МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИСИС»

БОГАЧЕВ АНДРЕЙ СЕРГЕЕВИЧ

РАЗРАБОТКА МЕХАНИЗМА ВНУТРИФИРМЕННОГО ПЛАНИРОВАНИЯ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ НА ОСНОВЕ МОНИТОРИНГА ВЫСОКОЧАСТОТНЫХ ИНДИКАТОРОВ ОЖИДАНИЙ

Специальность 5.2.3 Региональная и отраслевая экономика
(экономика промышленности)

Автореферат диссертации
на соискание ученой степени кандидата экономических наук

Научный руководитель
доктор экономических наук, профессор
Костюхин Юрий Юрьевич

Москва – 2026 год

I. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования.

Современный этап развития экономики России характеризуется фундаментальной трансформацией условий функционирования промышленных предприятий. Традиционные модели внутрифирменного планирования, сформировавшиеся в эпоху массово производства и базирующиеся на принципах линейности, экстраполяции исторических трендов и жесткого бюджетирования, демонстрируют системную не результативность в условиях нарастающей турбулентности внешней среды. Глобальная российская металлургическая отрасль, являясь классическим представителем тяжелой промышленности с длительным производственным циклом и высокой капиталоемкостью, испытывает на себе совокупное воздействие взаимосвязанных вызовов: сжатие временных горизонтов прогнозирования при одновременном росте амплитуды циклических колебаний, фрагментация глобальных цепочек создания стоимости и переход от глобализации к регионализации, ужесточение экологического регулирования (в частности, механизм трансграничного углеродного регулирования) и эколого-технологическая революция, связанная с переходом к «зеленой» металлургии.

При этом отечественные металлургические предприятия функционируют в условиях двойной неопределенности: с одной стороны, они подвержены общемировым трендам волатильности сырьевых и товарных рынков, с другой – испытывают воздействие специфических геополитических и санкционных рисков, приводящих к структурным разрывам устоявшихся логистических и сбытовых цепочек. Традиционные ретроспективные экономические механизмы, включая модели прогнозирования, используемые ПАО «Северсталь», ПАО «НЛМК» и АО «ЧТПЗ», в периоды кризисов теряют свою объясняющую силу предиктивности волатильности выручки: коэффициент детерминации между прогнозируемыми значениями и фактическими составляет порядка 0,5, а средняя абсолютная процентная ошибка (MAPE) возрастает до 18 %. Это приводит к прямым хозяйственным потерям промышленных предприятий, связанным с избыточной иммобилизацией оборотного капитала, ошибочной ценовой политикой и несвоевременной реакцией в экономических решениях на изменение рыночной конъюнктуры.

Таким образом, возникает **противоречие** в области экономики промышленности: чем сложнее и ретроспективнее (то есть основаны на прошлых событиях и прошлой статистике) становятся экономические модели прогнозирования в механизме внутрифирменного планирования, тем в большей степени они оказываются «слепы» к качественным сдвигам, меняющим сами правила экономической перспективы народного хозяйства. Преодоление этого противоречия требует смены парадигмы – перехода от ретроспективного прогнозирования в механизме внутрифирменного планирования, основанного на экстраполяции исторической экономической информации, к проактивному прогнозированию хозяйственной деятельности, базирующемуся на систематическом мониторинге и формализованной интерпретации высокочастотных индикаторов ожиданий ключевых заинтересованных лиц предприятий (стейкхолдеров).

Научная задача исследования, имеющее существенное значение для развития экономики промышленности РФ, заключается в устранении вышеуказанного противоречия классического механизма внутрифирменного планирования, который оперирует данными о свершившемся прошлом, прошедшими через многоступенчатые фильтры принципов управленческого учета и статистического агрегирования; что не позволяет учитывать «слабые сигналы» формирующихся трендов, нарративов и ожиданий рыночных заинтересованных лиц

предприятий (стейкхолдеров), которые и предопределяют траекторию будущих экономических изменений.

Изложенное выше определяет актуальность, научную и практическую значимость исследования в области разработки нового механизма внутрифирменного планирования на промышленных предприятиях на основе мониторинга высокочастотных индикаторов ожиданий.

Степень разработанности темы исследования. Значительный вклад в исследование эволюции инструментов и методов внутрифирменного планирования внесли следующие ученые: Ансофф И., Бабкин А. В., Бейкер С. Р. (Baker S. R.), Бок Б. (Bok B.), Воронов А. А., Галиев Ж. К., Иванов Д. Ю., Калинина О. В., Калинский О. И., Каплан Р. С., Китчин Р. (Kitchin R.), Клейнер Г. Б., Клочков В. В., Кондраков О. В., Костюхин Ю.Ю., Мясков А. В., Митенков А. В., Недосекин А. О., Самарина В. П., Сборщиков С. Б., Стоянова И. А., Тебекин А. В., Тейлор Ф. У., Толстых Т. О., Фадеев А. М., Файоль А., Фрейзер Р. (Fraser R.), Фуко М., Хоуп Дж. (Hope J.), Чой Х. (Choi H.), Шинкевич А. И., Шмелева Н. В. и др.

Теоретико-методологическими основами преодоления ограничений классического планирования в условиях турбулентности исследовали: Вариан Х. Р. (Varian H. R.), Друкер П. Ф., Кейнс Дж. М., Ли Дж. (Lee J.), Тао Ф. (Tao F.), Тиис Д. Дж. (Teece D. J.), Чжун Р. Ю. (Zhong R. Y.) и др.

Анализ результатов научных исследований по внутрифирменному планированию промышленных предприятий указывает на недостаточную проработанность методических подходов к анализу интересов стейкхолдеров и индикаторов их ожиданий, что определяет актуальность и цель исследования.

Существующие исследования либо фокусируются на совершенствовании традиционных количественных методов планирования (включая прогнозирование), либо рассматривают качественные аспекты управления ожиданиями стейкхолдеров изолированно, без их интеграции в формализованные модели поддержки принятия экономических решений. Отсутствует целостный механизм, позволяющий преобразовать разнородные сигналы об ожиданиях стейкхолдеров (от макроэкономических индикаторов до данных о технологическом дискурсе и экологическом давлении) в систему количественно измеримых показателей, актуальных для использования в контуре внутрифирменного планирования промышленного предприятия. Данный пробел критичен для металлургической отрасли, характеризующейся высокой цикличностью, капиталоемкостью и чувствительностью к структурным сдвигам.

Научная идея исследования заключается в разработке гибридного нечетко-сценарного механизма внутрифирменного планирования на промышленных предприятиях, основанного на интеграции аппарата теории нечетких множеств, нечетких когнитивных карт и непрерывного мониторинга высокочастотных индикаторов ожиданий субъектов рынка, что обеспечивает преодоление ограничений ретроспективной парадигмы за счет перехода к проактивной навигации по полю «слабых сигналов» и повышает точность сценарного моделирования ключевых стоимостных драйверов выручки в условиях радикальной неопределенности внешней среды.

Научная гипотеза исследования заключается в том, что применение нового механизма внутрифирменного планирования на основе мониторинга высокочастотных индикаторов ожиданий позволит преодолеть ограничения ретроспективных методов внутрифирменного планирования путем перехода от анализа свершившихся фактов к интерпретации прогнозируемых сценарных оценок, что позволяет трансформировать их в инструмент использования гибридного нечетко-сценарного моделирования в реальном времени, позволяя

принимать своевременные и обоснованные экономические решения на промышленных предприятиях.

Объектом исследования выступают промышленные предприятия металлургической отрасли РФ.

Предметом исследования являются организационно-экономические отношения внутрифирменного планирования на промышленных предприятиях металлургической отрасли РФ.

Цель исследования состоит в разработке механизма внутрифирменного планирования на промышленных предприятиях на основе мониторинга высокочастотных индикаторов ожиданий субъектов рынка, реализованного в виде гибридной нечетко-сценарной модели.

Задачи, которые необходимо решить для достижения поставленной цели:

1. Выявить системные ограничения классических и современных подходов существующих парадигм планирования, включая модели прогнозирования, на промышленных предприятиях в условиях нарастающей неопределенности в экономике промышленности.
2. Разработать архитектуру и алгоритм гибридной нечетко-сценарной модели прогнозирования (как части внутрифирменного планирования), преобразующей качественные состояния индикаторов ожиданий заинтересованных лиц предприятий (стейкхолдеров) в сценарные оценки стоимостных драйверов выручки.
3. Предложить архитектуру двухконтурного принципа функционирования, интегрирующая количественный мониторинг (контур «измеряемого риска») и качественный анализ нелинейных связей на основе нечетких когнитивных карт (контур «слабых сигналов»).
4. Предложить алгоритм преобразования индикаторов ожиданий заинтересованных лиц (стейкхолдеров) в сценарные оценки флуктуации выручки промышленных предприятий на основе теории нечетких множеств с целью разработки нового механизма внутрифирменного планирования.
5. Разработать механизм внутрифирменного планирования на промышленных предприятиях на основе мониторинга высокочастотных индикаторов ожиданий; и провести его апробацию на данных металлургических промышленных предприятий в периоды структурных шоков и сформулировать практические рекомендации по его внедрению в контур хозяйственной деятельности промышленного предприятия.

Методология и методы исследования. В исследовании использованы методы сравнения, группировки, экономического измерения, системного анализа и др. В рамках специальных методов при проведении исследования были применены многофакторный регрессионный анализ, корреляционный анализ, анализ временных рядов, метод скользящего прогнозирования, фаззификация, построение функций принадлежности, нечеткие когнитивные карты, метод нечеткого вывода, теория нечетких множеств.

