

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого
Президента России Б.Н. Ельцина»

Институт экономики и управления
Кафедра экономики и управления на металлургических и машиностроительных
предприятиях

На правах рукописи

Земзюлина Вероника Юрьевна

**НАДЕЖНОСТЬ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО
ПРЕДПРИЯТИЯ: ИНТЕГРАЛЬНАЯ ОЦЕНКА И РЕГУЛИРОВАНИЕ**

5.2.3. Региональная и отраслевая
экономика (экономика промышленности)

ДИССЕРТАЦИЯ
на соискание ученой степени
кандидата экономических наук

Научный руководитель:
доктор экономических наук,
профессор
Кельчевская Наталья Рэмовна

Екатеринбург – 2023

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	4
1 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ В УСЛОВИЯХ УСТОЙЧИВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ.....	12
1.1 Феномен устойчивой трансформации XXI века: глобальные риски и основные направления развития промышленных предприятий.....	12
1.2 Надежность в контексте промышленных социотехнических систем: генезис и сущность понятия. Концепция надежности как поддерживающий механизм устойчивой трансформации в период фрагментации экономики.....	43
1.3 Концептуальные основы обеспечения надежности функционирования промышленного предприятия в современных экономических условиях	57
Выводы по первой главе.	71
2 ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УСТОЙЧИВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ И НАДЕЖНОСТИ НА ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ	74
2.1 Тенденции и барьеры устойчивой трансформации в России и мире	74
2.2 Влияние надежности на экологический аспект устойчивого развития промышленных предприятий в России	90
2.3 Исследование опыта применения устойчивых и неявных надежных практик на российских промышленных предприятиях. Барьеры и противоречия в условиях нестабильной внешней среды	99
2.4 Влияние устойчивого развития и надежности на результативность российских промышленных предприятий	110
Выводы по второй главе.	126
3 ИНСТРУМЕНТАРИЙ ОЦЕНКИ И ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ	129
3.1 Методика определения уровня надежности функционирования предприятия как инструмент самодиагностики текущего состояния организации.....	129

3.2 Инструментарий обеспечения надежности функционирования предприятия	144
3.3 Апробация предложенных методических разработок и их экономическая эффективность	169
Выводы по третьей главе	176
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	178
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	182
Приложение А. Вспомогательные материалы для теоретической части исследования	198
Приложение Б. Описательные статистики переменных для анализа факторов экологизации производства	207
Приложение В. Анкета для исследования факторов надежности функционирования предприятия в условиях нестабильной внешней среды и под влиянием бережливого производства	208
Приложение Г. Анкета для исследования устойчивых и надежных практик и оценки их влияния на операционную результативность металлургических и машиностроительных предприятий.....	211
Приложение Д. Методика определения оптимального размера страхового запаса исходных сырья, материалов, полуфабрикатов.....	219
Приложение Е. Методика нахождения оптимизации вложений в повышение качества исходных сырья, материалов, полуфабрикатов	221
Приложение Ж. Методика оптимизации количества резервного персонала основных рабочих.....	222
Приложение З. Методика оптимизации количества вспомогательных рабочих	223
Приложение И. Исходные данные для проведения апробации предложенных методических разработок.....	227

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. Российские предприятия испытывают существенное влияние фрагментации мировой экономики, сталкиваясь с беспрецедентно быстрым и многократным разрушением цепочек поставок, колоссальной неопределенностью и ресурсными ограничениями. Кроме того, повсеместная цифровизация бизнес-процессов, требования государства и контрагентов соблюдать принципы устойчивого развития, тренды декарбонизации и другие атрибуты зеленой экономики также вынуждают предприятия частично или полностью перестраивать производственные процессы и выработать новые модели функционирования, которые позволили бы организациям не просто сохранять существование в условиях неопределенной внешней среды, но и продолжать развиваться, укреплять конкурентные позиции и вносить вклад в экономический рост страны. Волны кризисов, тенденции деглобализации, стремление к достижению целей устойчивого развития способствуют переосмыслению концепции надежности предприятия.

Надежность является фундаментальной основой устойчивости современных социотехнических систем. Исследуемое свойство обеспечивает непрерывную работу предприятия, повышает его адаптационный потенциал, является основой для выживания в турбулентной экономической среде и способствует дальнейшему устойчивому росту. Более того, в период снижения привлекательности работы в производственном секторе и оттока квалифицированных кадров из России особенно остро стоит вопрос сохранения рабочих мест на промышленных предприятиях, многие из которых являются градообразующими. Именно надежные производственные компании обеспечивают стабильные условия труда и сохраняют способность выполнять обязательства перед сотрудниками.

Несмотря на широкое освещение в литературе проблем устойчивого развития, концептуальное осмысление данного процесса с точки зрения

повышающейся неопределенности и усиления роли надежности является малоизученной проблемой. Кроме того, в научных источниках уделено недостаточно внимания взаимосвязи концепций надежности и устойчивого развития, функционированию организаций в контексте фрагментации экономики и вопросам обеспечения надежности в условиях существующих ресурсных ограничений и требований внешней среды.

Степень разработанности темы исследования. Научный интерес к свойству надежности начал формироваться в первой половине XX века в контексте технических наук в работах Маликова И.М., Половко А.М., Романова Н.А., Чукреева П.А., Ушакова И.А., Матвеевского В.Р. Применительно к организациям концепция надежности получила свое развитие в трудах Канчавели А.Д., Канчавели Т.Г., Шумиловой Ю.А., Колобова А.А., Кабанова В.Н, Родионовой Л.Н., Коростелева А.А., Тимофеева Р. А., Кулиша С. М., Слукиной С.А., Егорова В.Н., Мишина В.М., Разовой Е.О, Колокина А. Л., Маринцева Д.А. и др.

Вопросы, касающиеся различных аспектов устойчивого развития, рассматриваются в работах Кузнецовой Е.Ю, Магарил Е.Р., Мочаловой Л.А., Юрак В.В., Душина А.В., Бобылева С.Н., Зубаревич Н.В., Стрижаковой Е.Н., Вертаковой Ю.В., Евченко А.В., Щербакова Д.Б. Keeble V.R., Ruggerio C.A., Geissdoerfer M., Elkington J., Leiserowitz A.A., Kates R.W., Parris T.M., Pereira L., Priya R., Ploeg F. Van Der, Spangenberg J.H., Spaiser V. и др.

Несмотря на возрастающий интерес к всестороннему изучению свойства надежности, концепция нуждается в дополнении: дискуссионными остаются вопросы, связанные с плюрализмом подходов к определению понятия, выделению составляющих и факторов надежности, а также к ее оценке. В условиях трансформационных процессов, протекающих в современной парадигме экономического развития, одним из ключевых вопросов становится актуализация и развитие концептуальных основ обеспечения надежности функционирования предприятия, а также разработка эффективных

инструментов анализа и повышения надежности как поддерживающего механизма устойчивого развития.

Целью исследования является развитие концептуальных положений и разработка инструментально-методических решений для оценки и обеспечения надежности функционирования промышленного предприятия.

Цель определила ряд **задач**:

- изучить подходы к определению понятия «надежность», раскрыть его сущность; идентифицировать специфические компоненты и факторы надежности функционирования предприятия, рассмотреть существующие методики оценки ее уровня; исследовать концептуальную взаимосвязь между надежностью и устойчивым развитием, дополнить принципы обеспечения надежности в соответствии с современными условиями функционирования предприятий;

- определить макроэкономические тенденции и барьеры устойчивой трансформации; проанализировать опыт российских промышленных предприятий в достижении целей устойчивого развития и обеспечения надежности, выявить существующие противоречия; провести анализ влияния устойчивых и надежных практик на операционную результативность промышленных предприятий;

- систематизировать показатели надежности в соответствии с выделенными составляющими надежности и ее проявлениями и разработать методику определения уровня надежности функционирования промышленного предприятия;

- предложить инструментарий обеспечения надежности функционирования промышленных предприятий, позволяющий устранить выявленные противоречия и нивелировать угрозы для стабильного функционирования и устойчивого развития.

Объект исследования – промышленные предприятия, функционирующие в нестабильной внешней среде и реализующие стратегии устойчивого развития.

Предмет исследования – организационно-экономические отношения, возникающие в процессе обеспечения надежности функционирования промышленного предприятия.

Области исследования диссертационной работы соответствуют следующим пунктам Паспорта специальности 5.2.3 – Региональная и отраслевая экономика: 2.1) теоретико-методологические основы анализа проблем промышленного развития; 2.11) формирование механизмов устойчивого развития экономики промышленных отраслей, комплексов, предприятий; 2.16) инструменты внутрифирменного и стратегического планирования на промышленных предприятиях, отраслях и комплексах.

Исследование выполнено при поддержке Российского научного фонда (проект № 23-78-10165).

Теоретическую и методологическую основу исследования составили работы российских и зарубежных авторов в области надежности функционирования предприятия, концепций устойчивого развития и зеленой экономики, развития производственной системы, а также научные труды, посвященные фрагментации экономики.

Основные методы исследования. Для достижения цели исследования применялись теоретические методы синтеза и абстрагирования, аналогии и классификации, качественные подходы на основе кейс-стади и анкетирования, количественные методы регрессионного, факторного анализа, а также математического программирования.

Информационную базу исследования составили данные Всемирного банка, Федеральной службы государственной статистики и Центра конъюнктурных исследований НИУ ВШЭ, отчеты консалтинговых агентств, материалы российских и международных экономических форумов, а также собственные исследования автора: опросы сотрудников и руководителей предприятий, отчетность компаний.

Научная новизна исследования состоит в развитии концептуальных положений и инструментов обеспечения надежности функционирования предприятия в условиях устойчивой трансформации экономики.

Положения диссертационной работы, выносимые на защиту:

1. Конкретизированы положения и дополнены принципы, развивающие теоретические основы обеспечения надежности социотехнических систем за счет уточнения понятия «надежность функционирования предприятия» и его рассмотрения с позиции разделения на сущность и явление, где сущностные составляющие выделены по аналогии с надежностью технических систем, что позволило зафиксировать основной признак исследуемого свойства, более полно и точно раскрыть смысл понятия, классифицировать специфические для надежности функционирования предприятия факторы и дополнить теоретическую базу для проведения количественной оценки уровня надежности, а также определить ценностно-целевой ориентир обеспечения надежности как драйвера достижения целей устойчивого развития (пункт 2.1 Паспорта специальности 5.2.3 ВАК РФ).

2. Предложен подход к исследованию закономерностей и взаимосвязей в области обеспечения надежности и устойчивого развития. Особенность подхода заключается в последовательном выполнении этапов: оценка комбинации факторов ресурсной и организационной надежности, зеленой экономики, бережливого производства на основе структурированной анкеты; проведение факторного и регрессионного анализа. Предложенный подход позволяет определять значимость конкретных практик, оценивать их влияние на результаты деятельности предприятия и выявлять противоречия и угрозы для достижения целей устойчивого развития (пункт 2.15 Паспорта специальности 5.2.3 ВАК РФ).

3. Разработана методика определения уровня надежности предприятия, особенностью которой является оценка реальной и потенциальной надежности на основе показателей, систематизированных в соответствии с проявлениями и факторами надежности, что позволит предприятиям проводить диагностику с

учетом специфики деятельности и выявлять существующие проблемы для приоритизации качественных и количественных изменений в основных производственных ресурсах и организационно-управленческих связях, обеспечивая бесперебойное функционирование в долгосрочной перспективе (пункт 2.16 Паспорта специальности 5.2.3 ВАК РФ).

4. Разработан инструментарий обеспечения надежности функционирования предприятия, основу которого составляет алгоритм контроля и регулирования уровня надежности с учетом угроз для устойчивого развития предприятия, включающий в себя: экономический механизм достижения компромисса между последствиями внедрения бережливого производства и надежностью, модель оптимизации экономического эффекта от экологизации производства, а также методы повышения надежности функционирования предприятия, структурированные в соответствии с сущностными составляющими исследуемого свойства. Разработанный инструментарий позволяет промышленным предприятиям достигать баланса между операционной результативностью, экологической ответственностью и надежностью, повышать адаптационный потенциал и концентрировать первоочередное внимание на ключевых точках обеспечения стабильного функционирования и последующего устойчивого роста (пункт 2.16 Паспорта специальности 5.2.3 ВАК РФ).

Теоретическая и практическая значимость. Дополнены концептуальные положения оценки и обеспечения надежности за счет уточнения определения, разделения исследуемого свойства на сущность и явление и декомпозиции его составляющих впервые по аналогии с техническими системами. Систематизированы специфические факторы надежности функционирования предприятия, а также дополнены принципы ее обеспечения в современных условиях. Практическая значимость исследования заключается в возможности использовать разработанное методическое обеспечение для корректировки управленческих стратегий и выработки эффективных

тактических решений в условиях устойчивой трансформации и последствий фрагментации экономики.

Степень достоверности подтверждается рассмотрением в качестве теоретической основы современных концепций и подходов в области устойчивого развития, надежности социотехнических систем, зеленой экономики и применением комбинации качественных и количественных методов исследования.

Апробация результатов исследования. Результаты исследования представлены на международных научно-практических конференциях, проводимых Уральским федеральным университетом в г. Екатеринбург (2020-2023). Разработанный инструментарий внедрен в работу металлургического предприятия АО «Уралэлектромедь», что подтверждается актами. Концептуальные и методические основы внедрены в рамках курсов «Логистика промышленного предприятия» и «Исследование операций» в Уральском федеральном университете.

Публикации. По теме диссертационного исследования опубликовано 14 научных работ объемом 33,2 п. л. (авторский вклад соискателя 10,8 п. л.), в том числе 2 монографии (в соавторстве) и 4 научные статьи в рецензируемых научных журналах, определенных ВАК РФ и аттестационным советом УрФУ.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, списка литературы из 153 наименований и 9 приложений. Работа проиллюстрирована 35 рисунками и 23 таблицами. Общий объем текста диссертации – 197 страниц.

Во введении обоснована актуальность и степень разработанности проблемы, поставлены цели и задачи, обозначены объект и предмет исследования, сформулированы положения, обладающие новизной и выносимые на защиту.

В первой главе рассматриваются теоретические аспекты устойчивого развития и раскрывается сущность надежности в контексте социотехнических систем, уточняется определение исследуемого свойства и производится анализ его составляющих по аналогии с надежностью технических систем; дополняются

концептуальные основы обеспечения надежности в условиях устойчивой трансформации.

Во второй главе исследуются тенденции и противоречия, возникающие, с одной стороны, при достижении целей устойчивого развития, с другой – в процессе обеспечения надежности функционирования промышленных предприятий. Анализируются применяемые в современных условиях устойчивые и надежные практики, оценивается их влияние на операционную результативность российских предприятий.

В третьей главе предлагается инструментарий оценки и обеспечения надежности функционирования предприятия, позволяющий не только определять и регулировать уровень надежности, но и устранять выявленные в эмпирической части исследования противоречия; проводится апробация методических разработок.

В заключении обобщаются полученные результаты, обозначается их теоретическая и практическая значимость, приводятся рекомендации и перспективы дальнейшей разработки темы.

В приложениях даются вспомогательные текстовые и статистические материалы, разработанные автором анкеты для исследования мнений работников и результаты проведенного анализа.

1 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ В УСЛОВИЯХ УСТОЙЧИВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ

1.1 Феномен устойчивой трансформации XXI века: глобальные риски и основные направления развития промышленных предприятий

В настоящее время термин «устойчивое развитие» приобретает новые смысл и значимость. Социально-экономические последствия череды кризисов, вызванных пандемией и нарастающей геополитической напряженностью, подтвердили актуальность концепции как точки конвергенции мировых, национальных и бизнес-интересов [1]. Усугубление климатических проблем, связанных с антропогенным влиянием, также провоцирует повышенный интерес к теме устойчивого развития как со стороны государств, так и со стороны предприятий и отдельных индивидов [2; 3]. Разбалансировка климатической системы вкупе с наблюдаемыми социальными, экономическими и геополитическими кризисами вынуждает человечество вырабатывать устойчивые стратегии развития. Глобализация, с одной стороны, способствует положительному синергетическому эффекту от объединения усилий в различных сферах деятельности, с другой – несет в себе общемировые угрозы, вызывая ряд экономических, экологических и аксиологических противоречий [4]. Главным социоприродным противоречием в системе «человек-природа», безусловно, является ограниченность ресурсов, выражающаяся в неспособности существующего окружающего мира полноценно удовлетворять постоянно растущие потребности населения.

Концепция устойчивого развития опирается на триединую структуру, представленную экологическим, экономическим и социальным компонентами [5]. Для достижения целей эколого-социально-экономического развития необходимо участие различных акторов и объединение усилий как на международном уровне, так и на уровне компаний и индивидов. Соблюдение баланса между указанными сферами как внутри организации, так и в мировом

сообществе позволит сохранять и приумножать благосостояние человечества в долгосрочной перспективе, обеспечив *устойчивость* систем жизнеобеспечения.

В условиях неуклонно нарастающего антропогенного воздействия на окружающую среду, вызванного увеличением объемов мирового производства, перед человечеством остро встала задача ресурсосбережения и лояльного отношения к экосистеме [5]. В конце 20-го века, когда озабоченность мировой общественности по поводу исчерпаемости и истощения природных ресурсов стала особенно выраженной, зародилась новая парадигма, направленная на долгосрочное человеческое процветание – концепция *устойчивого развития* [6]. В настоящее время миссия концепции декомпозирована на несколько ключевых сфер, получивших название Цели в области устойчивого развития (ЦУР)¹, принятые Организацией Объединенных Наций (ООН) в 2015 году [7]. Ожидалось, что их достижение завершится к 2030 году, однако в последнее время все очевиднее становится нереалистичность намеченных планов и необходимость их корректировки. Тем не менее, Цели устойчивого развития представляют большой интерес для правительств, инвесторов, компаний и гражданского общества [6]. Например, выстраивание устойчивого бизнеса обеспечивает организациям получение таких выгод, как повышение лояльности со стороны внешних и внутренних стейкхолдеров, а также инвестиционной привлекательности в долгосрочной перспективе [7].

В рамках исследования вопросов устойчивого развития преобладает концептуальный плюрализм. За 30 лет существования концепции в научном пространстве материализовалось несколько направлений реализации ЦУР, таких как: экономика замкнутого цикла [8], зеленая экономика [9], корпоративная социальная ответственность [10] и концепция ESG (экологическая, социальная и управленческая компоненты устойчивого развития компаний) [11]. Концептуальное разнообразие в области устойчивого развития, с одной стороны, затрудняет выработку конкретных практических мер для достижения

¹ Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. URL: <https://sdgs.un.org/2030agenda#>

заявленных целей, с другой – позволяет комплексно освещать различные аспекты устойчивости и дает возможность организациям разрабатывать специфические стратегии развития.

Устойчивое развитие как доминирующая концепция XXI века: предпосылки возникновения и эволюция. Антропоцентрический подход к экономическому росту продемонстрировал свою несостоятельность. Концепция устойчивого развития играет ведущую роль в формировании сбалансированного миропорядка, поскольку обеспечивает целостный и многоаспектный подход к прогрессу. В то время как традиционные показатели прогресса, такие как валовой внутренний продукт (ВВП), сосредоточены в основном на экономических аспектах, устойчивое развитие подчеркивает взаимосвязь экономических, социальных и экологических проблем. Следование принципам устойчивого развития позволяет обеспечивать экономический рост с учетом долгосрочных последствий для социума в целом и поддерживать сбалансированные и здоровые отношения с окружающей средой.

Волны кризисов, вызванных двумя мировыми войнами, осознание масштабов ущерба, наносимого окружающей среде, а также процессы глобализации и развитие технологий выявили необходимость создания новой парадигмы развития человечества. Концепция устойчивого развития возникла в 1980-х годах в ответ на растущую осознанность того, что экономический рост и промышленное развитие могут негативно влиять на окружающую среду и общество в целом. Концептуальные основы и базовое определение устойчивого развития были зафиксированы в 1987 году в докладе «Наше общее будущее» Международной комиссии по окружающей среде и развитию, известной также как Брундландская комиссия [5]. Согласно документу, *устойчивое развитие – это «такое развитие, которое удовлетворяет потребности нынешнего поколения, не уничтожая ресурсы, необходимые будущим поколениям для удовлетворения их потребностей»*, или, иными словами, «удовлетворение потребностей нынешнего поколения без ущерба для будущего» [5]. По мнению Brian R. Keeble, данный подход основывается на двух ключевых идеях: во-

первых, идея удовлетворения потребностей путем более справедливого распределения возможностей и ресурсов, борьба с бедностью; во-вторых, идея ограничений роста и истощения ресурсов, обусловленная способностью окружающей среды удовлетворять будущие потребности [5]. Постепенно концепция устойчивого развития выходит за рамки первоначальных отношений между поколениями и в большей степени сосредоточилась на целях социально инклюзивного и экологически устойчивого экономического роста. В 1992 году на Конференции ООН по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро была принята Декларация о среде и развитии, которая подтвердила состоятельность концепции устойчивого развития и призвала мировое сообщество к реализации ее идей [12]. Выбранная международная стратегия сохранения целостности экoplanетарной системы неоднократно дорабатывалась – можно отметить несколько важных точек в эволюции концепции устойчивого развития, способствовавших созданию современного облика доминирующей модели развития человечества в условиях усиления антропогенного воздействия на окружающую среду (таблица 1).

Таблица 1 – Эволюция концепции устойчивого развития. *Составлено автором*

Период	Предпосылки	Ключевые события и принятые документы	Результаты
1960-1970-е гг.	Растущая озабоченность населения по поводу загрязнения окружающей среды, истощения природных ресурсов и других негативных последствий интенсивной индустриализации	Римский клуб «Пределы роста, 1968 г.; Создание ЮНЕП (Программы Организации Объединенных Наций по окружающей среде), 1972 г.; Стокгольмская декларация, 1972 г.	Первая крупная международная конференция по проблемам окружающей среды. Повышение осведомленности общества о необходимости рационального использования ресурсов. Введение понятия «пределы роста»
1980-е	Дальнейшая деградация окружающей среды. Необходимость сбалансировать экономическое развитие с сохранением окружающей среды	Публикация доклада Брундтланд («Наше общее будущее») Всемирной комиссией по окружающей среде и развитию, 1987 г.	Определение, фиксация и популяризация термина «устойчивое развитие»; уточнение вопросов, рассматриваемых в рамках устойчивого развития

Период	Предпосылки	Ключевые события и принятые документы	Результаты
1990-е	Текущие экологические проблемы, усугубляемые изменением климата; рост неравенства. Признание необходимости глобального сотрудничества и действий	Конференция Организации Объединенных Наций по окружающей среде и развитию (Саммит Земли), 1992 г.; Принятие Повестки дня на XXI век. Рио-де-Жанейрская декларация, 1992 г.; Киотский протокол, 1997 г.	Развитие и общемировое признание концепции, глобальная приверженность устойчивому развитию. Разработка и реализация мер по борьбе с изменением климата. Призыв к сокращению выбросов парниковых газов с целью понижения уровня глобального потепления. Введение квот на выбросы парниковых газов. Появление первого GRI – стандарт облегчает составление нефинансовой отчетности
2000-е		Принятие Целей развития тысячелетия, Глобальный договор ООН, 2000 г.; Йоханнесбургская декларация, 2002 г.	Смещение акцента с экологии на социальный аспект устойчивого развития: повышенное внимание к сокращению бедности, образованию и другим социальным вопросам как основы устойчивости. Зарождение концепции ESG
2009-2011 гг.		Стратегия зеленого роста ОЭСР, 2009 г.; «Навстречу зеленой экономике: пути к устойчивому развитию и искоренению бедности» – обобщающий доклад для представителей властных структур, ЮНЕП, 2011 г.	Признание необходимости формирования новой модели экономики – зеленой экономики (в терминах ООН) или зеленого роста (в терминах ОЭСР).
2012-2015 гг.	Сохраняющиеся глобальные вызовы, включая изменение климата, бедность и неравенство	Публикация доклада «Будущее, которого мы хотим», Рио-де-Жанейро, 2012 г.; Принятие Целей устойчивого развития (ЦУР), 2015 г.; Парижское соглашение, 2015 г.	Комплексный подход к устойчивому развитию, признающий взаимосвязь между социальными, экономическими и экологическими целями. Мировое признание концепции устойчивого развития как новой консенсусной парадигмы эволюции человечества. Парижское соглашение по климату декларирует переход к низкоуглеродной экономике всех государств,

Период	Предпосылки	Ключевые события и принятые документы	Результаты
			определив цель – недопущение превышения глобальной среднегодовой температуры на планете к 2100 г. более чем на 2 градуса Цельсия. Активное вовлечение бизнеса в ESG-повестку
2015-2020 гг.		Развитие стандартов и инициатив; Создание Совета по международным стандартам устойчивого развития (ISSB) для разработки стандартов финансовой отчетности; подписание директивы по корпоративной отчетности (CSRD) для установления новых стандартов и обязательств по нефинансовой отчетности	Популяризация концепции, оцифровка устойчивости (количественные измерители), развитие экологической и социальной ответственности компаний. Зеленое финансирование. Реализация принципов устойчивого развития на каждом этапе цепочки поставок. Усиление роли цифровизации в достижении целей устойчивого развития
2020 г. - наши дни	Пандемия COVID-19, геополитическая напряженность, растущее разочарование в международных институтах		Осознание недостижимости ЦУР к запланированному 2030 г., неготовность ведущих мировых экономик отказаться от традиционных источников энергии. Признание необходимости корректировки ЦУР, новые вызовы для устойчивого развития.

В научной литературе можно встретить различные интерпретации термина «устойчивое развитие» [17]. Изначально формирование концепции было связано с дискуссиями об окружающей среде [13]. С 1960-х годов наука выявила ряд экологических рисков глобального масштаба, таких как разрушение озонового слоя, изменение климата, утрата биоразнообразия и других [14]. Перечисленные риски возникли в результате обширной антропогенной деятельности и прогрессировали под влиянием высоких темпов технологического развития. Выявленные угрозы послужили триггером для международных дискуссий о сложных и динамичных взаимосвязях между окружающей средой, обществом и экономикой [15]. Тем не менее, определение устойчивого развития до сих пор расплывчато – по мнению ряда авторов, преднамеренно, так как наблюдаемая терминологическая неопределенность учитывает различные понимания и

ожидания от прогресса, а также допускает гетерогенные ответы на разнообразие и сложность проблем, с которыми сталкивается мировое сообщество [16]. Geissdoerfer и др. подчеркивают целостный, адаптивный и гибкий характер устойчивости и определяет устойчивость как «сбалансированную и системную интеграцию внутр поколенческих и межпоколенческих экономических, социальных и экологических показателей» [8]. Автор отмечает, что терминология концепции расплывчата, часто включает в себя рефлексивность и адаптивность к различным контекстам. Geissdoerfer также объясняет сущностную дихотомию устойчивого развития: окружающая среда выигрывает от меньшего истощения ресурсов и загрязнения, а общество выигрывает от улучшения состояния окружающей среды и определенных допущений.

В таблице 2 приведены наиболее распространенные в литературе подходы к пониманию термина «устойчивое развитие».

Таблица 2 – Подходы к определению понятия «устойчивое развитие». Составлено автором

Автор / источник	Определение
Всемирная комиссия по окружающей среде и развитию (Доклад Брундтланд) [5]	Устойчивое развитие — это развитие, которое удовлетворяет потребности настоящего, не ставя под угрозу способность будущих поколений удовлетворять свои собственные потребности
Генеральная Ассамблея Организации Объединенных Наций [7]	Устойчивое развитие признает, что рост должен быть инклюзивным и экологически безопасным, чтобы сократить бедность и обеспечить общее процветание для сегодняшнего населения и продолжать удовлетворять потребности будущих поколений
Международный институт устойчивого развития [19]	Устойчивое развитие — это развитие, которое учитывает долгосрочные перспективы социально-экономической системы, чтобы гарантировать, что прогресс в настоящем не окажет негативного влияния на будущее
Всемирный банк [20]	Устойчивое развитие признает, что развитие должно осуществляться только для удовлетворения потребностей каждого поколения, обеспечивая при этом удовлетворение потребностей будущих поколений
Elkington, J. [21]	Устойчивое развитие предполагает одновременное стремление к экономическому процветанию, качеству окружающей среды и социальной справедливости
Организация Объединенных Наций по вопросам образования, науки и культуры (ЮНЕСКО) [22]	Устойчивое развитие — это фундаментальный разрыв с прошлым, в котором социальные, экономические и экологические вопросы являются взаимозависимыми измерениями целостного подхода к развитию

Автор / источник	Определение
Международный союз охраны природы [23]	Устойчивое развитие — это улучшение качества жизни человека при сохранении несущей способности поддерживающих экосистем
Leiserowitz et al. [24]	Устойчивое развитие — это динамичный процесс, который позволяет всем людям реализовать свой потенциал и улучшить качество своей жизни таким образом, чтобы одновременно защищать и улучшать систему жизнеобеспечения Земли
Всемирный совет предпринимателей по устойчивому развитию [25]	Устойчивое развитие предполагает сбалансированное стремление к экономической эффективности, качеству окружающей среды и социальной ответственности (включая удовлетворение потребностей настоящего и будущих поколений) в деловой деятельности
Daly, H. [26]	Развитие, при котором запасы природного капитала не истощаются быстрее, чем природный капитал может быть восстановлен»
Geissdoerfer et al. [8]	Сбалансированная и системная интеграция экономических показателей, социальной инклюзивности и экологической устойчивости на благо нынешнего и будущих поколений (сбалансированная и системная интеграция внутрипоколенческих и межпоколенческих экономических, социальных и экологических показателей)
Yurak et al. [27]	Экологически устойчивое, рентабельное природопользование, предполагающее достижение баланса в удовлетворении динамичных интересов экономического и социального характера
Jabareen [28]	Неразрешенный и изменчивый парадокс устойчивости, который как таковой может одновременно обитать в различных и противоречивых экологических идеологиях
Сборники Высшей школы экономики и менеджмента [1]	1. Процесс экономических и социальных изменений, при котором природные ресурсы, направление инвестиций, ориентация научно-технического развития, развитие личности и институциональные изменения согласованы друг с другом и укрепляют нынешний и будущий потенциал для удовлетворения человеческих потребностей и устремлений
	2. Такой рост национальных экономик и компаний, который отвечает потребностям настоящего времени без ущерба для будущих поколений, способность создавать ценности в долгосрочной перспективе

При изучении терминологии в рамках исследуемой концепции нельзя не отметить противоречивость словосочетания «устойчивое развитие»: устойчивость предполагает сохранение параметров и состояния системы, в то время как развитие обуславливается их изменением. Алогичность понятия отмечается и в научной литературе. Jabareen проводит критический обзор междисциплинарной литературы по устойчивому развитию и подтверждает гипотезу об отсутствии всесторонней теоретической основы для целостного

понимания концепции и существования парадокса между «устойчивостью» и «развитием». По мнению автора, теоретическая основа устойчивого развития базируется на «неразрешенном и изменчивом парадоксе устойчивости, который как таковой может одновременно обитать в различных и противоречивых экологических идеологиях» и допускать как интенсивные, так и незначительные вмешательства в природу [28]. Некоторые авторы придерживаются мнения, что развитие, главным атрибутом которого является экономический рост, несовместимо с устойчивостью, поскольку бесконечный процесс роста на планете с ограниченными ресурсами невозможен [29]. Другие исследователи, напротив, подчеркивают важность экономического роста для получения ресурсов, необходимых для достижения устойчивости, что согласуется с гипотезой Кузнецца, подразумевающей, что экономический рост должен иметь средства для устранения последствий деградации окружающей среды [30]. Помимо отмеченных выше противоречий и многообразия интерпретаций сущности концепции, результаты исследований приводят к очевидному согласию в отношении значимости устойчивого развития как альтернативы существующим парадигмам развития [16]. С одной стороны, представление о сложности реальных систем – понимание системы как совокупности взаимосвязанных элементов, порождающих эмерджентные свойства – утвердилось на основе многоаспектной концептуализации, учитывающей социальные, экономические и экологические измерения во взаимосвязи [31]. С другой стороны, поиски достижения справедливости между поколениями и внутри них подчеркнули необходимость расширения пространственных и временных горизонтов [6].

Компоненты устойчивого развития. Достижение ЦУР предполагает баланс между экономическим, социальным и экологическим развитием, учет интересов всех заинтересованных сторон и сохранение ресурсов для будущих

поколений. Трехмерная структура концепции устойчивого развития детализирована на рисунке 1.



Рисунок 1 – Характеристика измерений устойчивого развития. Составлено автором на основе анализа источников

Экологический аспект устойчивого развития подчеркивает необходимость сохранения природных ресурсов и управления ими таким образом, чтобы обеспечить их доступность для будущих поколений. Главный целевой ориентир – снижение антропогенного воздействия на биосферу, а именно предотвращение деградации и утраты биоразнообразия, сохранение естественной среды обитания и жизненно важных экосистемных услуг. Измерение направлено на решение таких проблем, как чрезмерная добыча и эксплуатация ресурсов, обезлесение, опустынивание, загрязнение воздуха и воды, глобальное потепление, экстремальные погодные условия, накопление отходов, не поддающихся биологическому разложению, а также недостаточно эффективные методы их утилизации.

Социальный аспект устойчивого развития касается общего благополучия и равных прав каждого человека, независимо от пола, расы или социально-экономического положения. Он подчеркивает права человека, культурное разнообразие, социальную справедливость и общее улучшение качества жизни. Измерение направлено на решение таких проблем, как доступ к здравоохранению и службам охраны психического здоровья, качество образования, доступ к возможностям обучения на протяжении всей жизни, дискриминация, отсутствие прозрачных структур управления и отсутствие участия сообщества в принятии решений.

Экономический аспект устойчивого развития направлен на достижение устойчивого и справедливого роста при одновременном сохранении ресурсов и окружающей среды в целом. Измерение направлено на решение таких проблем, как неравномерное распределение богатства, неравенство доходов и ограниченный доступ к экономическим ресурсам, безработица (особенно среди молодежи и маргинализированных групп), экономические кризисы различной природы, отсутствие инвестиций в инфраструктуру, влияние производственных процессов на экосистему [18].

Таким образом, несмотря на свой генезис, устойчивое развитие акцентирует первоочередное внимание не только на защите окружающей среды, а представляет собой многомерную структуру, охватывающую вопросы сохранения ресурсов для будущих поколений, социальной интеграции и экономического роста сбалансированным и комплексным образом.

