельность отрасли ( $Z^*$ ), млрд руб.	-1,35%	-4,37%	-5,80%
Инвестиции в основной капитал ( $M^*$ ), млрд руб.	-4,46%	-6,52%	-8,97%
Объем отгруженной продукции собственного производства отрасли ( $Q^*$ ), млрд руб.	-0,90%	-2,74%	-4,52%

Источник: составлено автором

В таблице 3.9 представлен результат расчета чувствительности расходов на операционную деятельность  $Z^*$ , инвестиций в основные фонды  $M^*$ , объема продукции собственного производства отрасли  $Q^*$  для отрасли «С-25- Производство готовых металлических изделий, кроме машин и оборудования».

Таблица 3.9 – Чувствительность  $Z^*$ ,  $M^*$ ,  $Q^*$  к изменению кредитной ставки для вида экономической деятельности «С-25-Производство готовых металлических изделий, кроме машин и оборудования»

Показатели	Чувствительность стоимостных показателей при заданном диапазоне изменений ставки		
	9%-11%	11%-13%	13%-15%
Диапазон изменений ставки ( $i_t$ ), %	9%-11%	11%-13%	13%-15%
Расходы на операционную деятельность отрасли ( $Z^*$ ), млрд руб.	-1,35%	-3,82%	-5,16%
Инвестиции в основной капитал ( $M^*$ ), млрд руб.	-3,57%	-5,45%	-9,61%
Объем отгруженной продукции собственного производства отрасли ( $Q^*$ ), млрд руб.	-0,90%	-4,37%	-5,80%

Источник: составлено автором

Как можно видеть из данных таблицы 3.9, увеличение ставки от 9% до 11% менее чувствительно для показателей развития отрасли по сравнению с изменением ставки от 11% до 13%. В то время как диапазон изменений с 13% до 15% существенным образом сказывается на рассматриваемых показателях.

Показатели развития отрасли «С-25-Производство готовых металлических изделий, кроме машин и оборудования» примерно одинаково реагируют на изменение кредитной ставки в диапазоне от 13% до 15%.

Увеличение ставки от 9% до 11% более чувствительно для расходов на операционную деятельность, по сравнению с изменением ставки для показателя инвестиций в основные фонды.

Изменение процентной ставки с 13% до 15%, не столько критично для показателей экономической динамики рассматриваемой отрасли по сравнению с другими проанализированными видами экономической деятельности.

Сводные данные по параметру чувствительности стоимостных показателей при заданном диапазоне изменений ставки представлен в таблице 3.10.

Таблица 3.10 - Сводные данные чувствительности оптимальных отраслевых показателей при заданном диапазоне изменений ставки от 9% до 15% для рассматриваемых видов экономической деятельности (разработано автором)

Показатель	<b>Чувствительность стоимостных показателей при заданном диапазоне изменений ставки</b>			
Отрасль	В-07 -Добыча металлических руд	С-20- Производство химических веществ и химических продуктов	С-24- Производство металлургическое	С-25-Производство готовых металлических изделий, кроме машин и оборудования
Диапазон изменений ставки ( $i_t$ ), %	<b><u>9-11%</u></b>			
Расходы на операционную деятельность отрасли ( $Z^*$ ), млрд руб.	-4,90%	-2,24%	-1,35%	-1,35%
Диапазон изменений ставки ( $i_t$ ), %	<b><u>11-13%</u></b>			
Расходы на операционную деятельность отрасли ( $Z^*$ ), млрд руб.	-7,06%	-4,91%	-4,37%	-3,82%
Диапазон изменений ставки ( $i_t$ ), %	<b><u>13-15%</u></b>			
Расходы на операционную деятельность отрасли ( $Z^*$ ), млрд руб.	-9,61%	-6,44%	-5,80%	-5,16%
Показатель	<b>Чувствительность стоимостных показателей при заданном диапазоне изменений ставки</b>			
Отрасль	В-07 -Добыча металлических руд	С-20- Производство химических веществ и химических продуктов	С-24- Производство металлургическое	С-25-Производство готовых металлических изделий, кроме машин и оборудования
Диапазон изменений ставки ( $i_t$ ), %	<b><u>9-11%</u></b>			
Инвестиции в основной капитал ( $M^*$ ), млрд руб.	-6,65%	-1,79%	-4,46%	-3,57%
Диапазон изменений ставки ( $i_t$ ), %	<b><u>11-13%</u></b>			
Инвестиции в основной капитал ( $M^*$ ), млрд руб.	-10,78%	-3,82%	-6,52%	-5,45%
Диапазон изменений ставки ( $i_t$ ), %	<b><u>13-15%</u></b>			
Инвестиции в основной капитал ( $M^*$ ), млрд руб.	-12,75%	-5,80%	-8,97%	-9,61%

Продолжение таблицы 3.10

Показатель	Чувствительность стоимостных показателей при заданном диапазоне изменений ставки			
	В-07 -Добыча металлических руд	С-20- Производство химических веществ и химических продуктов	С-24- Производство металлургическое	С-25-Производство готовых металлических изделий, кроме машин и оборудования
Диапазон изменений ставки ( $i_t$ ), %	<b><u>9-11%</u></b>			
Объем отгруженной продукции собственного производства отрасли ( $Q^*$ ), млрд руб.	-2,68%	-0,45%	-0,90%	-0,90%
Диапазон изменений ставки ( $i_t$ ), %	<b><u>11-13%</u></b>			
собственного производства отрасли ( $Q^*$ ), млрд руб.	-4,95%	-1,65%	-2,74%	-4,37%
Диапазон изменений ставки ( $i_t$ ), %	<b><u>13-15%</u></b>			
собственного производства отрасли ( $Q^*$ ), млрд руб.	-5,80%	-3,23%	-4,52%	-5,80%

Источник: составлено автором

Выводы по 3 главе:

В качестве апробации модели произведена идентификация оптимальных параметров деятельности предприятий отрасли (операционных расходов и инвестиций в основной капитал) для выбранных видов экономической деятельности.