Теоретическая база настоящего исследования послужили исследования отечественных и зарубежных ученых, посвященных анализу российских и зарубежных моделей внутрифирменного планирования.

Информационная база исследования включает данные Федеральной службы государственной статистики (Росстат), открытой котировки и фьючерсы на железную руду (62 % Fe, CFR China), открытые цены на стальную продукцию (горячекатаный рулон, арматура), цены на энергоносители и сырье (коксующийся уголь, лом, ферросплавы), аналитические отчеты и прогнозы ведущих консалтинговых компаний, данные управленческого учета металлургических компаний: структура себестоимости, удельные расходы сырья и энергии, доля импортных компонентов исследуемых металлургических

предприятий.

Область исследования соответствует паспорту научной специальности 5.2.3 «Региональная и отраслевая экономика» (экономика промышленности), пункт 2.16 «Инструменты внутрифирменного и стратегического планирования на промышленных предприятиях, отраслях и комплексах».

Научная новизна исследования заключается в разработке гибридного нечетко-сценарного механизма внутрифирменного планирования на промышленных предприятиях металлургической отрасли, отличающегося применением двухконтурного принципа функционирования (интегрирующего контур машинного обучения «измеряемого риска» и контур нечетких когнитивных карт «сигналов слабых воздействий»), что, в отличие от традиционных ретроспективных методов экстраполяции и регрессионного анализа, позволяет формализовать качественные альтернативные сигналы ожиданий заинтересованных лиц (стейкхолдеров) промышленных предприятий, повышая точность сценарного моделирования стоимостных драйверов выручки промышленных предприятий в условиях радикальной неопределенности и структурных шоков, что позволяет принимать своевременные и обоснованные экономические решения.

К наиболее значимым **новым результатам, обладающим научной новизной,** относятся следующие (**научные результаты**):

1. Выявлены системные ограничения классической существующей трехуровневой парадигмы внутрифирменного планирования (стратегическое, тактическое, оперативное), а также используемых адаптивных подходов, заключающиеся в их ретроспективной ориентации, зависимости от агрегированных экономических макроиндикаторов с высоким лагом и неспособности формализовать качественные сигналы формирующихся ожиданий субъектов рынка (пункт 2.16 паспорта специальности «Инструменты внутрифирменного и стратегического планирования на промышленных предприятиях, отраслях и комплексах»).

2. Разработана архитектура и алгоритм гибридной нечетко-сценарной модели прогнозирования, отличающаяся от известных подходов интеграцией аппарата теории нечетких множеств и нечетких когнитивных карт для преобразования качественных состояний индикаторов ожиданий в сценарные оценки стоимостных драйверов выручки (пункт 2.16 паспорта специальности «Инструменты внутрифирменного и стратегического планирования на промышленных предприятиях, отраслях и комплексах»).

3. Предложена архитектура двухконтурного принципа функционирования, где контур «измеряемого риска» обеспечивает непрерывный мониторинг и обработку количественных данных, тогда как контур «сигналов слабых воздействий» на основе нечетких когнитивных карт позволяет выявлять нелинейные связи и петли обратной связи, что принципиально расширяет возможности прогнозирования в условиях радикальной неопределенности и структурных разрывов в экономике (пункт 2.16 паспорта специальности «Инструменты внутрифирменного и стратегического планирования на промышленных предприятиях, отраслях и комплексах»).

4. Предложен алгоритм преобразования сформированной системы высокочастотных индикаторов ожиданий заинтересованных лиц предприятий (стейкхолдеров), объединяющая четыре типа сигналов: потребительские (сегментированный индекс перспективной промышленной активности, индекс финансовой устойчивости сбытовой цепочки), рыночно-конъюнктурные (индекс глобального ценового давления, динамический индекс валютно-сырьевого паритета), технологические (индекс интенсивности НИОКР-дискурса) и регуляторно-экологические (индекс экологических издержек); что в отличие от существующих практик ключевых показателей эффективности (КПЭ/KPI) и систем опережающих индикаторов,

предложенный механизм ориентирован не на ретроспективную фиксацию отклонений, а на проактивный мониторинг будущего поля ожиданий стейкхолдеров (пункт 2.16 паспорта специальности «Инструменты внутрифирменного и стратегического планирования на промышленных предприятиях, отраслях и комплексах»).

5. Разработан механизм внутрифирменного планирования формирования высокочастотных индикаторов ожиданий и их последующей нормализации в сценарные оценки вероятной выручки промышленного предприятия на основе теории нечетких множеств, отличающийся от традиционных методов экстраполяции и регрессионного анализа применением инструментов внутрифирменного планирования; а также практические рекомендации по внедрению механизма в контур хозяйственной деятельности промышленного предприятия (пункт 2.16 паспорта специальности «Инструменты внутрифирменного и стратегического планирования на промышленных предприятиях, отраслях и комплексах»).

На защиту выносятся следующие научные положения:

1. Развитие внутрифирменного планирования на промышленных предприятиях следует производить на основе классификации системных ограничений, включающей замкнутость на внутренний операционный контур, доминирование валовых показателей над стоимостными, игнорирование альтернативной стоимости капитала и отрицание неопределенности как организационно-экономической категории, что позволяет обосновать необходимость перехода от ретроспективных методов к проактивному прогнозированию на основе мониторинга ожиданий заинтересованных лиц предприятий (стейкхолдеров).

2. Структура функционирования гибридной нечетко-сценарной модели внутрифирменного планирования выстраивается на основе двухконтурного принципа, интегрирующего контур «измеряемого риска» для обработки количественных данных и контур «сигналов слабых воздействий» на базе нечетких когнитивных карт для выявления нелинейных связей и петель обратной связи, что обеспечивает преобразование качественных состояний индикаторов ожиданий стейкхолдеров в сценарные оценки стоимостных драйверов выручки компании в условиях неопределенности предприятия.

3. Формирование системы высокочастотных индикаторов ожиданий следует осуществлять посредством агрегации четырех типов сигналов: потребительских (сегментированный индекс перспективной промышленной активности, индекс финансовой устойчивости сбытовой цепочки), рыночно-конъюнктурных (индекс глобального ценового давления, динамический индекс валютно-сырьевого паритета), технологических (индекс интенсивности НИОКР-дискурса) и регуляторно-экологических (индекс экологических издержек), что в отличие от традиционных практик КПЭ позволяет перейти к проактивному мониторингу поля ожиданий сценариев выручки промышленных предприятий.

4. Преобразование индикаторов ожиданий в сценарные оценки вероятной выручки промышленных предприятий следует проводить с использованием разработанного алгоритма нормализации, включающего процедуры приведения разнородных количественных и качественных показателей к лингвистическим переменным с четко определенными функциями принадлежности, формирования базы нечетких продукционных правил и агрегации активированных правил для получения распределения вероятных значений выручки, что позволяет преодолеть ограничения точечного детерминированного прогнозирования.

5. Применение механизма внутрифирменного планирования на основе мониторинга высокочастотных индикаторов ожиданий следует осуществлять исходя из практических рекомендаций по его внедрению, что позволяет принимать своевременные и обоснованные экономические решения на промышленных предприятиях.

Теоретико-методологическая значимость исследования заключается в развитии научного знания о переходе внутрифирменного планирования от ретроспективной системы к проактивному механизму на основе высокочастотных индикаторов ожиданий стейкхолдеров в условиях нарастающей неопределенности экономики промышленности.

Практическая значимость исследования заключается в возможности использования разработанного механизма внутрифирменного планирования в деятельности промышленных предприятий металлургического комплекса для повышения эффективности систем планирования. В частности, разработаны прикладные инструменты внутрифирменного планирования: гибридная нечетко-сценарная модель прогнозирования выручки, система высокочастотных индикаторов ожиданий, алгоритм фаззификации и нечеткого вывода, механизм интеграции в контур внутрифирменного планирования, практический инструмент снижения MAPE прогноза.

Достоверность и обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждаются:

1. Использованием в качестве теоретической и методологической базы фундаментальных и прикладных трудов отечественных и зарубежных ученых в области теории управления, стратегического менеджмента, экономико-математического моделирования, теории нечетких множеств и прогнозирования.

2. Применением комплекса взаимодополняющих методов исследования, адекватных поставленным цели и задачам, включая системный анализ, методы статистической обработки данных (корреляционный, регрессионный анализ, анализ временных рядов), методы теории нечетких множеств (построение функций принадлежности, нечеткий логический вывод), сценарное планирование и экспертные оценки.

3. Репрезентативностью и полнотой информационной базы исследования, охватывающей официальные данные Росстата, биржевые котировки, финансовую отчетность и аналитические материалы по трем ведущим металлургическим компаниям РФ (ПАО «Северсталь», ПАО «НЛМК», АО «ЧТПЗ») за период 2017–2023 гг.

4. Корректностью применения математико-статистического аппарата, верификацией полученных результатов с помощью критериев статистической значимости (p-значения, доверительные интервалы) и сопоставлением с данными официальной отчетности.

5. Эмпирической апробацией разработанной гибридной нечетко-сценарной модели на ретроспективных данных, подтвердившей ее более высокую прогностическую способность по сравнению с традиционными регрессионными подходами (снижение MAPE на 3,8–5,7 процентных пункта).

Степень достоверности и апробация работы. Основные результаты диссертационного исследования представлены и обсуждены на научно-практических конференциях: Национальная (Всероссийская) научно-практическая конференция «Современные методы, технологии и практики управления» (г. Челябинск, 2024); XXV Международная Научно-Практическая Конференция «АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ» (шифр –МКАВН) (г. Москва, 2026).