Мультиконцептуальная природа устойчивого развития. Из рассмотренного разнообразия вопросов, которых касаются компоненты устойчивого развития, становится очевидным, что концепция является многогранной и направлена на решение множества современных вызовов. В связи с этим образовалось несколько ответвлений или подконцепций устойчивого развития, направленных на решение конкретных проблем и позволяющих государствам и бизнесу руководствоваться их принципами при разработке соответствующих стратегий. В таблице А.1 Приложения А

приведены ключевые направления, связанные с устойчивым развитием, сопровождаемые кратким описанием и конкретизацией вклада в достижение ЦУР.

Рассмотренные концепции представляют собой переход от традиционных моделей роста, в которых приоритет отдается краткосрочной прибыли, к более целостным моделям, в которых упор делается на долгосрочную устойчивость, справедливость и ответственность. Интеграция принципов концепций в экономические и деловые рамки существенно повышает вероятность реализации Повестки дня в области устойчивого развития на период до 2030 года [7].

Устойчивость, устойчивый рост, устойчивое развитие. Феномен устойчивой трансформации. «Устойчивость», «устойчивое развитие» и «устойчивый рост» – тесно взаимосвязанные понятия, которые составляют ядро научного дискурса о создании лучшего мира для нынешнего и будущих поколений.

Под устойчивостью понимается способность поддерживать определенное состояние или процесс в течение длительного времени [6]. В экологическом контексте устойчивость заключается в способности экосистем поддерживать основные функции и процессы и в полной мере сохранять биоразнообразие в долгосрочной перспективе [16; 31].

Согласно ранее упомянутому определению Комиссии Брундтланд ООН, устойчивое развитие – это «развитие, которое удовлетворяет потребности настоящего, не ставя под угрозу способность будущих поколений удовлетворять свои собственные потребности» и подразумевает достижение баланса между экономическими, социальными и экологическими потребностями» [5].

Часто используемый в экономическом контексте, устойчивый рост относится к теоретически идеальной скорости, с которой экономика может расти, не создавая предпосылок для возникновения кризисов в долгосрочной перспективе, с которыми могут столкнуться будущие поколения (инфляция, перепроизводство, истощение ресурсов и т. д.) [32].

По своей сути все три понятия в широком смысле отражают необходимость соотнесения текущих потребностей с потребностями будущего, гарантируя сохранение ресурсов для следующих поколений и постулируя таким образом приверженность справедливости и ответственности. Можно сделать вывод о том, что устойчивость формирует основополагающий принцип и ценностный ориентир, устойчивое развитие обеспечивает основу для применения этого принципа к общественному прогрессу и служит стратегией их реализации, а устойчивый рост фокусируется на экономических аспектах достижения устойчивости. Данные термины определяют целостную парадигму развития мирового сообщества, в которой заложены и взаимосвязаны социальное благополучие, экономическое процветание и защита окружающей среды (рисунок 2).



Рисунок 2 – Взаимосвязь понятий «устойчивость», «устойчивое развитие», «устойчивый рост». Составлено автором

Ввиду глобальных преобразований различной природы, вызванных стремлением мирового сообщества достичь устойчивости во всех сферах

деятельности в долгосрочной перспективе, возникла необходимость изучения феномена *устойчивой трансформации*.

Согласно Паттерсону, термин «*трансформация*» обычно подразумевает «фундаментальные изменения в структурных, функциональных, реляционных и когнитивных аспектах социо-технических-экологических систем, которые приводят к новым образцам взаимодействия и результатов» [10]. Для некоторых трансформация возникает эндогенно в результате поэтапных, тщательно спланированных вмешательств со стороны (часто политических) акторов [16], в то время как для других трансформация является эмерджентным свойством крупномасштабных политико-экономических сил и социальной мобилизации [17]. В других случаях трансформация не вызвана деятельностью человека, а обусловлена экзогенными биофизическими силами, такими как изменение климата, которые, хотя и могут быть антропогенными по своей природе, находятся вне контроля какого-либо актора или группы акторов [18].

Отражая критическое отношение к текущим экономическим интересам и практикам, приводящим к неустойчивым результатам, многие авторы указывают на необходимость фундаментальных структурных изменений в производстве и потреблении [19-21]. Другие выступают за ускорение более поэтапных подходов к управлению социальными, технологическими и экологическими переходами, обусловленными сочетанием технологических инноваций и прогрессивной политики [22; 23]. Третьи утверждают, что изменения должны осуществляться через сети гражданских движений, которые часто неуправляемым образом являются драйвером гораздо более масштабных преобразований [17].

Scoones и др. утверждают, что для достижения гуманитарного, экологического и технологического прогресса, заключенного в ЦУР, потребуются изменения в различных масштабах и на разных организационных уровнях, а также с преднамеренным нормативным управлением [33]. Также авторы предлагают три различных по своей сути, но дополняющих друг друга подхода к пониманию и реализации данных преобразований, представленные на рисунке 3.

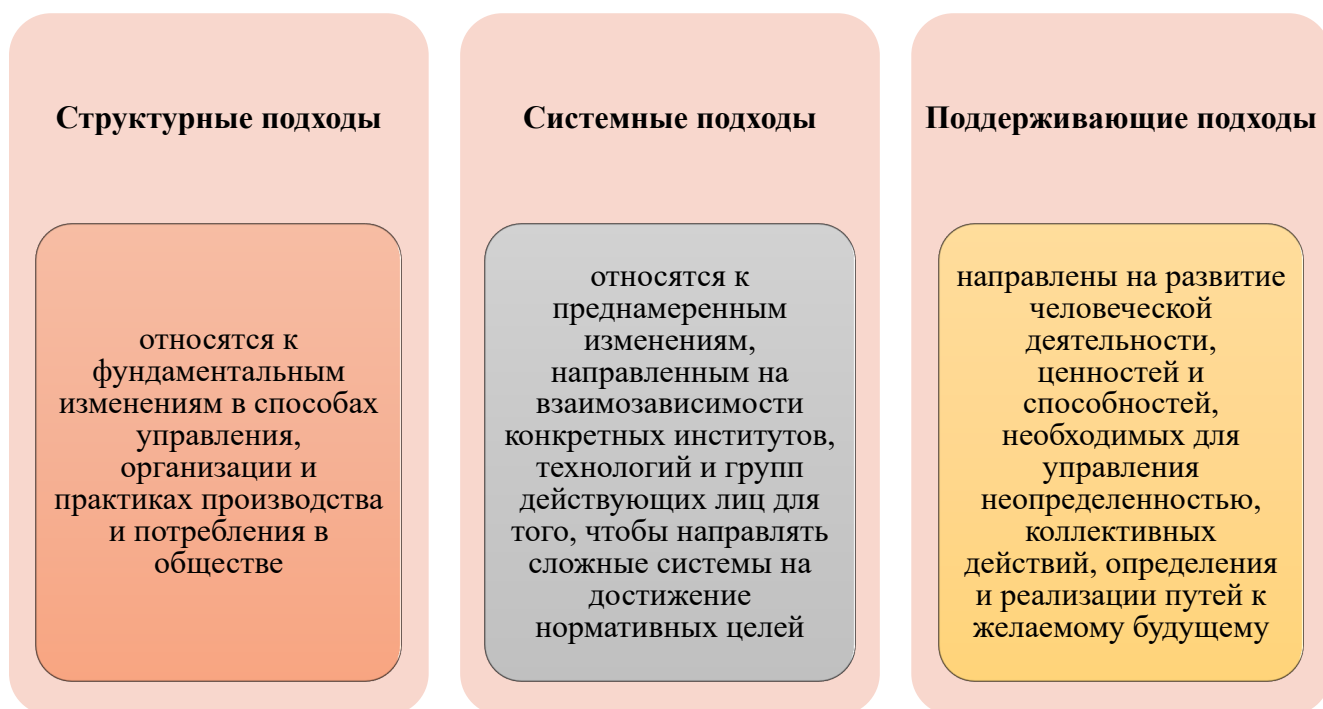


Рисунок 3 – Подходы к пониманию и реализации трансформации. Составлено автором по [33]

Фундаментальные вопросы устойчивого развития можно также рассматривать через призму экономической теории. Так, в центре *эволюционной парадигмы экономического развития* – изучение неравновесных процессов, которые *трансформируют* экономику изнутри, и их последствий с учетом взаимозависимостей [34]. Сами процессы, в свою очередь, возникают в результате действий различных агентов с ограниченной рациональностью, которые могут извлекать уроки из опыта и взаимодействий и чьи различия способствуют изменениям. Несмотря на существующую критику в адрес эволюционного подхода к изучению природы экономических процессов и явлений, в частности, существование проблем гетеродоксальности и гетерогенности, эволюционная экономика делает акцент на сложности, экономической динамике и ограниченной рациональности [35]. Основные аспекты эволюционного подхода: неравновесные процессы, изменение, инновации, взаимозависимость, саморазвитие и адаптация [36].

Эволюционная экономика представляет неортодоксальную школу экономической мысли и постулирует подход к исследованию экономического развития как процесс, а не равновесное состояние, акцентируя внимание при

этом на качественные, организационные и структурные изменения, инновации, сложные взаимозависимости, саморазвивающиеся системы и ограниченную рациональность как движущие силы экономической эволюции [37; 38]. Экономисты-эволюционисты проводят исследования с целью лучше понять определенные экономические явления и получить более точные ответы на различные экономические вопросы, рассматривая экономику как развивающуюся систему – по мнению приверженцев эволюционной парадигмы, данный подход позволяет более глубоко и комплексно изучить сущность явлений [39]. Несмотря на расхождения в предполагаемых сильных и слабых сторонах термина и связанных с ним противоречий, устойчивость была институционализована в повестках дня политиков и стратегиях крупных локальных и международных организаций, становясь, в совокупности, более встроенной в правила, которые структурируют социальные вмешательства и формируют поведение общества, бизнеса и государства. Включая в себя широкий спектр противоречий и неоднозначно инструментально используя различные заинтересованные группы, концепция справедливо считается «политически столь же устойчивой, как демократия, справедливость и свобода» [40].

Таким образом, эволюционная экономика обеспечивает основу для понимания устойчивой трансформации, поскольку она фокусируется на неравновесных процессах, изменениях, инновациях, взаимозависимостях, саморазвитии и адаптации. Данный подход согласуется с многогранным характером устойчивых преобразований, которые включают не только экономические, но и экологические и социальные изменения.

С точки зрения эволюционной экономики устойчивая трансформация – это не статическое или равновесное состояние, а непрерывный процесс изменений и адаптации, включающий в себя разностороннее изучение опыта, инновационные решения проблем устойчивого развития и адаптацию к меняющимся экологическим, социальным и экономическим условиям.

Устойчивую трансформацию также можно понимать как процесс саморазвития, при котором экономические системы развиваются и адаптируются для повышения своей устойчивости с течением времени, что согласуется с концепцией ограниченной рациональности в эволюционной экономике, где агенты принимают решения на основе имеющейся у них информации и когнитивных ограничений, а также прошлого опыта.

Акцент на сложных взаимозависимостях в эволюционной экономике также актуален, поскольку устойчивая трансформация включает в себя рассмотрение экологических, социальных и экономических систем во взаимосвязи. Подразумевается, что изменения в одном аспекте системы могут иметь волновые последствия для других, что требует целостного и системного подхода к трансформации. Принципы эволюционной экономики обеспечивают концептуальную основу для понимания и анализа процесса устойчивой трансформации, подчеркивая его динамичный, сложный и адаптивный характер.

Проведенный критический анализ научной и практической литературы позволил сформировать комплексное определение понятия «Устойчивая трансформация», наиболее полно и точно раскрывающее смысл исследуемого феномена. **Устойчивая трансформация** – это совокупность фундаментальных и непрерывных преобразований, которые относятся к системным и целостным изменениям в четырех взаимосвязанных измерениях – социальных, экономических, экологических и институциональных – общества, направленных на достижение целей устойчивого развития и устойчивости в долгосрочной перспективе как конечной цели. Данное определение может быть раскрыто и декомпозировано в соответствии с характеристиками, указанными на рисунке 4. Помимо традиционных для концепции устойчивого развития измерений считается обоснованным учитывать институциональные аспекты общества, так как без нормативно-правового регулирования невозможны качественные и масштабные изменения в указанных областях жизни. Комплексное определение устойчивой трансформации раскрыто на рисунке 4.



Рисунок 4 – Элементы комплексного определения устойчивой трансформации как феномена XXI века. *Составлено автором*

Устойчивая трансформация подразумевает выход за рамки традиционных стратегий развития для создания общества, которое уважает природные границы, ценности социальной справедливости и стремится к безопасному для окружающего мира и равному для всех экономическому процветанию, что требует фундаментального переосмысления и изменения образа жизни индивидов, производства, потребления и управления.

Вызовы устойчивого развития: глобальные риски, демографическо-ресурсная экспансия и неопределенность, возникающая в связи с цифровой трансформацией. Глобализация по своей сути способствует созданию целостной цивилизации, рассматриваемой как генезис единого глобального

мира, в том числе в социально-экологическом плане. В рамках взаимодействия «общество-окружающая среда» возникает ключевое социально-экологическое противоречие: неуклонно растущие потребности человечества все больше расходятся с ограниченностью возможностей биосферы, о чем свидетельствуют истощение ресурсов и значительная экологическая деградация . Распространение вызовов и уязвимостей, усугубляемое динамикой глобальных трансформаций, подчеркивает, что обеспечение как национальной, так и глобальной безопасности в ее многообразных проявлениях входит в число первостепенных задач XXI века. Это имеет решающее значение для обеспечения преемственности и развития цивилизации [4]. Ощутимым императивом является парадигматический сдвиг в преобладающих ценностях и целях, направленный на примирение вышеупомянутых социально-экологических разногласий посредством устойчивой трансформации. Стремление к глобальной устойчивости становится новым *ценностно-целевым ориентиром*. ЦУР согласованно затрагивают триаду аспектов устойчивого развития и их взаимосвязей, потенциально охватывая дополнительные аспекты достижения устойчивости в долгосрочной перспективе. Следовательно, хронология глобализации может быть концептуально разделена на две части: эпоха, очерченная моделями нерегулируемой, неустойчивой эволюции, сменяется перспективной эпохой, характеризующейся *сознательной приверженностью принципам устойчивого развития и последующим ноосферогенезом*, что еще раз доказывает состоятельность введенного термина *устойчивой трансформации*.

Однако достижение ЦУР к заявленному 2030 г. осложняется рядом реализовавшихся рисков общепланетарного характера, выступающих в качестве *барьеров устойчивой трансформации*. Первые годы десятилетия ознаменовались особенно разрушительным периодом в истории человечества. Последствия пандемии COVID-19, нарастающей геополитической напряженности, а также экстремальных погодных явлений приводит к новой серии продовольственных и энергетических кризисов. Так называемые «старые» риски – инфляция, торговые войны, отток капитала с развивающихся рынков,

широкомасштабные социальные волнения, геополитическая конфронтация – усугубляются относительно новыми изменениями в ландшафте глобальных рисков, включая неприемлемый уровень долга, уменьшающиеся глобальные инвестиции и упомянутую ранее деглобализацию, что приводит к общему спаду человеческого развития после десятилетий прогресса. В Докладе о глобальных рисках Всемирного банка рассмотрены параллельные кризисы, связанные с экономическими, геополитическими и экологическими проблемами, со сроком реализации 2 года и 10 лет соответственно (рисунок 5).



Рисунок 5 – Ключевые угрозы глобального масштаба в перспективе 2 года и 10 лет. Составлено автором по [41]

Рассмотрим подробнее каждую группу рисков.

Экономические тенденции и последствия. «Кризис стоимости жизни» является неизбежным глобальным риском, который усугубляется экономическими последствиями COVID-19 и геополитической конфронтации в ряде регионов, что приводит к инфляции и снижению инвестиционной активности. Несоответствие между денежно-кредитной и налогово-бюджетной политикой может вызвать шоки ликвидности, повысив вероятность затяжного экономического спада и глобального долгового кризиса.

Геополитические и социальные потрясения. Геополитическая фрагментация увеличивает риски геэкономических войн и потенциальных международных конфликтов. Вероятен тренд на протекционистскую экономическую политику в целях обеспечения самодостаточности и противодействия странам-конкурентам.

Технологические достижения и риски. Хотя инвестиции в новые технологии, такие как искусственный интеллект (ИИ), квантовые вычисления и биотехнологии, предлагают потенциальные решения кризисов, они также несут в себе и риски: распространение дезинформации, киберугрозы. Особенно актуальными остаются проблемы, связанные с кибербезопасностью, в силу увеличения случаев киберпреступности в ряде основных секторов экономики.

Защита окружающей среды. Экологические риски, в частности утрата биоразнообразия и разрушение экосистемы, уже сегодня вызывают глобальные изменения климата, однако в ближайшие 10 лет результирующий коллапс экосистемы может поставить под угрозу продовольственную безопасность, усилить стихийные бедствия и затруднить смягчение последствий изменения климата.

Социальные вызовы и ответы. Частота и интенсивность возникающих кризисов все больше влияет на общество, усугубляя такие глобальные проблемы, как энергоснабжение, инфляция и снабжение продовольствием. Экономические последствия череды последних кризисов оказали различное влияние на страны, однако больше всего пострадали страны с низким уровнем дохода. Параллельные кризисы также влияют на структурные преобразования в экономической и геополитической сферах, ускоряя возникновение иных рисков.

Основываясь на рассмотренных тенденциях, можно сделать вывод о том, что в предстоящие годы высока вероятность реализации *затяжных кризисов*, которые изменят экономическую и геополитическую обстановку, тем самым усугубив прочие риски и став барьерами для устойчивой трансформации. *Краткосрочные прогнозы предсказывают высокий уровень волатильности;* долгосрочные прогнозы умеренно оптимистичны, предполагая *потенциальную*

стабильность в течение десятилетия в случае следования принципам устойчивого развития. По мере того, как надвигающиеся риски приближаются к критическим порогам, *коллективные, стратегические и дальновидные действия в рамках устойчивой трансформации необходимы для стабильного и инклюзивного будущего.* Однако, учитывая высокую степень неопределенности в краткосрочном периоде, в рамках поддержания курса на устойчивое развитие предприятиям следует особое внимание уделять *операционной эффективности.*

В ответ на риски и повышение неопределенности внешней среды организации вынуждены все большее внимание уделять не столько стратегическим задачам, сколько операционным, в частности, повышению адаптивности, гибкости, надежности и устойчивости в краткосрочной перспективе. При выработке управленческих решений преобладает так называемый *шорт-термизм* – компании все больше внимания уделяют краткосрочным финансовым результатам (зачастую ежеквартальным) в ущерб долгосрочному стратегическому планированию и инвестициям. Приоритетность краткосрочных выгод над долгосрочными целями приводит к сокращению инвестиций в исследования и разработки, инфраструктуру и человеческие ресурсы, что несет риски для устойчивости предприятий в будущем. Данное явление объясняется описанными выше причинами, а также тем фактом, что компании постоянно находятся под растущим давлением заинтересованных сторон, требующих немедленных финансовых результатов, а также под влиянием темпов развития бизнес-среды и возрастающей скорости обмена информацией между участниками рынка. Компании также сталкиваются с давлением со стороны финансовых рынков, где стоимость акций зависят, в том числе, от квартальных отчетов о прибылях и убытках.

Однако устойчивое развитие делает упор на долгосрочное планирование и рассмотрение экологических, социальных и экономических последствий в течение длительного периода времени, в то время как шорт-термизм, ориентированный на получение краткосрочных результатов, на первый взгляд противоречит принципам устойчивого развития. Существует потенциальный

риск, что чрезмерный акцент на краткосрочных финансовых показателях повлечет за собой ослабление в социальной и экологической политике компаний, что будет замедлять процессы достижения ЦУР. Следовательно, предприятия должны формировать бизнес-среду, где уравниваются краткосрочные финансовые показатели и долгосрочные цели устойчивого развития [42].

Помимо явных глобальных угроз реализации принципов устойчивого развития, следует также учитывать ряд внешних условий, способных оказывать неоднозначное влияние на процессы устойчивой трансформации, или так называемые контексты, в которых они протекают. Первый из них – *демографическо-ресурсная экспансия*, вызванная ограниченностью ресурсов и климатическими изменениями в условиях растущего населения.

Экологический аспект устойчивого развития связан с закономерностями деградации биосферы, подчеркивая необходимость реализации стратегий сохранения природных ресурсов для удовлетворения потребностей будущих поколений [43]. В литературе представлен широкий спектр концепций, направленных на усиление экологической ответственности экономических субъектов, включая экономику замкнутого цикла [44], зеленую экономику [9], низкоуглеродную экономику, биоэкономику, синюю экономику и другие [43].

При этом большинство авторов, в том числе Бобылев и др., придерживаются мнения, что все перечисленные концепции являются разновидностями именно зеленой экономики [45]. В то же время некоторые авторы не просто выделяют зеленую экономику как одну из составляющих устойчивого развития, а трактуют данную концепцию как «новый социально-экологический феномен XXI века» [42]. Базовое определение концепции зеленой экономики, так же, как и устойчивого развития, закреплено в одном из документов ООН, а именно в докладе ЮНЕП (United Nations Environment Programme): *зеленая экономика – это «экономика, которая повышает благосостояние людей и обеспечивает социальную справедливость, а также существенно снижает риски для окружающей среды и ее деградации»* [48].

Очевидно, что деградация экосистем под воздействием антропогенных факторов порождает «антиустойчивые» тенденции, создавая угрозу всему комплексу Целей устойчивого развития [49]. Если устойчивое развитие представляет собой единую социально-эколого-экономическую модель, то деградация хотя бы одного компонента неизбежно приведет к регрессу остальных [47]. Однако, анализируя экологический аспект устойчивого развития, нельзя не рассмотреть явление, известное как *зеленый парадокс*. Концепция, предложенная Sinn, предполагает, что меры, направленные на сохранение окружающей среды, такие как сокращение выбросов парниковых газов в результате использования ископаемого топлива, могут парадоксальным образом усугубить проблему глобального потепления из-за желания владельцев ресурсов ускорить добычу ископаемых вследствие ожидаемого ужесточения политики в их отношении [50].

Иными словами, зеленый парадокс является отражением ситуации, когда экологическая политика, направленная на сокращение выбросов углерода в долгосрочной перспективе, может непреднамеренно привести к увеличению выбросов в краткосрочной перспективе – подобный обратный эффект возникает из-за реакции производителей, которые, предвидя будущее сокращение спроса на свои ресурсы ископаемого топлива, ускоряют добычу и продажу в настоящем. Основная причина зеленого парадокса заключается в поведении поставщиков ископаемого топлива. Столкнувшись с политикой, предусматривающей будущие ограничения на выбросы углерода или продвижение возобновляемых источников энергии, поставщики могут предвидеть снижение спроса на их ресурсы в будущем. В рамках защиты своих интересов производители наращивают объемы производства и снижают цены для увеличения продаж в краткосрочной перспективе, что, в результате, провоцирует рост текущих выбросов углерода [51]. Помимо непосредственного воздействия на выбросы углерода, «Зеленый парадокс» имеет более широкие экономические последствия. Например, ускоренная добыча ресурсов может влиять на

глобальные рынки, цены и даже на распределение богатства между поколениями [52].

Хотя само исследование Sinn является достаточно дискуссионным, в научном сообществе многие авторы поддерживают высказанную автором идею и предлагают пути решения обозначенной проблемы [51; 53; 54]. Несмотря на то, что некоторые исследования доказывают несостоятельность и противоречивость теории зеленого парадокса [52; 55], данный феномен подчеркивает сложную взаимосвязь между экологической политикой, рыночным поведением и глобальной экономической системой. Достижение ЦУР требует детального понимания потенциальных последствий, в том числе – реализации рисков зеленого парадокса. Необходимо учитывать *краткосрочные* условия функционирования предприятий, чтобы избежать контрпродуктивных результатов.

Вторым контекстом устойчивой трансформации является *неопределенность, возникающая в связи с цифровой трансформацией*. Согласно Silvestre и Țircă, устойчивая работа не может быть достигнута без инноваций [56]. Технический прогресс и инновации приводят к преобразованиям, начиная от отдельных сфер и заканчивая целыми цепочками поставок и сообществами. В этих условиях передовые технологии, встроенные в контекст Индустрии 4.0, могут способствовать развитию в направлении достижения целей ЦУР, особенно в отношении промышленного сектора [57]. Аналогичным образом, новые возможности, открываемые технологиями Индустрии 4.0, могут способствовать развитию экономики замкнутого цикла [58]. Индустрия 4.0 характеризуется радикальным переходом к интеллектуальной промышленности с автономными и взаимосвязанными производственными технологиями [59]. Считается, что разворачивающийся новый технологический сценарий произведет революцию в нынешних промышленных методах работы и, возможно, повлияет на все сектора, изменив дизайн, операции и транспортировку продуктов и материалов [60]. Инструментарием Индустрии 4.0 выступают интеграционные и взаимосвязанные технологии для оптимизации производства, например:

киберфизические системы (CPS), Интернет вещей (IoT), большие данные (BD), аддитивное производство (AM) и Интернет услуг (IoS) [61]. Другими передовыми технологиями, охватываемыми Индустрией 4.0, являются облачные вычисления (CC), дополненная реальность (AR), системная интеграция, моделирование, кибербезопасность и автономные роботы [62; 63].

Одной из ключевых областей, затронутых как концептуальных основ устойчивого развития, является изучение роли инноваций в повышении устойчивости [64]. Поскольку инновации постоянно меняют внешнюю среду и образ жизни, они являются ключевыми элементами, с помощью которых организации, цепочки поставок, учреждения, сообщества, регионы и страны могут обеспечивать устойчивость [65]. Однако на практике темпы изменений в направлении более устойчивого мира ниже ожидаемых, следовательно, организации, образовательные учреждения и правительства признают необходимость дальнейших инвестиций и инициатив по внедрению инновационных междисциплинарных подходов для решения текущих задач обеспечения устойчивости [56].

В то же время цифровая трансформация как этап промышленного прогресса создает значительную *неопределенность* для участников экономической деятельности, преимущественно в сфере производства. Первоначальный вид неоднозначности, называемый найтовской неопределенностью [66], возникает из-за непредсказуемости будущих воздействий цифровой трансформации. Эта неопределенность связана с качественными сдвигами, которые Индустрия 4.0 вызывает в сферах производства, потребления и распределения, что может привести к непредсказуемым результатам. Например, затруднено прогнозирование последствий цифровых инноваций в рамках логистических процессов или изменений потребительских предпочтений вследствие появления цифровых платформ [67]. Последующая форма неоднозначности, названная неопределенностью Розенберга [68], относится к скорости и траектории технического прогресса. В условиях цифровой трансформации технологические

сдвиги происходят быстро и хаотично, что затрудняет прогнозирование наиболее ключевых и их потенциальное применение. Следовательно, перед менеджментом компаний стоит вопрос определения оптимальных технологических инвестиций и разумного распределения ресурсов. Третий вариант неопределенности относится к проблемам приобретения организационных знаний, обусловленных ограничениями рациональности и нюансами знаний. Предприятия могут сталкиваться с отсутствием полноты данных для принятия взвешенных решений. Переход к цифровым технологиям требует от компаний накопления нового опыта, и приобретения актуальных навыков, что требует как времени, так и капитала. Тем не менее, Индустрия 4.0 создает перспективы экономического роста и скорейшего достижения ЦУР [69]. Перечисленные ранее цифровые инструменты могут позволить компаниям усовершенствовать бизнес-процессы, сократить расходы и повысить эффективность. Кроме того, цифровые интерфейсы создают новые возможности для привлечения клиентов и проникновения на ранее неосвоенные рынки [71].

Концептуальные проблемы устойчивого развития. Несмотря на проработанность концепции устойчивого развития и ее непрерывное совершенствование и дополнение, а также наличие внешних барьеров на пути реализации устойчивых принципов, в настоящее время существует также ряд концептуальных, методологических и практических проблем, связанных с достижением ЦУР. Ключевые из них представлены на рисунке 6.

Как было обозначено ранее, концепция устойчивого развития интерпретируется множеством способов, что приводит к неоднозначному пониманию основных детерминант и целевых показателей. Также актуальным остается вопрос уравнивания компонентов устойчивости: достижение баланса между тремя измерениями устойчивого развития – экономическим, социальным и экологическим – может приводить к конфликтам между заинтересованными сторонами и проблемам определения приоритетов.

Концептуальные и теоретические проблемы	Проблемы измерения и оценки устойчивого развития	Недостатки в управленческом инструментарии
<ul style="list-style-type: none"> • Противоречивость понятия "устойчивое развитие", отсутствие единого подхода к пониманию сущности концепции • Мультиконцептуализм и плюрализм подходов к достижению устойчивости • Утопичность заявленных целей, необходимость их пересмотра в условиях нарастающих темпов деглобализации 	<ul style="list-style-type: none"> • Наличие элемента субъективности при оценке • Отсутствие унифицированного перечня показателей оценки уровня достижения ЦУР • Предоставление отчетности по устойчивому развитию носит рекомендательный характер, требования не закреплены на государственном уровне • Трудоемкость расчетов 	<ul style="list-style-type: none"> • Отсутствие единого подхода к выработке устойчивых стратегий • Преобладание аутсорсинга для подготовки стратегий и отчетов по устойчивому развитию • Отложенный экономический эффект от внедрения принципов устойчивого развития при значительных затратах на реализацию • Отсутствие четкого понимания целей и выгод устойчивого развития для бизнеса

Рисунок 6 – Ключевые проблемы реализации идей устойчивого развития.
Составлено автором

В рамках *методологических* вопросов устойчивого развития можно также выделить ряд проблем:

- трудности измерения: выработка единых индикаторов и показателей для количественной оценки и измерения устойчивости, в частности при сравнении различных регионов или отраслей;
- междисциплинарный подход: устойчивое развитие, будучи междисциплинарной концепцией, требует интеграции знаний из разных областей, что приводит к отсутствию методологической согласованности;
- прогнозирование будущих сценариев устойчивого развития требует моделирования сложных систем, что сопряжено с неопределенностями и предположениями;
- затруднения в области сбора точных, непротиворечивых и полных данных по различным аспектам устойчивого развития (экономическим, социальным, экологическим).

Практической реализации принципов устойчивого развития может препятствовать следующее:

- преобразование целей устойчивого развития в практические шаги на низовом уровне, особенно в различных социально-экономических и культурных контекстах;
- ограниченность ресурсов (финансовых, человеческих, технологических), необходимых для реализации устойчивых решений;
- вопросы обеспечения согласованности политики в различных секторах (например, в сельском хозяйстве, энергетике, транспорте) с целями устойчивого развития;
- конфликты заинтересованных сторон (правительство, частный сектор, гражданское общество) при реализации устойчивых стратегий;
- краткосрочные и долгосрочные компромиссы: стремление к немедленным результатам, особенно в политическом или деловом контексте, зачастую доминирует над долгосрочными устойчивыми целями;
- адаптация к местным условиям: устойчивые решения, которые работают в одном регионе или сообществе, могут оказаться неэффективными в другом из-за культурных, экономических или экологических различий.

Таким образом, несмотря на то, что концепция устойчивого развития признана во всем мире *императивной*, ее реализация сопровождается рядом концептуальных, методологических и практических проблем, решение которых требует согласованных усилий со стороны государств, научного и бизнес-сообществ, мирового сообщества в целом.

Роль промышленных предприятий в устойчивой трансформации. ESG как инструмент достижения устойчивости промышленных предприятий. В силу значительного влияния на эколого-социально-экономические условия функционирования, ключевую роль в достижении целей устойчивого развития играют промышленные предприятия. В научной литературе активно обсуждается вопрос создания концепции устойчивого производства мирового уровня, так как именно производственная деятельность

считается одним из наиболее важных факторов, нанесших серьезный ущерб планете [70]. На уровне организаций цели устойчивого развития нашли воплощение в концепции ESG (Environmental, Social, Corporate Governance), задача которой – оценка устойчивости предприятий с точки зрения трех параметров: влияние на окружающую среду, действия для решения социальных задач и эффективное управление. Результаты исследований показывают состоятельность основных видов деятельности, характерных для ESG, и их положительное влияние на результативность компаний, что мотивирует предприятия следовать принципам устойчивого развития [11]. Значимость появившейся в 2004 г. под давлением климатического тренда ESG-повестки заключается в закреплении обязательных тематик, которые включает ESG, и возможности верифицировать компании внешними независимыми экспертами, что позволяет инвесторам оценивать потенциальные инвестиции с точки зрения устойчивости и этических соображений. К концу 2010-х годов ESG оформилась как полноценная концепция, обладающая собственной сложной экосистемой (рисунок 7).

