

На правах рукописи

Черкасова Наталья Анатольевна

**РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОПТИМИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ
ОТРАСЛЕВОГО РАЗВИТИЯ**

5.2.2. Математические, статистические и инструментальные методы
в экономике

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата экономических наук

Самара – 2026

Работа выполнена в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева» на кафедре математики и бизнес-информатики.

Научный руководитель:

Ростова Елена Павловна, доктор экономических наук, доцент

Официальные оппоненты:

Дранко Олег Иванович, доктор технических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова Российской академии наук, Лаборатория 33 «Крупномасштабных систем», заведующий лабораторией;

Жуланов Евгений Евгеньевич, доктор экономических наук, доцент, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», кафедра экономики и управления промышленным производством, заведующий кафедрой.

Ведущая организация: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тольяттинский государственный университет», г. Тольятти.

Защита состоится 30 июня 2026 г. в 14.00 часов на заседании диссертационного совета 24.2.379.06, созданного на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева», по адресу: 443086, г. Самара, Московское шоссе, 34.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева» и на сайте: https://ssau.ru/resources/dis_protection/cherkasova.

Автореферат разослан _____

Ученый секретарь
диссертационного совета 24.2.379.06

Е.А. Миронова

I. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

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

С 2015 года промышленность в РФ ежегодно составляет более 30% ВВП, что подтверждает ее значимость для экономики государства. Проблема обеспечения стабильного развития реального сектора экономики 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, такие отрасли 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.

В соответствии с государственной программой поддержка промышленности должна осуществляться из внебюджетных источников. Добиться намеченных результатов можно с помощью привлечения дополнительных ресурсов в развитие отраслей промышленности. В настоящее время доминирующими источниками инвестиций в основные фонды являются собственные и заемные средства (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. Однако, следует учесть, что инфляционные процессы оказывают существенное влияние на покупательную способность собственных и заемных средств, инвестируемых в развитие отрасли.

Разработка экономико-математической модели сценарного развития отраслей, 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 разработанности проблемы.

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

Вопросы теории и методологии данного направления 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.

Вопросам моделирования экономического роста посвящены работы 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, Е.Е. Жулановым, Д.Ю. Ивановым, С.М. Меньшиковым, Л.П. Клименко, В.П. Постниковым. 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. Математические методы прогнозирования исследовались в работах представителей отечественной науки – Л.В. Канторовича и В.С. Немчинова. Среди современных отечественных ученых, внесших значительный вклад в анализ макроэкономической конъюнктуры и эконометрического моделирования, следует назвать В.В. Ивантера, С.Ю. Глазьева, Е.Т. Гурвича, В.К. Семенычева.

Несмотря на существенную изученность вопросов анализа динамики экономических показателей деятельности отраслей, ряд проблем моделирования данных процессов исследован недостаточно полно, 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 значений кредитной ставки и уровня инфляции.

Объектом исследования являются отрасли экономики Российской Федерации.

Предметом исследования являются экономические процессы планирования и моделирования оптимальных параметров развития в отраслях экономики.

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 и эконометрического моделирования, методы оптимизации.

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.

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 в экономике.

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.

Научная новизна полученных результатов заключается в разработке методики оптимизации параметров отраслевого развития 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 сценарного развития отраслей экономики с применением экономико-математических, эконометрических 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».

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.

II. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ, ВЫНОСИМЫЕ НА ЗАЩИТУ

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.

Развитие отраслей экономики зависит от ряда внешних и внутренних условий, формирующих среду функционирования отрасли. К факторам внутренней среды относят расходы на операционную деятельность предприятий отрасли, инвестиции в основные фонды, объемы кредитования в коммерческих банках. Внутренние факторы, в свою очередь, непосредственно связаны с внешними, среди которых – ключевая ставка Центрального банка и инфляция, влияющие на доступность кредитов для предприятий и на покупательную способность денежных средств. В настоящее время развитие отраслей экономики происходит в основном за счет инвестирования в основные фонды собственных средств предприятий (более 50% в структуре инвестиций) и с 2017 года данный показатель постепенно растет (с 51% в 2017 году до 61% в 2025 году). Однако, следует учесть существенное влияние инфляции на покупательную способность собственных средств и реальную стоимость приобретаемых основных фондов. Восполнение недостающих для развития отрасли средств за счет кредитов проблематично по причине высоких кредитных ставок. Однако, в Российской Федерации существует система льготного кредитования отдельных видов экономической деятельности по низким процентным ставкам, не превышающим ключевую ставку Центрального банка, что позволяет стимулировать развитие определенных отраслей.