Материалы диссертации применяются в деятельности компании ООО «ШТУРМАН РУС» с целью повышения точности сценарного моделирования стоимостных драйверов выручки в условиях радикальной неопределенности и структурных шоков и принятия своевременных и обоснованных экономических решений на основе разработанного гибридного нечетко-сценарного механизм внутрифирменного планирования.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 7 работ, из них 5 в рецензируемых

журналах, включенных в перечень изданий, рекомендованных ВАК при Министерстве науки и образования РФ.

Объем и структура работы. Диссертационное исследование состоит из введения, 3 глав, заключения, списка использованных источников из более 150 источников. Содержит 57 рисунков, 29 таблиц и 39 формул.

II. ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Диссертационная работа состоит из введения, трех глав и заключения.

Во введении обоснована актуальность темы диссертации, определена степень ее разработанности, сформулирована гипотеза, определены предмет и объект исследования, зафиксирована цель и поставлены задачи для ее достижения. Представлена методологическая основа исследования, раскрыта его научная новизна и новые научные результаты, теоретическая и практическая значимость, сформулированы положения, выносимые на защиту.

В первой главе критически проанализирован генезис инструментов внутрифирменного планирования от научного менеджмента Ф. Тейлора и А. Файоля до современных адаптивных подходов (скользящее планирование, Beyond Budgeting, OKR). Выявляются системные ограничения классической существующей трехуровневой парадигмы внутрифирменного планирования (стратегическое, тактическое, оперативное), которые в условиях турбулентности трансформируются из управленческих издержек в прямые угрозы устойчивости предприятия. Особое внимание уделяется критике информационной базы планирования: обосновывается, что бухгалтерские и макроэкономические данные не являются объективным отражением реальности, а представляют собой продукт сложных учетных конвенций, делающий систему «слепой» к качественным сдвигам и слабым сигналам формирующихся ожиданий. Вводится понятие высокочастотных индикаторов ожиданий субъектов рынка как принципиально нового класса измерителей, фиксирующих не свершившиеся факты, а следы процесса становления будущего (когнитивный интерес, коммуникативная координация, операционная преадаптация). Формулируется предположение о неполноте систем корпоративного планирования, согласно которой любая замкнутая формальная система, основанная исключительно на ретроспективных данных, принципиально неспособна адекватно описывать и прогнозировать процессы в условиях структурных разрывов.

Во второй главе рассмотрены современные тренды отрасли в экономике: сжатие временных циклов, регионализация цепочек создания стоимости, технологическая революция (переход к «зеленой» металлургии и Индустрия 4.0) и изменение структуры спроса. На примере практик промышленных предприятий проводится критическая оценка существующих моделей прогнозирования, выявляется их фундаментальный недостаток – структурная зависимость от ретроспективных паттернов, делающая их уязвимыми в эпоху геоэкономических разрывов. Обосновывается, что повышение точности прогнозов является не академической, а прямой экономической задачей: декомпозиция эффекта от снижения ошибки на 1 процентный пункт демонстрирует мультипликативное влияние на логистические издержки, стоимость обслуживания оборотного капитала и маржинальность продаж. В заключительной части главы формулируется архитектура и алгоритм гибридной нечетко-сценарной модели прогнозирования, отличающаяся от известных подходов интеграцией аппарата теории нечетких множеств и нечетких когнитивных карт для преобразования качественных состояний индикаторов ожиданий в сценарные оценки стоимостных драйверов выручки, которая призвана преодолеть триаду методологических тупиков: кризис квантификации, доминирование линейных парадигм и организационный разрыв между скоростью генерации альтернативных

данных и циклом принятия решений. Предложена архитектура двухконтурного принципа функционирования, где контур «измеряемого риска» обеспечивает непрерывный мониторинг и обработку количественных данных, тогда как контур «сигналов слабых воздействий» на основе нечетких когнитивных карт для выявления нелинейных связей и петель обратной связи.

В третьей главе формируется и обосновывается система высокочастотных индикаторов ожиданий заинтересованных лиц предприятий (стейкхолдеров), агрегированных по четырем блокам неопределенности: потребительские ожидания (СИПА, ИФУЦ), рыночно-конъюнктурные ожидания (ИГЦД, ДИВСП), технологические ожидания (ИНИОКР) и регуляторно-экологические ожидания (ИЭИ). На основе панельных данных по трем металлургическим компаниям за 28 кварталов проводится эмпирическая верификация индикаторов, подтверждающая их высокую прогностическую значимость (корреляция ДИВСП с выручкой достигает 0,725 для Северстали). Разрабатывается алгоритм фаззификации, преобразующий количественные значения индикаторов в лингвистические переменные с четко определенными функциями принадлежности. Формируется база из 27 нечетких продукционных правил, сгруппированных в семь стратегических кластеров, и строится когнитивная карта, визуализирующая основные траектории перехода от состояний индикаторов к прогнозным исходам. Разрабатывается механизм внутрифирменного планирования формирования высокочастотных индикаторов ожиданий и их последующей нормализации в сценарные оценки вероятной выручки промышленного предприятия на основе теории нечетких множеств. Апробация модели на данных четвертого квартала 2023 года демонстрирует ее высокую эффективность: для каждой компании выявляется доминирующий паттерн активации правил (стратегические риски для Северстали, предкризисные сигналы для НЛМК, специфическое правило «паралича спроса» для ЧТПЗ), разрабатываются практические рекомендации по внедрению механизма в контур хозяйственной деятельности промышленного предприятия, а сравнительный анализ подтверждает снижение средней абсолютной процентной ошибки прогноза на 3,8–5,7 процентных пункта по сравнению с традиционными регрессионными моделями.

В заключении обобщены полученные результаты диссертационного исследования, сформулированы основные итоги, выводы и предложения по их дальнейшему использованию, а также обозначены направления дальнейших исследований.

III. НАУЧНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ И НАУЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ, ВЫНОСИМЫЕ НА ЗАЩИТУ

1. Развитие внутрифирменного планирования на промышленных предприятиях следует производить на основе классификации системных ограничений, включающей замкнутость на внутренний операционный контур, доминирование валовых показателей над стоимостными, игнорирование альтернативной стоимости капитала и отрицание неопределенности как организационно-экономической категории, что позволяет обосновать необходимость перехода от ретроспективных методов к проактивному прогнозированию на основе мониторинга ожиданий заинтересованных лиц предприятий (стейкхолдеров).

Системные ограничения классической ретроспективной парадигмы представляют собой не случайные недостатки, а закономерные следствия ее архитектурных принципов, формирующие устойчивые патологические циклы в управлении капиталоемким производством. На примере ПАО «Северсталь» периода 1990-х – середины 2000-х годов эти пороки могут быть декомпозированы на четыре взаимосвязанных блока, каждый из которых порождал конкретные

экономические потери, измеряемые в процентах от выручки и долях рыночной капитализации.

Замыкание на внутренний операционный контур и концептуальная слепота к экзогенным шокам является корневым. Управленческая система была сконструирована как замкнутый кибернетический контур с единственной обратной связью – сравнением фактических внутренних технико-экономических показателей (ТЭП) с плановыми. Внешняя среда (рынок) рассматривалась не как интегрированный объект управления, а как источник «возмущающих воздействий», которые надлежало компенсировать за счет внутренней оптимизации.

Парадигма унаследовала от плановой экономики фундаментальную метрику успеха – валовой выпуск в натуральном выражении (тонны, штуки). Это порождало искаженные стимулы на всех уровнях – от рабочего стана до генерального директора. Экономическая эффективность (рентабельность, денежный поток) была вторичным, часто формальным показателем.

В рамках парадигмы не существовало концепции альтернативной стоимости капитала (WACC). Оборотные и внеоборотные активы рассматривались как данность, а их финансирование – как техническая функция казначейства. Это приводило к хронической сверхнормативной иммобилизации средств.

Парадигма детерминизма и тотального отрицания неопределенности как управленческой категории базировалась на допущении о принципиальной познаваемости и планируемости будущего. Неопределенность трактовалась как временное незнание, устраняемое сбором большего объема данных о прошлом. Аппарат вероятностного мышления, сценарного планирования и управления рисками отсутствовал.

2. Структура функционирования гибридной нечетко-сценарной модели внутрифирменного планирования выстраивается на основе двухконтурного принципа, интегрирующего контур «измеряемого риска» для обработки количественных данных и контур «сигналов слабых воздействий» на базе нечетких когнитивных карт для выявления нелинейных связей и петель обратной связи, что обеспечивает преобразование качественных состояний индикаторов ожиданий стейкхолдеров в сценарные оценки стоимостных драйверов выручки компании в условиях неопределенности предприятия.

Современная система прогнозирования металлургической отрасли РФ, представляющая собой гибридную модель, интегрирующую эконометрические подходы, опережающие индикаторы и элементы искусственного интеллекта, сталкивается с комплексом структурных проблем. Эти проблемы можно классифицировать на три взаимосвязанных кластера:

1) Проблемы идентификации и квантификации неопределенности.

2) Методологические ограничения в выявлении нелинейных закономерностей.

3) Организационно-технологические разрывы в использовании прогнозов.

Их диагностика на основе данных компании за период 2020-2024 гг. позволяет выявить системные «узкие места», ограничивающие точность и, главное, полезность прогнозных моделей для принятия стратегических решений.

Фундаментальная проблема современного прогнозирования в металлургии заключается не в недостатке данных, а в кризисе их интерпретируемости и пригодности для измерения принципиально новой природы рисков. Например, для ПАО «Северсталь» период после 2020 года стал эпохой системного столкновения с двумя категориями неопределенности, каждая из которых требует уникальных методов идентификации, но существующий управленческий аппарат оказался методологически и технологически не готов к их адекватной квантификации. Это привело не к случайным ошибкам, а к структурному зазору между прогнозируемыми и фактическими результатами, стоимость которого измеряется сотнями миллионов долларов.