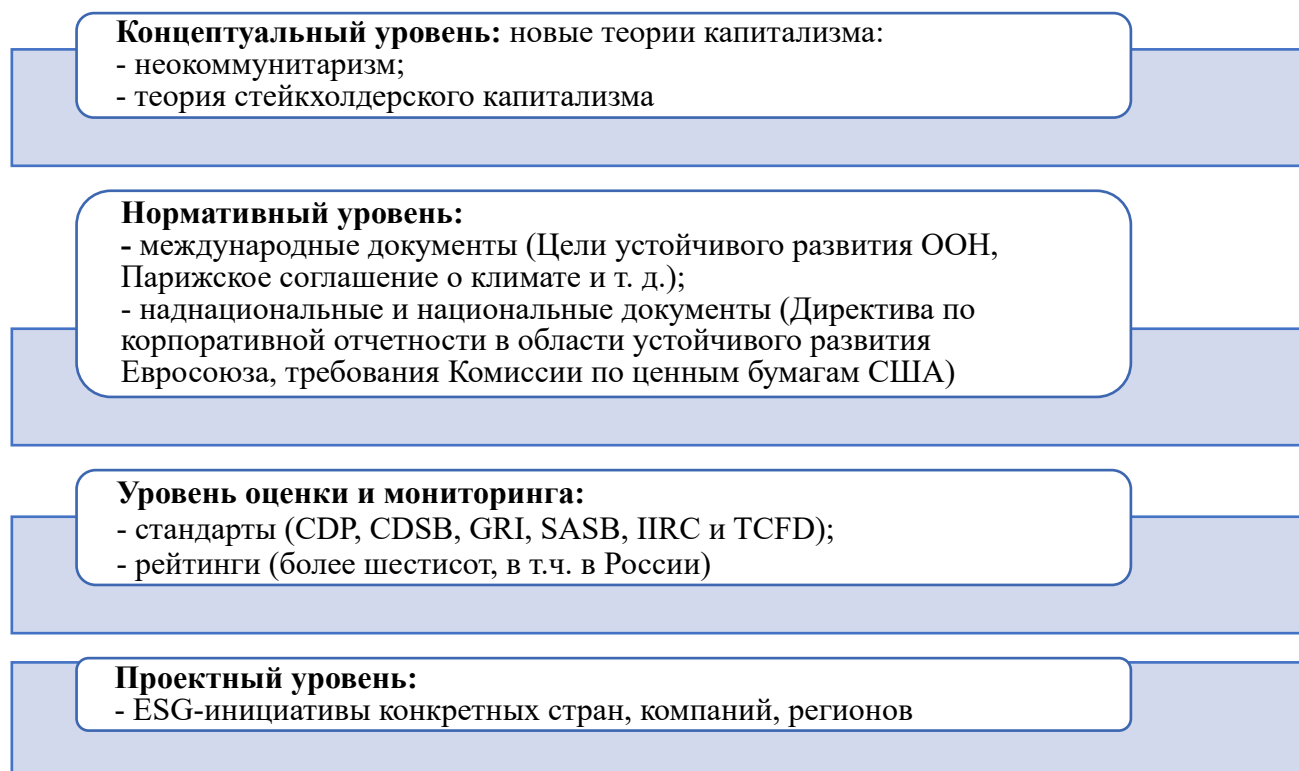


Рисунок 7 – Экосистема концепции ESG. Составлено автором по [72]

Концепция ESG подразумевает оценку деятельности организаций по всем аспектам устойчивого развития. Экологические критерии оценивают воздействие компаний на окружающую среду в регионе присутствия, касаясь вопросов управления отходами, возобновляемых источников энергии и т. д. Социальные критерии характеризуют качество взаимоотношений организации с сотрудниками, поставщиками, потребителями и общественными организациями, рассматривая вопросы, связанные с правами человека, трудовыми нормами и корпоративной социальной ответственностью (КСО). Управленческий аспект концепции ESG связан с развитием лидерства в компании, внутренней практикой и подходами к деловой этике, а также антикоррупционной политикой организации. Несмотря на достаточное развитие и популярность концепции, организации сталкиваются с рядом трудностей при формировании прозрачной отчетности по показателям ESG, поддержании устойчивых и этичных цепочек поставок и балансировании краткосрочных финансовых целей с долгосрочными целями устойчивого развития. Показатели также могут быть несколько субъективными, что может привести к потенциальному *гринвошингу* – явлению использования показателей экологической ответственности в маркетинговых целях, когда компании преувеличивают или искажают результаты практик ESG для повышения лояльности инвесторов и потребителей [73; 74].

ESG способствует устойчивой трансформации экономики несколькими способами. *Переход к ответственному инвестированию*: поскольку инвесторы все чаще принимают критерии ESG, у компаний появляются более сильные стимулы для внедрения устойчивых методов. Как следствие, происходит отвлечение капитала в сторону более устойчивых предприятий – компании с высоким ESG-рейтингом обладают высокой инвестиционной привлекательностью. *Открытость организаций и прозрачность отчетности*: показатели ESG требуют от компаний раскрытия нефинансовой информации, что побуждает их быть более открытыми. Прозрачная отчетность позволяет заинтересованным сторонам привлекать компании к ответственности за негативное воздействие на окружающую среду и общество. *Управление рисками*:

соблюдение принципов ESG помогает компаниям выявлять и снижать риски различного характера – от экологических катастроф до социальных проблем. Риск-менеджмент компаний позволяет избегать потенциальных судебных исков, репутационного ущерба или других угроз, снижающих стоимость организаций.

Операционная эффективность: большинство инициатив ESG, особенно в части экологии, способствуют экономии средств: так, например, сокращение отходов и повышение энергоэффективности снижают эксплуатационные расходы.

Долгосрочное видение и эффективность: компании с высокими показателями ESG рассматривают бизнес-модель в долгосрочной перспективе, что приводит к устойчивым финансовым результатам: исследования показывают положительную корреляцию между эффективностью ESG и финансовыми показателями [11].

Взаимодействие с заинтересованными сторонами: принципы ESG отдают приоритет взаимодействию с более широким кругом заинтересованных сторон, включая различные сообщества, потребителей и сотрудников, что способствует более рациональному и эффективному принятию решений.

Таким образом, ESG интегрирует экологические, социальные и управленческие компоненты в бизнес-операции и стратегию, повышая тем самым устойчивость экономики. ESG-концепция основывается на допущении, что предприятия работают в более широком социальном контексте и что их долгосрочный успех неразрывно связан со здоровьем планеты, благополучием населения и эффективностью систем управления, которые их контролируют.

1.2 Надежность в контексте промышленных социотехнических систем: генезис и сущность понятия. Концепция надежности как поддерживающий механизм устойчивой трансформации в период фрагментации экономики

В настоящее время концепции надежности предприятий уделяется несправедливо мало внимания. Однако повышение неопределенности функционирования современных промышленных предприятий актуализировало

проблемы обеспечения *надежности* организаций и заставило пересмотреть роль надежных предприятий в период устойчивой трансформации экономики и мира в целом. В быстро меняющемся ландшафте современной экономики, отмеченной устойчивыми преобразованиями и фрагментацией, надежность становится первостепенной характеристикой для предприятий.

Именно концепция надежности позволяет разрешить озвученное ранее противоречие между целями и принципами устойчивого развития и набирающим обороты в бизнес-среде шорт-термизмом. Так, обеспечение надежности работы предприятий становится ключевой точкой конвергенции между краткосрочностью и устойчивым развитием, что обусловлено рядом причин:

- сохранение баланса между ближайшими и долгосрочными целями: высокая надежность гарантирует, что предприятие остается стабильным и последовательным в работе, что, с одной стороны, обеспечивает получение необходимых немедленных результатов, позволяя достигать краткосрочные цели, а, с другой, закладывает основу для долгосрочного устойчивого роста;

- снижение риска: одной из основных проблем шорт-термизма является то, что при данном подходе потенциальные долгосрочные уходят риски на второй план, однако надежное предприятие фокусируется на управлении рисками, гарантируя, что как краткосрочные действия, так и долгосрочные стратегии сбалансированы и не ставят под угрозу будущее компании;

- оптимизация ресурсов: надежность предполагает оптимальное использование ресурсов, обеспечивая их эффективное использование, что позволяет одновременно добиваться краткосрочной экономии затрат и долгосрочной устойчивости;

- доверие заинтересованных сторон: контрагенты и инвесторы с большей вероятностью будут доверять предприятию, известному своей надежной работой, следовательно, готовы оказывать финансовую поддержку в краткосрочном периоде и брать на себя и долгосрочные обязательства, что имеет решающее значение для инициатив в области устойчивого развития;

- технологические и технологические инновации: обеспечение надежности невозможно без технологических модернизаций и всестороннего усовершенствования процессов, гарантирующего, что предприятие останется конкурентоспособным в краткосрочной перспективе. Однако, как было рассмотрено ранее, именно инновации, если они выбраны с учетом долгосрочного видения предприятия, могут способствовать достижению ЦУР;

- этические операции и управление: ориентация на надежность часто коррелирует с этическими принципами работы – обеспечивая надежность, предприятия гарантируют соблюдение передового опыта в соответствии с целями устойчивого развития в отношении этических и справедливых траекторий роста;

- комплексный анализ бизнес-экосистемы: надежность требует всеобъемлющего взгляда на бизнес-экосистему, что неразрывно связано с принципами устойчивого развития, которые отстаивают целостный подход к росту, охватывающий экономические, экологические и социальные аспекты.

Таким образом, можно сказать, что акцент на свойстве надежности выступает в качестве ключевого ориентира, соединяющего императивы шорт-термизма с долгосрочными целями устойчивого развития. Обеспечивая высокий уровень надежности, предприятия достигают баланса, получая немедленные результаты и создавая основу для устойчивого развития.

Понятие и сущность промышленных социотехнических систем. Исследование взаимосвязей через призму социотехнических систем представляет собой подход, признающий сложное взаимодействие между технологиями и социальными аспектами в любом организационном или социальном контексте. В нем подчеркивается, что успех систем или технологических вмешательств зависит не только от самой технологии, но и от понимания и рассмотрения более широкого контекста, в котором технология внедряется. В научной литературе подчеркивается взаимная конституция общества и технологии в рамках социотехнических систем [75]. Такие системы рассматриваются как сочетание технических и социальных элементов, которые

функционируют во взаимосвязи и оказывают влияние друг на друга [76]. Дизайн, понимание и функционирование социотехнических систем требуют комплексного подхода, объединяющего как социальные, так и технические аспекты [77]. Преобразования в социотехнических системах могут служить решениями различных социальных проблем, в том числе в рамках достижения ЦУР [78]. Наиболее эффективное функционирование социотехнических систем раскрывается в наше время под влиянием рассмотренной ранее Индустрии 4.0, инструменты которой являются прямым следствием сочетания человеческого и машинного труда [79]. *Промышленная социотехническая система* может быть определена как *сложная интеграция технических процессов, инструментов и механизмов с человеческими элементами, такими как работники, организационные структуры и культурные практики, в промышленной среде*. Промышленная социотехническая система подразумевает взаимозависимость и совместную эволюцию технологических и социальных компонентов для достижения эффективных и *отказоустойчивых* промышленных операций.

Генезис понятия «надежность»: междисциплинарный подход. Понятие «надежность» возникло в контексте технических систем, однако данное свойство все чаще исследуется в рамках деятельности всей организации: усложнение социотехнических систем и формирование киберфизических компонентов обусловило необходимость расширять границы применения концепции и измерять не только надежность оборудования, но и всего предприятия – в комплексе с финансовыми и трудовыми ресурсами [80]. Будучи сложной категорией, аккумулирующей различные качественные и количественные характеристики состояния исследуемого объекта, надежность применительно к организации как к субъекту экономических отношений требует уточнения – достоверное содержание исследуемого свойства позволяет четко определять составляющие и выделять соответствующие показатели.

Надежность технических систем

Научный интерес к понятию «надежность» сформировался в первой половине XX века в контексте технических наук. Научно-техническое

направление «надежность технических систем» (или классическая теория надежности) получило свое развитие в трудах Маликова И. М., Половко А. М., Романова Н. А., Чукреева П. А. «Основы теории и расчёта надёжности» и Ушакова И. А. «Надежность технических систем». В справочнике Ушакова И. А. подтверждалась возможность эффективного использования общих методов теории надежности, применяемых ранее в большинстве случаев только к радиоэлектронным системам, в других отраслях техники и даже для достижения целей народного хозяйства [81]. Именно материалы справочника доказали *междисциплинарность* методов и экспериментальных оценок надежности.

Согласно современному ГОСТ 27.002-2015 «Надежность в технике. Термины и определения», *надежность – это «свойство объекта сохранять во времени способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, хранения и транспортирования»* [82]. Безотказность, долговечность, ремонтпригодность и сохраняемость или определенные сочетания перечисленных свойств, согласно документу, являются атрибутами надежности технических систем в зависимости от назначения объекта и условий его применения, что подтверждает комплексность исследуемого свойства [82].

Рассмотрение категории «надежность» в техническом аспекте позволяет глубже исследовать природу свойства и более целостно изучить его применительно к социотехническим системам. Из результатов проведенного анализа следует, что: а) надежность в технических сферах есть способность предмета выполнять требуемую работу при заданных условиях на протяжении заданного периода времени; б) надежность технических систем является количественным и измеряемым комплексным свойством.

Финансовая надежность страховых компаний

В настоящее время термин «надежность» применяется также в отношении финансовых организаций. Так, например, кредитное рейтинговое агентство АО «Эксперт РА» присваивает рейтинги финансовой надежности (кредитный рейтинг, рейтинг надежности) страховым организациям (за исключением

страховых медицинских организаций, осуществляющих исключительно обязательное медицинское страхование, а также страховых организаций, имеющих право на заключение новых договоров страхования жизни). Рейтинг финансовой надежности страховой компании представляет собой «заключение экспертов именно о способности выполнения страховой компанией ее *текущих и будущих обязательств* перед страхователями, выгодоприобретателями, другими страховыми компаниями в рамках договоров страхования, сострахования и перестрахования и не распространяется на прочие обязательства» [83]. Соколова А. А. и Губина М. Е. отмечают, что надежность коммерческих банков отражает изменчивость состояний банка *в промежутке времени и обязательность исполнения взятых на себя банком обязательств*, что коррелирует с выделенными впоследствии характеристиками надежности в отношении производственных компаний [84]. Также применительно к финансовым организациям применяется термин *операционная надежность*: «существует определенная система управления операционной надежностью, первую часть которой составляет сумма требований, предъявляемых к составным частям процессов на всех этапах их существования, которые должны способствовать непрерывной работе данных процессов, а вторую – система специальных показателей и их пороговых значений» [85].

Надежность промышленных социотехнических систем

Предприятие представляет собой сложную промышленную социотехническую систему, состоящую из множества подсистем. Исследования в области надежности социотехнических систем в целом (не только технической составляющей) начались в конце XX века: был введен термин «экономическая надежность предприятия», подразумевающий комплексную оценку надежности всех сфер деятельности организации. Егоров В. Н., Коровин Д. И. интерпретируют «надежность предприятия» как «готовность производственной системы к стабилизации параметров хозяйственной деятельности с минимально возможным оправданными затратами для достижения поставленной цели» [86]. Кабанов В. Н. предлагает следующее определение: «Экономическая надежность

– это такое экономическое состояние компании, которое обеспечивает эффективность ее устойчивого развития, рациональное использование всех видов ресурсов и удовлетворение всех заинтересованных сторон в условиях разумного экономического риска» [87]. Тимофеев Р. А. определяет экономическую надежность как «способность предприятия сохранять во времени в установленных пределах параметры (финансовые, технические, социальные, экологические), в соответствии со стратегическими целями, в условиях допустимого экономического риска», акцентируя внимание на выделении экологической составляющей, что коррелирует с целями устойчивого развития [88]. Автор также выдвигает гипотезу о том, что *устойчивость – это частный случай надежности*. Мишин Д. С. и др. утверждают, что потребность в исследовании такой характеристики, как надежность, возникает вследствие ее непосредственного влияния на работоспособность сложной непоследовательной организационно-технической системы [80]. Маринцев Д. А. посвятил исследованию проблем экономической надежности в деятельности промышленных предприятий целый ряд работ, где рассмотрел раскрытие природы и сущности фирмы через идеологию экономической надёжности и отметил ключевую роль обеспечения необходимого уровня надежности предприятия для достижения поставленных целей [89]. Терентьева А. Р. в своих работах рассматривает механизм экономической надежности и предпринимает попытку классификации подходов к самому пониманию термина «надежность» [90; 91]. Однако приведенная в трудах систематизация, на наш взгляд, отражает не столько подходы к пониманию содержания надежности, сколько подходы к выделению факторов надежности функционирования предприятия: ресурсный, системный, процессный, функциональный [92]. Кабанов В. Н. придерживается мнения, что понятие «надежность» может применяться в промышленной системе бизнес-структур «как совокупность надежности каждого отдельного ее элемента, так и надежность их взаимосвязей в пространстве и во времени под влиянием различных внешних и внутренних факторов» [87; 93]. Большинство отечественных исследователей сходятся во мнении, что под экономической

надежностью предприятия понимается такое состояние организации, при котором она способна исполнять свои функции и обязательства, отвечающие целям сторон (участников) делового окружения [94].

В зарубежной научной литературе также отмечается междисциплинарный подход к раскрытию сущности надежности с уклоном в технические области, что связано с генезисом термина [95; 96]. При этом, как и в отношении концепции устойчивого развития, отсутствует единый подход к трактовке понятия «надежность». Chang и Lin определяют надежность системы как нечеткую функцию принадлежности для оценки того, достаточна ли производительность системы для надежного удовлетворения спроса [97]. Некоторые источники устанавливают прямую связь между надежностью системы и экологически устойчивым развитием. Утверждается, что традиционный подход к оценке надежности производственной системы несостоятелен как с ресурсной, так и с экономической точки зрения, поскольку он не соответствует целям зеленой экономики и устойчивого развития [98]. Более того, вопросы надежности переплетаются с принципами бережливого производства. Современные модели надежности, адаптированные для бережливых систем, активно разрабатываются с учетом значимости надежности, безопасности и культуры производства для эффективного функционирования организаций [100]. Практики управления надежностью предприятия активно применяются в международной промышленности при разработке продуктов, что позволяет развивать конкурентные преимущества – целями повышения надежности могут выступать минимизация ошибок, достижение ожидаемой надежности или обеспечение функциональности [99]. При этом в некоторых зарубежных, так и иностранных источниках можно отметить случаи приравнивания понятия надежности к устойчивости [101].

Таким образом, критический анализ научных источников показал, что на данный момент не существует единого подхода к определению понятия «надежность» относительно промышленных предприятий. Во-первых, *терминологически свойство надежности приобретает специфические*

характеристики в зависимости от контекста – от области и объекта оценки.

В таблице А.2 Приложения А систематизированы подходы к определению понятия «надежность» в зависимости от контекста. Так, некоторые авторы рассматривают надежность в финансовом контексте как выполнение обязательств, а в экологическом – как устойчивое использование ресурсов. В различных определениях способность объекта адаптироваться к внешним вызовам и изменениям отмечается как одна из сторон исследуемого свойства. В сфере технологий надежность часто касается бесперебойной и безошибочной работы систем и процессов, таких как технические системы, программное обеспечение или целые бизнес-процессы. Авторы акцентируют внимание на сведении к минимуму разного рода сбоев и неблагоприятных последствий в случае их возникновения.

Во-вторых, приведенные в литературе определения надежности в контексте социотехнических систем не всегда точно и в полной мере отражают сущность исследуемого свойства, что приводит к смешению данного понятия с другими, такими как: *эффективность, гибкость, устойчивость, оптимальность и др.* Так, например, «максимально возможное достижение целей» не отражает сущность свойства надежности – максимальную близость к поставленной цели характеризует свойство *оптимальности*. *Гибкость* системы может выступать в качестве одного из факторов обеспечения надежного функционирования предприятия, а *устойчивость* – одного из его проявлений, однако приведенные понятия не являются тождественными по своей природе. *Эффективность* также не является синонимом надежности, отражая соотношение результатов и затрат на их достижение [107].

Тем не менее, большинство авторов интерпретируют надежность как всеобъемлющее свойство объекта, предполагая, что это *не просто отдельная черта, а сочетание различных факторов и характеристик, отражающих способность системы к достижению стабильности, приспособляемости и эффективности.*

Таким образом, подтверждается наблюдаемый в научных источниках терминологический плюрализм: в различных трудах можно встретить понятия «экономическая надежность предприятия», «экономическая надежность организации», «экономическая надежность компании», «надежность производственной системы», «надежность предприятия». Следовательно, стоит задача не только уточнить определение свойства надежности, но и в целом унифицировать термин применительно к социотехническим системам. В качестве характеристики деятельности предприятия смысл всех перечисленных терминов, практически совпадает и исчерпывается понятием «*надежность функционирования предприятия*».

Основываясь на результатах проведенного теоретического анализа научной литературы и применив междисциплинарный подход к исследованию надежности, предлагается следующее определение: ***надежность функционирования предприятия*** (далее – НФП) – это свойство промышленной социотехнической системы, характеризующее ее всестороннюю способность последовательно и адаптивно выполнять принятые обязательства, поддерживать непрерывность работы и достигать поставленных стратегических и тактических целей на рассматриваемом временном интервале под воздействием факторов внешней и внутренней среды.

Приведенное определение полностью отражает смысл исследуемого свойства и позволяет его устранить его смешение с другими понятиями, включение характеристик которых в определение надежности лишает его самостоятельного содержания.

Для социотехнической системы, которой является предприятие, достижение целей и выполнение обязательств, зафиксированные в определении, являются признаками *отказоустойчивости* предприятия, что позволяет провести прямую аналогию данного определения с общепризнанным определением технической надежности. Данное понятие не является динамическим, в отличие, например, от устойчивого развития, но определенная

привязка к временному интервалу по аналогии с техническим определением надежности присутствует: безотказность функционирования не может быть бесконечной – речь может идти только о каком-то горизонте рассмотрения функционирования предприятия. Целевые установки также формируются на определенный интервал времени, в течение которого они должны быть достигнуты. Выполнение обязательств перед заинтересованными сторонами также привязано к определенному сроку. Следовательно, изучая надежность как способность к достижению определенных результатов, справедливо было бы уточнить, что речь идет о способности *на рассматриваемом временном интервале*.

Место и значение надежности в мультиконцептуальной парадигме устойчивого развития. Надежность, устойчивость, гибкость, адаптивность.

Несмотря на глубину изученности вопросов устойчивого развития и существующего плюрализма концепций, так или иначе связанных с устойчивостью, устойчивым ростом, устойчивым развитием, несправедливо мало внимания уделяется концепции *надежности в контексте социотехнических систем*. Зачастую происходит приравнивание разных по своей сути понятий и подмены одного на другое. В связи с этим в таблице 3 предлагается провести сравнительный анализ наиболее актуальных сегодня концепций развития систем, разграничив их по выделенным критериям сравнения. Предварительно приведем определения рассматриваемых свойств:

- *устойчивость* – способность системы сохранять текущие параметры и (или) текущее состояние под воздействием внешних факторов;
- *гибкость* – способность системы, подвергнутой определенному воздействию, нормативно или адаптивно изменять свое состояние и (или) поведение в пределах, обусловленных критическими значениями параметров системы;
- *адаптивность* – свойство системы адаптироваться (приспосабливаться) к новым, меняющимся условиям внешней среды.

Таблица 3 – Сравнительная характеристика ключевых концепций в экономическом пространстве XXI века. Составлено автором

Критерий сравнения	Устойчивое развитие, устойчивый рост	Зеленая экономика, замкнутого цикла	Целостность (Крылатков)	Надежность	Управление качеством	Бережливое производство	Индустрия 4.0
Цель	Удовлетворение текущих потребностей без ущерба для следующих поколений	Минимизация отходов и оптимизация ресурсов	Этические принципы в бизнесе	Стабильные и предсказуемые операционные результаты	Совершенство продукта или услуги	Минимизация отходов, эффективность	Цифровая трансформация отраслей
Ключевые принципы	Экономический, экологический и социальный баланс	Уменьшение антропогенного влияния на природу	Этическое поведение и ответственность	Отказоустойчивость под влиянием внутренних и внешних факторов	Удовлетворение требований клиентов	Постоянное улучшение	Межсетевое взаимодействие, автоматизация
Внимание будущим поколениям (долгосрочная перспектива)	Высокое	Умеренно высокое	Умеренное	Умеренное	Умеренное	Умеренное	Умеренное
Внимание текущим операционным результатам (краткосрочная перспектива)	Умеренное (баланс между текущими и будущими результатами)	Высокое по отдельным видам ресурсов	Умеренное (деловая этика)	Высокое (текущая безотказность)	Высокое (текущий уровень качества)	Высокое (эффективность потока создания ценности)	Высокое (цифровые достижения)

Критерий сравнения	Устойчивое развитие, устойчивый рост	Зеленая экономика, замкнутого цикла	Целостность (Крылатков)	Надежность	Управление качеством	Бережливое производство	Индустрия 4.0
Ресурсные ограничения	Основной фокус	Основной фокус	Не основной фокус	Признает ограничения с точки зрения операционной стабильности	Качество важнее количества	Эффективное использование ресурсов	Повышение эффективности использования ресурсов за счет технологических решений
Технологическая трансформация	Технологии для устойчивых решений и преобразований	Содействие сокращению отходов	Не основной фокус	Технологии для обеспечения непрерывности процессов и безотказности системы	Технологии для обеспечения качества	Технология для эффективности	Основной фокус
Операционная эффективность и результативность	Эффективность как средство достижения устойчивости	Эффективность использования ресурсов	Эффективность бизнеса	Эффективность как критерий выбора адекватного уровня надежности	Основной фокус	Основной фокус	Эффективность за счет цифровизации процессов
Наличие системы стандартов	Да – ISO 26000 и др.	Экологические стандарты	Стандарты деловой этики	Эксплуатационные стандарты	Да – ISO 9001 и др.	Да – TPS и др.	Да – ИЕС и др.

Хотя каждая концепция имеет свои уникальные принципы и компоненты, устойчивое развитие выделяется как консолидирующая основа. Целостный, адаптивный и этический характер концепции позволяет ей объединять и согласовывать принципы других концепций, что делает ее *ключевой парадигмой в современных экономических условиях*.

Из выводов, полученных в ходе обзора литературы, становится очевидным, что надежность предприятия и устойчивое развитие являются ключевыми концепциями в современной деловой и экономической практике, однако каждая из них сосредоточена на различных аспектах деятельности организаций. Надежность предприятия связана, прежде всего, с *операционной согласованностью и отказоустойчивостью организации*, тогда как устойчивое развитие представляет собой более широкую и многогранную структуру. Интеграция обозначенных концепций приобретает все большее значение – поддержание высокого уровня надежности является ключевым условием достижения устойчивости в контексте фрагментированной экономики.

Надежность занимает центральное место в сложной, многоконцептуальной парадигме устойчивого развития, в которой она переплетается с устойчивостью, гибкостью и адаптируемостью, образуя целостную структуру. В этой парадигме стремление к устойчивому развитию выступает в качестве всеобъемлющей цели, направленной на гармонизацию экономических, экологических и социальных аспектов. Тем не менее, именно надежность систем и процессов лежит в основе достижения устойчивости. **По сути, надежность предприятия действует как стабилизирующая точка опоры, позволяющая организациям ориентироваться в нестабильных условиях функционирования под влиянием экономической фрагментации и тенденций устойчивой трансформации.** Обеспечивая операционную согласованность и адаптируемость, предприятия не только обеспечивают свое ближайшее будущее, но и закладывают основу для долгосрочного устойчивого роста, согласовывая свою траекторию с более широкими целями устойчивого развития.

1.3 Концептуальные основы обеспечения надежности функционирования промышленного предприятия в современных экономических условиях

Вопросы обеспечения надежности промышленных предприятий в современных экономических условиях являются первостепенной задачей. В эпоху динамичного технологического прогресса, процессов деглобализации и нарушения существующих цепочек поставок высокий уровень надежности промышленных операций выступает необходимым целевым ориентиром. В контексте повышения значимости концепции надежности для промышленных предприятий становится очевидной необходимость актуализации и развития основ обеспечения высокого уровня надежности функционирования предприятий.

Анализ существующих подходов к классификации составляющих надежности предприятия и методик ее оценки. Теоретический анализ подходов к выделению составляющих надежности выявил отсутствие единой точки зрения на данный вопрос. Большинство авторов придерживается логики систематизации элементов надежности в соответствии с выделяемыми подсистемами предприятия [102]. Примером является подход Тимофеева Р. А. (рисунок 8).

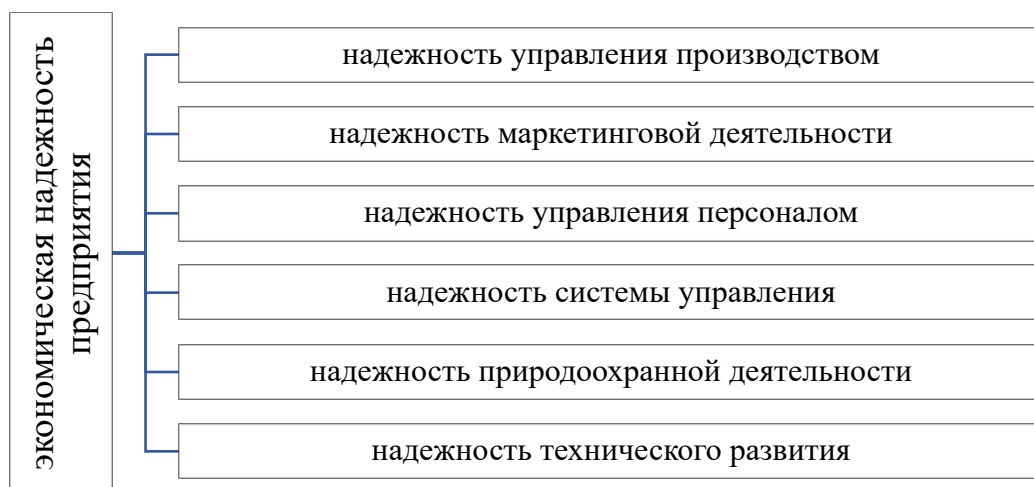


Рисунок 8 – Составляющие элементы надежности предприятия. Составлено автором по [80]

С точки зрения доступности информации и простоты вычислений для оценки факторов надежности предприятия автор выделяет следующие подсистемы в соответствии с элементами надежности:

- производственная и техническая подсистема, которая оценивается надежностью технического состояния и развития производства;
- финансово-экономическая – оценивается надежностью маркетинговой деятельности и финансово-экономического развития;
- социальная подсистема – оценивается надежностью персонала;
- экологическая подсистема, учитывающая надежность природоохранной деятельности предприятия.

Декомпозиция свойства надежности в соответствии с перечисленными подсистемами подвергается сомнению. Во-первых, не конкретизирован классификационный признак выделения подсистем, вследствие чего наблюдается дублирование функций (например, надежность системы управления и надежность маркетинговой деятельности). Во-вторых, целесообразнее рассматривать надежность производства и персонала в целом, не ограничиваясь оценкой надежности управления производством и персонала. В-третьих, экологический аспект выведен в отдельную подсистему, однако пронизывает все сферы деятельности предприятия и нуждается в уточнении именно в разрезе надежного функционирования.

Перечисленные подсистемы являются базой для формирования методики оценки надежности предприятия, разработанной Тимофеевым Р. А. совместно с Кулиш С. М. В таблице А.3 Приложения А приведен перечень используемый в расчетах показателей [103]. Приведенный пул имеет свои недостатки ввиду разрозненности включенных в него индикаторов – некоторые из них не отражают сущность свойства надежности, следовательно, не могут быть использованы для измерения ее уровня. Размер социальных выплат на одного рабочего, средняя заработная плата, уровень рентабельности продаж и другие показатели, на наш взгляд, являются спорными не являются корректными для оценки уровня надежности функционирования предприятия.

Аналогичных принципов придерживается Жеглова Н. В, выделяя показатели производственно-реализационной и управленческо-финансовой сфер [104–106]. Выбранные автором показатели имеют место быть для оценки надежности предприятия, однако сформированный пул индикаторов, с одной стороны, нельзя назвать исчерпывающим, с другой – в приведенном перечне также присутствуют показатели, не отражающие в полной мере сущность надежного функционирования (рентабельность запасов и продукции, средняя материалоемкость продукции, инвестиционная привлекательность и т. д.).

В таблице 4 представлены иные подходы к оценке надежности в зависимости от различных субъектов.

Таблица 4 – Подходы к анализу и (или) оценке надежности (для разных систем). Составлено автором

Авторы	Подход	Описание
Alkaff и Qomarudin (2020) [108]	Вероятностный подход для оценки уровня надежности технической системы	Используется распределение фазового типа для моделирования и анализа надежности систем. Обеспечивает вероятностный подход к регистрации отказов системы и динамике ремонтов.
Ashrafi и др. (1995) [109]	Экспертная оценка надежности технических систем	Особое внимание уделяется использованию экспертных систем для прогнозирования и оценки надежности. Включает знания экспертов для оценки частоты системных ошибок и потенциальных сбоев.
Aw и др. (2008) [110]	Надежность в контексте качества готовой продукции	Комплексная стратегия, сочетающая методы контроля качества с повышением надежности. Основное внимание уделяется снижению уровня брака и повышению производительности процесса.
Борисюк и Астафьева (2021) [94]	Экономическая надежность в контексте интересов деловой среды	Подход к оценке экономической надежности организаций с учетом различных интересов бизнес-среды. Акцент на факторах риска и финансовой стабильности.
Ram (2013) [111]	Подходы к надежности системы	Учитывает избыточность системы, частоту отказов и другие ключевые характеристики технической системы.
Трошин и др. (2016) [112]	Оценка производственной и финансовой надежности авиапредприятий	Основное внимание уделено уникальным задачам, с которыми сталкиваются авиационные предприятия. Объединяет финансовые показатели, производственные показатели и связанные с ними факторы риска.

Авторы	Подход	Описание
Хрусталеv и Хрусталеv (2017) [113]	Производственная и финансовая надежность наукоемких предприятий	Метод адаптирован для наукоемких предприятий. Рассматривает финансовые показатели в совокупности со стоимостью и рисками, связанными с интеллектуальными активами.
Яковлева и Терентьева (2021) [114]	Экономическая надежность технологического развития	Ориентирован на пересечение экономической надежности и технического прогресса. Оценивает экономические показатели, технологические активы и связанные с ними факторы риска.
Zhou и др. (2020) [98]	Экологическая надежность предприятия на основе управления жизненным циклом продукции	Целостный подход, который интегрирует заботу об окружающей среде в надежность технической системы предприятия. Сбои в системе учитываются именно в контексте их негативного воздействия на окружающую среду и экологические показатели деятельности предприятия.

Разнообразие методов оценки надежности предприятия отражает сложность концепции. По мере развития отраслей и по мере того, как глобальные проблемы, такие как устойчивость, становятся все более актуальными, оценки надежности становятся все более комплексными, объединяя финансовые, экологические, технологические и человеческие факторы. Такой целостный подход гарантирует, что предприятия не только будут операционно эффективными, но и адаптируемыми и устойчивыми к внешним вызовам.

Надежность функционирования предприятия: составляющие, риск-факторы и факторы внутренней поддержки. По результатам проведенного анализа существующих подходов к оценке надежности функционирования предприятия была выявлена необходимость систематизации факторов надежности с целью последующего определения показателей, позволяющих всесторонне измерить и проанализировать данное свойство. Процесс формирования системы факторов надежности функционирования предприятия был разделен на два этапа.

1 этап. Определение структуры исследуемого свойства и формирование базиса для дальнейшей систематизации факторов надежности через ее сущностный анализ.

Для определения структуры исследуемого свойства предложено разделить его на *сущность и явление*, то есть рассмотреть с двух сторон: проанализировать *проявления и сущностные истоки надежности функционирования предприятия* – факторы, ее определяющие.

Основные признаки исследуемого свойства были зафиксированы в предложенном ранее определении – в соответствии с ним на рисунке 9 более подробно раскрыты проявления надежности функционирования предприятия.