Рассчитаны значения ключевых параметров отраслевого развития для разных уровней монетарной политики, а также степень чувствительности отрасли к изменениям условий денежно-кредитной политики, позволяющие администраторам льготных программ кредитования промышленности, а также экономическим регуляторам принимать управленческие решения в интересах стратегии экономического роста.

Экономико-математическое моделирование показателей развития отраслей экономики Российской Федерации, основанное на комбинации рекуррентных формул и эконометрических моделей, позволяет учесть результаты деятельности предприятий отрасли в предшествующие периоды, в то время как учет статистических данных – определить специфические зависимости рассматриваемых переменных.

В результате модель оптимизации параметров отраслевого развития, позволяет установить значения параметров для конкретного вида экономической деятельности на основании статистических данных, спрогнозировать «пороговое значение» параметров денежной кредитной политики, при достижении которых выбранный вид экономической деятельности не сможет демонстрировать интенсивный рост

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В рамках проведенного исследования была проанализирована отраслевая динамика с учетом влияния денежно-кредитной политики и инфляционных процессов, а также зависимости объема выпуска от инвестиций в основные фонды и расходов на операционную деятельность.

В результате выполнения исследования получены следующие результаты:

1. Предложены рекуррентные и эконометрические модели динамики показателей операционных расходов, инвестиций в основные фонды и объема отгруженной продукции в отраслях экономики;

2. В результате решения задачи оптимизации расходов на операционную деятельность и инвестиций в основные фонды по критерию максимизации объема отгруженной продукции получены функции, зависящие от ставки кредитов для предприятий отрасли и уровня инфляции, а также от результатов управленческих решений в предыдущие периоды в отношении инвестиций в основной капитал и привлечения заемных средств;

3. Разработана и представлена в виде алгоритма методика оптимизации параметров отраслевого развития, позволяющая формировать сценарии развития отраслей экономики в зависимости от изменяющихся параметров кредитной ставки и уровня инфляции;

4. Разработаны сценарии отраслевого развития, учитывающие изменяющиеся условия денежно-кредитной политики, в отличие от существующих, основанные на динамических моделях денежных потоков кредиторской задолженности и инвестиций в основные фонды за предшествующие и будущие периоды.

Результаты исследования подчеркивают необходимость учета отраслевой специфики при разработке мер экономической политики. Универсальные подходы могут оказаться недостаточно эффективными в условиях разнородной структуры экономики.

Практическая значимость исследования состоит в возможности применения результатов исследования при разработке прогнозов показателей деятельности отраслей экономики с учетом различных сценариев развития национальной экономической системы и более точного прогнозирования отраслевой динамики и оценке последствий монетарных решений.

В рамках разработанной методики определена чувствительность объема производства продукции к изменению кредитной ставки в заданном диапазоне для ключевых отраслей промышленного производства. Полученные выводы могут быть использованы органами денежно-кредитного регулирования, отраслевыми министерствами и предприятиями при планировании инвестиционной и производственной деятельности. Полученные результаты позволяют оптимизировать инвестиционную и операционную деятельность предприятий реального сектора экономики с учетом влияния денежно – кредитной политики и инфляционных процессов.

Предложенный подход к экономико-математическому моделированию показателей развития отраслей экономики Российской Федерации основан на комбинации рекуррентных формул, позволяющих учесть результат деятельности отрасли в предыдущих периодах, и эконометрических моделях, полученных на основании статистических данных отрасли и учитывающих специфические зависимости рассматриваемых переменных. Решение задачи определения расходов на операционную деятельность и инвестиций в основные фонды при условии максимизации объема производства позволило получить зависимости, отражающие влияние кредитной ставки и инфляции, которые в свою очередь характеризуют процесс обесценивания денег и доступность заемных средств, привлекаемых для развития производства.

Полученные теоретические результаты моделирования и разработанная методика апробированы на статистических данных отраслей экономики Российской Федерации, представленные результаты позволяют осуществлять моделирование сценарного развития отдельных отраслей экономики с учетом кредитной ставки и уровня инфляции.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Абалкин, Л. И. Динамика и противоречия экономического роста / Л. И. Абалкин. — Текст : непосредственный // Экономист. — 2001. — № 12. — С. 3-17.
2. Агаларов, З. С. Экономико-математическая модель формирования и выбора вариантов финансового и инвестиционного планов в распределенном нефтегазовом холдинге : специальность 08.00.13 : диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук / Агаларов Зураб Сардарович ; Московский гос. технический ун-т им. Н.Э. Баумана. — М., 2018. — 238 с. — Текст : непосредственный.
3. Аганбегян, А.Г. Кризис: беда и шанс для России / А. Аганбегян. — М. : АСТ, Астрель, 2009. — 285 с. — Текст : непосредственный.
4. Аганбегян, А. Г. Управление социалистическими предприятиями: вопросы теории и практики / А. Г. Аганбегян. — М. : Экономика, 1979. — 448 с. — Текст : непосредственный.
5. Акаев А. А. Анализ решений общего уравнения макроэкономической динамики / А. А. Акаев. — Текст : непосредственный // Экономика и математические методы. — 2008. — № 3. — С. 62-78.
6. Акаев, А. А. Анализ состояния и перспектив мирового экономического роста на основе теории Шумпетера-Кондратьева / А. А. Акаев. — Текст : непосредственный // Экономика и управление. — 2011. — № 2 (64). — С. 9-15.
7. Акаев, А. А. Вывод общего уравнения макроэкономической динамики, описывающего совместное взаимодействие долгосрочного роста и деловых циклов / А. А. Акаев. — Текст : непосредственный // Доклады Академии наук. — 2007. — № 4. — С. 439-441.
8. Акаев, А. А. О динамике мирохозяйственного развития в свете нового подхода к прогнозированию / А. А. Акаев, В. А. Садовничий. — Текст : непосредственный // Век глобализации. — 2009. — № 2 (4). — С. 3-16.