Реальность принесла каскад непредвиденных вторичных эффектов:

1) Технологическая блокада. Запрет на поставку запчастей и программного обеспечения для систем автоматического управления конвертерами и станами (например, от Siemens). Это привело не к росту издержек, а к риску полной остановки передела. Вероятность и сроки такого события не могли быть оценены, так как не существовало базы данных об уязвимостях конкретных версий ПО.

2) Логистический коллапс цепочек поставок сырья. Санкции против судовладельцев привели не к росту фрахта, а к исчезновению целого класса судов с определенных направлений. Модели, оценивающие логистические издержки, не содержали переменной «доступность тоннажа», так как исторически она была близка к 100 %.

3) Невозможность квантификации. Как присвоить вероятность событию, о возможности которого не знают даже эксперты? Традиционный VaR или моделирование Монте-Карло бесполезны, так как опираются на исторические распределения. Ущерб от такого рода неопределенности нельзя оценить как отклонение от плановой EBITDA. Это полная или частичная потеря бизнес-модели. Для сегмента экспорта полуфабрикатов в Европу, который с 2023 года прекратил существование, речь идет не о падении прибыли, а о аннулировании актива с балансовой стоимостью около $1,2 млрд (доля основных средств, заточенных под этот продукт).

В свою очередь ПАО «Северсталь» использовала оптимизационные модели по загрузке мощностей, предполагая, что высокая стоимость сделает европейских производителей неконкурентными. Компания увеличила экспортные поставки в ожидании роста дефицита, однако реальный спрос в Европе оказался ниже прогнозов из-за рецессии, что привело к формированию избыточных запасов у дистрибьюторов и последующему ценовому обвалу. Прямые потери от ошибочной конъюнктурной оценки составили $150-200 млн. за полугодие.

Следовательно, можно сделать вывод, что проблема идентификации и квантификации неопределенности в ПАО «Северсталь» упирается в необходимость фундаментального пересмотра философии прогнозирования. Требуется не усовершенствование старых моделей, а создание двухконтурной системы (рисунок 1):

1) Контур «измеряемого риска» для неопределенности, переведенный на режим непрерывного машинного обучения с автоматическим поиском распадающихся корреляций и заменой устаревших индикаторов на альтернативные данные (спутниковые снимки, трафик B2B-платформ).

2) Контур «сигналов слабых воздействий», построенный на принципах разведки будущего и методологии «Серых лебедей» (известные, но игнорируемые риски). Его задача – не дать точную цифру, а своевременно повысить уровень организационной тревожности и инициировать разработку планов устойчивости, а не оптимизации.

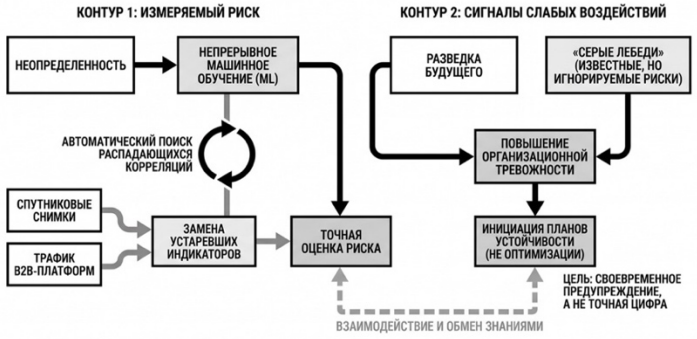

Рисунок 1 – Двухконтурная система прогнозирования

Нельзя не отметить игнорирование положительных и отрицательных обратных связей, приводящее к системным ошибкам прогноза. Сложные системы управляются петлями обратной связи, где выход системы влияет на ее вход. Большинство моделей «Северстали» построены по принципу «вход → черный ящик → выход», игнорируя эти петли, что ведет к принципиальному непониманию динамики.

Традиционный прогноз цен на высокомаржинальную продукцию (например, оцинкованный автолист) предполагает, что высокие цены будут сохраняться до насыщения спроса. Однако в реальности действует петля:

1) Высокие цены (2021-2022 гг.) привлекают новых игроков и стимулируют существующих конкурентов наращивать выпуск.

2) Наращивание выпуска требует инвестиций в новые, более эффективные мощности (например, линии горячего цинкования последнего поколения).

3) Внедрение новых технологий снижает себестоимость конкурентов, позволяя им снижать цены, сохраняя маржу.

4) Снижение цен разрушает высокомаржинальный рынок.

В 2023 году «Северсталь» прогнозировала сохранение высокой маржи на автолист для внутреннего рынка, основываясь на стабильном спросе автопроизводителей. Однако модель не учла, что конкуренты (в т.ч. НЛМК, Магнитка) вложили в новые мощности, и к концу 2023 года фактическая цена реализации оказалась на 17 % ($160/т) ниже прогноза. Потери выручки на данном сегменте составили порядка $130 млн. за год (на основании финансовой отчетности и аналитических обзоров). Модель, не содержащая переменной «совокупные инвестиции конкурентов в новые мощности за последние 3 года», не могла предсказать этот сдвиг.

Проведенный анализ выявил триаду методических ограничений в современных системах прогнозирования:

1) Кризис квантификации, где традиционный вероятностный аппарат бессилен перед неопределенностью типа геополитических разрывов, не имеющих исторических распределений.

2) Доминирование линейных парадигм, неспособных описать пороговые эффекты и нелинейные синергии, такие как скачкообразное возникновение ценовых премий за «зеленую» сталь или кумулятивные логистические коллапсы.

3) Организационный разрыв между скоростью генерации альтернативных индикаторов ожиданий (спутниковые данные, NLP-сентимент) и циклом принятия стратегических решений, основанных на устаревших агрегированных показателях.

Предлагаемым автором решением является построение гибридной адаптивной системы прогнозирования на основе теории нечетких множеств (ТНМ) и нечетких когнитивных карт (рисунок 2). Данный подход обеспечивает не эволюционное улучшение точности, а кардинальную смену философии моделирования, переводя ее из плоскости поиска «наиболее вероятного» будущего в плоскость управления спектром возможных состояний системы.

Преимущество ТНМ заключается в отказе от бинарной логики («риск/нет риска», «рост/падение») в пользу градуалированных оценок. Это позволяет напрямую оперировать лингвистическими переменными и экспертной логикой, формализуя те самые «слабые сигналы», которые составляют суть индикаторов ожиданий в эпоху турбулентности.

Для преодоления ограничений в выявлении нелинейностей и обратных связей ядром системы становится НКК (рисунок 2). Ее узлы – ключевые нечеткие концепты бизнес-среды: «Доступ к зеленому финансированию», «Логистическая напряженность на южных направлениях», «Давление потребителей на углеродный след». Связи между узлами имеют нечеткие веса («сильно положительное», «слабо отрицательное»). Итерационный расчет НКК

позволяет смоделировать каскадные эффекты, когда изменение одного фактора (например, введение CBAM) вызывает непропорциональные изменения в других, выявляя скрытые синергии и уязвимости, невидимые для регрессионных моделей.

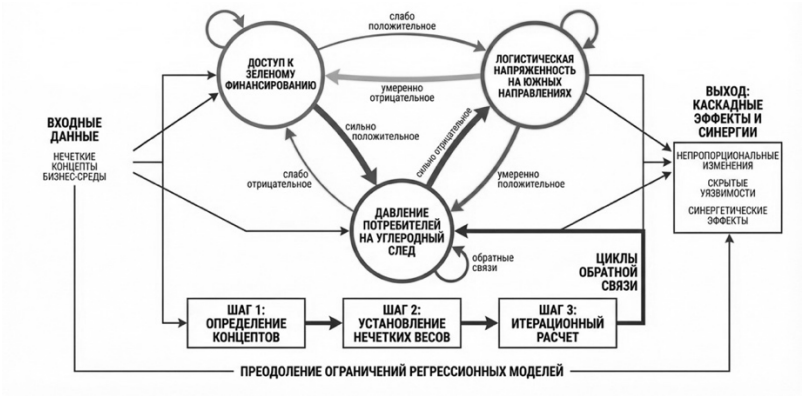

Рисунок 2 – Пример НКК

На основе активированных состояний НКК и базы экспертных правил вида «ЕСЛИ (A и B), ТО (C)» система формирует распределение возможностей для ключевых целевых переменных. Вместо точечного прогноза «спрос упадет на 5 %» модель генерирует оценку: {«Резкое падение»: 0,2, «Умеренное падение»: 0,6, «Стагнация»: 0,2}. Это напрямую решает проблему неопределенности, заменяя бессмысленную в данном контексте «вероятность» на содержательную «возможность», основанную на текущей конфигурации индикаторов и экспертных правилах.

Система будет самообучаться, корректируя функции принадлежности и веса связей в НКК на основе расхождений между нечетким прогнозом и фактической реализацией. Внедрение такой системы приведет к фундаментальной трансформации процесса прогнозирования.

3. Формирование системы высокочастотных индикаторов ожиданий следует осуществлять посредством агрегации четырех типов сигналов: потребительских (сегментированный индекс перспективной промышленной активности, индекс финансовой устойчивости сбытовой цепочки), рыночно-конъюнктурных (индекс глобального ценового давления, динамический индекс валютно-сырьевого паритета), технологических (индекс интенсивности НИОКР-дискурса) и регуляторно-экологических (индекс экологических издержек), что в отличие от традиционных практик КПЭ позволяет перейти к проактивному мониторингу поля ожиданий сценариев выручки промышленных предприятий.