В рамках финансового цикла производственного предприятия факторы операционных расходов, инвестиций в основные фонды и объема кредитов существуют неразрывно. Инвестиции в основные фонды осуществляются за счет заемных средств при условии недостаточности собственных средств. После ввода в эксплуатацию основные фонды влияют на будущие операционные расходы и соответственно на себестоимость, в то время как способность предприятия обслуживать объем привлеченных заемных средств в виде кредитов напрямую зависит от денежных потоков от операционной деятельности.

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:

$$\frac{\partial Q_t}{\partial Z_t} > 0, \frac{\partial Q_t}{\partial M_t} > 0, \frac{\partial^2 Q_t}{\partial M_t^2} < 0, Q_t|_{Z_t=0} = 0.$$

Зависимость объема отгруженной продукции от операционной деятельности и от инвестиций в основные фонды может быть описана функцией вида

$$Q_t(Z_t, M_t) = AZ_t^\alpha SM_t^\gamma, \quad \alpha \in (0,1), \gamma \in (0,1),$$

где A, α, γ – параметры функции.

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-1} в $(t-1)$ -м периоде, что с учетом инфляции π_t запишется следующим образом:

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

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

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

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

Основные фонды SM_t , используемые в t -м временном периоде, 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:

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

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

В виде рекуррентной модели 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 – SY_{t-1} . Коэффициент r_t показывает влияние ставки кредита на размер выплат и определяется с учетом условий кредитования:

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

Функция K_t для всех исследованных отраслей имеет вид

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

где k_D и β – параметры модели.

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:

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

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.

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.

Предложенная выше модель отраслевой динамики показателей операционных расходов и инвестиционной деятельности на основании рекуррентных и эконометрических моделей, отражающих влияние внешних экономических факторов, является основой для формализации задачи максимизации объема отгруженной продукции в отрасли. В качестве ограничения задачи выступает сумма доли δ_t собственных средств S_t , заемных средств K_t , денежных средств 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.

Формализованная запись задачи оптимизации операционных расходов и инвестиций в основные фонды по критерию максимизации объема отгруженной продукции, разработанная на основании представленных моделей динамики отраслевых показателей деятельности имеет следующий вид:

$$(Z_t^*, M_t^*) = \operatorname{argmax}_{(Z_t, M_t) \in \Omega} Q_t(Z_t, M_t), \quad (2)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \Omega = \{(Z_t, M_t) | Z_t > 0 \wedge M_t > 0 \wedge Q_t(Z_t, M_t) > 0\}, \\ Q_t(Z_t, M_t) = AZ_t^\alpha SM_t^\gamma, \\ SY_t = \sum_{j=0}^T K_{t-j} r_{t-j}, \\ SM_t = \sum_{j=0}^T M_{t-j} (1 - aj), \\ K_t = \frac{k_D}{i_t^\beta}, \\ S_t = \sum_{j=1}^T \frac{P_{t-j}}{\prod_{k=1}^j (1 + \pi_{t-k})}, \\ \delta_t \leq 1, \\ Z_t + M_t + SY_t \leq \delta_t S_t + K_t + H_t. \end{array} \right. \quad (3)$$

Следует отметить, что функция $Q_t(Z_t, M_t)$ является монотонно возрастающей по Z_t и M_t , следовательно, решение задачи (2) – (3) следует искать на границе области допустимых решений, то есть при условии $Z_t + M_t + SY_t = \delta_t S_t + K_t + H_t$. Отметим, что равенство показывает полное расходование собственных и заемных средств на операционные расходы и инвестиционную деятельность, а также на погашение задолженности перед банками.

Решение задачи (2) – (3) имеет вид функций, зависящих от параметров кредитной ставки i_t , инфляции π_t и доли собственных средств δ_t , направляемых на развитие производства:

$$Z_t^* = \frac{\alpha}{\alpha + \gamma} \left(\delta_t \sum_{j=1}^T \frac{P_{t-j}}{\prod_{k=1}^j (1 + \pi_{t-k})} + H_t + \frac{k_D(1 - i_t)}{i_t^\beta} - SY_{t-1} + SM_{t-1} - a \sum_{j=1}^T M_{t-j} \right), \quad (4)$$

$$M_t^* = \frac{\gamma}{\alpha + \gamma} \left(\delta_t \sum_{j=1}^T \frac{P_{t-j}}{\prod_{k=1}^j (1 + \pi_{t-k})} + \frac{k_D(1 - i_t)}{i_t^\beta} - SY_{t-1} + H_t \right) - \frac{\alpha}{\alpha + \gamma} \left(SM_{t-1} - a \sum_{j=1}^T M_{t-j} \right). \quad (5)$$