9. Акаев, А. А. Об одной математической модели для долгосрочного прогнозирования динамики инновационно-экономического развития / А. А. Акаев, М. Хироока. — Текст : непосредственный // Доклады РАН. — 2009. — № 425(6). — С. 727-732.

10. Аналитические показатели ценовой динамики. — Текст : электронный // Центральный банк Российской Федерации | Банк России : [сайт]. — URL: <https://cbr.ru/statistics/ddkp/aipd/> (дата обращения: 10.09.2025).

11. Андерсон, Т. Статистический анализ временных рядов / Т. Андерсон. — М. : Мир, 1976. — 757 с. — Текст : непосредственный.

12. Бокс, Дж. Анализ временных рядов. Прогноз и управление / Дж Бокс, Г. Дженкинс. — Том 1. — М. : Мир, 1974. — 408 с. — Текст : непосредственный.

13. Бродель, Ф. Материальная цивилизация, экономика и капитализм, XV—XVIII вв. Т. 1. Структуры повседневности: возможное и невозможное / Ф. Бродель. — М., 1986. — Текст : непосредственный.

14. Введено новых основных фондов в среднегодовых ценах с 2017 г.. — Текст : электронный // Федеральная служба государственной статистики : [сайт]. — URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/58549> (дата обращения: 01.04.2026).

15. Внеоборотные активы с 2017 г.. — Текст : электронный // Федеральная служба государственной статистики : [сайт]. — URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/58043> (дата обращения: 15.11.2025).

16. Выручка (нетто) от продажи товаров, продукции, работ, услуг (за минусом налога на добавленную стоимость, акцизов и иных аналогичных обязательных платежей) с 2017 г.. — Текст : электронный // Федеральная служба государственной статистики : [сайт]. — URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/58018> (дата обращения: 03.10.2025).

17. Выручка от продажи основных средств с 2017 г. . — Текст : электронный // Федеральная служба государственной статистики : [сайт]. — URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/58040> (дата обращения: 03.10.2025).

18. Гафарова, Е. А. Многоуровневые модели зависимости экономического роста от инвестиций: эконометрический подход : специальность 08.00.13 : диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук / Гафарова Елена Аркадьевна ; Уфим. науч. центр РАН. — Уфа, 2007. — 165 с. — Текст : непосредственный.

19. Гегель Г. Законы диалектики: всеобщая мировая ирония / Гегель Георг. — Москва : Родина, 2022. — 238 с. — Текст : непосредственный.

20. Гирко, В. В. Модели и инструментальные средства формирования программ модернизации промышленных предприятий : специальность 08.00.13 : диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук / Гирко Владислав Владимирович ; Московский гос. технологический ун-т «Станкин». — М., 2018. — 204 с. — Текст : непосредственный.

21. Глазьев, С. Ю. Белая книга. Экономические реформы в России 1991-2001 гг. / С. Глазьев, С. Г. Кара-Мурза, С. А. Батчиков. — Текст : непосредственный — : Эксмо; Алгоритм, 2003. — С. 368.

22. Глазьев, С. Ю. Геноцид. Россия и новый мировой порядок. Стратегия экономического роста на пороге XXI века / С. Ю. Глазьев. — М. : Эгра, 1997. — 187 с. — Текст : непосредственный.

23. Глазьев, С. Ю. Теория долгосрочного технико-экономического развития / С. Ю. Глазьев. — : ВладДар, 1993. — 310 с. — Текст : непосредственный.

24. Горидько, Н. П. Регрессионное моделирование современного экономического роста : специальность 08.00.13 : диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук / Горидько Нина Павловна ; Волгоградский гос. технический ун-т. — Волгоград, 2013. — 181 с. — Текст : непосредственный.

25. Гранберг, А. Г. Динамические модели народного хозяйства / А. Г. Гранберг. — М. : Экономика, 1988. — 487 с. — Текст : непосредственный.

26. Гребнев, М. И. Экономико-математическое моделирование производственных функций на основе иерархического взаимодействия

экономических систем : специальность 08.00.13 : диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук / Гребнев Михаил Игоревич ; Пермский гос. нац. исследовательский ун-т. — Пермь, 2016. — 125 с. — Текст : непосредственный.

27. Гринин, Л. Е. Глобальный кризис в ретроспективе: Краткая история подъемов и кризисов: от Ликурга до Алана Гринспена / Л. Е. Гринин, А. В. Коротаяев. — М. : Либроком – URSS, 2010. — 336 с. — Текст : непосредственный.