Рисунок 9 – Проявления надежности функционирования предприятия в соответствии с уточненным определением. *Предложено автором*

Для корректного формирования пула факторов, определяющих уровень надежности предприятия, важно систематизировать их таким образом, чтобы обеспечить полноту анализа исследуемого свойства и, следовательно, точность его оценки [120]. В рамках решения данной задачи проведена декомпозиция предприятия как системы на отдельные составные элементы и установлено, что именно влияет на надежность каждого из элементов системы (факторы внутренней поддержки).

Так как надежность технической системы определяется надежностью ее элементов и их соединения (связей между ними), *по аналогии с указанными составляющими были выделены составляющие надежности функционирования предприятия и дополнены степенью обеспеченности системы ее элементами* (поскольку для организации свойственно несколько уровней обеспеченности ресурсами: недостаточный, критический, оптимальный, избыточный). Также в состав связей были включены *организационно-управленческие*, являющиеся обязательным атрибутом любой организации.

2 этап. Выявление риск-факторов и определение специфических факторов по составляющим надежности функционирования предприятия.

Проявления надежности функционирования предприятия, сущностные составляющие и соответствующие им специфические факторы внутренней поддержки конкретизированы на рисунке 10. При систематизации указанных элементов, во-первых, были рассмотрены риски, или риск-факторы, реализация которых влечет за собой снижение уровня надежности функционирования социотехнических систем. Затем, на основе проведенного анализа, были определены факторы внутренней поддержки надежности – то есть факторы, позволяющие предупредить реализацию рассмотренных угроз или минимизировать ущерб от их реализации. Следует отметить, что риск-факторы и факторы внутренней поддержки были определены по каждой из составляющих надежности функционирования предприятия – элементам, связям между ними и степени обеспеченности элементами.

В таблице 5 подробно рассмотрены и описаны риски для каждой из составляющих надежности функционирования, которые могут возникать, а также соответствующие факторы внутренней поддержки, способные предотвратить или минимизировать реализацию того или иного риска.

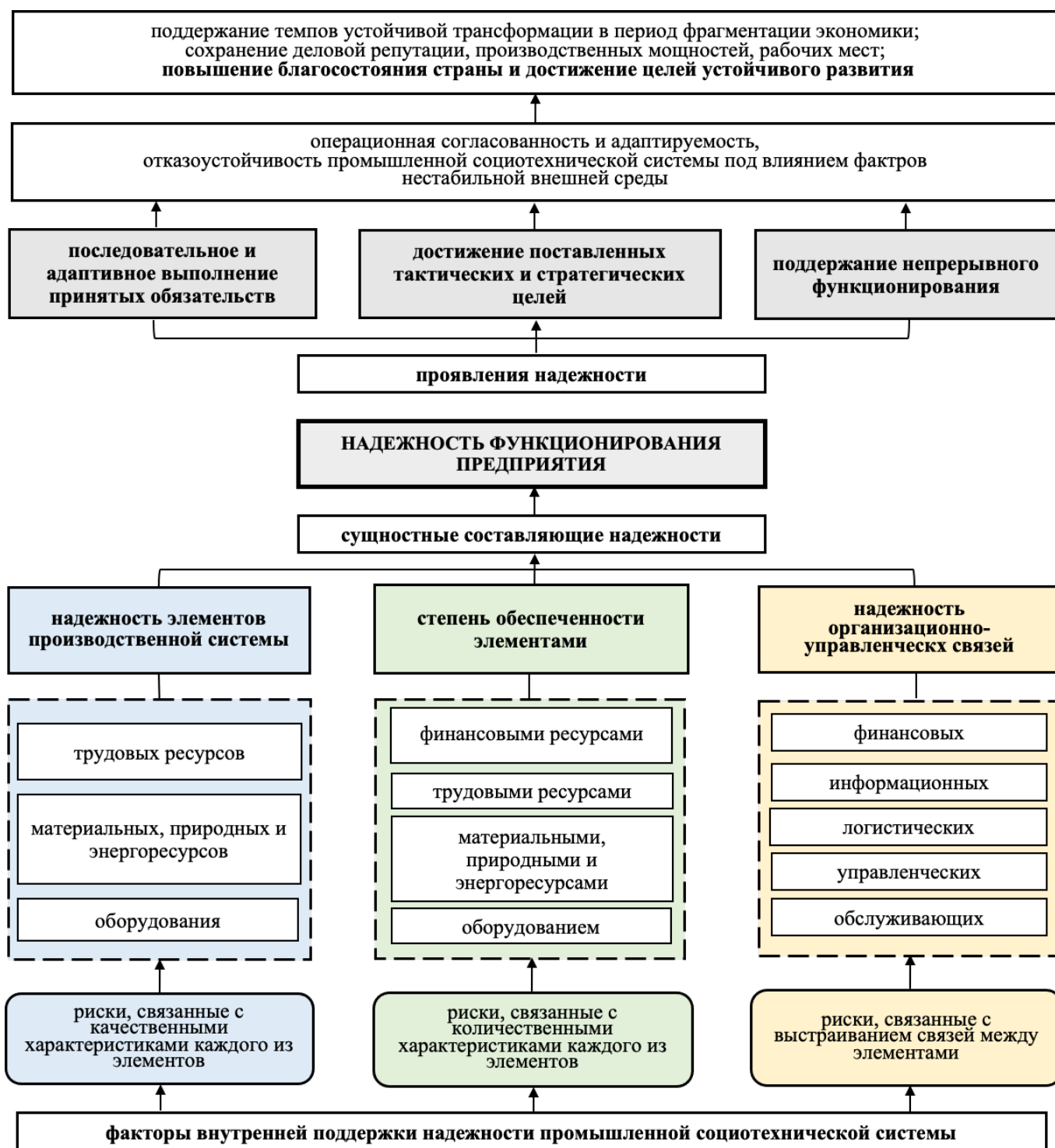


Рисунок 10 – Систематизация проявлений, сущностных составляющих и специфических факторов внутренней поддержки надежности функционирования предприятия. Роль надежности в достижении целей устойчивого развития.

Составлено автором

Таблица 5 – Риски для надежности функционирования предприятия и факторы, ее определяющие, по составляющим надежности. *Составлено автором*

Составляющие НФП	Риски для надежности функционирования предприятия	Факторы внутренней поддержки надежности функционирования предприятия
Надежность трудовых ресурсов	<ul style="list-style-type: none"> - срыв сроков выполнения работ; - отсутствие работника на рабочем месте; - низкое качество выполнения работ; - невозможность выполнить работу в соответствии с требованиями (отсутствие у работника необходимых знаний, умений, навыков); - отсутствие возможности маневра трудовыми ресурсами (невзаимозаменяемость работников) 	<ul style="list-style-type: none"> - соблюдение трудовой дисциплины; - соблюдение технических регламентов; - соответствие образовательного и квалификационного уровня работников нормативным требованиям; - стабильность кадрового состава; - подготовленность работников к выполнению смежных операций
Надежность оборудования	<ul style="list-style-type: none"> - выходы из строя; - колебания производительности; - выпуск брака и низкосортной продукции; - колебания выхода годного; - несоответствие возможностей оборудования требуемым характеристикам обрабатываемой продукции 	<ul style="list-style-type: none"> - технический износ оборудования в пределах технических нормативов; - прогрессивность оборудования; - устойчивость применяемых при работе оборудования технологических процессов (по качеству, производительности, выходу годного) - соответствие характеристик оборудования обрабатываемой продукции; - качественные обслуживание и ремонт оборудования
Надежность материальных ресурсов	<ul style="list-style-type: none"> - наличие скрытых дефектов в используемых материальных ресурсах; - нестабильность характеристик продукции; - неполное соответствие продукции и ресурсов требуемым качественным характеристикам 	<ul style="list-style-type: none"> - надежные источники снабжения; - стабильное соответствие закупаемых материалов требованиям по всем параметрам
Надежность природных и энерго-ресурсов	<ul style="list-style-type: none"> - имиджевые и финансовые потери из-за несоответствия структуры и характера энергопотребления и природопользования экологическим стандартам контрагентов; - финансовые потери вследствие превышения количества выбросов и отходов над нормативными значениями 	<ul style="list-style-type: none"> - использование топлива с низким содержанием углерода; - использование возобновляемых источников энергии; - выстраивание экономики замкнутого цикла; - сокращение выбросов и отходов
Обеспеченность	<ul style="list-style-type: none"> - систематическая нехватка имеющихся в штате работников 	<ul style="list-style-type: none"> - соответствие численности персонала планируемому объемам работ; - наличие резерва трудовых ресурсов;

Составляющие НФП	Риски для надежности функционирования предприятия	Факторы внутренней поддержки надежности функционирования предприятия
трудовыми ресурсами	для выполнения необходимого объема работ; - эпизодическое отсутствие работников, необходимых для выполнения работ	- ритмичная работа предприятия
Обеспеченность оборудованием	- систематическая нехватка производственной мощности оборудования; - эпизодическая нехватка производственной мощности оборудования; - неработоспособное состояние оборудования	- соответствие производственных мощностей планируемым объемам производства; - наличие резервов производственных мощностей; - наличие альтернативных вариантов технологических маршрутов; - наличие дублирующего оборудования; - рациональная организация текущих и капитальных ремонтов оборудования
Обеспеченность материальными ресурсами	- отсутствие материальных ресурсов для своевременного запуска в производство; - отсутствие полуфабрикатов на операциях внутри производственного цикла	- своевременная закупка ресурсов в необходимых объемах; - закупка материалов, соответствующих требуемым параметрам; - наличие страховых запасов; - движение материального потока без разрывов в цикле производства;
Обеспеченность природными и энергоресурсами	- отсутствие природных ресурсов для обеспечения непрерывного производства; - несоответствие имеющихся объемов энергоресурсов потребностям; - перебои в снабжении электроэнергией и другими энергоресурсами; - финансовые потери вследствие сверхлимитного потребления природных и энергоресурсов	- своевременная закупка ресурсов в необходимых объемах; - выработка оптимальных ресурсосберегающих программ; - энергосбережение; - снижение объемов потребления природных ресурсов; - собственная генерация энергии
Обеспеченность финансовыми ресурсами	- отсутствие средств на оплату труда работников; - отсутствие средств на закупку материальных ресурсов; - отсутствие средств на выполнение обязательств перед контрагентами, бюджетом, внебюджетными фондами, собственниками; - отсутствие средств на обслуживание и обновление основных фондов	- достаточность собственного капитала; - возможность привлечения средств; - возможность займов; - ритмичность работы предприятия; - надежность дебиторов; - стабильность внешних финансовых условий деятельности
Надежность логистических связей	- несвоевременная доставка ресурсов на предприятие;	- своевременное формирование и размещение заказов на материальные

Составляющие НФП	Риски для надежности функционирования предприятия	Факторы внутренней поддержки надежности функционирования предприятия
	<ul style="list-style-type: none"> - задержки с получением хранимых на складах материальных ресурсов; - задержки с отгрузкой готовой продукции; - разрывы в движении материального потока по производственному циклу; - длительное хранение продукции в ожидании обработки на технологических операциях; 	<ul style="list-style-type: none"> ресурсы по поставщикам (своевременные закупки); - выполнение регламентов осуществления логистических операций (транспортировки, погрузочно-разгрузочных работ, выдачи с хранения, упаковки); - использование логистических технологий планирования и организации производственного процесса
Надежность информационных связей	<ul style="list-style-type: none"> - запаздывание информации для управления производством; - неполнота информации для принятия качественных управленческих решений; - избыточная и дублирующая информация, получаемая управленческими службами и персоналом; - искажения в информации (недостовверные данные) 	<ul style="list-style-type: none"> - отлаженный процесс коммуникации между подразделениями; - наличие необходимой техники для обеспечения бесперебойного и быстрого обмена информацией на предприятии (и между предприятиями холдинга или группы); - единые системы учета и контроля данных (единые базы данных, автоматизированные информационно-плановые системы)
Надежность управленческих связей	<ul style="list-style-type: none"> -противоречивость (несогласованность) принимаемых разными лицами и службами управленческих решений; - несвоевременный выход из производства готовой продукции; - нарушения сроков выполнения заказов потребителей; - низкое качество продукции; - сбои в движении материальных потоков внутри производственной системы (на входе и выходе) 	<ul style="list-style-type: none"> - системность управления, отлаженные бизнес-процессы; - гибкая организационная структура; - организация мониторинга выполнения заказов потребителей; - автоматизация плановых расчетов; организация системы управления качеством продукции и бизнес-процессов; - система стимулирования труда, ориентирующая персонал на достижение целевых установок компании; - упрощение структуры производства и системы управления; - повышение и поддержание квалификации персонала
Надежность финансовых связей	<ul style="list-style-type: none"> - невозможность выполнения финансовых обязательств и закупки необходимых ресурсов 	<ul style="list-style-type: none"> - качество финансового планирования; - применение финансовых инструментов для покрытия кассовых разрывов; - обеспечение ритмичности производства и реализации продукции
Надежность обслуживающих связей (ремонтных, инструментальных)	<ul style="list-style-type: none"> - некачественное проведение ремонтов и обслуживания оборудования: основного, вспомогательного, складского, транспортного и энергосетей; - увеличение сроков проведения работ по ремонту и 	<ul style="list-style-type: none"> - наличие графиков планово-предупредительных ремонтов и обслуживания оборудования; - рациональная организация текущих и капитальных ремонтов оборудования; - контроль выполнения плановых ремонтов согласно графику их проведения;

Составляющие НФП	Риски для надежности функционирования предприятия	Факторы внутренней поддержки надежности функционирования предприятия
	обслуживанию оборудования: основного, вспомогательного, складского, транспортного и энергосетей; - отсутствие необходимого инструмента и оснастки; - низкое качество инструмента и оснастки	- регламентация сроков устранения неисправностей оборудования; - контроль соблюдения сроков устранения неисправностей оборудования; - наличие рациональных объемов запасов запасных частей и инструмента; - качественное планирование потребностей в инструменте и запасных частях

Сформированная система проявлений, существенных составляющих и соответствующих им факторов надежности функционирования предприятия служит базой для определения показателей, позволяющих дать наиболее точную количественную оценку исследуемого свойства.

Надежность предприятия и бережливое производство: взаимосвязь и потенциальные противоречия. Несмотря на то, что предприятия по-прежнему уделяют приоритетное внимание получению прибыли, они также нуждаются в конкретных, быстрых производственных решениях. Процесс непрерывного совершенствования производственной системы на основе бережливых практик характеризуется сокращением скрытых затрат и повышением производительности, а также повышает потенциал предприятий по внедрению экологических, социальных и управленческих стратегий. Научные работы демонстрируют различные аспекты этого сложного взаимодействия. Например, исследование Нао и др. показывает, как бережливое производство влияет на устойчивую производительность, подчеркивая важность комплексного использования инструментов бережливого производства для реализации синергетических преимуществ [115]. В литературе также отмечается взаимосвязь между бережливостью и отдельными аспектами устойчивого развития: например, комбинация подходов зеленой экономики и шесть сигм может составить основу устойчивого бережливого производства – получаемые в результате одновременного внедрения нескольких концепций эффекты позволяют сократить негативное влияние производственной деятельности на компоненты ESG [116; 117]. Социальная составляющая устойчивого развития также тесно связано с

бережливостью: исследования показывают значимую роль человеческого капитала в непрерывном совершенствовании производственной системы [118].

Однако бережливые практики могут приводить к неоднозначным последствиям для функционирования предприятий. Чрезмерный акцент на сокращении ресурсов и создании систем «точно в срок» может снизить способность организаций адаптироваться к непредвиденным ситуациям, тем самым снижая его надежность. В данном контексте концепция бережливого производства может вступать в противоречие с надежностью функционирования предприятия как социотехнической системы [126].

Концепции бережливого производства и надежности функционирования предприятия связаны больше, чем может показаться на первый взгляд. Потенциальный конфликт между результатами внедрения бережливых практик и практик обеспечения надежности наблюдается ввиду того, что первые сосредоточены на максимальном сокращении всех неявных издержек, в том числе – за счет минимизации запасов и резервов, вследствие чего увеличивается напряженность производственной системы, что отрицательно влияет на способность предприятия достигать свои цели, то есть – на надежность функционирования. Следовательно, встает задача достижения гармоничного равновесия между надежностью и бережливостью – сокращения всех видов ресурсов без угрозы для надежного функционирования.

Использование инструментов бережливого производства и их упреждающее применение при эффективном ограничении различных резервов и запасов может непреднамеренно ограничить способность предприятия противостоять рискам, которые угрожают его уровню надежности функционирования. Более того, чрезмерное сокращение всех видов ресурсов может привести к дополнительным затратам на устранение проблем, связанных с сбоями и нехваткой ресурсов. Невыполнение обязательств перед заинтересованными сторонами может привести к незапланированным расходам и потере доверия со стороны стейкхолдеров и контрагентов, что также снизит способность предприятия достигать целей устойчивого развития.

Исследования показывают, что сокращение временных резервов между получением предметов труда и их использованием в производстве может затруднить реагирование на ошибочные управленческие решения, что может вызывать сбои в цепочке поставок, увеличивать продолжительность операций и приводить к задержкам поставок готовой продукции. Аналогичным образом сокращение поступающих материальных ресурсов и производственных запасов лишает предприятие способности к быстрому реагированию на изменение условий функционирования, когда оно сталкивается с неудовлетворительным качеством готовой продукции или полуфабрикатов и резкими колебаниями спроса. В критических ситуациях, требующих немедленного производства дополнительных единиц продукции, предприятие подвергается высокому риску возникновения дефицита наиболее значимых ресурсов.

Недостаток кадровых резервов также является потенциальным риском для стабильного функционирования предприятия, например, в случаях резкого роста спроса на продукцию компании. Сокращение как основного, так и вспомогательного производственного персонала делает предприятие уязвимым, снижая его способность удовлетворять спрос в условиях возросшей трудоемкости и выходов оборудования из строя. В сценариях, когда происходит множественный сбой оборудования, темп выполнения работ снижается вследствие нехватки работников, что влечет за собой простои и риск задержки поставок готовой продукции. Перечисленные ситуации, в свою очередь, могут подорвать доверие потребителей и снизить лояльность контрагентов.

К снижению способности реагировать на колебания спроса также приводит чрезмерное сокращение запасов готовой продукции. В целях удовлетворения возрастающего спроса на складах должен находиться оптимальный резервный запас готовой продукции. Однако ограниченность складских площадей вследствие их чрезмерного сокращения может спровоцировать вынужденное размещение имеющихся запасов в непригодных для этого условиях, что приводит к снижению качественных характеристик ресурсов, проблемам в организации материальных потоков, а также увеличению производственного цикла.

Таким образом, бережливые практики, с одной стороны, являются эффективными инструментами развития производственной системы, что соответствует принципам ESG, с другой – могут не только не устранить скрытые потери, но и увеличить затраты, понесенные при разрешении непредвиденных ситуаций, обостряя отношения с заинтересованными сторонами, что противоречит стратегиям устойчивого развития современных промышленных компаний и ставит под угрозу надежность их функционирования. Внедрение концепции бережливого производства может ситуационно снижать надежность предприятия при хаотичном и непродуманном сокращении всех видов запасов. Достижение и поддержание оптимального баланса между результатами внедрения бережливых практик и надежностью становится обязательным условием для стабильного и эффективного функционирования предприятия в условиях устойчивой трансформации.

Принципы обеспечения надежности функционирования предприятия при реализации стратегий устойчивого развития. Современные отечественные ученые в области обеспечения надежности предприятий вносят вклад в развитие концепции, предлагая свое видение основополагающих принципов формирования как системы показателей надежности, так и механизма надежности (Приложение А, таблица А.4). **Предлагается дополнить существующий теоретический базис комплексными принципами обеспечения надежности функционирования предприятия в условиях устойчивой трансформации, которые учитывают как операционную надежность предприятия, так и его соответствие целям устойчивого развития:**

Принцип интегрированности: внедрение инструментов достижения целей устойчивого развития, совершенствования производственной системы и обеспечения надежности функционирования во все аспекты деятельности предприятия.

Принцип оптимальности: соблюдение баланса между эффективностью и надежностью функционирования, сохранение операционной эффективности без ущерба для долгосрочного развития предприятия.

Принцип адаптивности: по мере развития норм устойчивости и под воздействием быстро меняющейся внешней среды система промышленного предприятия должна обладать высоким уровнем гибкости, чтобы адаптироваться к изменениям, обеспечивая при этом соблюдение принципов устойчивого развития и соответствие ЦУР.

Принцип социального и экологического приоритета: признание ответственности перед обществом и первоочередности сохранения экосистемы и обеспечения безопасности деятельности.

Сформулированные принципы определяют специфику инструментов обеспечения надежности предприятия в соответствии с ЦУР и обеспечивают их достижение, являясь *ценностно-целевым ориентиром* для промышленных предприятий в условиях устойчивой трансформации. В дальнейшем именно на перечисленных принципах будут основываться предлагаемые методические разработки для контроля и повышения уровня надежности функционирования предприятия.

Выводы по первой главе.

1. В сложном переплетении современных экономических парадигм устойчивое развитие выступает в качестве объединяющей и ключевой основы. Несмотря на наблюдаемый плюрализм концепций, стремящихся предложить ключ к пониманию и управлению социо-эколого-экономической системы, каждая из которых содержит уникальные принципы и компоненты, целостный, адаптивный и этический характер устойчивого развития обеспечивает его главенствующую роль в современных экономических условиях. Устойчивое развитие демонстрирует способность интегрировать и гармонизировать принципы других концепций, выступая в качестве направляющей силы в преодолении сложностей бизнес-среды XI века.

2. Обзор литературы подтверждает взаимосвязанную природу концепций надежности и устойчивости предприятия в современной деловой практике. Каждая концепция, будучи фундаментальной сама по себе, затрагивает различные аспекты

организационной динамики. Надежность функционирования предприятия, в первую очередь ориентированная на операционную согласованность и отказоустойчивость, служит стабилизирующей силой внутри организации. Синтез концепций становится крайне целесообразным в контексте фрагментированной экономики, когда стремление к устойчивому развитию неразрывно связано с поддержанием высокого уровня надежности.

3. Надежность играет значимую роль в сложной и многоконцептуальной парадигме устойчивого развития, однако важно четко разграничивать такие понятия, как надежность, устойчивость, гибкость и адаптируемость. Предполагается, что именно надежность выступает в качестве стабилизирующего механизма устойчивого развития в период фрагментации экономики: обеспечивая операционную согласованность и адаптивность, предприятия не только обеспечивают стабильное функционирование в ближайшем будущем, но и закладывают основу для долгосрочного устойчивого роста, согласовывая свою траекторию с долгосрочными целями устойчивого развития.

4. Проведенный анализ научной литературы показал, что на данный момент не существует единого подхода к определению понятия «надежность» относительно социотехнических систем, в связи с чем сформулировано авторское определение исследуемого свойства. Под **надежностью функционирования предприятия** предлагается понимать **свойство промышленной социотехнической системы, характеризующее ее всестороннюю способность последовательно и адаптивно выполнять принятые обязательства, поддерживать непрерывность работы и достигать поставленных стратегических и тактических целей на рассматриваемом временном интервале под воздействием факторов внешней и внутренней среды.**

5. Проведена декомпозиция свойства надежности на сущность и явление, что позволяет конкретизировать сущностные составляющие и проявления надежности функционирования предприятия, значительно повысив точность измерения ее уровня. Аналогично определению надежности технической системы через ее элементы и связи между ними, надежность функционирования

предприятия определяется надежностью элементов и их взаимосвязей. Кроме того, в качестве составляющей надежности также интегрированы организационно-управленческие связи, присущие любой организации. Идентифицированы риск-факторы и факторы внутренней поддержки в соответствии с сущностными составляющими надежности, способные предотвратить или минимизировать реализацию того или иного риска. Таким образом, систематизированы проявления надежности функционирования предприятия, сущностные составляющие и соответствующие им специфические факторы внутренней поддержки, что играет ключевую роль для комплексной оценки уровня исследуемого свойства.

6. В рамках расширения существующей теоретической базы, предлагается также дополнить существующие принципы обеспечения надежности функционирования предприятий в контексте устойчивой трансформации. Принципы направлены на гармонизацию операционной надежности предприятия и соответствия целям устойчивого развития, представляя тем самым комплексный подход к обеспечению надежности и устойчивости в современном бизнес-ландшафте.

7. Таким образом, теоретические и концептуальные основы, проанализированные и дополненные в данной главе, служат базой для проведения последующих эмпирических исследований в области надежности и устойчивой трансформации. Интеграция концепций надежности и устойчивого развития позволяет промышленным предприятиям не только справиться с последствиями экономической фрагментации, но и стать активными участниками устойчивого глобального будущего.

2 ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УСТОЙЧИВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ И НАДЕЖНОСТИ НА ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

2.1 Тенденции и барьеры устойчивой трансформации в России и мире

В быстро развивающемся мире стремление к преодолению барьеров устойчивой трансформации становится первостепенной задачей. Поскольку перед человечеством стоит множество вопросов, таких как изменение климата, социальное неравенство и деградация окружающей среды, тенденции устойчивых преобразований, перспективы и препятствия на пути достижения ЦУР обретают особую значимость. Приверженность мирового сообщества принципам устойчивого развития очевидна в его стремлении к инновационным решениям, международным соглашениям и качественным преобразованиям бизнес-процессов.

Одной из ключевых тенденцией устойчивой трансформации мира, начавшейся в конце прошлого тысячелетия, безусловно является повышенное внимание к охране окружающей среды, как и было рассмотрено в теоретической части работы. Страны все чаще принимают экологически чистую политику, сокращая выбросы углекислого газа и поддерживая биоразнообразие в природе. Развитию данных направлений способствуют, в том числе, возобновляемые источники энергии. Солнечная, ветровая и гидроэнергетика приобрела известность, так как страны инвестируют в устойчивую энергетическую инфраструктуру, чтобы уменьшить зависимость от ископаемого топлива. Также концепция экономики замкнутого цикла, в которой ресурсы используются повторно и перерабатываются, а не выбрасываются, становится все более распространенной.

Предпринимаются усилия по сокращению неравенства и повышению социального равенства. Инициативы по сокращению бедности, поощрению гендерного равенства и обеспечению доступа к образованию и здравоохранению занимают центральное место в повестке устойчивого развития. Технологические

инновации, такие как искусственный интеллект и Интернет вещей, рассмотренные ранее, также способствуют устойчивому развитию, обеспечивая более разумное управление ресурсами и повышая эффективность бизнес-процессов.

Тенденции устойчивого развития демонстрируют значительный прогресс в некоторых областях, однако проблемы реализации принципов устойчивого развития сохраняются. Более того, процессы устойчивой трансформации сталкиваются с новыми вызовами и барьерами.

Общемировые тенденции и достигнутые результаты устойчивой трансформации: экологический аспект. В последние годы появилось несколько тенденций в экологическом аспекте устойчивого развития, отражающих глобальные усилия по решению насущных экологических проблем и обеспечению устойчивости.

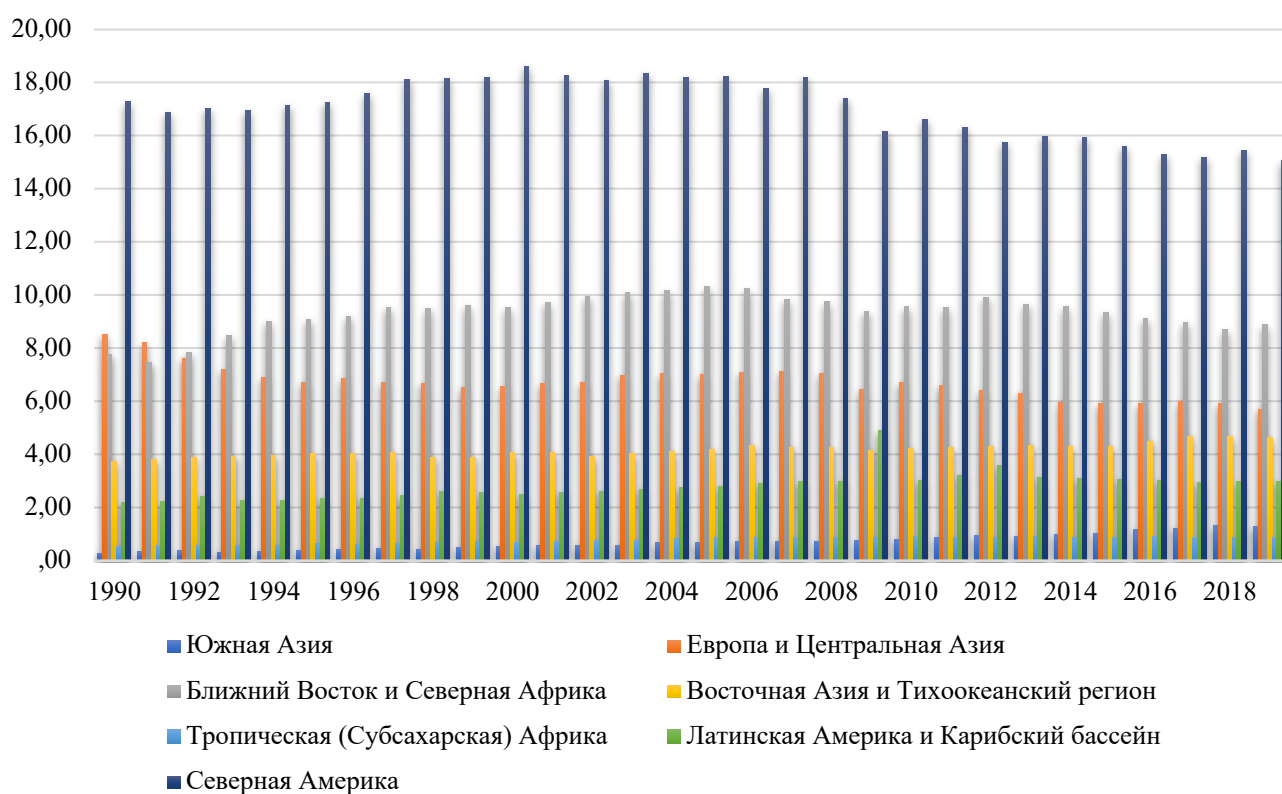


Рисунок 11 – Выбросы CO₂ по регионам, метрические тонны на душу населения. Составлено автором по данным Всемирного банка [119]

Стремления к смягчению последствий изменения климата отразилось на динамике выбросов CO₂ (рисунок 11). Парижское соглашение, принятое в 2015 году, поставило цель ограничить глобальное потепление значительно ниже 2

градусов по Цельсию сверх доиндустриального уровня. Это привело к более широкому внедрению возобновляемых источников энергии, мер по повышению энергоэффективности и механизмов ценообразования на выбросы углерода.

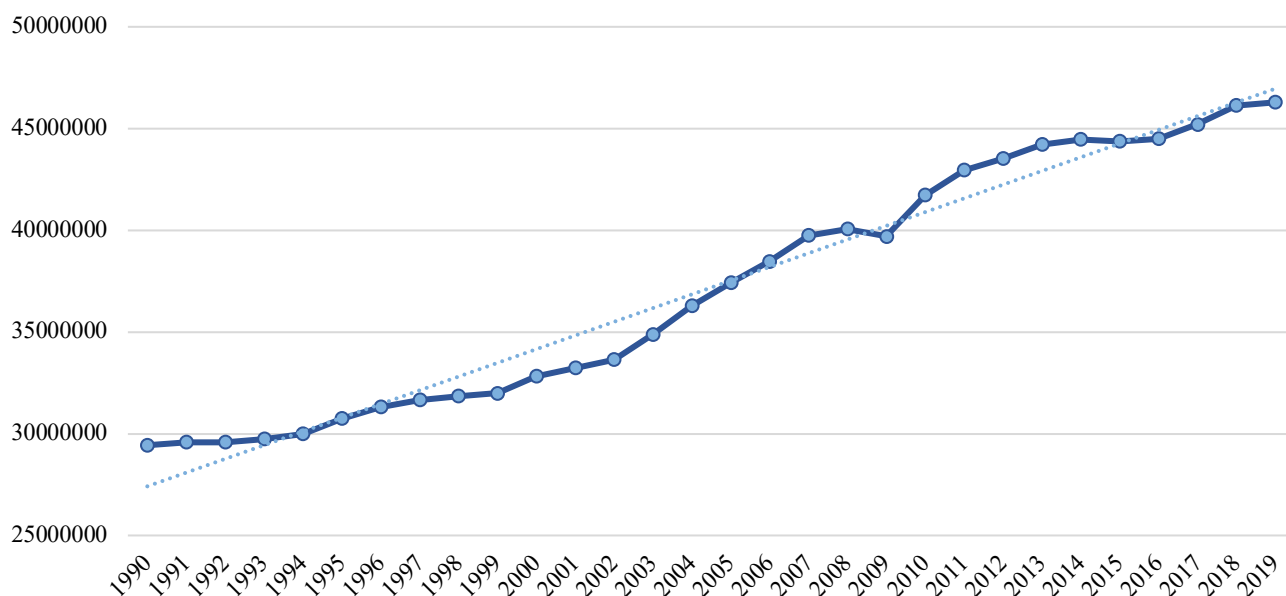


Рисунок 12 – Общие выбросы парниковых газов в мире, тыс. тонн эквивалента CO₂. Составлено автором по данным Всемирного банка [119]

Однако динамика *общих* выбросов парниковых газов с 1990 по 2019 годы показывает значительный рост за данный период. Данная тенденция указывает на недостаточность мер, принимаемых в рамках достижения ЦУР, и связана с такими факторами, как:

- индустриализация и экономический рост;
- рост населения;
- растущий спрос на энергию, особенно на ископаемое топливо, такое как уголь, нефть и природный газ, неготовность современных производственных систем полностью перейти на возобновляемые источники энергии;
- транспорт: увеличение транспортных средств, а также длительности поездок;
- вырубка лесов;
- сельскохозяйственные методы, включая кишечную ферментацию в животноводстве и использование синтетических удобрений, выделяют метан (CH₄) и закись азота (N₂O) и т.д.

На графике можно также увидеть сокращение объемов выбросов парниковых газов в 2009 году, что связано со снижением экономической активности в данный период времени вследствие мирового финансового кризиса в 2008 году.