Представленная формализованная постановка задачи оптимизации операционных расходов и инвестиций в основные фонды по критерию максимизации объема отгруженной продукции отрасли позволяет определить оптимальные значения расходов на операционную деятельность Z_t и сумму инвестиций в основные фонды M_t . Решение задачи получено в виде зависимостей от ставки по кредитам i_t для предприятий отрасли и от инфляции π_t , что дает возможность формировать сценарии развития отрасли путем изменения указанных параметров, а также от ретроспективных результатов деятельности отрасли.

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.

Разработанная в исследовании модель динамики отраслевых показателей и сформированная на ее основе задача определения оптимального распределения ресурсов между операционными расходами и инвестициями в основные фонды позволяют рассчитывать оптимальные значения Z_t^* , M_t^* и Q_t^* при различных значениях кредитной ставки i_t и уровня инфляции π_t .

Поэтапный алгоритм реализации методики оптимизации параметров отраслевого развития представлен следующими пунктами:

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 .

2. На основе статистических данных методами регрессионного анализа идентификация функций $Q_t(Z_t, M_t)$ и $K_t(i_t)$.
3. Проверка статистической значимости полученных функций $Q_t(Z_t, M_t)$ и $K_t(i_t)$.
 - а) при условии статистической значимости функций $Q_t(Z_t, M_t)$ и $K_t(i_t)$ переход к п. 4;
 - б) в противном случае – возврат к п. 2.
4. Определение горизонта моделирования сценарного развития τ .
5. Присвоение переменной t значения 1.
6. Проверка значения t на соответствие горизонту моделирования τ .
 - а) если значение переменной t не превосходит горизонт моделирования τ , тогда выполнение п.7 – п.12;
 - б) в противном случае – окончание алгоритма.
7. Определение рекуррентных зависимостей SY_t, SM_t, S_t для текущего значения t .
8. Формализация задачи (2) – (3) для функций $Q_t(Z_t, M_t)$ и $K_t(i_t)$, полученных в п.2 и результатов SY_t, SM_t, S_t п.7.
9. Решение задачи для t -го года из горизонта моделирования – 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 i_t и π_t .
11. Расчет Z_t^*, M_t^* и Q_t^* .
12. Вывод полученных значений Z_t^*, M_t^* и Q_t^* .
13. Увеличение значения переменной t на 1.
14. Возврат к п. 6.

Методика оптимизации параметров отраслевого развития осуществляется согласно следующему алгоритму, описанному поэтапно и в виде блок-схемы, представленной на рисунке 1.

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.