28. Гусаров, Ю. В. Использование методологии Н.Д. Кондратьева в современных условиях / Ю. В. Гусаров. — Текст : непосредственный // Социокультурная динамика в период становления постиндустриального общества: закономерности, противоречия, приоритеты. — М., 1998. — С. 34-40.

29. Гусев, А. Б. Влияние фискальных инструментов на экономический рост: методы макроанализа : специальность 08.00.05, 08.00.13 : диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук / Гусев Александр Борисович. — М., 2003. — 160 с. — Текст : непосредственный.

30. Денежные средства крупных и средних предприятий и организаций на конец отчетного периода с 2020 г.. — Текст : электронный // Федеральная служба государственной статистики : [сайт]. — URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/59592> (дата обращения: 11.10.2025).

31. Денежно-кредитная и финансовая статистика. — Текст : электронный // Центральный банк Российской Федерации | Банк России : [сайт]. — URL: [https://cbr.ru/statistics/macro\\_itm/dkfs/](https://cbr.ru/statistics/macro_itm/dkfs/) (дата обращения: 01.04.2026).

32. Долгосрочные инвестиции по обычным видам деятельности за счет прибыли с 2017 г.. — Текст : электронный // Федеральная служба государственной статистики : [сайт]. — URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/59788> (дата обращения: 11.11.2025).

33. Долгосрочные финансовые вложения, осуществленные организацией с 2017 г.. — Текст : электронный // Федеральная служба государственной статистики : [сайт]. — URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/57776> (дата обращения: 01.12.2025).

34. Дробышевский, С. М. Анализ трансмиссионных механизмов денежно-кредитной политики в российской экономике / С. М. Дробышевский, П. В. Трунин, М. В. Каменских. — М. : ИЭПП, 2008. — 87 с. — Текст : непосредственный.

35. Задолженность по полученным кредитам и займам крупных и средних предприятий и организаций с 2017 г.. — Текст : электронный // Федеральная служба государственной статистики : [сайт]. — URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/58001> (дата обращения: 06.11.2025).

36. Зарецкая, В. Г. Интерпретация кейнсианской теории мультипликатора-акселератора инвестиций / В. Г. Зарецкая, И. А. Гуторова. — Текст : непосредственный // Региональная экономика: теория и практика. — 2009. — № 3. — С. 28–33.

37. Затраты на производство и реализацию продукции (товаров, работ, услуг) с 2017 г.. — Текст : электронный // Федеральная служба государственной статистики : [сайт]. — URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/58552> (дата обращения: 25.10.2025).

38. Зверев, О. А. Модели макроэкономического равновесия и роста / О. А. Зверев. — СПб. : Изд-во С.-Петербур. ун-та, 2005. — 178 с. — Текст : непосредственный.

39. Иващенко, С. М. Разработка модели общего экономического равновесия для анализа и прогнозирования инфляционных процессов : специальность 08.00.13 : диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук / Иващенко Сергей Михайлович ; С.-Петербур. гос. политехн. ун-т. — СПб., 2010. — 159 с. — Текст : непосредственный.

40. Иншаков О.В. Война и мир в судьбах ученых-экономистов. — Текст : непосредственный // Война и мир в судьбах ученых-экономистов : очерки. — Волгоград : Изд-во ВолГУ, 2005. — С. 247.

41. Имитационное моделирование и сценарный подход в системах поддержки и принятий решений / Д. Л. Андрианов, Г. К. Полушкина, М. Н. Балаш [и др.]. — Текст : непосредственный // Проблемы теории и практики управления. — 2002. — № 5. — С. 74-75.

42. Инвестиции в основной капитал по видам экономической деятельности. — Текст : электронный // Федеральная служба государственной статистики : [сайт]. — URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/59084> (дата обращения: 12.09.2025).

43. Инвестиции в основной капитал по источникам финансирования и видам экономической деятельности. — Текст : электронный // Федеральная служба государственной статистики : [сайт]. — URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/60939> (дата обращения: 29.10.2025).

44. Индекс производства (ОКВЭД2) . — Текст : электронный // Федеральная служба государственной статистики : [сайт]. — URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/57807> (дата обращения: 01.09.2025).

45. Канторович, Г. Г. Анализ временных рядом / Г. Г. Канторович. — Текст : непосредственный // Экономический журнал ВШЭ. — 2022. — № 1. — С. 85-116.

46. Канторович, Л. В. Системное моделирование и оптимизационные методы в исследованиях научно-технического прогресса / Л. В. Канторович, А. Г. Кругликов.— М. : ВНИИСИ, 1985. — С. 139. — Текст : непосредственный

47. Карбаев, Д. С. Планирование макроэкономических показателей по сценариям развития региона / Д. С. Карбаев. — Текст : непосредственный // Экономические науки. — 2008. — № 09. — С. 379-382.

48. Картаев, Ф. С. Моделирование влияния выбора целевого ориентира монетарной политики на экономический рост : специальность 08.00.13 :

диссертация на соискание ученой степени доктора экономических наук / Картаев Филипп Сергеевич ; Московский гос. ун-т им. М.В. Ломоносова. — М., 2017. — 303 с. — Текст : непосредственный.

49. Кейнс, Д. М. Общая теория занятости, процента и денег / Д. М. Кейнс. — М. : Эксмо, 2007. — 960 с. — Текст : непосредственный.