В целом можно заключить, что эффективность международных климатических соглашений, таких как Киотский протокол и Парижское соглашение, а также готовность стран взять на себя обязательства по сокращению выбросов, на данный момент являются недостаточными. Безусловно, на динамику выбросов парниковых газов влияет сложное взаимодействие социальных, экономических, политических и экологических факторов, а для их сокращения и решения проблемы изменения климата необходимы комплексные стратегии, включая переход на более чистые источники энергии, повышение энергоэффективности и реализацию политики, ограничивающей выбросы в различных секторах.

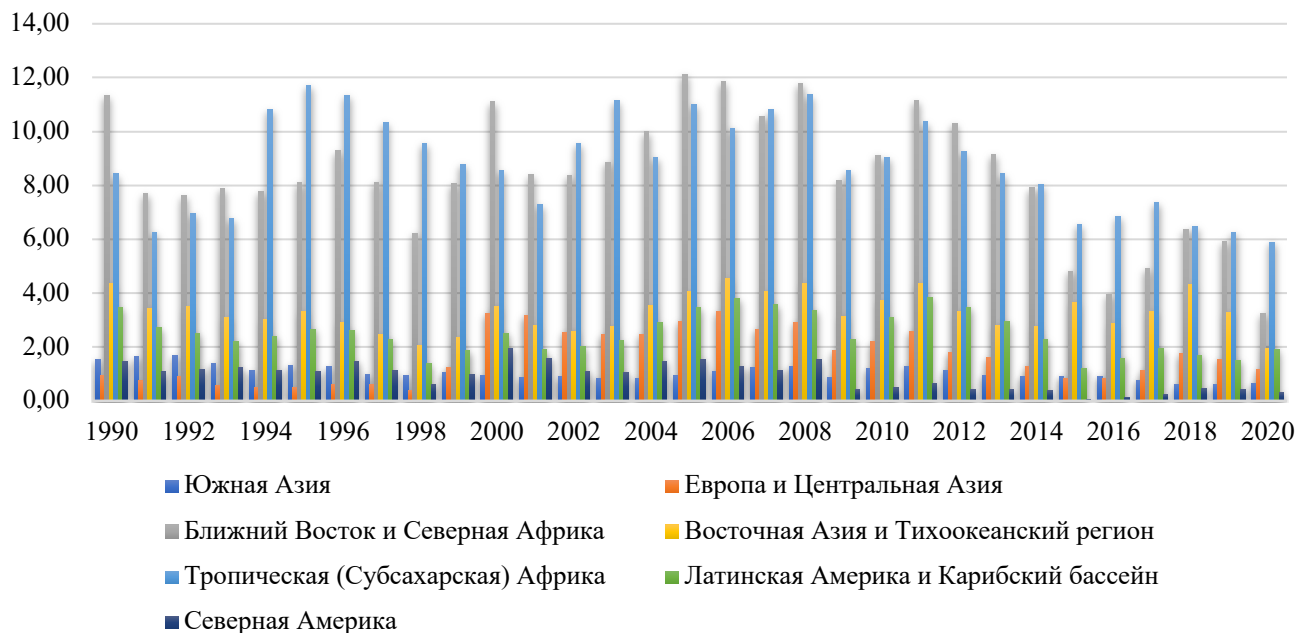


Рисунок 13 – Скорректированные сбережения (с учетом истощения природных ресурсов), % ВВП. Составлено автором по данным Всемирного банка [119]

Динамика скорректированных сбережений, связанных с истощением природных ресурсов с 1990 по 2019 год в различных регионах, отражает меняющееся влияние использования и истощения ресурсов на их экономику.

Безусловно, на динамику истощения ресурсов в каждом регионе влияют различные факторы, включая экономическую деятельность, индустриализацию и наличие природных ресурсов. Устойчивые методы и политика играют решающую роль в управлении истощением ресурсов и содействии сохранению окружающей среды. Различия между регионами подчеркивают важность региональных стратегий решения проблемы истощения ресурсов и содействия устойчивому развитию.

Социальный аспект

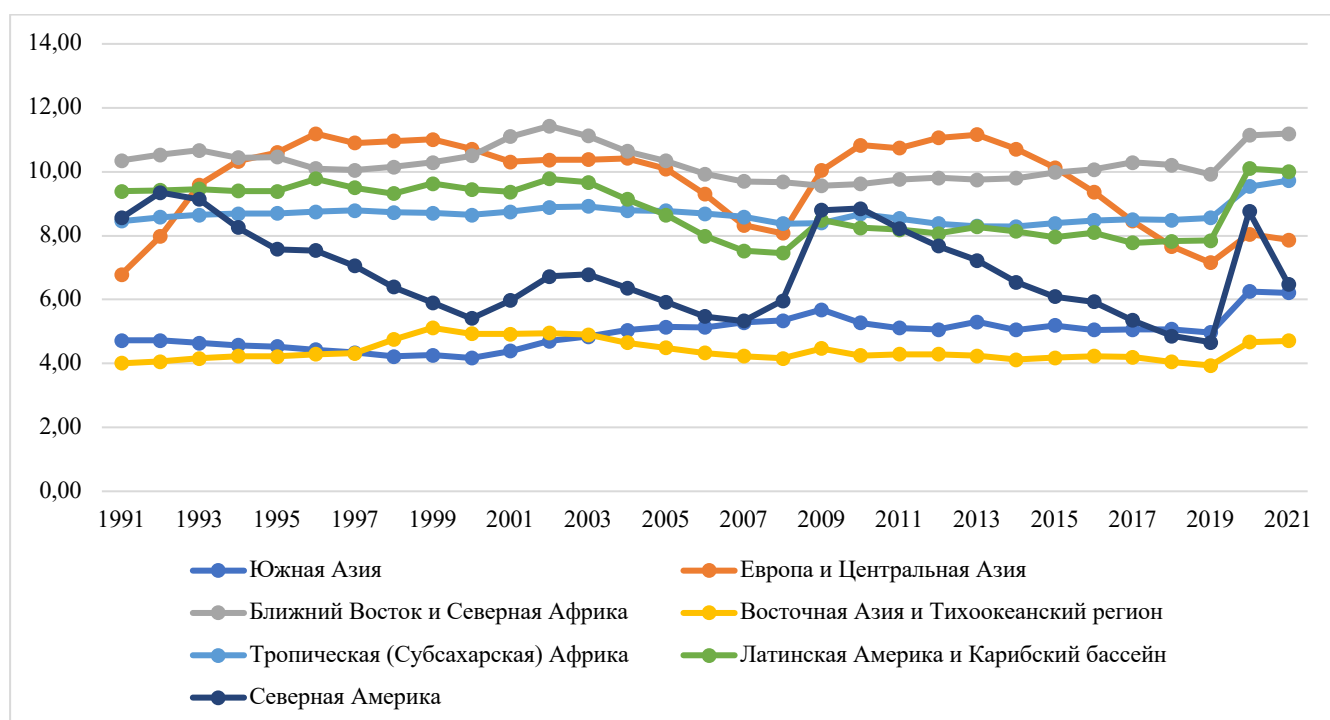


Рисунок 14 – Безработица, % от общей численности рабочей силы (смоделированная оценка МОТ). Составлено автором по данным Всемирного банка [119]

Динамика безработицы с 1991 по 2021 год в разных регионах, представленная на рисунке 14, свидетельствует об изменении тенденций занятости и состояния рынка труда. Во всех регионах наблюдаются колебания: особое влияние на рост безработицы оказали финансовый кризис в 2008 году и пандемия в 2020 году. Наибольший всплеск показателя пришелся на Европу и Северную Америку, то есть развитые страны – в них же отмечаются наибольшие колебания уровня безработицы за двадцатилетний период. Тем не менее, в целом можно

сделать вывод о том, что меры по снижению социального неравенства, в том числе в рамках борьбы с избыточной безработицей, являются эффективными.

Экономический аспект (промышленность)

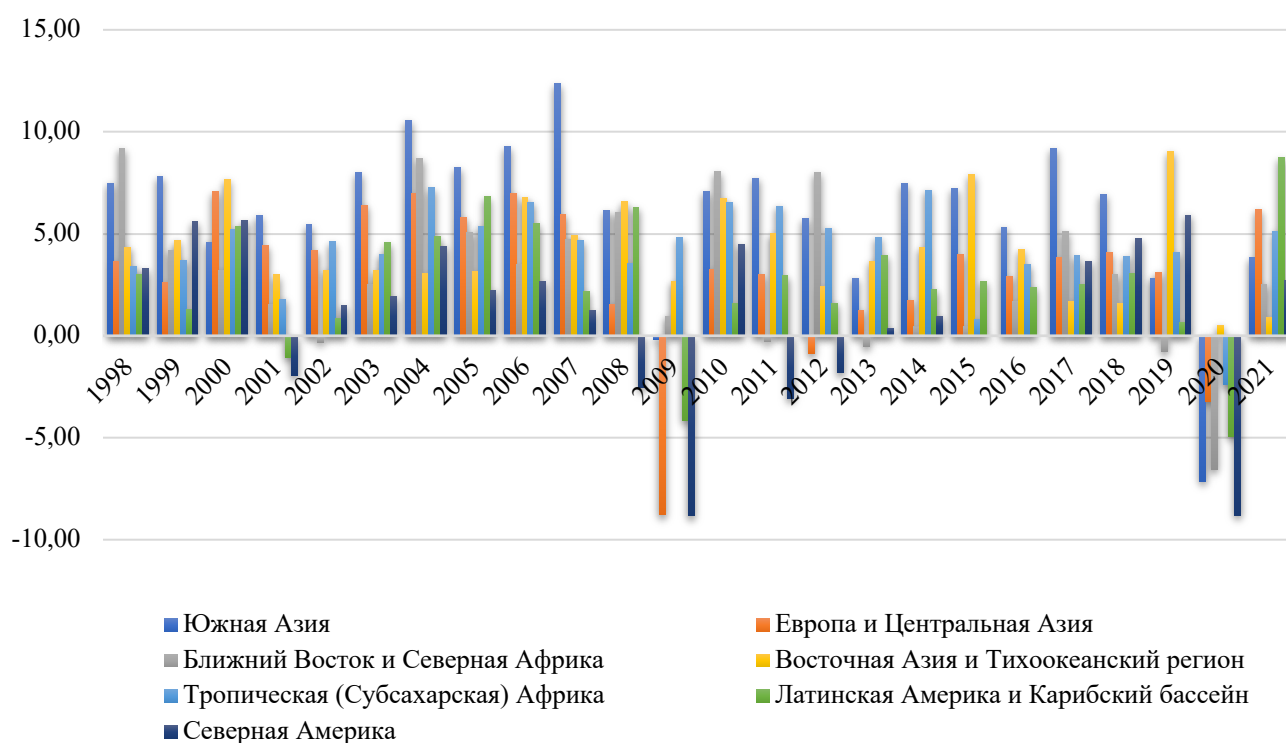


Рисунок 15 – Промышленность (включая строительство), добавленная стоимость (годовой % роста). Составлено автором по данным Всемирного банка [119]

Динамика показателей развития промышленности с 1998 по 2021 год по регионам дает представление о тенденциях промышленного роста в различных частях мира.

Устойчивая трансформация предполагает не только промышленный рост, но и обеспечение того, чтобы этот рост был экологически ответственным, социально инклюзивным и экономически стабильным. Различные регионы сталкиваются с уникальными проблемами, и их стратегии устойчивой трансформации должны быть адаптированы к их конкретным обстоятельствам.

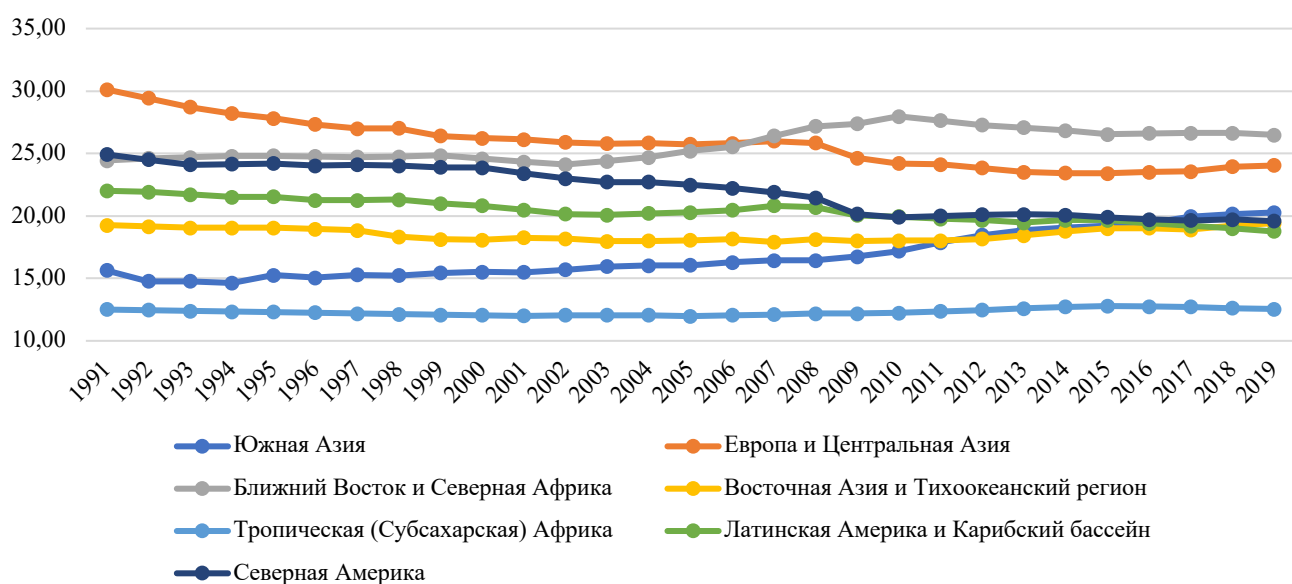


Рисунок 16 – Занятость в промышленности, % от общей занятости (смоделированная оценка МОТ). Составлено автором по данным Всемирного банка [119]

На рисунке 16 отражена динамика занятости в промышленности с 1991 по 2019 год в различных регионах.

Занятость в промышленности в Южной Азии, на Ближнем Востоке и в Северной Африке демонстрирует устойчивую тенденцию к росту, что указывает на усиление индустриализации и расширение производственной деятельности в регионе и является позитивным признаком экономического развития при условии, что качество рабочих мест и условия труда также улучшатся.

Занятость в промышленности в Европе, Центральной Азии и Северной Америке с годами постепенно снижалась – наблюдаемый спад соответствует тенденции деиндустриализации во многих развитых странах и объясняется такими факторами, как повсеместная автоматизация производства, аутсорсинг и структурная трансформация экономики (сдвиг в сторону сектора услуг). Чрезмерное сокращение рабочих мест в промышленности может стать проблемой для регионов, поскольку может указывать на проблемы в поддержании традиционных обрабатывающих отраслей.

Занятость в промышленности в остальных регионах оставалась относительно стабильной, с небольшими колебаниями за рассматриваемый период.

Стабильность в данном случае может служить признаком способности регионов балансировать промышленный рост с другими секторами экономики.

Тенденции уровня занятости в промышленности различаются в зависимости от региона, отражая различия в экономическом развитии, индустриализации и структурных изменениях. В то время как в некоторых регионах наблюдается рост занятости в промышленности, в других наблюдается спад по мере перехода к экономике, в большей степени ориентированной на услуги.

Данные, представленные на графиках, подтверждают важность устойчивой трансформации в промышленных регионах и необходимость стабильных, надежных и экологически чистых промышленных практик. Регионы с растущей занятостью в промышленности и добавленной стоимостью должны уделять приоритетное внимание устойчивому развитию, одновременно решая проблемы безработицы. Стабильные темпы промышленного роста могут послужить основой для устойчивой трансформации.

Современные барьеры в достижении ЦУР. В последние годы проблемы в достижении ЦУР усугубились вследствие процессов наблюдаемой *фрагментации* мировой экономики, которая обусловлена несколькими предпосылками. В первую очередь, тенденции деглобализации, наблюдаемые в современном устройстве мира, проистекают из нарастающего разочарования в международных институтах, ставящего под сомнение их эффективность в постановке целей и деятельности [103; 104]. Во-вторых, фиксируемые сбои в цепочках поставок, наблюдаемые в период пандемии, продолжающейся цифровой и структурной трансформации экономик [105]. Третье значение имеют многогранные последствия растущего использования экономических санкций как средства лоббирования политических интересов [106].

С одной стороны, так называемые умные санкции – то есть меры, оказывающие воздействие на конкретных физических и юридических лиц – косвенно влияют и на деятельность не входящих в санкционный список организаций, снижая тем самым производительность всех участников цепочки поставок, что может в обозримом будущем повлечь за собой увеличение

безработицы и уменьшение потенциальных налоговых поступлений [121]. С другой стороны, несмотря на очевидное отрицательное влияние санкционного давления, адаптационные процессы, происходящие в экономике страны после введения в ее отношении экономических ограничений, влекут за собой развитие финансовых технологий и создание инновационных продуктов, новых видов отношений между компаниями [122]. Реструктуризация международных интеграционных процессов и экономические меры, принимаемые, зачастую, с учетом политических интересов, неизбежно провоцируют трансформацию существующих цепочек поставок на глобальной экономической арене, что, как следствие, меняет расстановку геополитических сил [8, 12].

Потенциальными *барьерами* при достижении ЦУР, вызванными фрагментацией экономики, могут также выступить:

- сокращение сотрудничества и обмена знаниями;
- инвестиционная неопределенность в таких областях, как возобновляемые источники энергии или устойчивая инфраструктура;
- выбор организаций в пользу местных, но экологически вредных ресурсов или методов исключительно из соображений необходимости или стоимости;
- отклонение от глобальных целей ввиду сосредоточенности национальных экономик на решении неотложных проблем.

На фоне экономической фрагментации, сопровождаемой нарушением цепочек поставок и геополитическими разногласиями, достижение ЦУР значительно усложняется. Преодоление возникших барьеров на пути к устойчивости требует целостного, совместного и адаптивного подхода со стороны как мировых, так и локальных заинтересованных сторон.

Устойчивая трансформация в России: ключевые тенденции и перспективы. В настоящее время российские предприятия испытывают существенное давление, связанное с *фрагментацией* мировой экономики. В течение 2020-2022 гг. компании подверглась влиянию последовательных волн кризиса, вызванных последствиями COVID-19 и геополитической напряженности.

Выстроенная система показала достаточно высокую адаптивность, однако многие промышленные предприятия столкнулись с беспрецедентно быстрым и многократным разрушением цепочек поставок, колоссальной неопределенностью и ресурсными ограничениями. По данным Росстата, спад экономики в 2022 году оценивается в 2,1% [123]. По мнению экспертов, национальная экономика должна адаптироваться и выйти на *устойчивый рост*, максимально мобилизовав внутренние ресурсы [124]. Ситуационные стратегии, основанные на частичном импортозамещении или параллельном импорте, приводят к высокой неопределенности, снижению надежности функционирования и отражаются на результатах работы промышленных предприятий в долгосрочной перспективе. Изучение экспертных мнений и трендов, обобщение наблюдений в области фрагментации экономики позволило сформировать систему причинно-следственных связей и спрогнозировать возможные направления общей и локальной трансформации экономики (рисунок 17). В рассмотренной логике трансформации приверженность целям устойчивого развития является значимым фактором решения глобальных, национальных и внутрифирменных проблем, при этом сталкиваясь с ограничениями в условиях *деглобализации* и назревающего *зеленого парадокса* [51; 53; 55].



Рисунок 17 – Трансформационные процессы в экономическом пространстве под воздействием фрагментации экономики. Составлено автором

Следование принципам устойчивого развития благоприятно влияет на взаимоотношения со стейкхолдерами и позволяет оперативно перестраивать существующие и создавать новые цепочки поставок [56], что имеет большое значение для предприятий в условиях фрегментации экономики. Как показывают исследования [125], на Ближнем Востоке и в Азиатско-Тихоокеанском регионе, куда сейчас направлен экономический взгляд России, отмечаются высокие требования к экологической и социальной ответственности бизнес-партнеров. Сохранение курса на достижение целей устойчивого развития на местном, региональном, и государственном уровне подтверждается в том числе нормативными актами [127]. Более того, наблюдаемые в области экологии тенденции в стране и мире подтверждают низкую эффективность принимаемых в настоящее время мер по защите окружающей среды. Так, например, исследование World Weather Attribution доказало, что именно антропогенный фактор является решающим в 75% экстремальных погодных явлений, которые сейчас фиксируются в мире: выбросы парниковых газов напрямую коррелируют со случаями экстремальной жары, происходящими по всему земному шару [3]. Негативный тренд наблюдается и в России – на рисунке 18 представлена положительная динамика объема выбросов парниковых газов.



Рисунок 18 – Выбросы парниковых газов по секторам в России, млн т CO₂-эквивалента в год. Составлено автором по данным Росстата [128]

В условиях санкционного давления встает вопрос об актуальности целей устойчивого развития для российских компаний вследствие их глобального характера. Некоторые эксперты высказывают мнение о том, что соблюдение ESG-принципов навязано российским компаниям требованиями иностранных партнеров, в то время как на внутреннем рынке отечественные предприятия могли бы ограничиваться нормативно-правовыми актами. В связи с этим была выявлена необходимость исследования актуальности ценностей устойчивого развития, в том числе зеленой экономики, в новых для российского бизнеса реалиях.

Первые публичные заявления о необходимости российским предприятиям продолжать следовать принципам устойчивого развития были озвучены на юбилейном 25-ом Петербургском международном экономическом форуме (ПМЭФ-2022). Вопросам устойчивого развития была посвящена секция, на которой участники обсуждали перспективы ответственного бизнеса в России [129].

Эксперты из разных областей пришли к следующим выводам:

- следование принципам устойчивого развития и зеленой экономики является драйвером развития бизнеса даже в сложившихся условиях;
- повестка устойчивого развития возникла в нашей стране задолго до распространения на западе, а значит стремление к достижению ЦУР столько является навязанным извне, сколько возвращает к истокам – Конституции РСФСР 1918 года, в которой были закреплены схожие с современными ценности устойчивого развития;
- сама экономика страны остается открытой, следовательно, сохраняются в том числе экологические цели;
- отмечается некоторое снижение ресурсов предприятий для реализации экологических инициатив, однако наблюдается сохранение стремления компаний действовать на благо общества при одновременном получении финансовых и нефинансовых выгод от проводимых мероприятий по снижению углеродного следа, энергосбережению и т.д.;
- предприятия в полной мере ощутили положительный эффект от следования ESG-принципам: энергоэффективность, модульность, многообразные

материалы – все это позволяет бизнесу повышать лояльность потребителей, инвестиционную привлекательность, снижая при этом производственные расходы.

Необходимо отметить, что внимание экологическим вопросам и ответственного бизнеса уделяется на крупнейших российских экономических форумах не первый раз – аналогичные вопросы устойчивого развития и, в частности, зеленой экономики поднимались и на предыдущем форуме ПМЭФ-2021 [130].

Следование принципам зеленой экономики и устойчивого развития в целом позволяет компаниям выстраивать долгосрочные взаимовыгодные отношения с партнерами, что делает их еще актуальнее в условиях переориентации российского бизнеса на Восток. Некоторые ошибочно полагают, что требования устойчивого развития соблюдаются преимущественно в развитых странах западного мира, однако на практике восточные компании не менее активно развивают ESG-повестку, в чем колоссальную поддержку им оказывает государство.

Актуальность ценностей устойчивого развития для российских предприятий стала предметом исследований консалтинговых фирм и аналитических организаций. Исследование, проведенное компанией Керт (ранее KPMG) по поручению Национального ESG Альянса, наглядно демонстрирует приверженность компаний ESG-повестке в Азиатско-Тихоокеанском регионе и на Ближнем Востоке [115]. Результаты исследований доказывают растущую актуальность программ устойчивого развития, включая зеленые инициативы, в указанных регионах, что подтверждает гипотезу о том, что ESG-повестка не только сохраняется, но и приобретает особую значимость для отечественных компаний.

В таблице 6 представлены результаты вышеупомянутого исследования, представляющие собой эмпирические доказательства актуальности принципов ESG, особенно в части экологического аспекта устойчивого развития, в странах, обладающих значительным потенциалом для сотрудничества с Россией.

Таблица 6 – Развитие ESG-практик в странах Ближнего Востока и Азиатско-тихоокеанского региона. Составлено автором по [125]

Страна	Развитие ESG-практик в стране		
	Е (Environmental)	S (Social)	G (Governance)
Саудовская Аравия	***	**	*
ОАЭ	***	***	**
Катар	**	**	*
Бахрейн	**	*	*
Израиль	***	**	*
Турция	**	*	*
ЮАР	***	**	**
Китай	***	**	*
Индия	***	**	**
Малайзия	***	**	**

Примечание:

*** – развитые практики

** – умеренно развитые

* – практики развиты слабо или отсутствуют

По данным таблицы 6 можно также сделать вывод о том, что наиболее развитыми практиками в странах, с которыми активно взаимодействуют российские предприятия, являются экологические практики – это еще одно подтверждение актуальности принципов зеленой экономики как для бизнеса, так и общества в целом. Повышение экологической ответственности предприятий и страны в целом также отражено в национальном проекте «Экология», принятом в 2018 году на период с 2019 по 2024 гг. [131].

Следовательно, российским предприятиям крайне важно признать, что выход на товарные рынки Азиатско-Тихоокеанского региона и Ближнего Востока требует согласования с существующей региональной программой ESG. Адаптация к новым условиям с учетом принципов устойчивого развития имеет решающее значение не только для повышения эффективности экспорта, но и для обеспечения конкурентного преимущества.

Актуальность вопросов зеленой экономики в России сохраняется по разным причинам: одним факторов является законодательная база, которая закрепляет

сохранение природных ресурсов в качестве одного из приоритетных направлений государственного развития (рисунок 19).



Рисунок 19 – Нормативные документы, связанные с экологическим аспектом ESG-повестки, утвержденные или обновленные в последние годы. *Составлено автором по [132]*

Безусловно, существуют и проблемы в достижении экологических целей, что фиксируется в недавно опубликованных результатах ESG-индекса РБК и НКР. По данным источника, именно оценка экологической составляющей устойчивого развития вызвала у более чем 100 компаний-участниц затруднения [133]. Российские предприятия стремятся следовать ESG-принципам, однако вынуждены сталкиваться с препятствиями, преимущественно в процессе экологизации производств, что подтверждает необходимость исследований в данной области.

Россия окончательно присоединилась к Парижскому соглашению по климату в 2019 году, что обусловило усиление внимания российских компаний к выстраиванию зеленых цепочек поставок. Стремление промышленных предприятий к экологизации вызвано не только требованиями природоохранного законодательства, но и необходимостью выстраивать долгосрочные и *надежные* отношения с контрагентами. Создание имиджа социально и экологически ответственной организации позволяет компаниям повышать лояльность и узнаваемость бренда среди клиентов, а также укрепляет взаимоотношения с участниками цепи поставок.

В связи с вышеперечисленными факторами процессы экологизации производства в России протекают достаточно активно [142]. Об этом свидетельствуют как объемы инвестиций в основной капитал, направленных на охрану окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов, так и данные нефинансовой отчетности, публикуемой предприятиями.

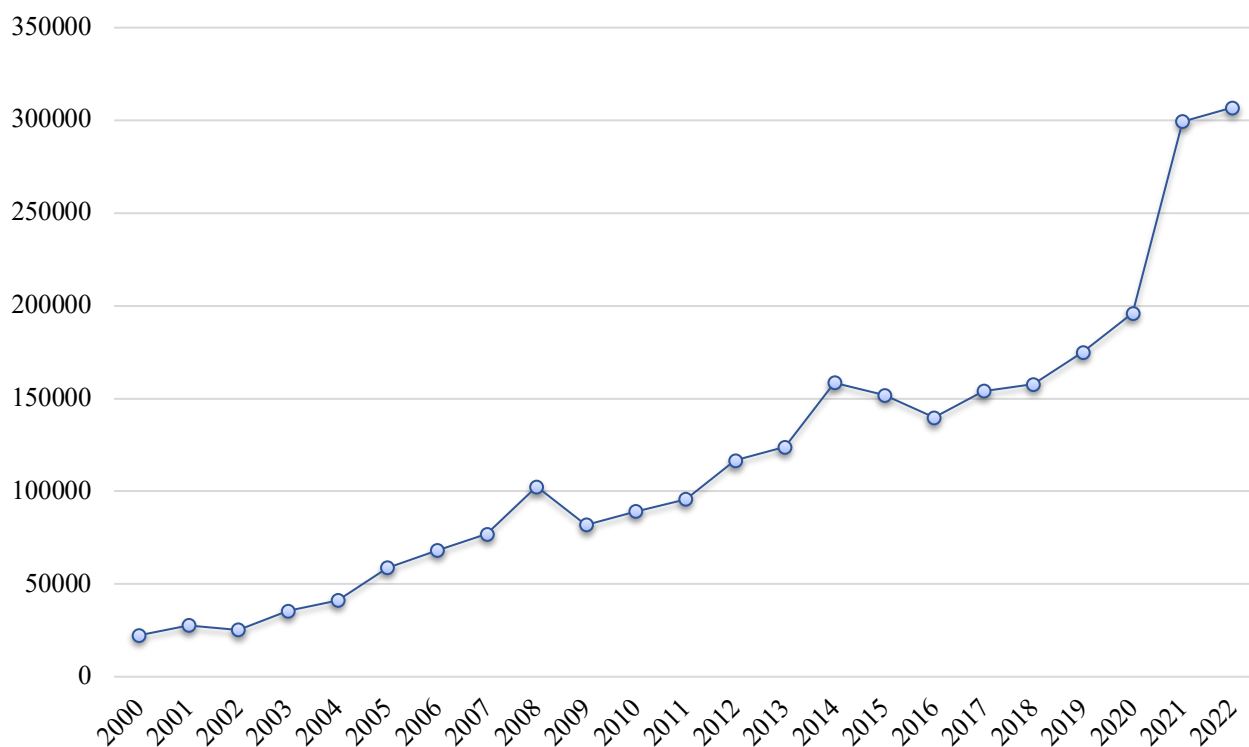


Рисунок 20 – Динамика инвестиций в основной капитал, направленных на охрану окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов в Российской Федерации (миллионов рублей, в фактически действовавших ценах). Составлено автором по данным Росстата [134]

Во-первых, из графика, представленного на рисунке 20, следует, что инвестиции в основной капитал, направленных на охрану окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов, существенно увеличились за последние 20 лет: с 22339 до 306887 млн рублей, что может свидетельствовать о поступательно возрастающей потребности предприятий снижать негативное влияние на окружающую среду с ростом масштабов деятельности.

Во-вторых, в ходе исследования были изучены годовые отчеты и отчеты об устойчивом развитии компаний-лидеров рейтинга аналитического агентства RAEX [135]. Результаты проведенного качественного анализа также подтверждают, что вопросы экологической ответственности среди российских производственных

компаний не просто сохраняют свою актуальность, а притягивают к себе первоочередное внимание бизнеса. Обзор нефинансовой отчетности компаний свидетельствует о желании предприятий выстраивать прочные деловые связи со своими контрагентами и вести экологически ответственный бизнес, обеспечивая долгосрочное устойчивое развитие без ущерба для экосистем и общества.

2.2 Влияние надежности на экологический аспект устойчивого развития промышленных предприятий в России

Для оценки влияния составляющих надежности функционирования предприятия на устойчивое развитие предлагается провести регрессионный анализ – статистический метод, используемый для изучения зависимостей между переменными. Регрессионный анализ предлагает статистическую основу для оценки значимости различных независимых переменных при объяснении изменчивости зависимой переменной, что позволяет определить, какие переменные оказывают наиболее существенное влияние.

Для проверки гипотезы о положительном влиянии надежности предприятия на устойчивое развитие предлагается оценить влияние ряда отдельных факторов надежности функционирования предприятия на экологический аспект устойчивого развития. Выбор данного аспекта обусловлен рядом следующих причин:

- *комплексность*: индикатор экологизации производства способен отразить сразу несколько различных аспектов приверженности предприятия устойчивому развитию: эффективность использования ресурсов, сокращение выбросов и т.д.;

- *измеримость*: на данный момент количественная оценка усилий предприятий по повышению экологизации производств является наиболее полной и точной и позволяет измерить результаты, непосредственно способствующие устойчивому развитию;

- *взаимосвязь* с другими аспектами устойчивого развития: экологическая устойчивость неразрывно связана с экономической и социальной устойчивостью: уменьшая воздействие на окружающую среду, предприятия достигают экономии

затрат, повышения эффективности, снижения репутационных рисков и повышения гудвилла, что, в совокупности, способствует повышению общей устойчивости.

Таким образом, экологический аспект является базовым для изучения сложных взаимосвязей между надежностью предприятия и более широкой программой устойчивого развития.

Детерминанты эффективности зеленых практик на промышленных предприятиях. Для выявления специфических факторов эффективности внедрения зеленой экономики на промышленных предприятиях был проведен регрессионный анализ. В качестве источника данных для анализа была выбрана база данных Всемирного банка, где собрана статистика на основе опроса российских предприятий в 2019 году. Задача исследования состоит в определении влияния надежности функционирования на экологический аспект устойчивого развития промышленных компаний. Описательные статистики по выбранным данным приведены в Приложении Б. Одновыборочный критерий Колмогорова-Смирнова показал, что распределение факторов и переменных внутри них близко к нормальному, вследствие чего целесообразно использование параметрических критериев и метода наименьших квадратов (МНК) в регрессионном анализе. Для оценки влияния отдельных факторов на экологический аспект устойчивого развития был использован метод постепенного ввода переменных в уравнение регрессии (таблицы 8.1, 8.2).

Для оценки уровня экологического развития предприятий был рассчитан интегральный показатель применения зеленых практик на предприятиях GREEN_Index, состоящий из 21 критерия, отражающих степень соответствия бизнес-процессов предприятия принципам зеленой экономики (таблица 7).

Таблица 7 – Показатели, входящие в индекс экологизации предприятия. Составлено автором в соответствии с базой данных Всемирного банка [119]

Переменная	Описание переменной	Значения переменной
AW_Str_obj	В стратегических целях упоминаются проблемы окружающей среды или изменения климата?	0 – нет 1 – да
AW_Manager	Отвечает ли менеджер за экологические или климатические вопросы?	