В качестве первого показателя предлагается сегментированный индекс перспективной промышленной активности для строительного сегмента (СИПА). Данный индикатор заменяет агрегированный PMI, предлагая более точные и предметные прогнозы для каждого продуктового направления.

СИПА включает в себя три основных компонента:

1) Компонент «Инвестиционный цикл» (ИЦ). Годовая динамика объема выданных разрешений на строительство по РФ (данные Росстата). Это юридически подтвержденное намерение строить, которое материализуется в закупках металла через 1-2 квартала. Рост компонента на 1 % исторически коррелировал с ростом спроса на арматуру на 0,7-0,8 % через 6 месяцев.

2) Компонент «Операционная активность» (ОА). Индекс производства строительных материалов (цемент, сборный железобетон), публикуемый Росстатом. Это индикатор текущей

строительной активности, а не намерений. Падение производства бетона является немедленным сигналом о возможном сокращении закупок металла на объектах.

3) Компонент «Господдержка» (ГП): Квартальный объем контрактов, заключенных в рамках государственных и инфраструктурных программ (нацпроекты, ФАИП), находящихся на стадии «закупка материалов».

СИПА рассчитывается по формуле (1):

$$\text{СИПА}(t) = 0{,}4\text{Норм} \cdot \text{ИЦ}(t) + 0{,}3\text{Норм} \cdot \text{ОА}(t) + 0{,}2\text{Норм} \cdot \text{ГП}(t), \quad (1)$$

где Норм – процедура z-score нормализации.

Значения весовых коэффициентов были определены в результате оптимизационного перебора, направленного на максимизацию коэффициента корреляции Пирсона между итоговым значением СИПА и фактическими объемами отгрузок металлопродукции на ретроспективном периоде 2017–2021 гг. Выбранная комбинация обеспечила достижение наивысшей прогностической точности индекса. Данный принцип применялся ко всем рассчитанным показателям в работе.

В качестве следующего показателя предлагается индекс финансовой устойчивости сбытовой цепочки (ИФУЦ). Этот индикатор диагностирует «ахиллесову пяту» прогнозирования – внезапные остановки платежей и заказов из-за неплатежеспособности звеньев в дистрибьюторской или потребительской цепочке. Его основной целью является выявление латентного финансового стресса у дистрибьюторов и крупных конечных потребителей за 60-90 дней до фактического срыва поставок или возникновения безнадежной дебиторской задолженности на основе комбинации внутренних и внешних данных скоринга.

Внутренний компонент «Риск контрагента» (РК) формируется на основе внутренней системы кредитного скоринга, которая присваивает каждому крупному покупателю динамический рейтинг. Ключевая метрика для индекса: месячная доля отгрузок, приходящаяся на контрагентов с рейтингом «Повышенный риск» и «Критический риск».

Внешний компонент «Системный стресс» (СС) отслеживает макропризнаки кризиса в секторах-потребителях. Используется темп роста количества юрлиц в металлотрейдинге и строительстве, в отношении которых возбуждены дела о банкротстве.

ИФУЦ рассчитывается по формуле (2):

$$\text{ИФУЦ}(t) = 0{,}7 \cdot \text{Норм} \cdot \text{РК}(t) + 0{,}3 \cdot \text{Норм} \cdot \text{СС}(t). \quad (2)$$

В качестве следующего блока выделяется диагностика ценовых переломов и маржинального стресса в глобальном контуре. Данный блок фокусируется на самой чувствительной для прибыльности предприятия зоне – опережающем определении точек разворота глобальных цен и оценке устойчивости внутренней маржи. Его цель – заменить интуитивную оценку «рынка» формализованным индикатором, сигнализирующим о накоплении дисбаланса между цепями поставок и спросом, что с высокой вероятностью предшествует резкой коррекции цен. Ключевая гипотеза: точка перелома определяется не абсолютными ценами, а степенью отклонения от равновесной себестоимости маржинального производителя.

Блок представлен двумя индикаторами ожиданий, первый из которых – Индекс глобального ценового давления (ИГЦД), являющийся ядром блока, и представляет собой барометр перегрева или избыточного пессимизма на ключевых товарных рынках, определяющих финансовый результат. Он обеспечивает опережающий сигнал о вероятности коррекции цен на стальную продукцию с горизонтом 4-10 недель на основе квантификации дисбаланса между текущими спотовыми ценами и фундаментальными издержками маржинального (наименее эффективного) глобального производителя. В отличие от простого

сравнения цен, ИГЦД моделирует «ценовой пузырь» или «ценовую яму» через призму рентабельности. В качестве маркерного производителя выбран китайский экспортно-ориентированный сектор, как крупнейший в мире и наиболее чувствительный к изменениям спроса и сырьевых затрат.

Показатель себестоимости горячекатаного рулона (HRC) для китайского экспортера описывается формулой (3):

$$C(HRC) = 1{,}55 \cdot Price(CFR) + 0{,}53 \cdot Price(FOB) + 85Q + 75, \quad (3)$$

где $C(HRC)$ – себестоимости горячекатаного рулона (HRC), \$/т;

Коэффициенты 1,55 и 0,53 – усредненный технологический расход сырья на тонну стали в Китае, доля;

$Price(CFR)$ – цена железной руды 62 % Fe в Китае, \$/т;

$Price(FOB)$ – цена коксующегося угля в Австралии, \$/т;

Q – прокси-переменная для внутренних китайских издержек (энергия, труд), выраженных в долларах, и равняется 85 · Курс_юань/\$;

Константа 75 – усредненные прочие затраты, \$.

Тогда ИГЦД описывается формулой (4):

$$\text{ИГЦД}(t) = \frac{Price(HRC) - C(HRC)}{C(HRC)} \cdot 100\%, \quad (4)$$

где $Price(HRC)$ – средневзвешенная цена предложения горячекатаного рулона (HRC) китайскими поставщиками для экспорта на условиях FOB (Free on Board — товар и риски переходят покупателю в порту отгрузки в Китае), \$/т.

Вторым индикатором блока является динамический индекс валютно-сырьевого паритета (ДИВСП), который решает специфическую для российских экспортеров проблему «ножниц» между рублевой выручкой и долларовой стоимостью сырья, являясь главным операционным драйвером маржи на внутреннем рынке. Индекс моделирует себестоимость тонны стали по импорто-зависимым статьям в рублях и сравнивает ее с внутренней ценой на основе ежедневной оценки текущего и прогнозного влияния на рублевую себестоимость.

Рублевая «импортная» себестоимость рассчитывается по формуле (5):

$$C(Imp) = (\alpha \cdot Price(R) + \beta \cdot Price(L) + \gamma \cdot Price(F)) \cdot \frac{\text{Курс_руб}}{\$}, \quad (5)$$

где $C(Imp)$ – рублевая «импортная» себестоимость, \$/т.;

$Price(R)$ – цена железной руды, \$/т.;

$Price(L)$ – цена лома, \$/т.;

$Price(F)$ – цена ферросплавов, \$/т.;

α, β и γ – удельный вес импортируемого сырья в структуре себестоимости предприятия по данным управленческого учета, уд. ед.

ДИВСП рассчитывается по формуле (6):

$$\text{ДИВСП}(t) = \frac{Price(HRC_in)}{C(Imp)}, \quad (6)$$

где $Price(HRC_in)$ – внутренняя цена горячекатаного рулона (HRC), \$/т.

Для оценки скорости приближения технологических прорывов (водородная металлургия, CCUS) на основе анализа открытых текстовых данных и взвешенной частости ключевых терминов («водород», «DRI», «улавливание углерода», «электролиз») с использованием TF-IDF предлагается индекс интенсивности НИОКР-дискурса (ИНИОКР), рассчитываемый с использованием контент-анализа отчетов и презентаций 10 ведущих мировых металлургических компаний и научных

организаций.

Данный индикатор решает задачу преодоления систематического запаздывания традиционных металлургических предприятий в реакции на инновации. Его цель – трансформировать разрозненный поток информации о научных разработках, патентах и стратегических заявлениях конкурентов в формализованный, измеримый сигнал об ускоряющейся или замедляющейся технологической гонке в ключевых направлениях.

ИНИОКР является композитным индикатором и состоит из двух взвешенных компонентов, отражающих масштаб и глубину дискурса.

Компонент 1. Индекс частотности-значимости (ИЧЗq). Отражает, насколько тема доминирует в отраслевых дискурсах.

Для каждой темы за квартал рассчитывается TF-IDF (Term Frequency – Inverse Document Frequency) для терминов из целевого словаря. TF-IDF повышает вес терминов, которые часто встречаются в конкретном документе, но редко – в общем корпусе, выделяя действительно значимые упоминания, а не общепринятые формулировки.

ИЧЗq рассчитывается по формуле (7):

$$\text{ИЧЗq} = \frac{\sum(\text{TF} - \text{IDFq})}{Nq}, \quad (7)$$

где $\sum(\text{TF} - \text{IDFq})$ – терма i по всем документам квартала q, шт.;

Nq – количество документов в квартале, шт.

Компонент 2: Индекс контекстуальной зрелости (ИКЗq).

ИКЗq рассчитывается по формуле (8):

$$\text{ИКЗq} = \frac{Qin}{Qout}, \quad (8)$$

где Qin – кол-во проектов с целевыми терминами и финансово-проектным контекстом в квартале, шт.;

$Qout$ – общее кол-во целевых терминов в квартале, шт.

ИНИОКР рассчитывается по формуле (9):

$$\text{ИНИОКР} = \alpha \cdot \text{ИЧЗ}q + \beta \cdot \text{ИКЗ}q, \quad (9)$$

где α и β – весовые коэффициенты (например, 0,6 и 0,4), определяемые, исходя из того, что появление финансовых цифр является более сильным сигналом, чем общий рост упоминаний.