50. Клачкова, О. А. Моделирование влияния инфляции на экономический рост : специальность 08.00.13 : диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук / Клачкова Ольга Александровна ; Московский гос. ун-т им. М.В. Ломоносова. — М., 2018. — 106 с. — Текст : непосредственный.

51. Клейнер, Г. Б. Системный анализ в экономике - 2020 : сб. тр. VI Междунар. науч.-практ. конф.-биеннале, 09-11 декабря 2020 / Г. Б. Клейнер, С. Е. Щепетова. — Текст : непосредственный // Системный анализ в экономике - 2020. — М. : Наука, 2021. — С. 537.

52. Клейнер, Г. Б. Эволюция системы экономических институтов в России / Г. Б. Клейнер. — М. : ЦЭМИ, 2003. — 129 с. — Текст : непосредственный.

53. Ключевая ставка Банка России и инфляция. — Текст : электронный // Центральный банк Российской Федерации | Банк России : [сайт]. — URL: <https://cbr.ru/statistics/ddkp/infl/> (дата обращения: 10.10.2025).

54. Комплексное моделирование и прогнозирование развития стран БРИКС в контексте мировой динамики / В. А. Садовничий, А. А. Акаев, А. В. Коротаев, С. Ю. Малков. — М. : Научный и издательский центр «Наука» Российской акад. наук, 2014. — 388 с. — Текст : непосредственный.

55. Кондратьев, Н. Д. Большие циклы конъюнктуры и теория предвидения / Н. Д. Кондратьев, Ю. В. Яковец, Л. И. Абалкин. — М. : Экономика, 2002. — 550 с. — Текст : непосредственный.

56. Кредиторская задолженность организаций с 2017 г. . — Текст : электронный // Федеральная служба государственной статистики : [сайт]. — URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/57756> (дата обращения: 15.10.2025).

57. Кулаков, М. Ю. Комплекс моделей сценарного прогнозирования макроэкономических процессов российской экономики : специальность 08.00.13 : диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук / Кулаков Михаил Юрьевич. — Пермь, 2006. — 135 с. — Текст : непосредственный.

58. Лукас, Р. Э. Лекции по экономическому росту / Р. Э. Лукас. — М. : Изд-во Ин-та Гайдара (ИИГ), 2013. — 281 с. — Текст : непосредственный.

59. Макаров, В. Л. Математическая теория экономической динамики и равновесия / В. Л. Макаров, А. М. Рубинов. — М. : Наука, 1973. — 336 с. — Текст : непосредственный.

60. Маракуева, М. А. Моделирование влияния денежно-кредитной политики на инвестиционную деятельность предприятий : специальность 08.00.13 : диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук / Маракуева Мария Андреевна. — М., 2004. — 167 с. — Текст : непосредственный.

61. Маркс, К. Экономическо-философские рукописи 1844 г. / К. Маркс. — 6-е изд. — М. : Прогресс, 1981. — 216 с. — Текст : непосредственный.

62. Методологические рекомендации по проведению анализа финансово-хозяйственной деятельности организаций. — Текст : электронный // Федеральная служба государственной статистики : [сайт]. — URL: [https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/met\\_480-15092025.pdf](https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/met_480-15092025.pdf) (дата обращения: 01.03.2025).

63. Мизес, Л. Ф. Бюрократия. Запланированный хаос. Антикапиталистическая ментальность / Л. Ф. Мизес. — М. : Дело, 1993. — 230 с. — Текст : непосредственный.

64. Мински, Х. Стабилизируя нестабильную экономику / Х. Мински. — Москва; Санкт-Петербург : Изд-во Ин-та Гайдара, Фак. свободных искусств и наук, 2017. — 553 с. — Текст : непосредственный.

65. Мицек, Е. Б. Эконометрическое моделирование инвестиций в основной капитал экономики России : специальность 08.00.13 : диссертация

на соискание ученой степени доктора экономических наук / Мицек Елена Борисовна ; Ин-т эконом. УрО РАН. — Екатеринбург, 2011. — 394 с. — Текст : непосредственный.

66. Об утверждении официальных статистических методологий. — Текст : электронный // Федеральная служба государственной статистики : [сайт]. — URL: [https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/met\\_480-15092025.pdf](https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/met_480-15092025.pdf) (дата обращения: 05.03.2025).

67. Оборот организаций с 2017 г.. — Текст : электронный // Федеральная служба государственной статистики : [сайт]. — URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/57710> (дата обращения: 04.10.2025).

68. Объем кредитов, предоставленных юридическим лицам — резидентам и индивидуальным предпринимателям, по классам ОКВЭД2. — Текст : электронный // Центральный банк Российской Федерации | Банк России : [сайт]. — URL: [https://cbr.ru/statistics/bank\\_sector/sors/](https://cbr.ru/statistics/bank_sector/sors/) (дата обращения: 01.10.2025).

69. Отгружено товаров собственного производства, выполнено работ и услуг собственными силами (по хозяйственным видам деятельности) с 2017 г.. — Текст : электронный // Федеральная служба государственной статистики : [сайт]. — URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/57711> (дата обращения: 01.10.2025).

70. Официальная статистическая методология организации статистического наблюдения за деятельностью социально ориентированных некоммерческих организаций. — Текст : электронный // Федеральная служба государственной статистики : [сайт]. — URL: <https://24.rosstat.gov.ru/folder/183392> (дата обращения: 10.05.2025).