Переменная	Описание переменной	Значения переменной
AW_Custom	Клиенты требуют сертификации или соблюдения некоторых экологических стандартов?	
FIN_Loss_pol	Испытывало ли предприятие денежные убытки от загрязнения?	
TAR_Ener_Mon_Cons	Контролировало ли предприятие последние 3 года потребление энергии?	
AW_CO2_impact	Осуществлялись ли предприятием выбросы CO2 за последние 3 года?	
AW_CO2_Chain	Последние 3 года предприятие отслеживает выбросы CO2 по всей цепочке поставок?	
TAR_Ener_Targ_Cons	Были ли у этого предприятия плановые показатели по энергопотреблению за последние 3 года?	
TAR_CO2_Emiss	Были ли у этого предприятия плановые показатели по выбросам CO2 за последние 3 года?	
INN_Heat	За последние 3 года предприятие внедряло усовершенствования в области отопления и охлаждения?	
ALT_Climate	За последние 3 года предприятие внедряло более экологически безопасное производство энергии?	
MP_Energ	За последние 3 года предприятие внедряло практики управления энергопотреблением?	
MP_Waste	За последние 3 года внедрялись минимизация отходов, переработка и управление отходами?	
TAR_Air_Contr	За последние 3 года принимались меры по контролю за загрязнением воздуха?	
MP_Water	За последние 3 года предприятие внедряло практики управления водными ресурсами?	
INN_Light	За последние 3 года принимались меры по улучшению систем освещения?	
TAR_Other_Contr	За последние 3 года принимались другие меры по борьбе с различными загрязнениями?	
INN_Energ	За последние 3 года принимались какие-либо меры по повышению энергоэффективности?	
FIN_Ener_Tax	Облагалось ли предприятие налогом или сбором на энергию?	

Переменная	Описание переменной	Значения переменной
TAR_Ener_Stand	Соблюдался ли стандарт энергоэффективности в деятельности предприятия?	
ALT_Renew	Использовалась ли энергия из собственных возобновляемых источников?	

В качестве независимых контрольных переменных были выбраны следующие показатели: географическое местоположение (Центральный федеральный округ), принадлежность компании производственному сектору и размер предприятия. Также были выбраны показатели, которые в той или иной степени отражают надежность по следующим выделенным ранее составляющим: надежность оборудования, финансовую, надежность трудовых ресурсов.

В таблице 8.1 представлены результаты анализа влияния надежности функционирования на эффективность зеленых практик на российских промышленных предприятиях.

Таблица 8.1 – Результаты регрессионного анализа МНК. Зависимая переменная – GREEN_Index Индекс экологизации предприятия. *Расчеты автора по данным Всемирного банка [119]*

Независимые переменные	Только контрольные		Надежность оборудования		Финансовая надежность		Надежность трудовых ресурсов	
	B	t	B	t	B	t	B	t
Константа	2,215	14,14 ***	1,426	10,21 ***	1,162	8,25 ***	- 5,298	-4,93
SECTOR_Manuf Компания производственного сектора	1,250	5,96 ***	0,743	4,09 ***	0,686	3,85 ***	-	-
SIZE_large Крупные предприятия	2,613	11,49 ***	1,820	9,14 ***	1,544	7,80 ***	0,444	1,64*
REG_Central Центральный федеральный округ	2,365	9,59 ***	0,876	3,92 ***	0,733	3,34 ***	1,127	5,31 ***
FIX_ASS_UPGRADE За последние три года проводилась ли на этом предприятии модернизация машин и оборудования?	-	-	4,248	21,53 ***	4,203	21,76 ***	3,592	17,75 ***
O_DRAFT В настоящее время есть ли у предприятия возможность овердрафта?	-	-	-	-	1,542	7,76 ***	0,990	4,70 ***
FORM_TRAIN Имело ли предприятие в течение финансового года офиц. программы обучения для	-	-	-	-	-	-	1,898	7,36 ***

Независимые переменные	Только контрольные		Надежность оборудования		Финансовая надежность		Надежность трудовых ресурсов	
	В	t	В	t	В	t	В	t
постоянных сотрудников, работающих полный день?								
LAB_COST Общая годовая стоимость рабочей силы, включая з/п, оклады, премии, выплаты по соц. страхованию, натуральный логарифм рублей	-	-	-	-	-	-	0,403	5,84***
R ² , %	18,6		39,7		42,4		49,9	
R ² скорректированный, %	18,4		39,6		42,2		49,5	
Изменение R ²	-		21,1		2,7		7,5	
F-статистика	100,175		217,356		193,749		151,434	
Статистика Дарбина-Уотсона	1,783		1,758		1,784		1,831	
Число наблюдений	1323		1323		1323		1074	

Примечание: результаты расчетов автора с использованием IBM SPSS Statistics по данным Всемирного банка

*** - уровень значимости менее 1%

** - уровень значимости менее 5%

* - уровень значимости менее 10%

Рассчитанный критерий Стьюдента (t-статистика) показал, что практически все коэффициенты значимы на указанных уровнях значимости 1%, 5% или 10%. Модели, представленные в таблице 8.1, считаются приемлемыми, учитывая значения R-квадрата и ограничения исследования. Анализ изменения коэффициента детерминации позволяет оценить качество моделей. Диапазон изменения R-квадрата от 7,5 до 21,1 свидетельствует о существенном увеличении процента дисперсии, объясняемой моделью, по мере включения дополнительных переменных – то есть каждая новая переменная, преимущественно показатель, характеризующий модернизацию оборудования, повышает прогностическую способность модели или способность объяснять изменения в зависимой переменной. Можно сделать вывод о том, что вклад каждой из рассмотренных переменных является значительным для проверки выдвинутой гипотезы.

F-статистика позволяет проверить общую значимость регрессионной модели – полученные значения F-статистики умеренно высоки, что позволяет определить модели как статистически значимые для объяснения индекса экологизации на уровне 1%. Статистика Дарбин-Уотсона позволяет проверить наличие

автокорреляции в регрессионных моделях – значения, близкие к 2, указывают на отсутствие значительной автокорреляции.

Результаты регрессионного анализа дают возможность получить представление о факторах, влияющих на индекс экологизации производства. Как следует из таблицы 8.1, каждая из независимых переменных связана с конкретной составляющей надежности предприятия.

Надежность оборудования отражена через показатель модернизации машин и оборудования – существенный положительный коэффициент указывает на то, что надежность оборудования является важным фактором экологизации производства. Инвестируя в оборудование, предприятия не только повышают эффективность деятельности, но и стремятся внедрять более экологически чистые и устойчивые технологии. Более того, современные технологии обуславливают энергоэффективность и экологичность машин и оборудования.

Предприятия, обладающие большей *финансовой надежностью*, имеют возможность для инвестирования в устойчивые и экологически чистые методы производства, что может включать в себя финансирование экологически чистых инициатив, внедрение более экологичных технологий и обеспечение соблюдения экологических норм.

Надежность трудовых ресурсов также положительно влияет на уровень экологизации производства: квалификация сотрудников, готовность руководства инвестировать в развитие зеленых компетенций работников, а также общие затраты на рабочую силу повышают индекс экологизации предприятий. Так, например, инвестирование в обучение сотрудников способствует повышению осведомленности об устойчивых практиках и экологической ответственности.

Таким образом, на индекс экологизации производства влияют несколько факторов, связанных с различными составляющими надежности предприятия. Модернизация машин и оборудования, финансовая надежность, наличие хорошо обученных сотрудников с более высокими затратами на рабочую силу способствуют более высокому индексу экологизации. Предприятия, которые отдают приоритет модернизации оборудования, поддерживают финансовую

стабильность и инвестируют в обучение и развитие сотрудников, с большей вероятностью применяют экологические методы и достигают более высокого уровня устойчивости в долгосрочной перспективе. Полученные результаты доказывают значение надежности в формировании экологически ответственного и устойчивого производственного сектора, следовательно, надежность предприятия является фундаментальным компонентом достижения целей устойчивого развития. Надежные предприятия с большей вероятностью могут противостоять вызовам и неопределенности, сохраняя при этом свою приверженность экологически ответственной практике.

По сути, полученные результаты подчеркивают взаимосвязь между надежностью предприятий и устойчивой трансформацией. Надежные предприятия более способны к устойчивым изменениям, последовательно внедряя экологически безопасные методы. Это не только приносит пользу окружающей среде, но и согласуется с более широкими целями устойчивого развития, которые направлены на гармонизацию экономического роста с защитой окружающей среды и социальным благополучием. Повышая надежность с точки зрения оборудования, финансов и трудовых ресурсов, предприятия играют ключевую роль в продвижении глобальной повестки устойчивой трансформации.

При интерпретации полученных в ходе регрессионного анализа результатов нельзя не сказать о *синергетическом эффекте* между исследуемыми явлениями: безусловно, высокий уровень надежности предприятия обеспечивает не только его стабильное и непрерывное функционирование, выживаемость в изменчивой внешней среде, но и способствует развитию устойчивых практик, *приближая предприятие к достижению ЦУР в долгосрочной перспективе*. В то же время, как было проанализировано в предыдущем параграфе, приверженность принципам устойчивого развития способствует повышению гудвилла и снижению репутационных рисков, что, в свою очередь, повышает способность предприятий выполнять взятые на себя обязательства и достигать целей, то есть *повышает надежность функционирования в долгосрочной перспективе*.

Также была проведена оценка влияния других рассмотренных в теоретической части работы факторов – инновационной активности, бережливого производства и шорт-термизма – на эффективность зеленых практик (таблица 8.2).

Таблица 8.2 – Результаты регрессионного анализа МНК. Зависимая переменная – GREEN_Index Индекс экологизации предприятия. Расчеты автора по данным Всемирного банка [119]

Независимые переменные	Инновационная активность		Бережливые практики		Шорт-термизм	
	B	t	B	t	B	t
Константа	-5,285	-4,97***	-5,681	-3,14***	-4,496	-2,17**
SECTOR_Manuf Компания производственного сектора	0,349	1,93*	0,525	2,11**	-	-
SIZE_large Крупные предприятия	0,531	1,98**	-	-	-	-
REG_Central Центральный федеральный округ	1,086	5,16***	1,764	6,10***	1,736	5,45***
FIX_ASS_UPGRADE За последние три года проводилась ли на этом предприятии модернизация машин и оборудования?	3,476	17,23***	3,650	13,14***	3,329	10,79***
O_DRAFT В настоящее время есть ли у предприятия возможность овердрафта?	0,914	4,37***	0,987	3,58***	0,825	2,69***
FORM_TRAIN Имело ли предприятие в течение финансового года офиц. программы обучения для постоянных сотрудников, работающих полный день?	1,708	6,61***	2,001	5,99***	1,745	4,82***
LAB_COST Общая годовая стоимость рабочей силы, включая з/п, оклады, премии, выплаты по соц. страхованию, натуральный логарифм рублей	0,395	5,78***	0,342	3,12***	0,363	2,99***
INNOV Уровень инновационной активности	0,878	4,77***	1,204	4,62***	1,290	4,65***
LEAN_PRACT Бережливые практики	-	-	0,261	2,43**	-	-
SHORT_TERM_TARG Фокус на краткосрочных целях	-	-	-	-	-1,342	-4,64***
R ² , %	50,9		53,2		52,6	
R ² скорректированный, %	50,5		52,5		51,7	
Изменение R ²	1,0		2,3		-0,6	
F-статистика	138,063		78,526		55,383	
Статистика Дарбина-Уотсона	1,829		1,948		1,886	
Число наблюдений	1074		632		510	

Примечание: результаты расчетов автора с использованием IBM SPSS Statistics по данным Всемирного банка

*** - уровень значимости менее 1%

** - уровень значимости менее 5%

* - уровень значимости менее 10%

Положительное значение коэффициента указывает на то, что более высокий уровень инновационной активности связан с более высоким индексом экологизации. Полученные значения указывают на то, что предприятия, в приоритете которых инновации и передовые практики, как правило, развивают более экологичные производственные процессы. Бережливые практики также положительно влияют на экологический аспект устойчивого развития, но незначительно. Практики бережливого производства направлены на сокращение потерь и повышение операционной эффективности, что приводит к снижению потребления ресурсов и, следовательно, позволяет уменьшить воздействие на окружающую среду. В то же время, коэффициент при фокусировании на краткосрочных целях имеет отрицательное значение – это объясняется тем, что предприятия, отдающие предпочтение краткосрочным выгодам, а не долгосрочной устойчивости, менее привержены зеленым инициативам, что подтверждает рассмотренные в теоретическом обзоре гипотезы.

Таким образом, анализ показывает, что акцент на инновациях и внедрение бережливых практик положительно влияют на индекс экологизации производства. И наоборот, сильная ориентация на краткосрочные цели оказывает негативное влияние на показатель. Полученные результаты подчеркивают важность долгосрочной устойчивости и инноваций в продвижении экологически чистых производственных процессов. Усиление надежности предприятий является базисным условием для достижения данной цели – обеспечивая способность к операционной устойчивости, выполнению обязательств и достижению целей, предприятие закладывает фундамент для получения результатов в долгосрочной перспективе и получает возможность в большей степени концентрироваться на стратегических проблемах, в том числе – устойчивом развитии.

2.3 Исследование опыта применения устойчивых и неявных надежных практик на российских промышленных предприятиях. Барьеры и противоречия в условиях нестабильной внешней среды

В целях выявления устойчивых и неявных надежных практик, используемых на российских промышленных предприятиях в рамках как достижения устойчивого роста, так и преодоления возникающих в период фрагментации экономики проблем, предлагается рассмотреть примеры успешного внедрения конкретных практик с применением метода кейс-стади – комплексным исследовательским подходом, используемым для углубленного изучения конкретных случаев, явлений или объектов. Данный качественный анализ фокусируется на изучении реальных ситуаций, контекстов или людей и является эффективным инструментом для глубокого понимания сложных и многоаспектных явлений. Кейс-стади позволяет дополнить количественные методы исследования, обеспечивая полноту результатов через их глубокое, качественное и контекстуально обоснованное изучение.

В рамках реализации метода были сформулированы следующие исследовательские вопросы:

Какие устойчивые и надежные практики реализуются на промышленных предприятиях в условиях непрерывной устойчивой трансформации и под влиянием фрагментации экономики?

Какие барьеры и противоречия возникают при внедрении устойчивых и надежных практик?

Для проведения кейс-стади были выбраны три предприятия металлургической отрасли, принадлежащие разным холдингам черной металлургии. В качестве источников информации была использована отчетность предприятий, а также данные СМИ.

Кейс ПАО «Северсталь»

Череповецкий металлургический комбинат

ПАО «Северсталь» является вертикально интегрированной сталелитейной и горнодобывающей компанией, в состав которой входит Череповецкий металлургический комбинат – второй по величине сталелитейный комбинат России.

На Череповецком металлургическом комбинате (ЧерМК), дочернем предприятии «Северстали», реализуется программа модернизации оборудования в машиностроительном центре «ССМ-Тяжмаш», которая предполагает установку современного оборудования в различных цехах. Целью программы является повышение эффективности производства и безопасности ремонта, особенно в условиях санкционного давления – новое оборудование обеспечивает высокую точность и скорость, а цифровые помощники способствуют автоматизации и удобству токарей. Важно отметить, что инициатива повышает качество операций, поддерживая проекты импортозамещения. Модернизация также способствует развитию рабочих профессий, предоставляя сотрудникам доступ к передовым и удобным технологиям.

Также на территории Череповецкого металлургического комбината открыто инновационное образовательное пространство «Инжинириум» – учебный центр для действующих сотрудников и место для реализации профориентационных и образовательных мероприятий для студентов. Концепция пространства включает в себя учебные программы виртуальной реальности (VR), позволяющие студентам получать практический опыт в различных областях обучения, таких как работа на станах горячей прокатки и управление кранами. Условия пространства имитируют реальную мастерскую, обеспечивая практическое обучение и точность освоения операций.

В сфере экологической устойчивости «Северсталь» завершила строительство аспирационных систем в агломерационном цехе № 3, позволяющих снижать выбросы в атмосферу и улучшать качество воздуха на рабочих местах. В проект было вложено около 30 миллионов рублей и решены вопросы качества воздуха при перегрузке шихты в пневмотранспорт. Две новые аспирационные установки, оснащенные рукавными фильтрами, эффективно очищают запыленный воздух, а собранную пыль возвращают в производственный процесс. Результат – снижение уровня запыленности

на рабочих местах персонала на 99% при обеспечении соответствия технологическим стандартам.

«Северсталь» также активно участвует в Центре компетенции системы менеджмента качества Госкорпорации Ростех АО «РТ-Техприемка», который проводит оценку качества продукции. Сотрудничество позволяет «Северстали» поставлять металлопрокат предприятиям Корпорации Ростех и другим клиентам, желающим пройти сертификацию у независимых экспертов. Партнерство с «РТ-Техприемка» гарантирует соответствие продукции череповецкой промышленной площадки «Северстали» и «Северсталь-Метиз» высоким стандартам качества. Независимые эксперты контролируют технологический процесс на всех этапах производства, участвуют в сертификационных испытаниях, подтверждают соответствие металлопроката требованиям потребителей. Данный подход особенно ценен в отраслях с жесткими требованиями безопасности, включая авиацию, космос, атомную промышленность, машиностроение, нефтехимию и продукцию двойного назначения [146].

В кейсе можно выделить *развитие трех аспектов устойчивого развития*:

- экономический: программа модернизации оборудования на ЧерМК повышает эффективность и качество производства, способствуя экономической устойчивости за счет повышения конкурентоспособности компании;
- социальный: создание «Инжиниринга» способствует обучению потенциальных сотрудников и развитию компетенций у действующих – данная инициатива способствует социальной устойчивости путем инвестирования в человеческий капитал;
- экологическая устойчивость: установка аспирационных систем в агломерационном цехе снижает выбросы в воздух, обеспечивая лучшее качество воздуха и снижая воздействие на окружающую среду. Этот проект соответствует целям экологической устойчивости и стандартам наилучших доступных технологий.

Яковлевский ГОК

«Северсталь» инициировала цифровые проекты, направленные на повышение уровня охраны труда и промышленной безопасности на Яковлевском ГОКе – проекты охватывают несколько ключевых аспектов устойчивого развития:

Во-первых, компания внедряет инновационные технологии, такие как фары, оснащенные видеокамерами и возможностью записи, а также систему машинного зрения в камерах хранения материалов на руднике. Система повышает безопасность, определяя сотрудников в опасной зоне и контролируя выполнение работ под разными углами. При необходимости диспетчер может предупредить сотрудников с помощью налобного фонаря. Проведены пилотные испытания светильников со встроенными видеокамерами с целью выявления нарушений и отклонений в рабочих процессах.

Во-вторых, осуществляются инвестиции в оборудование для удаления трещин в шахте – оснащение камерами, которые записывают и передают данные, что позволяет идентифицировать небезопасные действия сотрудников и создавать базу данных для анализа. Данный подход способствует принятию упреждающих мер безопасности.

В-третьих, реализуются инициативы по обеспечению безопасности на транспорте: на автобусах и самосвалах установлена система мониторинга состояния водителей, направленная на снижение утомляемости и небезопасного поведения при вождении. Специальные датчики на самосвалах ограничивают движение при поднятом кузове.

Реализация рассмотренных мероприятий обеспечило снижение показателя частоты травматизма с потерей трудоспособности (LTIFR) на Яковлевском ГОКе до 1,66 в 2023 году (с 4,48 по сравнению с 2022 годом). Примечательно, что с начала года смертельных или серьезных травм не зафиксировано.

Цифровые проекты «Северстали» на Яковлевском ГОКе демонстрируют *приверженность развитию культуры безопасности и внедрению передовых технологий*. Существенное сокращение LTIFR и отсутствие смертельных или

серьезных травм в 2023 году подчеркивают эффективность текущих мероприятий в рамках устойчивой трансформации.

Кейс ПАО «Магнитогорский металлургический комбинат»

Системы управления техническим обслуживанием и ремонтом (ТОиР) значительно изменились с появлением цифровых инноваций. Технологические достижения оптимизируют планирование и выполнение ремонта, эффективно устраняя избыточные процедуры и повышая эффективность. Используя расширенные инструменты мониторинга, диагностики и прогнозирования, эти системы предлагают ключевым заинтересованным сторонам надежную платформу для автоматизации программ ремонта. Следовательно, они сокращают затраты на техническое обслуживание и ремонт, повышают безопасность и доступность оборудования, а также повышают общую производительность труда.

Например, приложение *«Мобильный ТОиР»*, созданное на базе Oracle EAM, обеспечивает прозрачность деятельности групп обслуживания и ремонта. Это приложение упрощает распределение задач, отслеживает выполнение задач, регистрирует выявленные дефекты и записывает параметры состояния оборудования. Использование меток радиочастотной идентификации (RFID) позволяет точно контролировать операции вблизи оборудования, а фотографическое документирование повышает качество работы и повышает производственную дисциплину.

Еще одним заметным достижением является *автоматизированная информационная система*, предназначенная для комплексного моделирования и оптимизации программ ремонта оборудования. Данная система, интегрированная в известную платформу энергоменеджмента ММК (признанную ЮНИДО лучшей в мире в 2017 и 2019 гг.), была опробована на семинарах Управления главного энергетика. Внедренный на трех электростанциях – Центральной электростанции, Тепловой электростанции и ПВЭС – он использует бизнес-решения IBM для обеспечения надежной функциональности. Команда проекта провела комплексный аудит процессов управления техническим обслуживанием и ремонтами на УГЭ и электростанциях. Впоследствии появилась гибкая платформа, упрощающая ввод,

хранение данных и создание оптимизированных программ ремонта, адаптированных к требованиям электростанций. Данное решение дает возможность выбора наиболее эффективных мер по ремонту, помогая в финансовом планировании для их бесперебойной реализации.

Инициатива «Умный склад»: ММК возглавляет инициативу «Умный склад», используя комплекс передовых цифровых технологий. К ним относятся технологии локального геопозиционирования для отслеживания техники (краны, передаточные тележки и т. д.), радиочастотная идентификация (RFID), машинное зрение и искусственный интеллект. Такие технологии в совокупности решают важные задачи, такие как идентификация объектов, отслеживание продукции, оценка качества и сертификация, тем самым повышая технологическую дисциплину и оптимизируя затраты на логистику.

Использование инструментов математического моделирования. Еще одним важным аспектом инициатив ММК являются проекты по математическому моделированию, многие из которых были успешно реализованы и принесли существенный результат. Мероприятия по внедрению моделирования охватывают несколько областей: оптимизацию цепочек поставок сырья, совершенствование процесса доменной печи, организацию точного планирования поставок готовой продукции и управление выбросами. Кроме того, ММК активно изучает возможности применения цифровых технологий в сфере управления персоналом, охраны труда и охраны окружающей среды в соответствии со своими целями устойчивого развития [149].

Рассмотренные в рамках данного кейса примеры внедрения различных решений содержат в себе примеры *неявных надежных практик* – прослеживается стремление предприятий обеспечить гибкость производства, регулярное и своевременное проведение ремонтных работ с минимальными затратами, повсеместная автоматизация бизнес-процессов и др.

Полученные по результатам проведенного кейс-стади результаты позволили в полной мере раскрыть содержание первого исследовательского вопроса, однако приведенных данных оказалось недостаточно для проведения комплексного

анализа надежных практик, а также барьеров для их применения, в связи с чем были использованы дополнительные инструменты исследования – опросы работников предприятий.

Ключевые барьеры и драйверы обеспечения надежности функционирования предприятия. На основании полученных данных из кейс-стади и с помощью проведенного среди предприятий Свердловской области опроса (Приложения В, Г) также была исследована природа ключевых проблем, с которыми столкнулись промышленные предприятия в 2022 году под влиянием фрагментации экономики. Ключевые проблемы, с которыми столкнулись компании в результате геополитической нестабильности, представлены на рисунке 21. Среди них лидируют такие позиции, как нарушение цепочек поставок, прекращение доступа к зарубежным рынкам и дефицит кадров, что можно объяснить, в первую очередь, усилением санкционного давления и оттоком квалифицированных кадров. Утверждения, отмеченные респондентами, соответствуют тезисам, рассмотренными в теоретической части исследования касательно процессов фрагментации экономики.

Нельзя не отметить, что большинство предприятий-респондентов так или иначе привержены принципам устойчивого развития, что способствовало более быстрой переориентации бизнеса – по результатам опроса, только для 9,3% опрошенных выход на новых рынки стал существенной проблемой. Результаты объясняются тем, что социально и экологически ответственные компании более оперативно и эффективно выстраивают новые цепочки поставок ввиду высокого гудвилла и соответствия современным требованиям к бизнес-процессам. Более того, лишь 4% предприятий-респондентов отметили проблемы снижения производительности труда – это связано с активным применением бережливых и надежных практик.

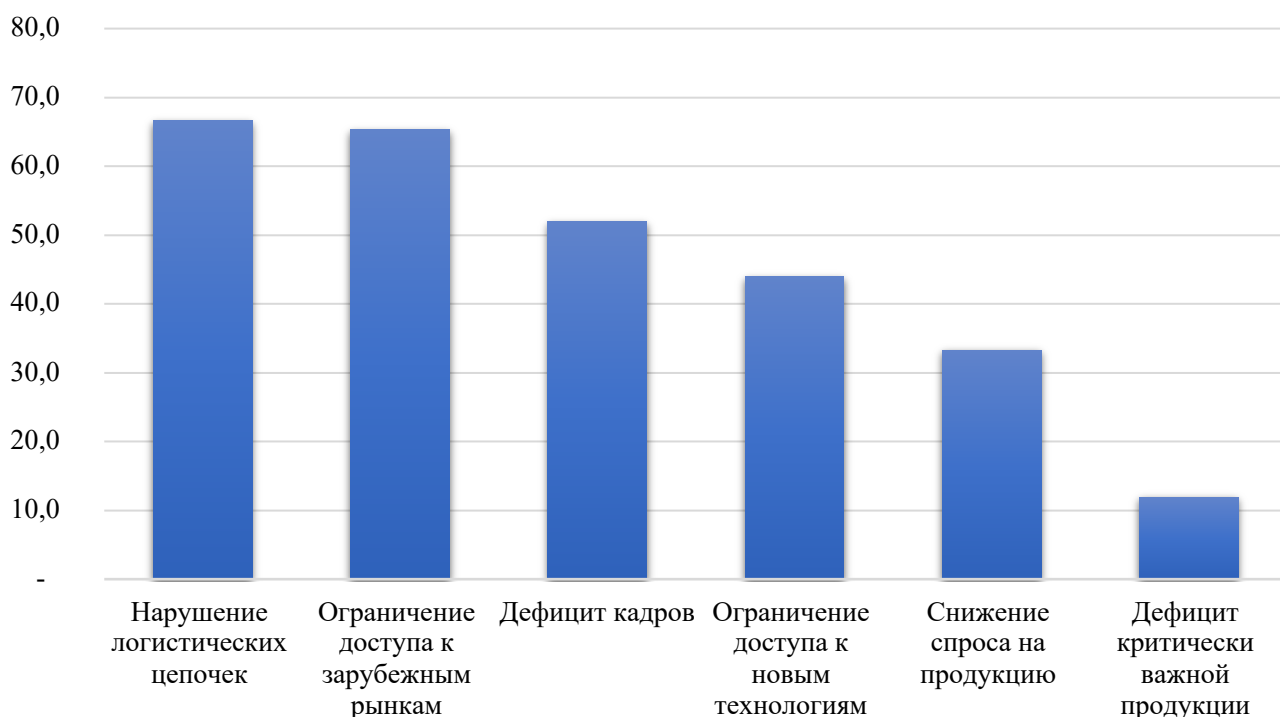


Рисунок 21 – Ключевые проблемы развития предприятий Свердловской области в 2022 году в контексте фрагментации экономики, % от общего числа респондентов
Получено автором на основании проведенного опроса

Давление, испытываемое предприятиями в период фрагментации экономики и под действием санкций, усилило актуальность вопросов, касающихся обеспечения надежности функционирования, в связи с чем было исследовано мнение сотрудников о факторах надежного функционирования, сыгравших ключевую роль в преодолении новых вызовов (Приложение В, рисунок 22).

Можно сделать вывод о том, что, по мнению, респондентов ключевую роль в общей надежности предприятия играет *надежность трудовых ресурсов* – инвестиции в человеческий капитал становятся драйвером безотказного функционирования и стабильной работы организаций.

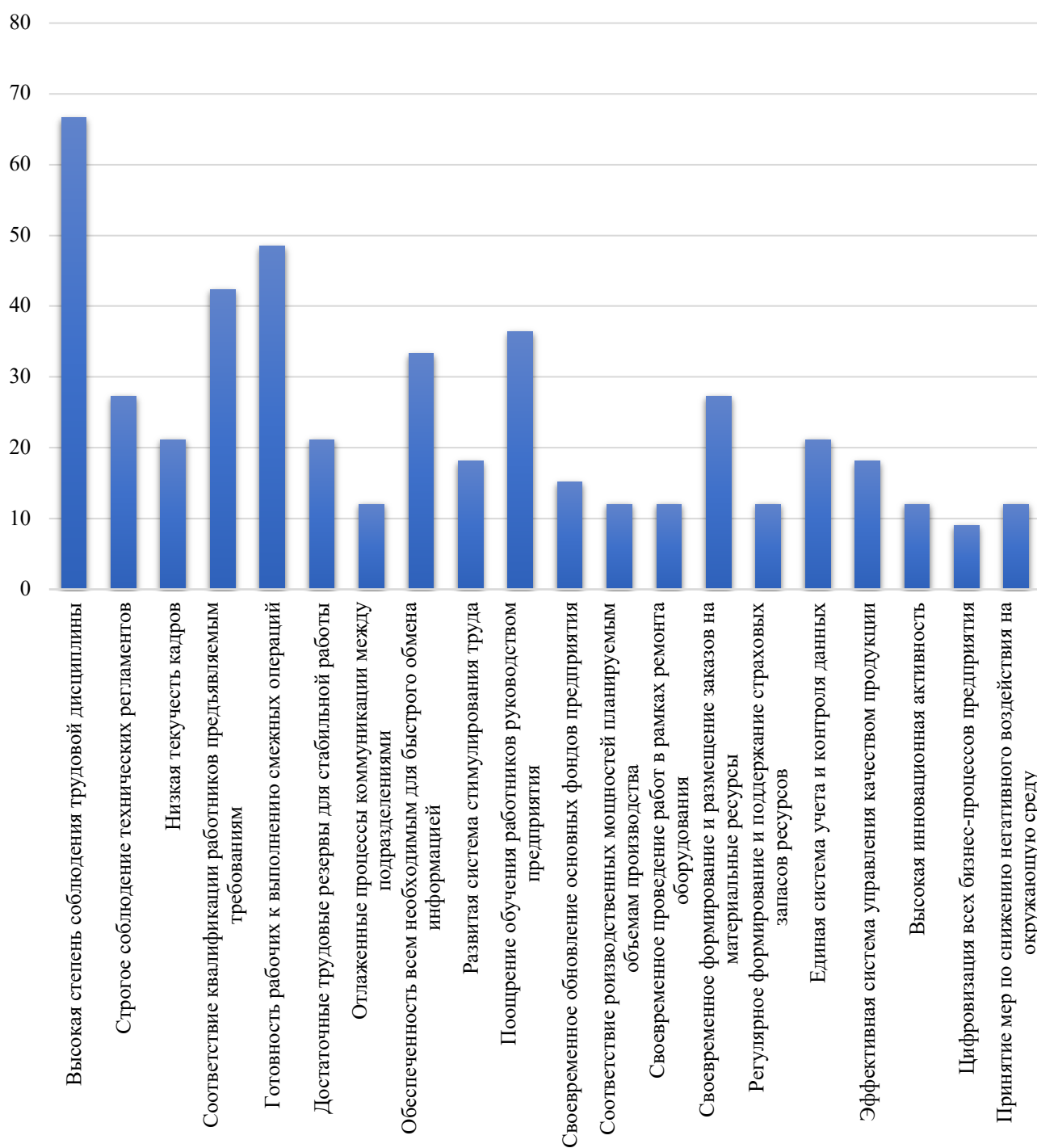


Рисунок 22 – Распределение ответов на вопрос: «Укажите, пожалуйста, что из перечисленного, по Вашему мнению, в *большой степени* помогает промышленным предприятиям справляться с новыми вызовами?», % от общего числа респондентов *Получено автором на основании проведенного опроса*

По результатам проведенного качественного анализа было также выявлено, что в период колоссальной нестабильности внешней среды и высокого уровня неопределенности российские предприятия стали активнее использовать инструменты бережливого производства, что связано со стремлением максимально

сократить издержки без значительных финансовых затрат. Однако, как показал опрос среди сотрудников промышленных предприятий (Приложение В), практики бережливого производства не всегда приносили ожидаемый результат и вступали *в противоречие* с необходимостью обеспечения высокого уровня надежности функционирования предприятия. Наблюдения респондентов выявили несколько критических проблем, возникающих при внедрении практик бережливого производства:

- снижение уровня запасов запасных частей для ремонта, незавершенного производства, готовой продукции, зачастую – критическое;
- сокращение дублирующего оборудования;
- сокращение численности персонала, в том числе рабочих, что снижает скорость реагирования на непредвиденные ситуации;
- недостаточное число специализированного персонала для решения сложных, нестандартных производственных задач.

Руководители разных уровней и подразделений, участвовавшие в опросе, оценили рост производительности труда на 36% – данная тенденция подтверждается сокращением производственного цикла в среднем на 18%, как отметили респонденты. Среди показателей и мероприятий, которые чаще всего не выполняются, менеджеры предприятий отметили следующие: производительность, показатели качества, техническое обслуживание оборудования и планы производства вспомогательного инструмента.

По итогам проведенного анализа с применением качественных методов исследования была составлена структурно-логическая модель влияния последствий формирования фрагментированной экономики на надежность функционирования предприятия (рисунок 23).



Рисунок 23 – Структурно-логическая модель влияния фрагментации экономики на надежность функционирования предприятия. Составлено автором

2.4 Влияние устойчивого развития и надежности на результативность российских промышленных предприятий

Результаты проведенного обзора научной литературы и отчетов об устойчивом развитии современных российских компаний позволили сделать вывод о том, что инструменты бережливого производства играют роль в достижении ЦУР в условиях фрагментации экономики, а сама концепция lean production может рассматриваться как дополняющая или же как часть концепции устойчивого развития. В то же время надежность является для предприятий поддерживающим механизмом в их стремлении следовать принципам устойчивого развития, в то же время, как показали результаты эмпирических исследований (данные нефинансовой отчетности и опросы сотрудников промышленных предприятий Свердловской области, представленные в параграфе 2.3 настоящей работы), процессы обеспечения надежного функционирования предприятия и развития его производственной системы с помощью элементов концепции бережливого производства могут вступать в противоречие. При этом доказано положительное влияние проявлений надежности на экологический аспект устойчивого развития, что было представлено в параграфе 2.2.