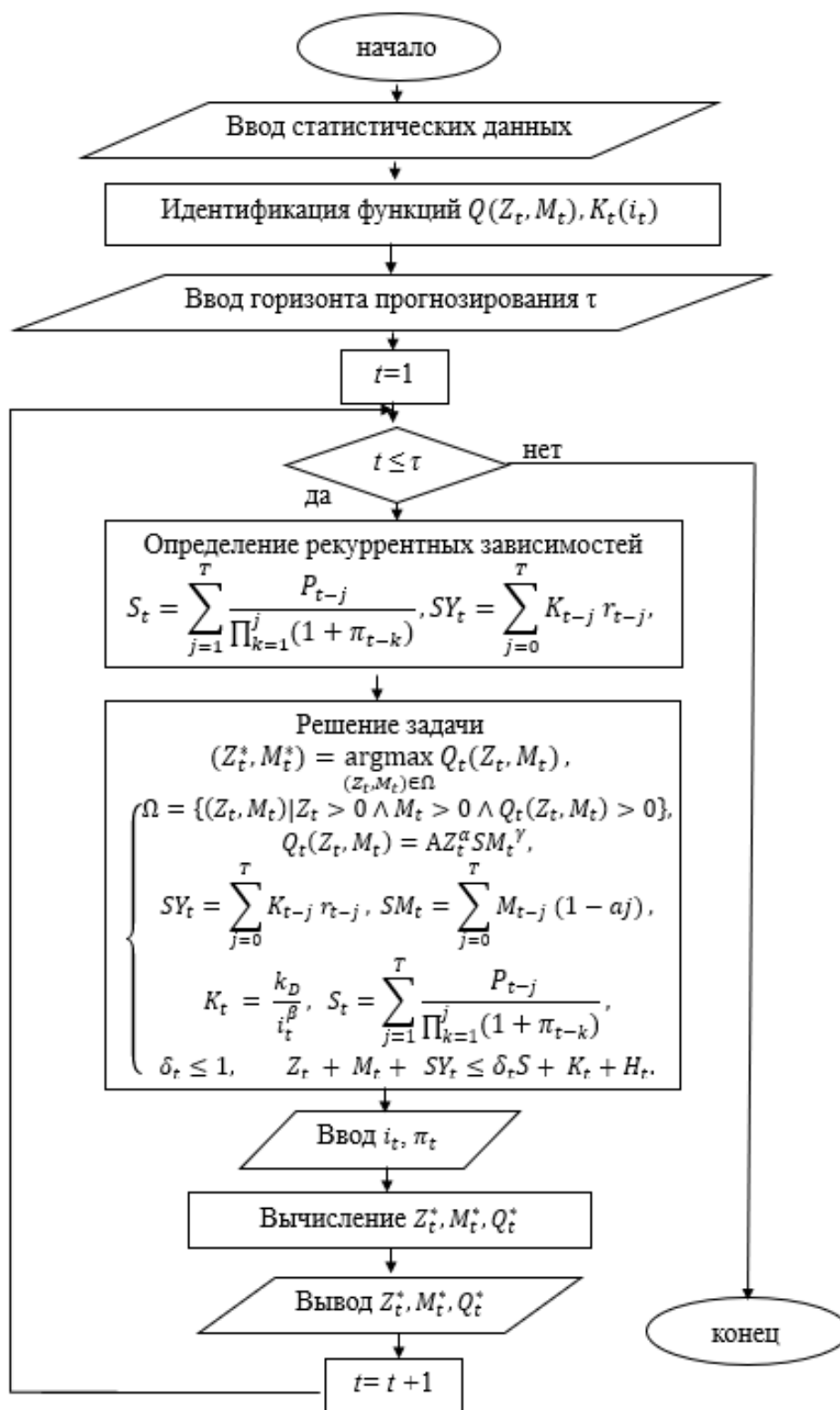


Рисунок 1 – Блок-схема алгоритма оптимизации параметров отраслевого развития

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.

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 различных отраслей.

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, 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 (1) для различных видов экономической деятельности с 2017 года.

В рамках исследования идентификация моделей отраслевой динамики произведена для следующих видов экономической деятельности: В07 «Добыча металлических руд», С20 «Производство химических веществ и химических продуктов», С24 «Производство металлургическое», С25 «Производство готовых металлических изделий, кроме машин и оборудования» в соответствии с классификатором ОКВЭД2.

Рассмотрим в качестве примера ОКВЭД В07 «Добыча металлических руд» и С24 «Производство металлургическое».

Для В07 получены следующие зависимости:

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

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

В таблице 1 представлены полученные результаты расчетов оптимальных значений Z^* , M^* , Q^* , рассчитанных по формулам (1), (4) и (5) 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.

Таблица 1 – Результаты расчетов оптимальных значений Z^* , M^* , Q^* для ОКВЭД В07 (млрд руб.)

i_t	9%	11%	13%	15%
Z^*	1 766,35	1 747,13	1 724,71	1 699,22
M^*	458,48	451,70	442,84	434,16
Q^*	2 890,63	2 873,39	2 847,76	2 822,36

Полученные результаты позволяют определить оптимальные значения операционных расходов и инвестиций в основные фонды, а также объем отгруженной продукции ВЭД 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 2 представлен результат расчета чувствительности Z^* , M^* , Q^* .

Таблица 2 – Чувствительность Z^* , M^* , Q^* к изменению кредитной ставки для ОКВЭД В07 (%)

диапазон изменения i_t	9% - 11%	11% - 13%	13% - 15%
Z^*	-4,90%	-7,06%	-9,61%
M^*	-6,65%	-10,78%	-12,75%
Q^*	-2,68%	-4,95%	-5,80%

Следует отметить неравномерное влияние увеличения кредитной ставки на анализируемые показатели функционирования для рассмотренных видов экономической деятельности. Увеличение ставки от 9% до 11% менее чувствительно для объема производства по сравнению с изменением ставки от 13% до 15%.