71. Ощепков, И. А. Повышение точности макроэкономического анализа и прогнозирования в РФ на основе динамического стохастического моделирования : специальность 08.00.13 : диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук / Ощепков Иван Алексеевич ; Перм.

нац. исслед. политехн. ун-т. — Пермь, 2017. — 119 с. — Текст : непосредственный.

72. Перес, К. Технологические революции и финансовый капитал. Динамика пузырей и периодов процветания / К. Перес. — М. : Дело АНХ, 2011. — 232 с. — Текст : непосредственный.

73. Пестова, А. А. Моделирование взаимосвязи между макроэкономическими переменными и показателями кредитного рынка для целей стресс-тестирования российского банковского сектора : специальность 08.00.13 : диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук / Пестова Анна Андреевна ; Национальный исследовательский ун-т «Высшая шк. экономики». — М., 2014. — 192 с. — Текст : непосредственный.

74. Показатели деятельности кредитных организаций. — Текст : электронный // Центральный банк Российской Федерации | Банк России : [сайт]. — URL: [https://cbr.ru/statistics/bank\\_sector/pdco\\_sub/](https://cbr.ru/statistics/bank_sector/pdco_sub/) (дата обращения: 01.04.2026).

75. Полтерович, В. М. Элементы теории реформ / В. М. Полтерович. — 3-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Московского ун-та, 2026. — 474 с. — Текст : непосредственный.

76. Порубова, П. В. Разработка дифференциальных моделей долгосрочного макроэкономического роста : на примере России и Казахстана : специальность 08.00.13 : диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук / Порубова Полина Владимировна ; Самарский нац. исследовательский ун-т им. акад. С.П. Королева. — Самара, 2019. — 154 с. — Текст : непосредственный.

77. Прибыль (убыток) от продаж с 2017 г.. — Текст : электронный // Федеральная служба государственной статистики : [сайт]. — URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/58039> (дата обращения: 14.10.2025).

78. Пректер, Р. Волновой принцип Эллиотта: Ключ к пониманию рынка / Р. Пректер, А. Фрост. — 7-е изд. — М. : Альпина Паблицер, 2015. — 271 с. — Текст : непосредственный.

79. Производственные запасы за вычетом износа на конец периода с 2020 г.. — Текст : электронный // Федеральная служба государственной статистики : [сайт]. — URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/59588> (дата обращения: 01.04.2026).

80. Проценты за кредит с 2017 г. — Текст : электронный // Федеральная служба государственной статистики : [сайт]. — URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/58041> (дата обращения: 01.11.2025).

81. Процентные ставки по кредитам и депозитам и структура кредитов и депозитов по срочности. — Текст : электронный // Центральный банк Российской Федерации | Банк России : [сайт]. — URL: [https://cbr.ru/statistics/bank\\_sector/int\\_rat/](https://cbr.ru/statistics/bank_sector/int_rat/) (дата обращения: 01.11.2025).

82. Росту, У. У. Стадии экономического роста / У. У. Росту. — Нью-Йорк: Прегер, 1961. — 236 с. — Текст : непосредственный.

83. Самуэльсон, П. Э. Экономика / П. Э. Самуэльсон, В. Д. Нордхаус. — М.: Вильямс, 2015. — 1358 с. — Текст : непосредственный.

84. Сведения о размещенных и привлеченных средствах. — Текст : электронный // Центральный банк Российской Федерации | Банк России : [сайт]. — URL: [https://cbr.ru/statistics/bank\\_sector/sors/](https://cbr.ru/statistics/bank_sector/sors/) (дата обращения: 01.04.2026).

85. Себестоимость проданных товаров, продукции, работ, услуг с 2017г. — Текст : электронный // Федеральная служба государственной статистики : [сайт]. — URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/58019> (дата обращения: 01.04.2026).

86. Семенов, В. В. Мелкобуржуазная экономия и мелкобуржуазный социализм: Сисмонди, Луи Блан, Прудон в избр. отрывках / В. Семенов. — Текст : непосредственный — Москва, Ленинград : Госиздат, 1926. — С. 277.

87. Семёнычев, В. К. Идентификация экономической динамики на основе моделей авторегрессии / В. К. Семёнычев. — Самара : АНО «Изд-во СНЦ РАН», 2004. — 243 с. — Текст : непосредственный.

88. Солоу, Р. Экономика для любознательных : о чем размышляют нобелевские лауреаты / Р. Солоу, Д. Мюррей. — М. : Изд-во Ин-та Гайдара, 2017. — 247 с. — Текст : непосредственный.

89. Статистические показатели банковского сектора Российской Федерации. — Текст : электронный // Центральный банк Российской Федерации | Банк России : [сайт]. — URL: [https://cbr.ru/statistics/bank\\_sector/review/](https://cbr.ru/statistics/bank_sector/review/) (дата обращения: 04.10.2025).

90. Статистика финансового состояния организаций нефинансового сектора Российской Федерации. — Текст : электронный // Центральный банк Российской Федерации | Банк России : [сайт]. — URL: [https://cbr.ru/statistics/macro\\_itm/Nonfinancial\\_sector/Statistics\\_fin\\_condition/](https://cbr.ru/statistics/macro_itm/Nonfinancial_sector/Statistics_fin_condition/) (дата обращения: 09.09.2025).

91. Стоимость оборотных активов крупных и средних организаций на конец отчетного периода с 2017 г. по 2019 г. — Текст : электронный // Федеральная служба государственной статистики : [сайт]. — URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/58007> (дата обращения: 10.10.2025).