Однако отсутствует ясность влияния практик вышеперечисленных концепций на результаты деятельности российских промышленных предприятий в новых условиях – в период фрагментации экономики. Данный вопрос недостаточно изучен в настоящее время ввиду малого количества исследования в области беспрецедентного нарушения цепочек поставок, санкционного давления и иных атрибутов нового для современной экономической парадигмы понятия – фрагментированной экономики. В связи с этим возникла необходимость в исследовании влияния устойчивого развития и надежности на результативность промышленных предприятий. По результатам контент-анализа источников и собственных исследований автора были выдвинуты следующие гипотезы:

Н 1.1. В рамках концепции устойчивого развития можно выделить внутренне непротиворечивый и согласованный набор практик экологического менеджмента, который может быть однозначно идентифицирован внутренними стейкхолдерами.

Н 1.2. Зеленые практики, являющиеся целостной и последовательной конструкцией устойчивого развития, существенно и положительно влияют на операционную результативность промышленного предприятия.

Н 2.1. В рамках концепции устойчивого развития можно выделить внутренне непротиворечивый и согласованный набор практик бережливого производства, который может быть однозначно идентифицирован внутренними стейкхолдерами.

Н 2.2. Бережливые практики существенно и положительно влияют на операционную результативность промышленного предприятия.

Н 3.1. В рамках достижения целей устойчивого развития можно выделить внутренне непротиворечивый и согласованный набор практик обеспечения надежности функционирования предприятия, который может быть однозначно идентифицирован внутренними стейкхолдерами.

Н 3.2. Практики обеспечения надежности функционирования предприятия существенно и положительно влияют на операционную результативность промышленного предприятия.

В целях проверки сформулированных гипотез была составлена структурированная анкета, приведенная в Приложении Г, и был предложен комплексный подход к интерпретации данных опросника, предполагающий сочетание факторного и регрессионного анализа.

Анкета состоит из трех разделов, посвященных изучению восприятия сотрудниками конкретных изменений в деятельности предприятий, которые касаются каждой из рассмотренных ранее концепций, так или иначе связанных с идеей устойчивого развития и играющих роль в период фрагментации экономики: надежность функционирования предприятия, зеленая экономика, бережливое производство. Анкета включает в себя три типа закрытых вопросов: с одним вариантом ответа, с множественным выбором ответов и вопросы, ответы на которые представлены в виде утверждений и оцениваются по шкале Лайкерта от 1

до 7. Предложенный подход на основе разработанной автором анкеты был апробирован весной 2023 года и дал возможность провести ретроспективный анализ результатов работы компаний-респондентов в турбулентном для российской экономики 2022 году.

Опрос проводился в электронном виде с использованием онлайн-инструмента Google Forms. Приглашения к участию были направлены респондентам по электронной почте после их предварительного согласия. Для пяти предприятий-респондентов анкеты были собраны на их внутренних платформах для проведения опросов, так как протоколы безопасности, действующие во многих крупных компаниях, ограничивают доступ сотрудников к внешним ссылкам. Полученные по результатам анкетирования данные были объединены в общую базу. В целях обеспечения высокого качества сбора данных все вопросы анкеты носили обязательный характер, а участники были проинформированы об анонимности опроса для снижения эффекта социальной желательности. В фокусную группу вошли работники металлургических и машиностроительных предприятий Свердловской области. Выборка составила в общей сложности 453 человека из 26 предприятий, в результате было получено 231 заполненная анкета (норма отклика 51%).

В рамках исследования был проведен сканирующий анализ выборки для проверки наличия монотонных ответов и аномальных паттернов. Затем были изучены описательные статистики по каждому из наблюдений. По результатам анализа полученных данных, шесть анкет с подозрительными ответами были исключены – таким образом, окончательная выборка составила 225 респондентов. На рисунке 24 показано распределение респондентов в разрезе занимаемых должностей исходя из финальной выборки ответов.

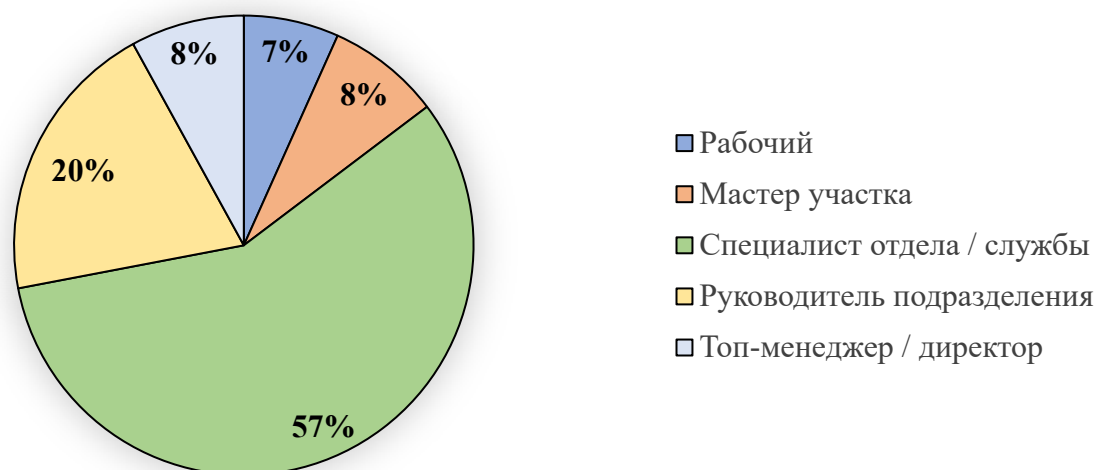


Рисунок 24 – Структура респондентов в разрезе занимаемых должностей, % от общего числа респондентов.

Получено автором на основании проведенного опроса

Среди респондентов существенную часть составили опытные специалисты, причем треть имеет более чем десятилетний опыт работы, что благоприятно влияет на объективность собранных данных. Распределение по половому признаку указывает на уровень участия 54,7% и 45,3% мужчин и женщин соответственно. Возрастная структура опрошенных демонстрирует сбалансированное распределение: примерно треть респондентов попадают в каждую из выделенных возрастных групп: от 18 до 30, от 31 до 45 и от 46 лет и старше.

В ходе исследования осуществлялась проверка двух типов гипотез. Первый тип относится к определению однозначных и внутренне непротиворечивых теоретических конструктов, связанных с различными практиками, так или иначе способствующими устойчивому развитию предприятий, а именно:

- практикам обеспечения надежности функционирования предприятия;
- практикам экологического менеджмента;
- практикам совершенствования производственной системы.

Для проверки первого типа гипотез используется факторный анализ, с помощью которого определяются теоретические конструкты методом свободного чередования факторов без фиксации переменных внутри них. В роли анализируемых переменных выступают те самые сформулированные в анкете утверждения по теме исследования. При этом значения шкалы Лайкерта

интерпретируются в зависимости от специфики вопроса: например, сотрудникам предлагается оценить, как изменились определенные характеристики предприятия за 2022 год, по шкале от 1 до 7, где 1 – существенно ухудшились, 7 – существенно улучшились, 4 – изменений не произошло или респондент затрудняется ответить. В то же время в ряде вопросов шкала Лайкерта используется для оценки степени влияния конкретных явлений на деятельность компании. Например, влияние природоохранных мероприятий на экологическую ответственность предприятий оценивается по шкале от 1 до 7, где 1 – слабое влияние, 7 – сильное влияние, 4 – нейтральное влияние или респондент затрудняется ответить. Следовательно, значение 1 по шкале Лайкерта отражает наиболее негативный аспект высказываний, а значение 7 – наиболее позитивный.

Вторая категория гипотез предполагает изучение взаимосвязей между отдельными факторами, выделенными по результатам предыдущего этапа исследования. Для проверки гипотез используется линейная регрессия, а обработка данных выполняется с помощью программы IBM SPSS Statistics.

Первый блок разработанной анкеты относится к вопросам, связанным с исследованием надежности функционирования предприятий. В первую очередь, было исследовано практическое понимание свойства надежности через его восприятие сотрудниками (рисунок 25) ввиду отсутствия единого подхода к определению понятия «надежность» в научной литературе. Полученные результаты продемонстрировали, что работники предприятий в числе первых выделяют следующие критерии надежности: выполнение обязательств перед заинтересованными лицами (сотрудниками, контрагентами), достижение тактических и стратегических целей, а также своевременную выплату платежей, что также можно отнести к выполнению обязательств. Примечательно, что только 4% респондентов отметили *безотказность* как признак надежности – это можно объяснить потребностью в раскрытии самого понятия «безотказность» для сотрудников предприятий. Таким образом, с точки зрения работников промышленных предприятий, *надежность – это, прежде всего, способность предприятия выполнять обязательства и достигать целей.*

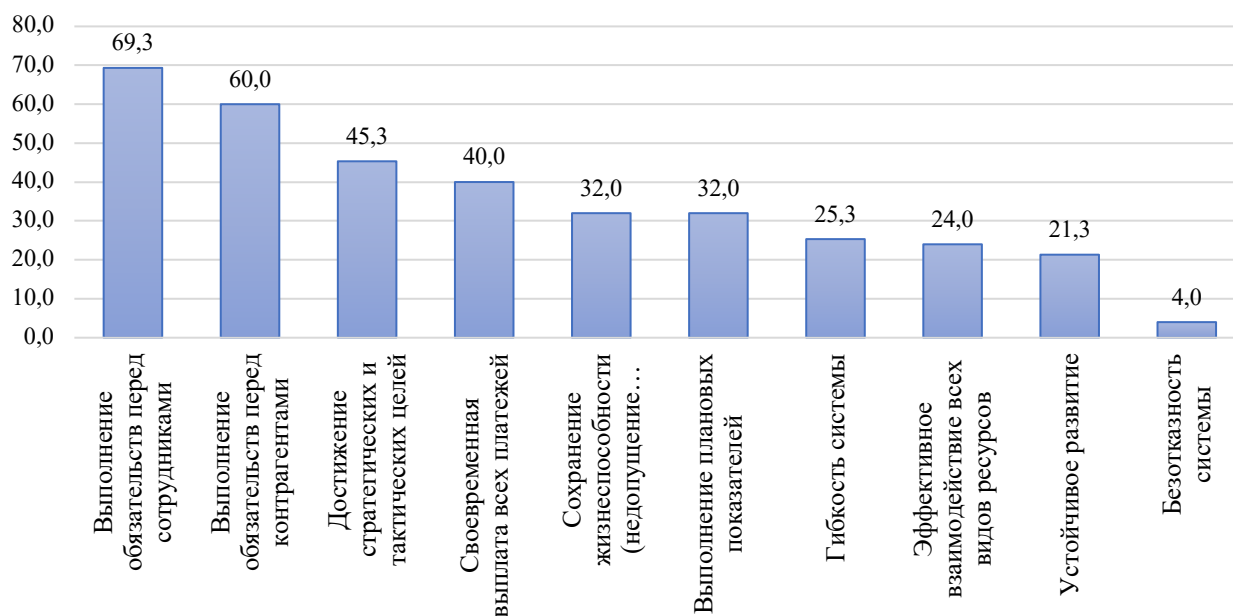


Рисунок 25 – Ключевые признаки надежности функционирования предприятия, выделенные работниками предприятий, % от общего числа респондентов.

Получено автором на основании проведенного опроса

Второй раздел структурированной анкеты содержит вопросы, связанные с экологическим аспектом устойчивого развития предприятия. Респондентам предлагалось оценить от 1 до 7 влияние мер по защите окружающей среды на экологическую ответственность компании:

- установка или замена очистных фильтров;
- сокращение отходов;
- регулярная оценка экологического следа и пр. (Приложение Г).

Третий блок анкеты посвящен вопросам, связанным с совершенствованием производственной системы за счет инструментов бережливого производства. Полученные результаты дают представление о структуре бережливых практик на промышленных предприятиях (рисунок 26). Среди наиболее активно внедряемых инструментов бережливого производства – доска решения проблем, система 5S и визуализация, что объясняется относительной легкостью внедрения перечисленных практик с минимальными затратами, а также их распространенностью в бизнес-среде. Разумная интеграция инструментов бережливого производства с практиками обеспечения надежности функционирования позволяет организациям достигать синергетических результатов – повышать производительность производства и сокращать скрытые

издержки без ущерба для бесперебойности бизнес-процессов в долгосрочной перспективе [147].

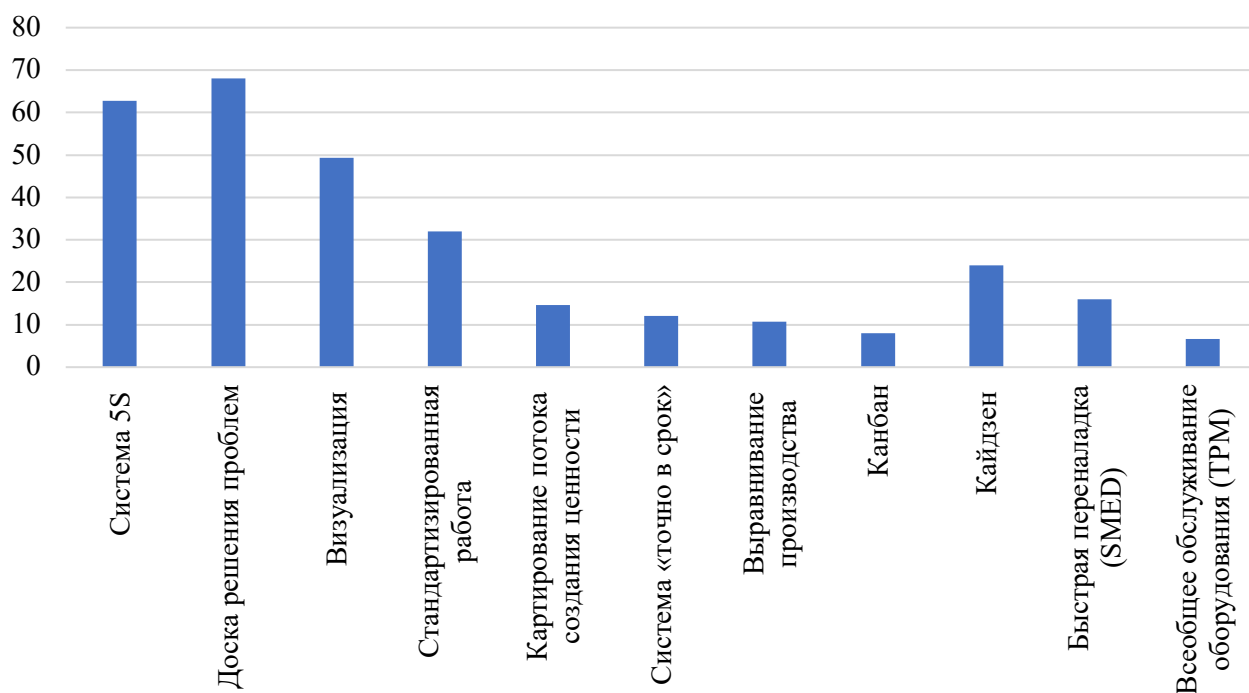


Рисунок 26 – Распределение ответов на вопрос: «Какие инструменты развития производственной системы внедрены на Вашем предприятии?», % от общего числа респондентов. Получено автором на основании проведенного опроса

Далее был проведен эксплораторный факторный анализ (таблица 9), цель которого – определение латентной внутренней структуры и объяснение исследуемых явлений и процессов через факторы. Факторные нагрузки в данном контексте представляют собой коэффициенты корреляции между исследуемыми переменными и факторами и отражают силу и направление влияния каждого показателя на фактор. В ходе исследования использовался метод главных компонент с вращением факторов варимакс – переменные были отсортированы по величине факторных нагрузок. Для проведения дальнейшего анализа были отобраны только те показатели, факторные нагрузки которых превышают 0,5. Также для каждого из сформированных факторов был рассчитан показатель альфа-Кронбаха – коэффициент, отражающий внутреннюю согласованность характеристик, описывающих объект. Полученные по результатам расчетов значения превышают пороговое значение 0,7, что оценивается как хороший результат и свидетельствует о достаточной согласованности выбранных характеристик для описания соответствующих практик [136].

Таблица 9 – Результаты факторного анализа по результатам опроса сотрудников промышленных предприятий Свердловской области. Получено автором на основании проведенного опроса

Переменная в анкете	Факторные нагрузки	Код и название фактора	Объясненная доля вариации, %	Среднее значение	СКО	Альфа Кронбаха	Среднее для фактора
Внедрение программ по энергосбережению	0,845	GREEN Зеленая экономика	39,4	4,79	1,49	0,96	4,37
Разработка стратегии устойчивого развития	0,837			4,63	1,49		
Разработка локальных экологических стандартов	0,821			4,39	1,64		
Вовлечение отходов в оборот	0,809			4,64	1,38		
Регулярная оценка экологического следа	0,797			4,51	1,49		
Уменьшение парникового эффекта	0,769			4,13	1,43		
Установка или замена очистных фильтров	0,758			4,51	1,38		
Формирование культуры экологичного образа жизни	0,753			4,36	1,63		
Использование альтернативных источников энергии	0,749			3,88	1,53		
Сокращение отходов	0,734			4,39	1,34		
Развитие «зеленых» технологий	0,719			3,84	1,57		
Создание хранилищ для отходов	0,676			4,33	1,48		
Устранение лишних операций	0,893			PERF_LEAN Результативность бережливого производства	11,0		
Устранение лишних перемещений	0,863	4,27	1,46				
Устранение «узких» мест	0,795	4,15	1,51				
Уменьшение длительности производственного цикла	0,753	4,13	1,36				
Повышение качества продукции	0,718	4,43	1,20				
Повышение интенсивности труда	0,713	4,49	1,42				
Повышение производительности труда	0,696	4,23	1,37				
Снижение доли бракованной продукции	0,686	4,33	1,36				
Увеличение энергоэффективности	0,683	4,23	1,33				
Сокращение сроков выполнения заказов	0,632	4,11	1,35				
Сокращение сроков поставки	0,627	3,68	1,39				
Повышение рентабельности продаж	0,592	4,07	1,41				
Своевременная закупка ресурсов	0,840	REL_RES Надежность ресурсов	8,8			4,00	1,45
Дублирующее оборудование	0,811			4,12	1,37		
Объем страховых запасов	0,779			4,17	1,28		
Надежность источников снабжения	0,746			4,12	1,45		

Переменная в анкете	Факторные нагрузки	Код и название фактора	Объясненная доля вариации, %	Среднее значение	СКО	Альфа Кронбаха	Среднее для фактора
Количество разрывов в производственном цикле	0,726			4,11	1,24		
Своевременное обновление основных фондов	0,721			4,28	1,46		
Резервы производственных мощностей	0,705			4,25	1,32		
Резервы трудовых ресурсов	0,674			3,91	1,44		
Объем финансовых резервов	0,636			4,12	1,28		
Развитие логистической системы	0,630			4,33	1,31		
Система учета и контроля данных	0,745	REL_OUS Надежность организационная	4,1	4,79	1,35	0,94	4,73
Уровень инновационной активности	0,674			4,73	1,38		
Гибкость организационной структуры	0,653			4,68	1,27		
Мониторинг выполнения заказов	0,623			4,87	1,25		
Соблюдение экологических нормативов	0,613			4,71	1,42		
Экологический менеджмент	0,597			4,71	1,43		
Автоматизация плановых расчетов	0,594	REL_EQUIP Надежность оборудования	3,5	4,60	1,37	0,92	4,60
Своевременный ремонт оборудования	0,678			4,55	1,41		
Своевременное обслуживание оборудования	0,677			4,61	1,38		
Соблюдение технических регламентов	0,642			4,69	1,20		
Прогрессивность оборудования	0,588	REL_LE Надежность трудовых ресурсов	3,4	4,56	1,37	0,79	5,01
Поддержка инициатив работников	0,705			5,33	1,38		
Инвестиции в обучение персонала	0,680			4,85	1,36		
Соблюдение трудовой дисциплины	0,516	PERF_OPER Операционная результативность	2,5	4,84	1,23	0,88	4,55
Увеличение числа новых клиентов	0,893			4,59	1,37		
Повышение инвестиционной привлекательности	0,725			4,41	1,47		
Рост объема выручки компании	0,703			4,59	1,48		
Компания вышла на новые рынки	0,623	ECON Экономичность	2,3	4,60	1,44	0,87	4,23
Сокращение трудовых резервов	0,763			4,08	1,28		
Сокращение складских площадей	0,737			4,09	1,26		
Сокращение запасов материальных ресурсов	0,604			4,33	1,40		
Полная загрузка производственных мощностей	0,600			4,41	1,43		

Одновыборочный критерий Колмогорова-Смирнова показал, что распределение факторов и переменных внутри них близко к нормальному, вследствие чего целесообразно использование параметрических критериев и метода наименьших квадратов (МНК) в регрессионном анализе. Следовательно, для оценки влияние выделенных факторов операционную результативность предприятий-респондентов правомерно использовать метод постепенного ввода переменных в уравнение регрессии (таблицы 10 и 11).

Таблица 10 – Результаты регрессионного анализа факторов МНК с постепенным вводом переменных по моделям. Зависимая переменная – PERF_OPER Операционная результативность. *Получено автором на основании проведенного опроса*

Независимые переменные	Модель 1		Модель 2		Модель 3	
	B	t	B	t	B	t
(Константа)	1,60**	6,71	1,08**	4,19	0,57*	1,95
PERF_LEAN Результативность бережливого производства	0,70**	12,77	0,52**	8,06	0,47**	7,10
ECON Экономичность	–	–	0,30**	4,52	0,28**	4,36
REL_RES Надежность ресурсов	–	–	–	–	0,20**	3,45
GREEN Зеленая экономика	–	–	–	–	–	–
REL_OUS Надежность организационная	–	–	–	–	–	–
REL_LE Надежность работников	–	–	–	–	–	–
R ²	0,423		0,471		0,498	
Скорректированный R ²	0,420		0,466		0,491	
Изменение R ²	–		0,05		0,02	
F-статистика	163,17**		98,91**		73,15**	
Статистика Дарбина-Уотсона	2,00					
Максимальный VIF	1,00		1,54		1,65	
Количество наблюдений	225		225		225	

**уровень значимости менее 1%

*уровень значимости менее 5%

Таблица 11 – Результаты регрессионного анализа факторов МНК с постепенным вводом переменных по моделям. Зависимая переменная – PERF_OPER Операционная результативность. *Получено автором на основании проведенного опроса*

Независимые переменные	Модель 4		Модель 5		Модель 6	
	B	t	B	t	B	t
(Константа)	0,77**	2,75	0,58*	2,07	0,95**	3,26
PERF_LEAN Результативность бережливого производства	0,56**	8,57	0,49**	7,32	0,50**	7,53
ECON Экономичность	0,32**	5,22	0,34**	5,61	0,38**	6,36
REL_RES Надежность ресурсов	0,30**	5,12	0,19**	2,85	0,26**	3,84
GREEN Зеленая экономика	-0,28**	-4,87	-0,34**	-5,79	-0,37**	-6,34

Независимые переменные	Модель 4		Модель 5		Модель 6	
	B	t	B	t	B	t
REL_OUS Надежность организационная	–	–	0,24**	3,23	0,34**	4,39
REL_LE Надежность работников	–	–	–	–	-0,24**	-3,67
R ²	0,547		0,568		0,593	
Скорректированный R ²	0,539		0,558		0,582	
Изменение R ²	0,05		0,02		0,02	
F-статистика	66,45**		57,53**		52,93**	
Статистика Дарбина-Уотсона			2,00			
Максимальный VIF	1,81		2,46		2,79	
Количество наблюдений	225		225		225	

**уровень значимости менее 1%

*уровень значимости менее 5%

Рассчитанные значения критерия Стьюдента (t-статистика) показывают, что коэффициенты значимы на уровне значимости 5%. Модели, представленные в таблицах 10 и 11, являются приемлемыми на основе значений R-квадрата с учетом ограничений исследования. Был проведен анализ изменений коэффициента детерминации для оценки изменений качества моделей: изменение значений R-квадрата находится в интервале от 0,02 до 0,05, что указывает на относительно незначительное увеличение процента дисперсии, объясняемой моделью, при добавлении каждой новой переменной. Следовательно, каждая дополнительная переменная лишь в небольшой степени улучшает прогнозирующую или объясняющую способность модели – вклад каждой переменной, за исключением контрольной (результативность бережливого производства), невелик, но достаточен для проверки сформулированных в исследовании гипотез. Полученные значения критерия Фишера (F-статистики) подтверждают общую значимость моделей на уровне 1%. Коэффициент Дарбин-Уотсона используется для проверки автокорреляции – согласно значениям, полученным в ходе исследования, подтверждается ее отсутствие в построенной модели. Максимальное значение VIF (variance inflation factor) в моделях 1-6 не превышает критическое значение, равное 3, что свидетельствует об отсутствии мультиколлинеарности между факторами [136].

Результаты **факторного анализа** позволили определить внутреннее содержание практик в области устойчивого развития (экологический аспект),

надежности функционирования предприятия и бережливого производства, а затем углубить понимание их влияния на операционную результативность российских промышленных предприятий в контексте фрагментированной экономики, вызванной последствиями пандемии и геополитической напряженностью. Устойчивость и согласованность зависимой переменной подтвердились: респонденты имеют склонность оценивать операционную результативность предприятия по показателям, связанным с привлечением новых клиентов, инвестиционной привлекательностью, объемом и освоением новых рынков в течение отчетного года. Таким образом, операционная результативность представляет собой способность организаций достигать запланированных показателей и фиксировать их изменения в краткосрочной перспективе (до одного года).

По результатам проведенного эксплораторного факторного анализа были проверены гипотезы первого типа и выделены семь факторов вместо ожидаемых трех (надежность функционирования предприятия, бережливость, экологическая ответственность). Во-первых, по итогам эмпирического исследования выявлено, что надежность функционирования предприятия характеризуется четырьмя составляющими – *надежностью оборудования, материальных ресурсов, трудовых ресурсов и организационной надежностью*. Полученные результаты согласуются с приведенными ранее теоретическими положениями, поскольку обзор литературы показал отсутствие единого подхода к изучению и оценке надежности предприятий (рисунок 27). Внутри сформированных факторов выделяются конкретные практики, способствующие обоснованию и расширению концептуальных основ обеспечения надежности функционирования предприятия, а также формированию системы показателей для оценки исследуемого свойства. Отметим, что переменные «Соблюдение экологических нормативов» и «Экологический менеджмент» были отнесены к фактору «Организационная надежность», а не «Зеленая экономика» - это можно объяснить тем, что обеспечение экологической ответственности являются неотъемлемой частью поддержания высокого уровня надежности организаций.

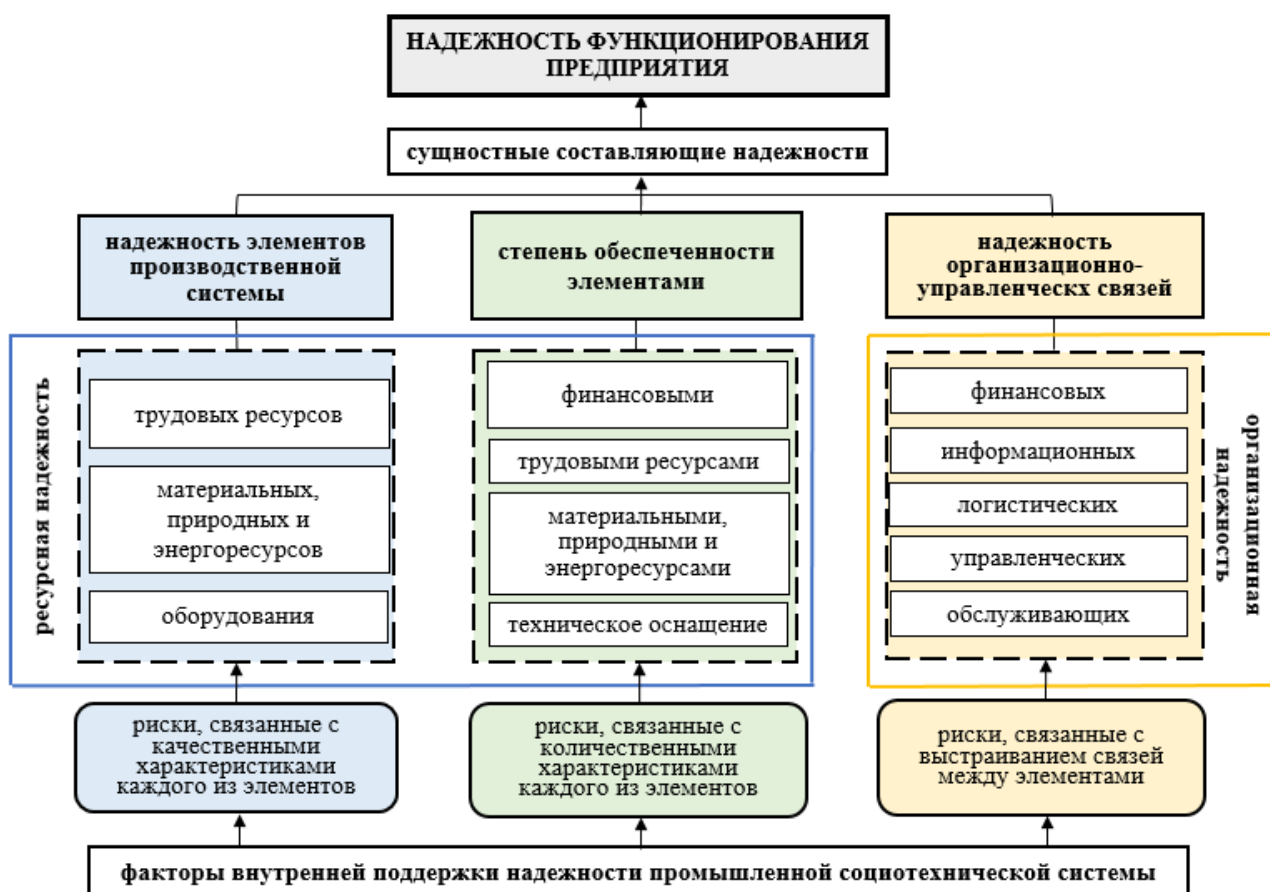


Рисунок 27 – Укрупненная систематизация сущностных составляющих надежности функционирования предприятия, дополненная по результатам факторного анализа. Составлено автором

Во-вторых, проведенный факторный анализ позволил обосновать теоретическую конструкцию бережливого производства, суть которого выражается в снижении потребления ресурсов и устранении процессов, не добавляющих потребительскую ценность. Однако, помимо результативности бережливых практик, в качестве самостоятельного фактора была выделена экономичность – следствие эффективного применения инструментов концепции lean.

В-третьих, изучение зеленой экономики как одной из составляющих устойчивого развития позволило выявить внутренне согласованный, непротиворечивый и многообразный набор практик повышения экологической ответственности промышленных предприятий. Следовательно, гипотезы 1.1, 2.1 и 3.1 подтверждаются.

В рамках регрессионного анализа был использован метод постепенного ввода переменных, по результатам анализа были проверены гипотезы второго типа. Для расчетов были использованы средние арифметические значения по

выбранному набору переменных внутри каждого фактора. В качестве контрольной переменной выступила результативность бережливого производства. Как показали результаты расчетов, данный фактор оказывает наибольшее положительное влияние на операционную результативность организаций, что коррелирует с результатами предыдущих исследований в данной области: в течение двадцати лет на российских предприятиях отмечается значительный прогресс в сфере совершенствования производственной системы за счет внедрения инструментов бережливого производства, что способствует повышению операционных показателей эффективности [117]. Бережливые практики становятся еще более актуальными в период экономической нестабильности и геополитической напряженности – организации стремятся удерживать или повышать текущие показатели деятельности с минимальными затратами. В условиях быстро меняющейся внешней среды и необходимости обеспечения стабильного функционирования выделение ресурсов для адаптации к новым реалиям становится первостепенной задачей, что делает инструменты бережливого производства еще более привлекательными за счет их доказанной эффективности, относительной простоты внедрения и отсутствия необходимости в дополнительных вложениях для снижения неявных издержек. Таким образом, гипотеза 2.2 подтверждается.

Последующее постепенное включение переменных и оценка влияния практик обеспечения надежности функционирования предприятия на их операционную результативность продемонстрировали неоднозначные результаты. С одной стороны, надежность ресурсов (REL_RES) и организационная надежность (REL_OUS) положительно влияют на операционную результативность промышленных предприятий. В условиях перебоев в цепочках поставок и продолжающейся фрагментации экономики достаточные запасы сырья и материалов в сочетании с эффективной организацией бизнес-процессов способствуют повышению надежности и адаптивности к быстро меняющимся условиям функционирования. С другой стороны, надежность трудовых ресурсов (REL_LE) оказывает слабое и негативное влияние на результирующую.

Полученные результаты могут быть обусловлены различными факторами. Во-первых, следует учитывать такое явление, как сопротивление изменениям: надежные работники стабильно справляются с выполнением текущих, но испытывают сопротивление изменениям, которые потенциально способны увеличивать производительность труда. Во-вторых, среди проблем, с которыми столкнулись предприятия в период фрагментации экономики, респонденты отметили отток кадров и чрезмерную зависимость от конкретных сотрудников, что провоцирует снижение общей квалификации персонала организации. Следовательно, надежные работники особенно востребованы в условиях экономической нестабильности, но при их недостатке количество задач на одного сотрудника растет, из-за чего формируется так называемое «узкое» место, отрицательно влияющее на общую операционную результативность предприятия.