Аналогичное исследование проведено для ОКВЭД С24 и получены следующие зависимости:

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

$$K_t(i_t) = \frac{184593}{i_t^{2,831}} (R^2 = 0,72, F_R = 11,35, F_R^{kp} = 4,17).$$

Результаты расчетов оптимальных значений Z^* , M^* , Q^* , рассчитанных по формулам (1), (4) и (5) при заданных значениях ставки по кредитам в размере 9%, 11%, 13% и 15% соответственно представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Результаты расчетов оптимальных значений Z^* , M^* , Q^* для ОКВЭД С24 (млрд руб.)

i_t	9%	11%	13%	15%
Z^*	10 140,15	10 109,82	10 029,58	9 940,12
M^*	1 070,79	1 060,19	1 047,61	1 033,15
Q^*	12 447,73	12 422,88	12 361,08	12 275,15

Результаты расчета чувствительности показателей деятельности ВЭД к изменению кредитных ставок представлен в таблице 4.

Таблица 4 – Чувствительность Z^* , M^* , Q^* к изменению кредитной ставки для ОКВЭД С24 (%)

диапазон изменения i_t	9% - 11%	11% - 13%	13% - 15%
Z^*	-1,35%	-4,37%	-5,80%
M^*	-4,46%	-6,52%	-8,97%
Q^*	-0,90%	-2,74%	-4,52%

Результаты деятельности ВЭД С24 «Производство металлургическое» более инертно и менее чувствительно к изменению кредитных ставок по сравнению с В07 «Добыча металлических руд», что объясняется меньшей долей кредитов в структуре инвестиций в основные фонды: для В07 данный показатель в 2024 году составил 24,18%, для С24 соответственно – 6,45%.

Таким образом, для рассматриваемых видов экономической деятельности получены выражения оптимального размера расходов на операционную деятельность Z_t , инвестиций в основные фонды M_t , объема отгруженной продукции отрасли Q_t , зависящие от значений ставок по кредитам i_t для предприятий отрасли и от инфляции π_t .

Апробация разработанного алгоритма произведена на статистических данных ОКВЭД С24 «Производство металлургическое», что позволило осуществить формирование сценариев, соответствующих различным вариантам развития национальной экономической системы. В качестве примера приведем графики развития ОКВЭД С24 при различных значениях i_t и π_t (рисунок 2).

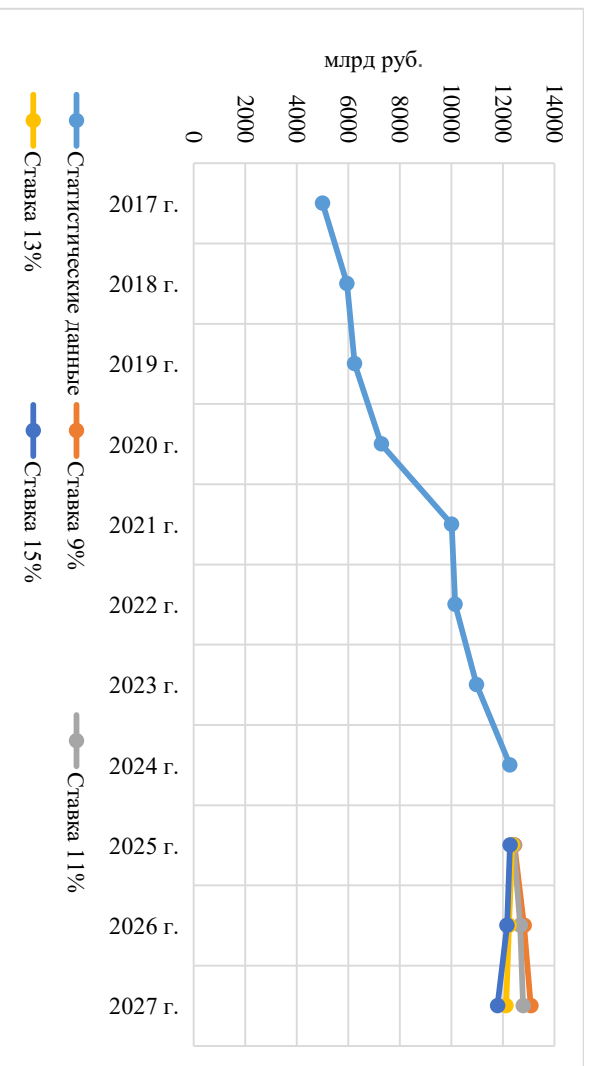


Рисунок 2 – Объем отгруженной продукции при различных сценариях развития вида экономической деятельности С24 «Производство металлургического» при различных значениях ставки кредитов i_t и инфляции $\pi_t = 5\%$.