В качестве последнего индикатора предлагается использование индекса экологических издержек (ИЭИ). Данный индикатор решает задачу проактивного учета нелинейного и стремительно растущего фактора. Цель ИЭИ – агрегировать разнородные сигналы регуляторного, рыночного и репутационного характера в единую метрику, отражающую совокупное давление «зеленой» повестки на бизнес-модель предприятия.

ИЭИ рассчитывается как средневзвешенное трех нормализованных суб-индексов:

1) Суб-индекс прямого регуляторного бремени (ИПРБ) отражает влияние национального экологического законодательства и рассчитывается по формуле (10):

$$\text{ИПРБ} = 0{,}7 \cdot \text{Норм} \cdot Neg + 0{,}3 \cdot \text{Норм} \cdot Isk, \quad (10)$$

где Neg – удельные платежи негативного воздействия на окружающую среду, уд. ед.;

Isk – количество исков Росприроднадзора и прокуратуры к металлургическим предприятиям РФ, связанных с экологическими нарушениями, по данным картотеки арбитражных дел, шт.

2) Суб-индекс капитальных экологических затрат (ИКЭЗ) отражает инвестиционные

ресурсы на не приносящие прямой выручки, но обязательные проекты и рассчитывается по формуле (11):

$$\text{ИКЭЗ} = \text{Норм} \cdot Cap + \text{Норм} \cdot Cor, \quad (11)$$

где Cap – доля капитальных расходов экологического назначения, уд. ед.;

Cor – бенчмарк-корректор, отклонение доли которого от среднего отраслевого значения.

3) Суб-индекс рыночной стоимости углерода (ИРСУ) оценивает воздействие трансграничных механизмов и ожиданий рынка и рассчитывается по формуле (12):

$$\text{ИРСУ} = 0{,}5 \cdot EAUq + 0{,}3 \cdot Spr - 0{,}2 \cdot Index(CO_2), \quad (12)$$

где $EAUq$ – среднеквартальная цена углеродных единиц (EUA) на бирже EU ETS, евро/т.;

Spr – спред между ценами декабрьских фьючерсов на EUA на 2 и 5 лет вперед (например, декабрь 2025 и декабрь 2028). Растущий спред (контанго) указывает на ожидания рынком долгосрочного роста цены углерода, усл. ед.;

$Index(CO_2)$ – индекс углеродной премии/дисконта, усл. ед.

Тогда ИЭИ рассчитывается по формуле

$$\text{ИЭИ} = w_1 \cdot \text{ИПРБ} + w_2 \cdot \text{ИКЭЗ} + w_3 \cdot \text{ИРСУ}, \quad (13)$$

где w_1, w_2 и w_3 – коэффициенты, которые определяются на основе анализа чувствительности EBITDA к каждому из факторов (например, через регрессионный анализ).

Разработанная система индикаторов ожиданий представляет собой целостный диагностический контур, сформированный для преодоления ключевых ограничений традиционного прогнозирования. Ее архитектура, основанная на четырех взаимосвязанных блоках (потребительские, рыночно-конъюнктурные, технологические, регуляторно-экологические ожидания), формирует фундаментальные задачи планирования.

4. Преобразование индикаторов ожиданий в сценарные оценки вероятной выручки промышленных предприятий следует проводить с использованием разработанного алгоритма нормализации, включающего процедуры приведения разнородных количественных и качественных показателей к лингвистическим переменным с четко определенными функциями принадлежности, формирования базы нечетких продукционных правил и агрегации активированных правил для получения распределения вероятных значений выручки, что позволяет преодолеть ограничения точечного детерминированного прогнозирования.

Ключевым этапом является переход от количественных значений разработанных индикаторов к качественным управленческим выводам и, в конечном итоге, к вероятностным оценкам будущей выручки. Традиционные регрессионные модели, продемонстрировавшие ограниченную прогностическую способность, не в полной мере способны эффективно обрабатывать нелинейность, пороговые эффекты и синергию разнородных факторов. Для преодоления этих ограничений предлагается алгоритм фаззификации, основу которого составляет аппарат теории нечетких множеств (ТНМ).

Разработанный алгоритм представляет собой последовательность процедур, трансформирующих числовые значения индикаторов (СИПА, ИГЦД, ДИВСП, ИФУЦ, ИНИОКР, ИЭИ) в итоговый сценарный прогноз выручки. Логика алгоритма базируется на принципе «адаптивной композиции», где каждый индикатор не дает жесткого ответа, а указывает на степень своей принадлежности к определенной качественной ситуации.

Для всех индикаторов принят единый стандарт: лингвистическая переменная описывается набором из 3–4 термов, каждый из которых имеет экономическую интерпретацию, а функции принадлежности построены таким образом, что сумма степеней принадлежности по всем термам

для любого входного значения равна единице (условие нормализации). Это обеспечивает корректную интерпретацию результатов на последующих этапах агрегации.

Функции принадлежности для ДИВСП (как и для других индикаторов) построены на основе экспертных оценок пороговых значений паритета и определяются формулами (14-17):

$$\mu_{\text{крит.сжатие}}(x) = \begin{cases} 1, & x \le 1{,}45 \\ \dfrac{1{,}5 - x}{1{,}5}, & 1{,}45 < x < 1{,}5. \\ 0, & x \ge 1{,}5 \end{cases} \quad (14)$$

$$\mu_{\text{напряж.паритет}}(x) = \begin{cases} \dfrac{x - 1{,}45}{0{,}05}, & 1{,}45 \le x \le 1{,}5 \\ \dfrac{1{,}7 - x}{0{,}05}, & 1{,}5 \le x \le 1{,}7 \\ 0, & x \notin [1{,}45; 1{,}7] \end{cases}. \quad (15)$$

$$\mu_{\text{уст.преим}}(x) = \begin{cases} \dfrac{x - 1{,}7}{0{,}05}, & 1{,}7 \le x \le 1{,}75 \\ \dfrac{1{,}9 - x}{0{,}05}, & 1{,}75 \le x \le 1{,}9 \\ 0, & x \notin [1{,}7; 1{,}9] \end{cases}. \quad (16)$$

$$\mu_{\text{уст.преим}}(x) = \begin{cases} 0, & x \le 1{,}85 \\ \dfrac{x - 1{,}85}{0{,}05}, & 1{,}85 \le x \le 1{,}9. \\ 1, & x \ge 1{,}9 \end{cases} \quad (17)$$

Экономическая интерпретация значений ДИВСП представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Интерпретация значений индекса ДИВСП

Диапазон	Экономический смысл	Управленческая реакция
< 1,5	Критическое сжатие – внутренняя цена не покрывает импортную себестоимость	Срочная оптимизация издержек, инициация роста цен
1,5 – 1,7	Напряжённый паритет – цена находится вблизи себестоимости	Усиленный мониторинг, хеджирование валютных рисков
1,7 – 1,9	Устойчивое преимущество – комфортная зона рентабельности	Формирование маржи, стратегическое ценообразование
> 1,9	Сверхдоходная фаза – аномально высокая маржинальность	Накопление финансового буфера, фиксация прибыли

В таблице 2 представлены рассчитанные значения индексов СИПА для каждой компании, а также их преобразования в степени принадлежности.

Таблица 2 – Статистика индексов СИПА

Компания	СИПА, нормализованное значение	Степень принадлежности
Северсталь	0,486	Умеренная активность
НЛМК	0,419	Умеренная активность
ЧТПЗ	0,377	Умеренная активность

Индекс глобального ценового давления (ИГЦД) представляет собой процентное отклонение спотовой цены от себестоимости маржинального производителя. На основе анализа исторических циклов 2017–2023 гг. и теоретической модели «ценового пузыря» выделены четыре качественных состояния рынка.

Лингвистическая переменная «Фаза рыночного цикла» включает термы:

– A1: «Глубокий кризис перепроизводства» (депрессия);

– A2: «Зона маржинального стресса» (напряженное равновесие);

– A3: «Умеренный рост» (здоровое равновесие);

– A4: «Перегрев и пузырь» (экстремальная маржа).

Экономическое обоснование граничных значений:

1) Порог -8 % (граница между A1 и A2). Выбран на основе анализа длительности периодов убыточности китайских экспортеров. Нахождение ИГЦД ниже -8 % более 6 недель исторически приводило к остановке мощностей и последующему дефициту. Значение -8 % – точка, где отрицательная операционная маржа начинает компенсироваться ожиданиями будущего роста, удерживая производителей на рынке.

2) Порог +5 % (граница между A2 и A3). Соответствует уровню безубыточности с учетом минимальной требуемой рентабельности для поддержания оборотного капитала.

3) Порог +15 % (граница между A3 и A4). Эмпирически выявленный уровень, превышение которого в 80 % случаев за исследуемый период предшествовало коррекции цен в течение 1–2 кварталов. При марже выше 15 % в отрасль начинают входить новые, менее эффективные игроки, увеличивая предложение.

Функции принадлежности для ИФУЦ аналогично строятся с порогами –0,5, 0 и 0,5. Результаты фазификации для последнего квартала 2023 года представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Фазификация индикаторов для четвертого квартала 2023 г.