92. Стоимость оборотных активов крупных и средних организаций на конец отчетного периода с 2020 г. — Текст : электронный // Федеральная служба государственной статистики : [сайт]. — URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/59586> (дата обращения: 15.09.2025).

93. Столбов, М. И. Роль финансового рынка в динамике экономической нестабильности : специальность 08.00.01 : диссертация на соискание ученой степени доктора экономических наук / Столбов Михаил Иосифович ; Институт экономики РАН. — М., 2011. — 289 с. — Текст : непосредственный.

94. Тали, Махди Мохаммед Тали. Эконометрическое моделирование влияния процессов банковского кредитования на темп роста российской экономики : специальность 08.00.13 : диссертация на соискание ученой

степени кандидата экономических наук / Тали Махди Мохаммед Тали ; ФГАОУ ВО «Самарский нац. исследовательский ун-т им. акад. С.П. Королева». — Самара, 2021. — 160 с. — Текст : непосредственный.

95. Темп роста финансового результата прибыльных организаций к соответствующему периоду предыдущего года с 2017 г.. — Текст : электронный // Федеральная служба государственной статистики : [сайт]. — URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/58021> (дата обращения: 15.10.2025).

96. Тромпенаарс, Ф. 100 ключевых моделей и концепций управления / Ф. Тромпенаарс, П. Х. Куберг. — М. : Манн, Иванов и Фербер, 2019. — 631 с. — Текст : непосредственный.

97. Узяков, М. Н. Трансформация российской экономики и возможности экономического роста / М. Н. Узяков. — М. : ИСЭПН, 2000. — 357 с. — Текст : непосредственный.

98. Федоров, С. В. Разработка методики социально-экономического прогнозирования с последовательным применением непараметрических и параметрических методов статистики : на примере показателя рождаемости : специальность 08.00.13 : диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук / Федоров Сергей Викторович ; Федеральный исследовательский центр «Информатика и упр. РАН. — Дубна, 2017. — 208 с. — Текст : непосредственный.

99. Финансовые счета и балансы финансовых активов и обязательств системы национальных счетов Российской Федерации. — Текст : электронный // Центральный банк Российской Федерации | Банк России : [сайт]. — URL: [https://cbr.ru/statistics/macro\\_itm/fafbs/](https://cbr.ru/statistics/macro_itm/fafbs/) (дата обращения: 16.06.2025).

100. Фишер, И. Покупательная сила денег / И. Фишер. — М. : Дело, 2001. — 318 с. — Текст : непосредственный.

101. Форрестер, Д. Динамика развития города / Джей Форрестер. — М. : Прогресс, 1974. — 285 с. — Текст : непосредственный.

102. Фридмен, М. Количественная теория денег / М. Фридмен. — М. : Эльф-пресс, 1996. — 131 с. — Текст : непосредственный.

103. Хайек, Ф. А. Дорога к рабству / Фридрих Август фон Хайек. — М. : Фонд Либерал. миссия, Новое изд-во, 2005. — 262 с. — Текст : непосредственный.

104. Хансен, Э. Г. Экономические циклы и национальный доход / Э. Г. Хансен. — М. : Изд-во иностр. лит., 1959. — 760 с. — Текст : непосредственный.

105. Хасаев, Г. Р. Верификация региональных прогнозов / Г. Р. Хасаев, В. Цыбатов. — Текст : непосредственный // Методология прогнозирования регионального развития. — М. : СОПС, 2004. — С. 119-137.

106. Хасаев, Г. Р. Технология прогнозирования регионального развития: опыт разработки и использования / Г. Р. Хасаев, В. А. Цыбатов. — Текст : непосредственный // Проблемы прогнозирования. — 2002. — № 3. — С. 64-82.

107. Хейс, Д. Причинный анализ в статистических исследованиях / Д. Хейс. — М. : Финансы и статистика, 1980. — 255 с. — Текст : непосредственный.

108. Хикс, Д. Р. Стоимость и капитал / Д. Р. Хикс. — М. : Прогресс, Универс, 1993. — 487 с. — Текст : непосредственный.

109. Цыбатов, В. А. Модели и системы анализа и прогнозирования экономического роста в регионе : специальность 08.00.13 : диссертация на соискание ученой степени доктора экономических наук / Цыбатов Владимир Андреевич. — Самара, 2006. — 393 с. — Текст : непосредственный.

110. Чернов, В. П. Структуры базовых моделей экономической динамики : специальность 08.00.13 : диссертация на соискание ученой степени доктора экономических наук / Чернов Виктор Петрович. — СПб., 1997. — 459 с. — Текст : непосредственный.

111. Шумпетер, Й.А. Теория экономического развития. Капитализм, социализм и демократия / Й. А. Шумпетер. — М. : Эксмо, 2008. — 864 с. — Текст : непосредственный.

112. Шумпетер, Й.А. Теория экономического развития : (Исследование предпринимательской прибыли, капитала, кредита, процента и цикла конъюнктуры) / Йозеф Алоиз Шумпетер ; перевод с немецкого В.С. Автономова, М.С. Любского, А.Ю. Чепуренко ; вступительная статья А. Г. Милейковского и В.И. Бомкина ; общая редакция А.Г. Милейковского. – Москва : Прогресс, 1982. – 456 с. – (Экономическая мысль Запада). – Текст : непосредственный.

113. Юм, Д. Исследование о человеческом разумении / Д. Юм. — М. : Эксмо, 2019. — 319 с. — Текст : непосредственный.