Представленные на рисунке 2 результаты моделирования позволяют определить возможные варианты динамики объема отгруженной продукции металлургического производства в зависимости от изменяющихся кредитных ставок. Следует отметить, что при ставке кредита 13% и более объем производства отрасли снижается, что говорит о нецелесообразности кредитовать предприятия, занимающиеся металлургическим производством, по столь высоким ставкам.

Разработанный комплекс экономико-математических моделей для ВЭД основан на предложенном в работе методе формирования сценарного развития отраслей и на основании решения задачи (2) – (3), полученного с учетом эконометрических функций ВЭД, что позволяет учитывать отраслевые особенности посредством спецификации функций $Q(Z_t, M_t)$, $K_t(i_t)$, а также рекуррентных зависимостей S_t , SU_t , SM_t .

III. ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ:

В диссертационном исследовании 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.

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 отгруженной продукции 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.

IV. ОСНОВНЫЕ НАУЧНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Научные статьи в изданиях, рекомендованных ВАК России

1. Черкасова, Н.А. Обоснование отраслевого подхода в исследовании и моделировании процессов экономической динамики / Н.А. Черкасова, Е.П. Ростова // Вестник Самарского университета. Экономика и управление. — 2024. — Т. 15. № 4. — С. 89-101 (1,62 п.л./авт – 0,8 п.л.)
2. Черкасова, Н.А. Модель взаимодействия финансового и промышленного секторов экономики / Н.А. Черкасова // Социальные и экономические системы. — 2025. — № 11. — С. 266-278 (1,5 п.л.)
3. Черкасова Н.А. Моделирование динамики отраслевых показателей инвестиционной деятельности и операционных расходов / Е.П. Ростова, Н.А. Черкасова // Вестник Самарского университета. Экономика и управление. 2026. Т. 17, № 1 – С. 70-78 (1п.л./авт – 0,5 п.л.)
4. Черкасова Н.А. Идентификация оптимальных параметров деятельности отдельных отраслей промышленности с учетом влияния монетарной

политики / Н.А. Черкасова // Социальные и экономические системы. — 2026. — № 3. — С. 267-279 (1,5 п.л.)

Научные статьи в иных изданиях и материалах

5. Черкасова, Н.А. Теории экономических циклов и кризисов как совокупность знаний о формировании экономической динамики / Н.А Черкасова // Евразийское пространство: экономика, право, общество. — 2024. — № 12. — С. 159-165 (0,81 п.л.)
6. Черкасова, Н.А. Анализ показателей обрабатывающей промышленности с помощью инструментария эконометрического моделирования / Н.А. Черкасова // Управление организационно-экономическими системами: Сборник трудов научного семинара студентов и аспирантов института экономики и управления (25 – 30 ноября 2024 г.). Выпуск 25 / Под общ. ред. Д.Ю. Иванова. Самара: Издательство ООО «САМАРАМА», 2025 – — С. 244-247 (0,25 п.л.)
7. Черкасова, Н.А. Практическое применение экономико-математической модели динамики промышленного сектора экономики на примере отрасли обрабатывающей промышленности РФ / Н.А. Черкасова // Вопросы управления и экономики: современное состояние актуальных проблем: сб. ст. по материалам СII Международной научно-практической конференции «Вопросы управления и экономики: современное состояние актуальных проблем». – № 12(92). – М., Изд. «Интернаука», 2025. — С. 15-21 (0,69 п.л.)
8. Черкасова, Н.А. Алгоритм выбора стратегии развития промышленного предприятия / Н.А. Черкасова // Инновационные подходы в современной науке. сб. ст. по материалам ССХ междунар. науч.-практ. конф. – № 6 (210). – М., Изд. «Интернаука», 2026. — С. 100-103 (0,46 п.л.)
9. Черкасова, Н.А. Роль балансового канала в формировании циклических колебаний отраслевой экономики / Н.А. Черкасова // Научный форум: Инновационная наука: сб. ст. по материалам ХСIV междунар. науч.-практ. конф. — № 3(94). — М., Изд. «МЦНО», 2026. — С. 20-24 (0,46 п.л.)