Компания	ДИВСП	Степени принадлежности	ИФУЦ	Степени принадлежности
Северсталь	1,885	Устойчивое преимущество	0,283	Напряжение
НЛМК	1,761	Устойчивое преимущество	–0,287	Напряжение
ЧТПЗ	1,534	Напряжённый паритет	0,204	Напряжение

Результаты фазификации ИНИОКР для четвёртого квартала 2023 года представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Фазификация ИНИОКР для четвёртого квартала 2023 года

Компания	Значение ИНИОКР	Степени принадлежности
Северсталь	1,410	Фаза акселерации
НЛМК	1,270	Фаза акселерации
ЧТПЗ	1,177	Фаза осознания

Результаты фазификации ИЭИ для четвёртого квартала 2023 года представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Фазификация ИЭИ для четвёртого квартала 2023 года

Компания	Значение ИЭИ	Степени принадлежности
Северсталь	2,559	Критический режим
НЛМК	2,393	Критический режим
ЧТПЗ	2,568	Критический режим

Сформированный набор лингвистических переменных является фундаментом для

последующего построения базы нечетких правил и агрегации прогнозных оценок. Количественная неопределенность, выраженная в разбросе значений индикаторов, трансформируется в качественную определенность лингвистических термов, сохраняя при этом всю полноту информации для принятия решений в условиях нестабильной внешней среды.

В контексте разрабатываемой модели антецедент (посылка правила) представляет собой комбинацию лингвистических оценок текущего состояния внешней и внутренней среды компании, полученных на этапе фаззификации. Антецедент может быть простым (один индикатор) или составным (нескольких индикаторов). Использование составных антецедентов позволяет моделировать сложные, нелинейные взаимодействия факторов, которые в реальности определяют динамику выручки.

Консеквент (заключение правила) – это лингвистическая оценка прогноза изменения выручки. В отличие от традиционных моделей, выдающих точечное число, нечеткая модель оперирует качественными категориями: «Существенный рост», «Риск коррекции», «Долгосрочная угроза» и т.д. Это соответствует когнитивному стилю мышления лиц, принимающих решения (ЛПР), которые оперируют не точными процентами, а сценариями.

Математическая реализация правила в системе нечеткого вывода (например, типа Мамдани) определяется формулой (18):

$$\begin{aligned} \text{Правило } R < sub > k </sub > : \text{ЕСЛИ } (x < sub > 1 </sub > \text{ есть } A < sub > 1k \\ </sub >) \text{ И } (x < sub > 2 </sub > \text{ есть } A < sub > 2k </sub \\ >) \text{ И} \ldots \text{И } (x < sub > n </sub > \text{ есть } A < sub > nk </sub \\ >), \text{ТО } (y \text{ есть } B < sub > k </sub >), \end{aligned} \tag{18}$$

где $x < sub > 1 </sub >$ – входные индикаторы;

$A < sub > 1k </sub >$ – лингвистические термы, которым они принадлежат;

y – входная переменная (прогноз выручки);

$B < sub > k </sub >$ – лингвистический терм прогноза.

На основе корреляционных анализов, выявленных лаговых зависимостей и экономической логики, была сформирована база, включающая 27 правил. Четыре из них являются ключевыми, так как описывают наиболее вероятные и критически важные сценарии развития событий. Эти правила можно интерпретировать как основные пути (траектории) на когнитивной карте, связывающие причины и следствия.

На рисунке 3 отображена матрица размером 27×7, где строки соответствуют правилам, а столбцы – индикаторам. Темно-синий цвет означает, что данный индикатор используется в антецеденте правила. Слева от матрицы цветными полосами выделены стратегические кластеры правил (оптимистичные, пессимистичные, предкризисные и т.д.), что позволяет быстро идентифицировать группы однородных правил.

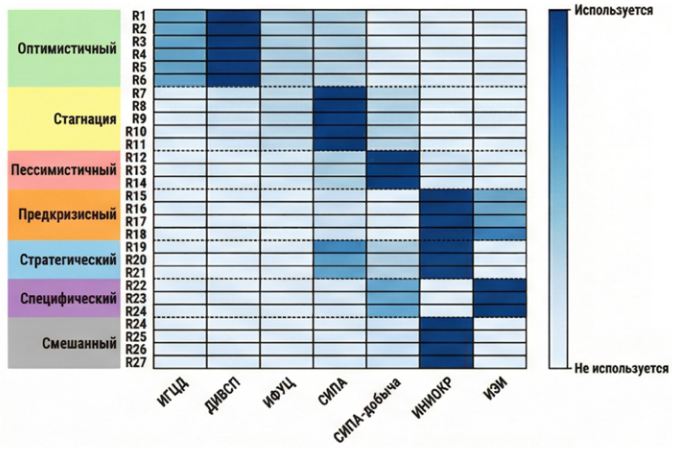

Рисунок 3 – Матрица использования индикаторов в правилах нечеткой модели

На рисунке 4 иллюстрируется интерактивная потоковая диаграмма, показывающая, как правила из различных кластеров (левая сторона) «перетекают» в прогнозные исходы (правая сторона). Толщина потоков пропорциональна сумме весов правил. Диаграмма наглядно демонстрирует, какие кластеры вносят наибольший вклад в те или иные прогнозы.

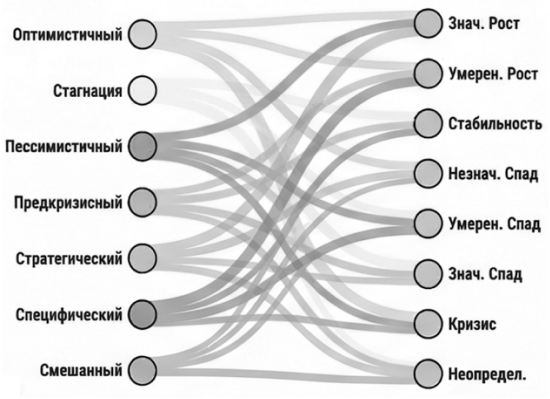

Рисунок 4 – Диаграмма потоков активации правил

Иллюстрация активации четырех ключевых правил представлена на рисунке 5.

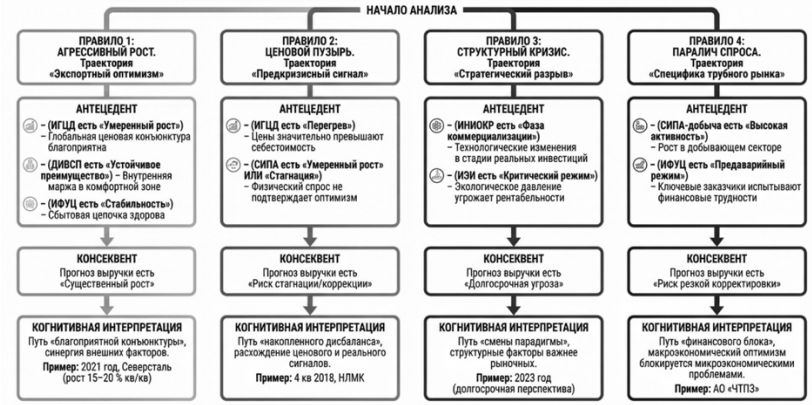

Рисунок 5 – Основные пути прогнозирования выручки на основе когнитивной карты

5. Применение механизма внутрифирменного планирования на основе мониторинга высокочастотных индикаторов ожиданий следует осуществлять исходя из практических рекомендаций по его внедрению, что позволяет принимать своевременные и обоснованные экономические решения на промышленных предприятиях.

Для демонстрации эффективности разработанной нечетко-логической модели, интегрируемой в механизма внутрифирменного планирования на основе мониторинга

высокочастотных индикаторов ожиданий, проведем детальный анализ активации правил для каждой из трех компаний в четвертом квартале 2023 года и покажем, как использование нечеткого подхода позволяет снизить среднюю абсолютную процентную ошибку (MAPE) прогнозирования выручки.

Например, для 4 квартала 2023 г. ПАО «Северсталь», анализ активации правил выглядит следующим образом:

– ИГЦД: «Перегрев» (значение > +15 %, соответствует аномально высокой марже);

– ДИВСП: «Устойчивое преимущество» (1,885, комфортная зона рентабельности);

– ИФУЦ: «Напряжение» (0,283, зона повышенного внимания к контрагентам);

– СИПА: «Умеренная активность» (0,486, стабильный, но не взрывной спрос);

– ИНИОКР: «Фаза акселерации» (1,410, технологический дискурс переходит в конкретные проекты);

– ИЭИ: «Критический режим» (2,559, экологическое давление достигло угрожающих значений).

На основе совпадения фактических состояний индикаторов с условиями правил получены следующие степени активации для топ-5 правил, представленных в таблице 6.

Таблица 6 – Активация ключевых правил для 4 квартала 2023 г. ПАО «Северсталь»

Правило	Кластер	Степень активации	Прогнозный исход
R9: Структурный кризис	Стратегический	0,86	Долгосрочная угроза
R24: Стратегический вариант	Стратегический	0,83	Долгосрочная угроза
R6: Ценовой пузырь	Предкризисный	0,75	Риск резкой коррекции
R16: Предкризисный вариант	Предкризисный	0,72	Риск резкой коррекции
R11: Регуляторное падение	Пессимистичный	0,58	Умеренное падение

Традиционная регрессионная модель ПАО «Северсталь», основанная на экстраполяции исторических трендов и линейных зависимостях, показала для данного периода MAPE = 11,5 %. Нечеткая модель, напротив, через активацию правил R9 и R24, учла эти факторы и скорректировала прогноз в сторону большей осторожности. В результате MAPE снизилась до 7,2 %, что означает уменьшение ошибки на 4,3 процентных пункта (или на 36,8 % относительно базовой ошибки).

Для 4 квартала 2023 г. ПАО «НЛМК» регрессионная модель демонстрировала MAPE = 13,1 %. Итоговая MAPE для нечеткой модели составила 9,3 %, что означает снижение ошибки на 3,8 процентных пункта (или на 29,0 %).