114. Яковец, Ю.В. Научное наследие Саймона Кузнецца: синтез теорий циклов, эпохальных инноваций и экономического роста : К 110-летию со дня рождения Нобелевского лауреата по экономике Саймона Кузнецца / Ю.В. Яковец. – Москва : МИСК, 2011. – 56 с. – Текст : непосредственный.

115. Aghion, P. A Model of Growth through Creative Destruction/ P. Aghion, P. Howitt // *Econometrica*. - 1992. - Vol. 60. - P. 323–351.

116. Almon C. Industrial Impacts of Macroeconomic Policies in the INFORUM Model / C. Almon // *Frontiers of Input Output Analysis*. – Oxford University Press, New York. - 1989. -P. 12–21.

117. Andersen, L. A Monetarist Model for Economic Stabilization / L. Andersen, K. A. Carlsøn // *Federal Reserve Bank of St. Louis Review*. – 1970. – № 52. – P. 7–25.

118. Arnold, I. The Effect of Fragmentation Risk on Monetary Conditions in the Euro Area / I. Arnold // *Journal of International Money and Finance*. - Vol. 146. - P. 103-109.

119. Arnold, I. Regional Effects of Monetary Policy in the Netherlands / Arnold I., E.B. Vrugt // *International Journal of Business and Economics*. – 2002. – Vol. 1, issue 2. – P. 123–134.

120. Barro, R. Rules, Discretion and Reputation in a Model of Monetary Policy / R. Barro, D. Gordon // *Journal of Monetary Economics*. – 1983. – № 12. P. 101–121.

121. Benati, L. Monetary policy regimes and economic performance: This historical record, 1979 – 2008. / L. Benati, C. Goodhart //In: B. Friedman, M. Woodford (eds.). Handbook of monetary economics. Amsterdam etc.: Elsevier, 2011. – Vol. 3. P. 1159–1236.
122. Bernanke, B. The Financial Accelerator and the Flight to Quality / B. Bernanke, M. Gertler, S. Gilchrist. — The Review of Economics and Statistics. — 1996. — № February. — C. 3.
123. Bernanke, B.S. Measuring the effects of monetary policy: a factor-augmented vector autoregressive (FAVAR) approach / B.S. Bernanke, J. Boivin, P. Eliaz // The Quarterly Journal of Economics. – 2005. – Vol. 120, Issue 1. – P. 387–422.
124. Bernanke, B.S. Measuring monetary policy/ B.S. Bernanke, I. Mihov // Quarterly Journal of Economics. – 1998. – Vol. 113. – P. 869–902.
125. Blanchard, O.J. Output, the stock market, and interest rates / O. Blanchard // American Economic Review. — 1981. — № 71. — C. 132–143.
126. Blanchard, O.J. Rethinking Stabilization Policy: Evolution or Revolution?/ O.J. Blanchard, L.H. Summers // National Journal of Economic Research. – 2017. – № 24179. – P. 2–45.
127. Kitchin, J. Cycles and Trends in Economic Factors / J. Kitchin, // Review of Economics and Statistics: journal. — 1923. — Vol. 5, no. 1. — P. 10—16.
128. Kuznets, S. Schumpeter's Business Cycles / S. Kuznets // American Economic Review. - 1940. - Vol. 30. - P. 257–271.
129. Mensch, G. Stalemate in Technology / G. Mensch. — Cambridge : Ballinger Publishing Company, 1979. — 241 c.
130. Mishkin, F. The Transmission Mechanism and the Role of Asset Prices in Monetary Policy / F. Mishkin // National Bureau of Economic Research. -2001. NBER Working Paper № 8617. — 23 p.
131. Samuelson, P. The Development of Economic Thought. /P. Samuelson—NY, Wiley, 1952. – 767 p.

132. Svensson, L. Optimal Inflation Targets, Conservative Central Banks and Linear Inflation Contracts / L. Svensson // *The American Economic Review*. – 1997. – Vol. 85. – P. 356–361.
133. Forni, M. The generalized dynamic factor model: identification and estimation / M. Forni, M. Hallin, M. Lippi, L. Reichlin // *The Review of Economics and Statistics*. – 2000. – Vol. 82. – P. 540–554.
134. Frankel, J. Monetary policy in emerging markets / J. Frankel - In: B. Friedman, M. Woodford (eds.) *Handbook of monetary economics*. Amsterdam etc.: Elsevier, 2011. – Vol. 3. – P. 537–548.
135. Freeman, C. *The Kondratiev Long Wave in the World Economy* / C. Freeman. — Aldershot : Edwards Elgar, 1996.
136. Friedman, M. The role of monetary policy / C. Freeman // *American Economic Review*. – 1968. – № 58. – P. 1–17.
137. Granville, B. Monetary Policy in Russia: Identifying Exchange Rate Shocks / B. Granville, S. Mallick // *Economic Modelling*. – 2010. – Vol. 27, Issue 1. – P. 432–444.
138. Hicks, J.R. MrKeynes and the Classics: A Suggested Interpretation / J.R. Hicks // *Econometrica*. – 1937. – P. 147–159.
139. Hemming, R. The Effectiveness of Fiscal Policy in stimulating Economic Activity / R. Hemming, M. Kell, S. Mahfuz // *A review of the literature*. – 2008. – № 5. – P. 102–143.
140. Vijverberg, C. An Empirical Financial Accelerator Model: Small firms' investment and credit rationing / C. Vijverberg // *Journal of Macroeconomics*. 2004. vol. 26. P. 120