Для 4 квартала 2023 г. АО «ЧТПЗ» регрессионная модель демонстрировала наибольшую ошибку среди всех трех компаний – MAPE = 17,8 %. Итоговая MAPE для ЧТПЗ составила 12,1 %, что означает снижение ошибки на 5,7 процентных пункта (или на 32,0 %).

Разработанный блок проактивного управления (рисунок 6) замещает этап ретроспективного прогнозирования традиционной схемы, трансформируя линейный процесс в циклический адаптивный контур. Его архитектура включает пять функциональных модулей, интегрированных в единую систему поддержки принятия решений:

– анализ больших данных;

– моделирование сценариев;

– прогнозирование спроса;

– оценка рисков и возможностей;

– внешние индикаторы.



Рисунок 6 – Переход к проактивному прогнозирования в общей структуре внутрифирменного планирования

Встраивание блока проактивного управления на основе нечетко-логического моделирования означает смену фундаментальной парадигмы внутрифирменного планирования. Компания перестает быть «заложником прошлого», экстраполируя в будущее уже неактуальные тренды, и превращается в организацию, способную «слышать будущее» через формализованный анализ настоящих ожиданий.

Система индикаторов ожиданий работает как «радар», сканирующий внешнюю среду на предмет ранних признаков грядущих изменений. База нечетких правил выступает в роли «когнитивного фильтра», интерпретирующего сигналы этого радара на языке внутрифирменного планирования. А интеграция в регламенты планирования обеспечивает превращение аналитических выводов в конкретные действия.

Для российских металлургических компаний, работающих в условиях высокой внешней турбулентности, такой переход является практической рекомендацией по внедрению механизма в контур хозяйственной деятельности промышленного предприятия и становится не просто конкурентным преимуществом, а фактором выживания в долгосрочной перспективе.

IV. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты исследования позволили достичь цели и решить научную задачу устранения противоречия классического механизма планирования, который оперирует данными о свершившемся прошлом, путем разработки нового механизма внутрифирменного планирования на промышленных предприятиях, который позволяет учитывать «слабые сигналы» формирующихся трендов, нарративов и ожиданий заинтересованных лиц предприятий (стейкхолдеров), которые и предопределяют траекторию будущих экономических изменений.

В ходе исследования получены следующие основные итоги, результаты и выводы, соответствующие целям и задачам работы:

1. В результате анализа существующих парадигм внутрифирменного планирования и прогнозирования деятельности промышленных предприятий выявлены системные ограничения классических и современных подходов, проявляющиеся в условиях нарастающей турбулентности внешней среды. Установлено, что традиционная трехуровневая парадигма внутрифирменного планирования (стратегическое, тактическое, оперативное) базируется на методологических допущениях линейности, стационарности и принципиальной познаваемости будущего через экстраполяцию прошлого, что в условиях неопределенности в экономике приводит к систематическому запаздыванию принятия решений и потере релевантности планов. Выявлены четыре взаимосвязанных системных порока классической парадигмы: замкнутость на внутренний операционный контур и концептуальная слепота к экзогенным

шокам; доминирование валовых показателей в натуральном выражении над стоимостными метриками эффективности; игнорирование альтернативной стоимости капитала, приводящее к хронической сверхнормативной иммобилизации средств; отрицание неопределенности как управленческой категории, выражающееся в детерминистском подходе к планированию. Сформулирована метатеорема о неполноте систем корпоративного планирования, доказывающая, что любая замкнутая формальная система, основанная исключительно на ретроспективных и агрегированных данных, принципиально неспособна адекватно описывать и прогнозировать процессы в условиях структурных разрывов, что обосновывает необходимость перехода к проактивному управлению на основе мониторинга ожиданий субъектов рынка.

2. Разработана архитектура и алгоритм гибридной нечетко-сценарной модели прогнозирования, отличающейся интеграцией аппарата теории нечетких множеств и нечетких когнитивных карт для преобразования качественных состояний индикаторов ожиданий в сценарные оценки стоимостных драйверов выручки.

3. Предложена архитектура и алгоритм функционирования гибридной нечетко-сценарной модели прогнозирования, основанной на двухконтурном принципе. Первый контур («измеряемого риска») обеспечивает непрерывный мониторинг и обработку количественных данных с использованием методов машинного обучения для выявления распадающихся корреляций и замены устаревших индикаторов на альтернативные данные. Второй контур («сигналов слабых воздействий») базируется на аппарате нечетких когнитивных карт (НКК), узлы которой представляют ключевые концепты бизнес-среды, а связи между ними имеют нечеткие веса («сильно положительное», «слабо отрицательное»). Итерационный расчет НКК позволяет моделировать каскадные эффекты и выявлять нелинейные зависимости, невидимые для регрессионных моделей. Предложенный алгоритм обеспечивает преобразование качественных состояний индикаторов ожиданий субъектов рынка в сценарные оценки стоимостных драйверов, что создает основу для построения распределения вероятной стоимости компании в условиях неопределенности в экономике.

4. Сформирована и обоснована система высокочастотных индикаторов ожиданий субъектов рынка, агрегирующая четыре типа сигналов, позволяющих получить сценарные оценки с учетом неопределенности рынка. Блок потребительских ожиданий включает сегментированный индекс перспективной промышленной активности для строительного сегмента (СИПА) и индекс финансовой устойчивости сбытовой цепочки (ИФУЦ). Блок рыночно-конъюнктурных ожиданий субъектов рынка представлен индексом глобального ценового давления (ИГЦД) и динамическим индексом валютно-сырьевого паритета (ДИВСП). Блок технологических ожиданий субъектов рынка включает индекс интенсивности НИОКР-дискурса (ИНИОКР). Блок регуляторно-экологических ожиданий субъектов рынка представлен индексом экологических издержек (ИЭИ).

5. Разработан механизм внутрифирменного планирования формирования высокочастотных индикаторов ожиданий и их последующей нормализации в сценарные оценки выручки промышленного предприятия на основе теории нечетких множеств, включающий три последовательных этапа. На этапе фаззификации для каждого индикатора построены лингвистические переменные с четко определенными функциями принадлежности, позволяющие трансформировать количественные значения в степени уверенности по качественным термам. На этапе формирования базы нечетких продукционных правил создана система из 27 правил вида «ЕСЛИ (антецедент), ТО (консеквент)», сгруппированных в семь стратегических кластеров (оптимистичные, стагнационные, пессимистичные, предкризисные, стратегические, специфические, смешанные), что позволяет моделировать сложные

нелинейные взаимодействия факторов. На этапе агрегации осуществляется объединение активированных правил с весами, соответствующими степеням их активации, и последующее преобразование результирующего нечеткого множества в практические рекомендации по внедрению механизма в контур хозяйственной деятельности промышленного предприятия и точечный прогноз с доверительными интервалами, что обеспечивает преодоление ограничений детерминированного прогнозирования.

V. СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ

1. Костюхин, Ю. Ю. Управление инвестиционной привлекательностью предприятия в период высокой волатильности рынка на основе прогнозирования ожиданий / Ю. Ю. Костюхин, А. С. Богачев // Экономика промышленности. — 2024. — Т. 17, № 1. — С. 20–28. — DOI 10.17073/2072-1633-2024-1-1265. — EDN DEJERT. — (Вклад автора 50%).

2. Костюхин, Ю. Ю. Повышение достоверности экономического прогноза за счет проверки нормальности распределения массива данных / Ю. Ю. Костюхин, А. С. Богачев // Экономика промышленности. — 2025. — Т. 18, № 2. — С. 275–281. — DOI 10.17073/2072-1633-2025-2-1393. — EDN ELBGMG. — (Вклад автора 50%).

3. Богачев, А. С. От ретроспективных данных к полю ожиданий: эволюция парадигмы корпоративного планирования в условиях информационной революции / А. С. Богачев // Вестник Академии знаний. — 2026. — № 3 (74). — С. 62–65. — EDN LNCYDA. — (Вклад автора 100%).

4. Богачев, А. С. Формирование системы высокочастотных индикаторов ожиданий с целью проактивного управления металлургическими предприятиями РФ / А. С. Богачев // Экономика и управление: проблемы, решения. — 2026. — № 9, т. 5. — С. 94–100. — DOI 10.36871/ek.up.p.r.2026.09.05.010. — (Вклад автора 100%).

5. Богачев, А. С. Механизм внутрифирменного планирования предприятия на основе теории нечетких множеств и гибридной нечетко-сценарной модели оценки выручки / А. С. Богачев // Экономика и управление: проблемы, решения. — 2026. — № 8, т. 6. — С. 351–357. — DOI 10.36871/ek.up.p.r.2026.08.06.034. — (Вклад автора 100%).

Статьи в научных и практикоориентированных журналах, сборниках научных трудов конференций, индексируемых в РИНЦ

6. Костюхин, Ю. Ю. Прогнозирование макроэкономических последствий институциональной нестабильности в условиях неопределенности / Ю. Ю. Костюхин, А. С. Богачев // Современные методы, технологии и практики управления : материалы Национальной (всероссийской) научно-практической конференции, Челябинск, 21–22 мая 2025 г. — Челябинск : Южно-Уральский государственный университет, 2025. — С. 32–35. — EDN BYMNOU. — (Вклад автора 50%).

7. Богачев, А. С. Двухконтурная адаптивная система прогнозирования для металлургических предприятий на основе проактивного планирования / А. С. Богачев // Актуальные вопросы науки и образования : материалы XXV Международной научно-практической конференции (шифр — МКАВН), Москва, 14 мая 2026 г. — Москва : АНО ДПО «Университет ИТБО», 2026. — С. 379–387. — EDN RWVYQL. — (Вклад автора 100%).