Примечательно, что надежность оборудования (REL_EQUIP) является незначимым фактором для достижения операционной результативности, в связи с чем не вошла в итоговую модель. При обычных обстоятельствах предприятия используют резервирование как инструмент обеспечения надежности – резервные мощности или резервное оборудование могут быть задействованы в случае отказа основного оборудования, что позволяет поддерживать эксплуатационную эффективность при выходе отдельного оборудования из строя. Однако в контексте фрагментированной экономики, высокой неопределенности внешней среды и потребности предприятий в адаптации к новым условиям создание резервов может восприниматься сотрудниками и руководителями как неэффективный подход, что, конечно, является некорректным – вопрос лишь в формировании оптимального резерва с минимальными затратами. Кроме того, организации-респонденты могут обладать надежными системами профилактического обслуживания, что способствует снижению влияния надежности оборудования на общую производительность – потенциальные «узкие» места своевременно ликвидируются или их образование не допускается вовсе. Таким образом, *гипотеза 3.2 подтверждается частично.*

Наблюдаемое негативное влияние зеленых практик на операционную результативность предприятий в условиях экономической фрагментации также можно объяснить различными факторами. Во-первых, переход к зеленой экономике невозможен без значительных инвестиций на первоначальном этапе (новые технологии, модернизация инфраструктуры, обучение персонала), что отрицательно влияет на операционные результаты деятельности предприятия. С этой точки зрения полученные результаты можно рассматривать как свидетельство того, что российские предприятия находятся на начальной стадии эффективного внедрения зеленых технологий. Во-вторых, подобным образом может проявляться низкий уровень зеленых компетенций сотрудников организаций, так как экологизация производства – всеобъемлющий процесс, требующий конкретных знаний, умений и навыков, недостаток которых может также являться следствием фрагментации экономики ввиду необходимости инвестиций для ликвидации разрыва в компетенциях. В-третьих, нарушение цепочек поставок отмечена респондентами как одна из ключевых проблем, с которыми столкнулись предприятия в 2022 году – это спровоцировало временный дефицит экологически чистых материалов и услуг, что снижает устойчивость цепочек поставок. В-четвертых, полученные результаты могут быть обусловлены отсутствием должной инфраструктуры для соответствия принципам зеленой экономики. Крайне важно отметить, что, хотя перечисленные факторы могут оказывать негативное влияние на операционную результативность предприятий, долгосрочные выгоды от перехода к зеленой экономике компенсируют и превосходят первоначальные затраты – организации выигрывают от снижения затрат на ресурсы, повышения энергоэффективности, улучшения корпоративного имиджа и т.д. Тем не менее, *гипотеза 1.2 отвергается.*

Обсуждение проверки гипотез не только обрисовывает роль устойчивого развития в условиях фрагментации экономики, но и подчеркивает *неоднозначность и гетерогенность его составляющих и смежных концепций.* Даже внутри одной концепции те или иные факторы могут оказывать разное влияние на операционную результативность промышленных предприятий, что

вынуждает руководителей организаций выработать *индивидуальные комбинированные стратегии ESG* в условиях адаптации к меняющимся условиям функционирования.

Выводы по второй главе.

1. Доказана актуальность устойчивого развития для международных институтов и российских предприятий даже в условиях фрагментации экономики. Глобальные мировые и отечественные тенденции говорят о том, что инвестиции в основной капитал для защиты окружающей среды и устойчивого использования ресурсов заметно выросли за последние два десятилетия, что указывает на растущую приверженность предприятий принципам устойчивого развития и стремление минимизировать воздействие на окружающую среду. Качественный анализ годовых отчетов ведущих российских компаний подтверждает сохранение и даже усиление актуальности экологической ответственности среди промышленных предприятий. Данные нефинансовой отчетности свидетельствуют о коллективных усилиях по построению прочных деловых отношений, приоритизации экологически ответственных методов управления и обеспечению долгосрочного устойчивого развития без ущерба для экосистем и общества.

2. Достижение целей устойчивого развития усложняется в условиях фрагментированной экономики. Приверженность российских предприятий принципам устойчивого развития, в том числе экологизации производства, обусловлена их стремлением ускорить переориентацию на Восток, повысить производительность, инвестиционную привлекательность и энергоэффективность, укрепить свой имидж. В этом контексте надежность российских предприятий играет решающую роль: обеспечение непрерывности операционной деятельности и предотвращение сбоев повышает потенциал организаций достигать целей устойчивого развития.

3. Исследовано и доказано влияние надежности функционирования предприятия на компоненты устойчивого развития, в частности – экологический аспект. На индекс экологизации производства влияют различные факторы,

связанные с составляющими надежности предприятия. Модернизация оборудования, поддержание финансовой стабильности и инвестиции в обучение сотрудников способствуют более высокому индексу экологизации. Полученные результаты подчеркивают ключевую роль надежности в развитии экологически ответственного и устойчивого производства, позиционируя надежность предприятия как фундаментальный элемент в достижении целей устойчивого развития. Доказано, что инновации и инструменты бережливого производства также играют ключевую роль в процессах экологизации производства.

4. Анализ практик устойчивого развития на российских металлургических предприятиях выявил направленность на повышение экологической ответственности, автоматизации и безопасности труда. Выявлены неявные надежные практики, особенно в части обслуживания и ремонта оборудования, что способствует бесперебойной работе предприятий.

5. Разработан и апробирован подход к изучению закономерностей и взаимосвязей при применении практик устойчивого развития и повышения надежности. Структурированный опросник, разработанный автором, оценивает значимость конкретных практик и их влияние на операционную эффективность российских промышленных предприятий. В испытаниях приняли участие сотрудники металлургических и машиностроительных предприятий Свердловской области. Факторный анализ косвенно подтвердил теоретическую конструкцию, выявив ресурсную и организационную надежность. Практика управления окружающей средой была включена в фактор организационной надежности, что указывает на взаимосвязь исследуемого свойства с аспектами устойчивого развития. Результаты регрессионного анализа выявили значительное и положительное влияние бережливого производства на операционные показатели, в то время как практики зеленой экономики способствуют снижению данного показателя. Полученные результаты свидетельствуют о наличии зеленого парадокса, изученного в ходе обзора научной литературы.

6. В совокупности проведенные эмпирические исследования подчеркивают синергетический эффект от интеграции устойчивых и надежных

практик. Высокий уровень надежности функционирования предприятия обеспечивает стабильную работу и выживание в изменяющейся внешней среде, способствуя достижению долгосрочных целей устойчивого развития. Одновременно приверженность принципам устойчивого развития укрепляет репутацию, снижает репутационные риски и повышает долгосрочную надежность деятельности. Тем не менее, существуют некоторые противоречия и парадоксы, нуждающиеся в разрешении.

3 ИНСТРУМЕНТАРИЙ ОЦЕНКИ И ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

3.1 Методика определения уровня надежности функционирования предприятия как инструмент самодиагностики текущего состояния организации

В соответствии с приведенной в первой части работы логикой анализа и систематизации факторов и проявлений надежности разработана методика определения уровня надежности функционирования предприятия, основу которой составляет сформированная в соответствии с авторской классификацией проявлений и сущностных составляющих надежности система показателей, позволяющая предприятиям самостоятельно проводить диагностику уровня надежности функционирования, выявлять существующие проблемы и определять приоритетные направления деятельности. На рисунке 28 представлена общая логика проведения оценки надежности функционирования промышленных предприятий.

Анализ существующих в научной литературе методик оценки надежности функционирования предприятия обусловил необходимость в разработке новой системы показателей, оценивающих исследуемое свойство. Большинство исследований, посвященных оценке надежности как свойства социотехнических систем, содержат различные варианты интегрального показателя, оценивающего надежность функционирования предприятия. Предлагается отказаться от использования единого комплексного индекса, а оценивать надежность функционирования предприятия по группам показателей (по интегральным показателям каждой из групп), что позволит исключить лишние действия при оценке и ускорить процесс определения уровня надежности. *Формирование системы показателей осуществляется на основе предложенной ранее классификации проявлений и факторов надежности функционирования предприятия.*

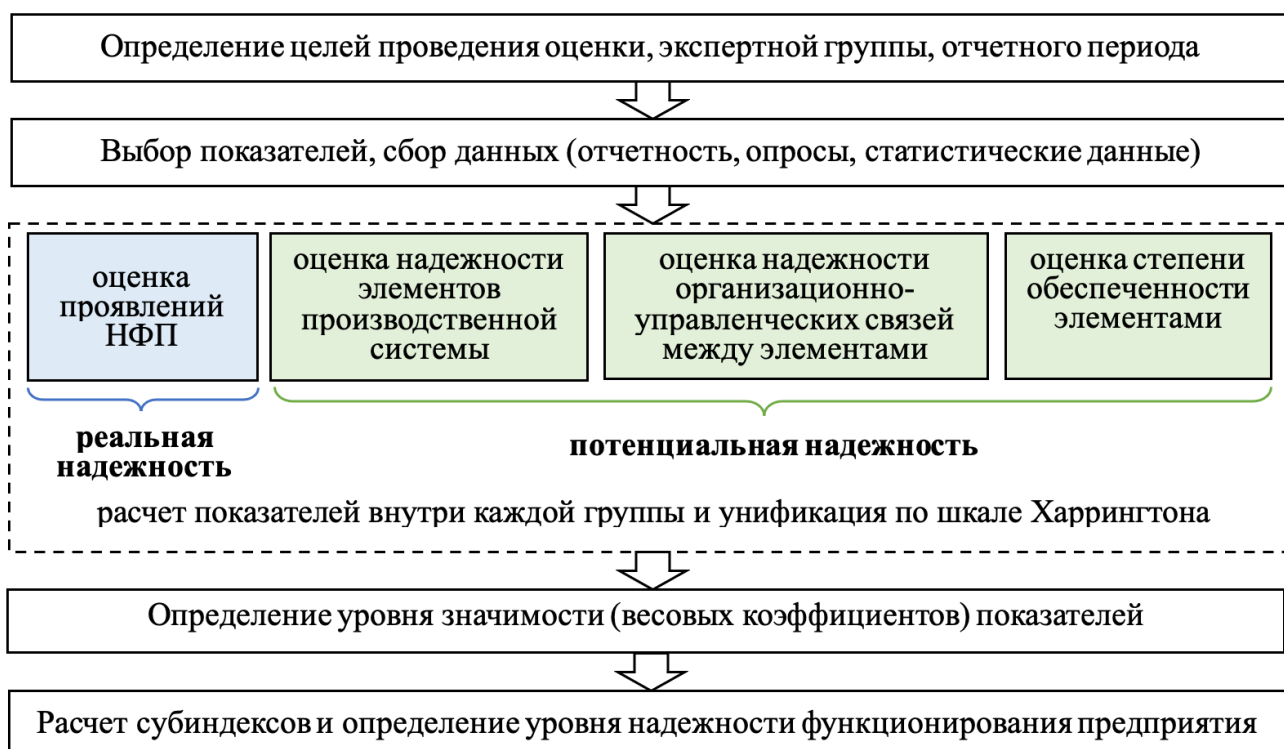


Рисунок 28 – Этапы определения уровня надежности функционирования предприятия. *Предложено автором*

Реальную (или фактическую) надежность функционирования предприятия отражает показатель, оценивающий проявления исследуемого свойства по выделенным направлениям. **Потенциальная надежность** функционирования предприятия измеряется с помощью показателей, оценивающих надежность трех ранее приведенных сущностных составляющих свойства (рисунок 29).

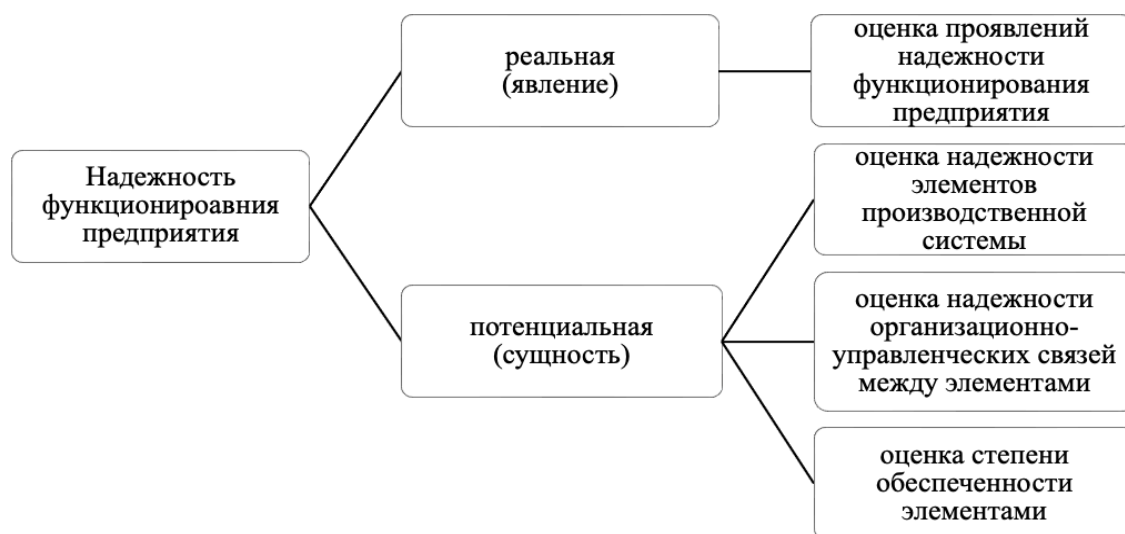


Рисунок 29 – Комплексная оценка надежности функционирования предприятия. *Предложено автором*

При наличии неудовлетворительных результатов оценки надежности функционирования предприятия *отказ от единого интегрального показателя позволяет уже на начальном этапе сузить область поиска существующих на предприятии проблем благодаря перечисленным выше отдельным групповым показателям, что ускоряет процесс выработки управленческих решений по повышению надежности производственной компании.*

Фактическая надежность функционирования предприятия оценивается по показателям, представленным в таблице 12. В целях оценки проявлений и факторов надежности необходимо заблаговременно определять временной интервал производимых вычислений – показатели рассматриваются за конкретный период, что следует из уточненного в рамках расширения теории определения надежности в контексте социотехнических систем.

Таблица 12 – Показатели оценки реальной (фактической) надежности. Предложено автором

Проявления НФП		Показатели, оценивающие проявления НФП	
Способность к	выполнению обязательств перед заинтересованными лицами	Соблюдение сроков поставок готовой продукции	- доля заказов, отгруженных с опозданием, в общем количестве заказов
		Соблюдение обязательств по количеству готовой продукции перед потребителями	- доля неотгруженной продукции в общем объеме плановых поставок продукции по заказам (в натуральном и стоимостном выражении)
		Соблюдение обязательств по качеству готовой продукции перед потребителями	- доля брака в общем объеме реализованной продукции (в натуральном и стоимостном выражении)
		Своевременная оплата поставщикам ресурсов и услуг	- доля просроченной задолженности перед поставщиками в общей сумме кредиторской задолженности перед поставщиками; - доля поставщиков, перед которыми нарушены обязательства по срокам оплаты, в общем количестве поставщиков
		Своевременная выплата заработной платы сотрудникам предприятия	- доля фонда заработной платы, выплаченного с задержкой, в общей сумме ФЗП; - доля задержанных выплат в общем количестве человеко-выплат заработной платы за рассматриваемый период
		Своевременная и регулярная выплата дивидендов (если предусмотрено)	- доля дивидендов, не выплаченных в установленные сроки (в стоимостном выражении)

Проявления НПП		Показатели, оценивающие проявления НПП
	Своевременные платежи в бюджет и внебюджетные фонды	- доля несвоевременных платежей в общем количестве платежей (в количественном выражении); - доля несвоевременных платежей в общей сумме платежей (в стоимостном выражении)
достижению поставленных целей	Достижение стратегических целей, поставленных собственниками и топ-менеджментом	- доля недостигнутых стратегических целей в общем количестве стратегических целей; - балльная оценка степени недостижения поставленных стратегических целей
	Достижение тактических целей, поставленных собственниками и топ-менеджментом	- средневзвешенный процент невыполнения плана по объему выпуска продукции; - процент невыполнения плана по обновлению основных фондов; - процент невыполнения плана по выработке промышленно-производственного персонала; - процент невыполнения плана по прибыли от продаж; - процент невыполнения плана по чистой прибыли; - процент невыполнения плана по рентабельности предприятия и продукции

В соответствии с предложенной в теоретической части исследования системой факторов надежности функционирования предприятия, сформирован пул показателей, оценивающих надежность каждой из сущностных составляющих исследуемого свойства (таблица 13).

Таблица 13 – Показатели оценки потенциальной надежности. *Предложено автором*

Составляющие НПП	Факторы внутренней поддержки НПП	Показатели надежности
Надежность трудовых ресурсов	- соблюдение трудовой дисциплины; - соблюдение технических регламентов; - соответствие образовательного и квалификационного уровня работников нормативным требованиям; - стабильность кадрового состава; - подготовленность работников к выполнению смежных операций	- средний % невыполнения норм (сменных заданий); - доля рабочих, не выполняющих нормы; - доля бракованной продукции по вине рабочих; - % невыходов на работу в соответствии с графиком; - коэффициент текучести кадров, % - доля работников, не соответствующих по уровню квалификации и образования занимаемым должностям (результаты аттестаций и программ повышения квалификации); - коэффициент взаимозаменяемости персонала, %

Составляющие НП	Факторы внутренней поддержки НП	Показатели надежности
Надежность оборудования	<ul style="list-style-type: none"> - технический износ оборудования в пределах технических нормативов; - прогрессивность оборудования; - устойчивость применяемых при работе оборудования технологических процессов (по качеству, производительности, выходу годного) - соответствие характеристик оборудования обрабатываемой продукции; - качественные обслуживание и ремонт оборудования 	<ul style="list-style-type: none"> - доля в фонде времени оборудования простоя по неисправности; - коэффициент вариации производительности, %; - коэффициенты вариации качественных характеристик продукции по основному оборудованию, %; - коэффициенты вариации выхода годного по основному оборудованию, %; - доля бракованной продукции по причине технического состояния оборудования
Надежность материальных ресурсов	<ul style="list-style-type: none"> - надежные источники снабжения; - стабильное соответствие закупаемых материалов требованиям по всем параметрам 	<ul style="list-style-type: none"> - доля дефектных материальных ресурсов, не выявленных при приемке (прошедших входной контроль); - доля материальных ресурсов с качественными характеристиками, не соответствующими договорам поставки; - доля бракованной продукции по причине дефектов материалов; - доля продукции, переведенной в более низкий сорт по причине дефектов материалов; - доля в себестоимости дополнительных затрат по доведению материалов до кондиционного состояния
Надежность природных и энерго-ресурсов	<ul style="list-style-type: none"> - использование топлива с низким содержанием углерода; - использование возобновляемых источников энергии; - выстраивание экономики замкнутого цикла; - сокращение выбросов и отходов 	<ul style="list-style-type: none"> - доля топлива с высоким содержанием углерода; - доля невозобновляемых источников энергии в структуре энергопотребления; - доля вовлекаемых в повторный оборот природных ресурсов; - доля вовлекаемых в повторный оборот энерго-ресурсов; - отклонение от установленных лимитов по выбросам и отходам, %
Обеспеченность трудовыми ресурсами	<ul style="list-style-type: none"> - соответствие численности персонала планируемому объемам работ; - наличие резерва трудовых ресурсов; - ритмичная работа предприятия 	<ul style="list-style-type: none"> - некомплектованность штатов, %; - доля в фонде времени простоев оборудования по причине отсутствия работников; - коэффициент использования рабочего времени, %

Составляющие НП	Факторы внутренней поддержки НП	Показатели надежности
Обеспеченность оборудованием	<ul style="list-style-type: none"> - соответствие производственных мощностей планируемому объему производства; - наличие резервов производственных мощностей; - наличие альтернативных вариантов технологических маршрутов; - наличие дублирующего оборудования; - рациональная организация текущих и капитальных ремонтов оборудования 	<ul style="list-style-type: none"> - коэффициенты загрузки оборудования, в том числе «узкого места», %; - резервы производственной мощности, %; - доля аварийных простоев в общем объеме простоев оборудования на ремонтах
Обеспеченность материальными ресурсами	<ul style="list-style-type: none"> - своевременная закупка ресурсов в необходимых объемах; - закупка материалов, соответствующих требуемым параметрам; - наличие страховых запасов; - движение материального потока без разрывов в цикле производства; 	<ul style="list-style-type: none"> - доля в фонде времени простоев оборудования по причине отсутствия в запасах материальных ресурсов; - доля в себестоимости дополнительных затрат на экстренные закупки материальных ресурсов при возникновении их дефицита; - коэффициент вариации расходных коэффициентов, % - доля ресурсов, полученных с опозданием по отношению к плановым срокам поставки
Обеспеченность природными и энерго-ресурсами	<ul style="list-style-type: none"> - своевременная закупка ресурсов в необходимых объемах; - выработка оптимальных ресурсосберегающих программ; - энергосбережение; - снижение объемов потребления природных ресурсов; - собственная генерация энергии 	<ul style="list-style-type: none"> - отношение средней потребляемой мощности к максимальной мощности, доли; - отклонение от установленных лимитов расхода природных ресурсов, доли; - доля энергии, полученной из собственных источников
Обеспеченность финансовыми ресурсами	<ul style="list-style-type: none"> - достаточность собственного капитала; - возможность привлечения средств; - возможность займов; - ритмичность работы предприятия; - надежность дебиторов; - стабильность внешних финансовых условий деятельности 	<ul style="list-style-type: none"> - коэффициент финансовой зависимости, доли; - доля неликвидных и низколиквидных активов; - доля просроченной дебиторской задолженности

Составляющие НФП	Факторы внутренней поддержки НФП	Показатели надежности
Надежность логистических связей	<ul style="list-style-type: none"> - своевременное формирование и размещение заказов на материальные ресурсы по поставщикам (своевременные закупки); - выполнение регламентов осуществления логистических операций (транспортировки, погрузочно-разгрузочных работ, выдачи с хранения, упаковки); - использование логистических технологий планирования и организации производственного процесса 	<ul style="list-style-type: none"> - средняя доля времени операций внутрипроизводственной транспортировки в продолжительности производственного цикла; - средняя доля времени ожидания и хранения в продолжительности производственного цикла; - доля несвоевременно размещенных заказов (произведенных закупок); - балльная оценка коэффициентов оборачиваемости предпроизводственных запасов, запасов незавершенного производства, готовой продукции; - доля в фонде времени простоев по причине задержки продукции на предыдущих стадиях обработки; - доля в фонде времени простоев оборудования по причине задержки выдачи ресурсов и полуфабрикатов со склада; - доля партий ресурсов, полученных позже плановых сроков; - доля партий готовой продукции, отгруженных позже плановых сроков
Надежность информационных связей	<ul style="list-style-type: none"> - отлаженный процесс коммуникации между подразделениями; - наличие необходимой техники для обеспечения бесперебойного и быстрого обмена информацией на предприятии (и между предприятиями холдинга или группы); - единые системы учета и контроля данных (единые базы данных, автоматизированные информационно-плановые системы) 	<ul style="list-style-type: none"> - балльная оценка уровня автоматизации сбора и обработки информации; - % ошибок при введении первичной информации в информационную систему; - доля несвоевременно предоставленных документов (информации) на отгрузку продукции, на технологические операции, на склад, вспомогательным подразделениям и отделам управления;
Надежность организационно-	<ul style="list-style-type: none"> - системность управления, отлаженные бизнес-процессы; - гибкая организационная структура; - организация мониторинга выполнения заказов потребителей; - автоматизация плановых расчетов; - организация системы управления качеством продукции и бизнес-процессов; 	<ul style="list-style-type: none"> - отсутствие автоматизации плановых расчетов (да/нет); - балльная оценка количества ошибок в принятии управленческих решений (по уровням управления); - балльная оценка количества несвоевременно принятых решений; - доля бракованной продукции, выявляемой на стадии готовой продукции;

Составляющие НФП	Факторы внутренней поддержки НФП	Показатели надежности
- управленческих связей	<ul style="list-style-type: none"> - система стимулирования труда, ориентирующая персонал на достижение целевых установок компании; - упрощение структуры производства и системы управления; - поддержание и повышение квалификации персонала 	- балльная оценка искажения стимулов в системе премирования персонала
Надежность финансовых связей	<ul style="list-style-type: none"> - качество финансового планирования; - применение финансовых инструментов для покрытия кассовых разрывов; - обеспечение ритмичности производства и реализации продукции 	<ul style="list-style-type: none"> - отсутствие графиков поступления и уплаты денежных средств (да/нет); - доля поступлений денежных средств с опозданием к графику; - доля платежей, произведенных с опозданием; - наличие остановок производства по причине отсутствия средств (да/нет)
Надежность обслуживающих связей (ремонтных, инструментальных)	<ul style="list-style-type: none"> - наличие графиков планово-предупредительных ремонтов и обслуживания оборудования; - рациональная организация текущих и капитальных ремонтов оборудования; - контроль выполнения плановых ремонтов согласно графику их проведения; - регламентация сроков устранения неисправностей оборудования; - контроль соблюдения сроков устранения неисправностей оборудования; - наличие рациональных объемов запасов запасных частей и инструмента; - качественное планирование потребностей в инструменте и запасных частях 	<ul style="list-style-type: none"> - % внеплановых ремонтов; - % невыполнения ремонтов в установленные сроки; - % отложенных плановых ремонтов; - доля в фонде времени простоев оборудования в связи с отсутствием необходимого инструмента и оснастки; - доля бракованной продукции по причине некачественного инструмента и оснастки

Следует отметить, что при разработке приведенной системы была выявлена необходимость в использовании реверсных показателей, то есть чем выше значение показателя, тем ниже надежность функционирования предприятия. Негативная форма большинства из приведенных в таблицах показателей позволяет повысить объективность расчетов при одновременном упрощении получения исходных данных для вычислений. Более того, все они обладают большей прозрачностью привязки к методам повышения НФП, перечень которых приведен далее в работе.

Безусловно, не всегда представляется возможным оценить негативную сторону явлений и процессов прямым исчислением – в связи с этим некоторые показатели отражают позитивную сторону явлений и процессов.

Сформированная система количественной оценки проявлений и сущностных составляющих надежности функционирования предприятия представлена исчерпывающим перечнем различных показателей, что обусловлено стремлением создать методику, наиболее точно и полно оценивающую надежность социотехнических систем. Для определения уровня надежности экспертная группа может использовать весь приведенный пул показателей. Для проведения *экспресс-оценки* в условиях высокой нестабильности внешней среды рекомендуется выбрать ограниченный набор показателей в целях наиболее оперативного определения уровня надежности функционирования предприятия и реализации мер по его корректировке. *Факторами*, определяющими выбор показателей для каждого конкретного предприятия, являются:

- доступность данных;
- наличие статистики, что обуславливает скорость и простоту расчетов;
- критичность процесса или сферы для деятельности предприятия;
- характер целей проведения оценки надежности функционирования;
- периодичность оценки надежности функционирования.

Сформированная система показателей представлена обширным перечнем разных индикаторов, что обуславливает необходимость их приведения в единую систему измерения. Ввиду того, что большинство из показателей представлены в долях, для их унификации предлагается использовать один из элементов обобщенной функции Харрингтона – шкалу желательности (таблица 14).

В связи с тем, что в приведенной шкале между желательностью и количественной оценкой принята прямая связь, а не обратная, в отличие от большинства выбранных для оценки надежности функционирования

предприятия показателей, часть реверсных индикаторов нуждаются в перерасчете для прямого отражения процессов и явлений.

Таблица 14 – Связь между количественными значениями безразмерной шкалы желательности и психологическим восприятием человека по Харрингтону

Желательность	Количественная отметка на шкале желательности
Очень хорошо	[1,00-0,80)
Хорошо	[0,80-0,63)
Удовлетворительно	[0,63-0,37)
Плохо	[0,37-0,20)
Очень плохо	[0,20-0,00]

Показатели надежности функционирования предприятия, измеряемые в долях, процентах и баллах, отражающие положительную сторону явлений, переводятся в шкалу Харрингтона напрямую. Для показателей, отражающих негативную сторону явлений, предусмотрен перерасчет (таблица 15).

Таблица 15 – Шкала перевода для показателей, выраженных в долях, процентах и баллах (по пятибалльной шкале)

Единицы измерения показателей	Значение показателя, отражающего положительную сторону процессов и явлений	Значение показателя, отражающего негативную сторону процессов и явлений	Значение по шкале желательности
Доли	(0,80-1,00]	1-k; k∈[0,00; 0,20)	(0,80-1,00]
	(0,63-0,80]	1-k; k∈[0, 20; 0,37)	(0,63-0,80]
	(0,37-0,63]	1-k; k∈[0, 37; 0,63)	(0,37-0,63]
	(0,20-0,37]	1-k; k∈[0,63; 0,80)	(0,20-0,37]
	[0,00-0,20]	1-k; k∈[0,80; 1,00]	[0,00-0,20]
Проценты	(80-100]	100-k; k∈[0; 20)	(0,80-1,00]
	(63-80]	100-k; k∈[20; 37)	(0,63-0,80]
	(37-63]	100-k; k∈[37; 63)	(0,37-0,63]
	(20-37]	100-k; k∈[63; 80)	(0,20-0,37]
	[0-20]	100-k; k∈[80; 100]	[0,00-0,20]
Баллы (по пятибалльной шкале)	5	1	1,00
	4	2	0,80
	3	3	0,63
	2	4	0,37
	1	5	0,20
да / нет	да	нет	1
	нет	да	0

Необходимо более подробно рассмотреть способ расчета показателей, измеряющихся в баллах. Так как балльную оценку показателей производит сформированная на исследуемом предприятии группа экспертов, необходимым шагом для расчета данного типа показателей является установление степени согласованности мнений экспертных с помощью коэффициента конкордации Кендалла (формула 1):

$$W = \frac{12 \cdot S}{d^2 \cdot (n^3 - n) - d \cdot \sum_{j=1}^d T_j}, \quad (1)$$

$$T_j = t^3 - t, \quad (2)$$

где t – число одинаковых оценок по каждому признаку;

S – сумма квадратов отклонений оценок от их средней величины;

d – количество экспертов;

n – число показателей.

Коэффициент конкордации может принимать значения в диапазоне от 0 до 1: чем выше значение показателя, тем более согласованными между собой признаются мнения экспертов.

В зависимости от полученных значений коэффициента конкордации производятся дальнейшие расчеты. Если в результате оценки мнения экспертов согласованы, то коэффициенты определяются как среднее арифметическое из оценок экспертов и округляются до целого. Если же мнения не согласованы, то производится проверка среднего на типичность путем расчета коэффициента вариации, из чего следует два сценария:

- при коэффициенте вариации $\leq 33\%$ среднее *типично*: коэффициенты определяются как среднее арифметическое из оценок экспертов и округляются до целого;

- при коэффициенте вариации $> 33\%$ среднее *нетипично*: рассчитывается частота моды и в зависимости от ее значения определяются

коэффициенты: как мода, если значение отметили более 50% экспертов, и как медиана, если менее 50% экспертов (относительная частота меньше 0,5).

Исходные показатели, для которых предусмотрены ответы «да» или «нет», являются бинарными и принимают значения «1» и «0» шкалы Харрингтона соответственно.

Отметим, что представленные показатели рассматриваются исключительно в контексте надежности социотехнических систем. Следовательно, при определении уровня надежности учитываются не только общепринятые или рекомендуемые нормативные диапазоны показателей, но и их значения анализируются именно с позиции интерпретации в целях проведения анализа уровня надежности. Оптимальные диапазоны значений приняты для таких показателей, как коэффициент текучести кадров, коэффициента финансовой зависимости и коэффициента вариации. Для унификации данных показателей с помощью шкалы Харрингтона необходимо пропорционального отнести допустимые значения на соответствующие диапазоны шкалы желательности.

Для примера в таблице 16 представлен перевод значений коэффициентов финансовой зависимости и вариации в шкалу желательности исходя установленных критических значений данных показателей. Коэффициент вариации является одним из ключевых показателей производственной деятельности и особенно часто используется на предприятии в сфере управления запасами, однако не имеет регламентированных норм. Однако критическим значением коэффициента вариации считается 33% – превышение указанного порога свидетельствует о неоднородности выборки и невозможности использования данных в генеральной совокупности. Унификация данных показателей происходит за счет пропорционального отнесения допустимых интервалов на шкалу Харрингтона.

Таблица 16 – Шкала перевода для коэффициента финансовой зависимости, коэффициента вариации

Показатель	Значение показателя, %	Значение по шкале желательности
Коэффициент финансовой зависимости	$\leq 0,5$	0
	(0,5-0,6]	(0,37-0,63]
	(0,6-0,7]	(0,63-1,00]
	(0,7-0,8]	(1,00-0,63]
	(0,8-0,9]	(0,63-0,37]
	(0,9-1,0]	(0,37-0,00]
Коэффициент вариации	[0,0-6,6)	[1,00-0,80)
	[6,6-13,2)	[0,80-0,63)
	[13,2-19,8)	[0,63-0,37)
	[19,8-26,4)	[0,37-0,20)
	[26,4-33,0)	[0,20-0,00)
	$\geq 33,0$	0

Одним из показателей оценки надежности логистических связей является коэффициент оборачиваемости. Нормативные значения данного показателя варьируются в зависимости от специфики деятельности предприятия, следовательно, должны определяться индивидуально для каждой конкретной организации. В целях корректного определения надежности логистических связей группе экспертов необходимо:

- провести оценку оборачиваемости запасов (всех видов или конкретных – в зависимости от потребности предприятия);
- определить нормативные значения с учетом специфики производства.

При оценке надежности установленные допустимые значения коэффициента оборачиваемости также соотносятся со значениями шкалы Харрингтона.

После унификации показателей производится расчет удельных весов, то есть определяется значимость каждого показателя внутри группы, что позволяет учитывать специфику деятельности предприятия и отражать характер производства – материалоемкие, трудоемкие, энергоемкие и т.д., а, следовательно, повышать точность оценки надежности функционирования. Удельные веса присваивают эксперты – сформированная внутри предприятия

группа для оценки уровня надежности. Центры ответственности определяются руководством организации самостоятельно. Уровень значимости каждого показателя может оцениваться баллами – при таком подходе необходимо также рассчитывать коэффициент конкордации (формула 1) для оценки степени согласованности экспертных данных.

Интегральные групповые показатели – субиндексы надежности – рассчитываются через двухфакторную мультипликативную модель:

$$RSI = \sum_{i=1}^n w_i \times r_i, \quad (3)$$

где RSI – Reliability Subindex – интегральный групповой показатель (субиндекс) надежности;

w – удельный вес показателя в субиндексе;

r – значение показателя по шкале желательности Харрингтона;

i – порядковый номер показателя в группе;

n – число показателей в группе.

На заключительном этапе оценки полученные значения субиндексов надежности соотносятся со шкалой Харрингтона, делается вывод об уровне надежности по четырем групповым коэффициентам (таблица 17).

Таблица 17 – Уровни надежности функционирования предприятия в зависимости от значений групповых коэффициентов RSI. *Предложено автором*

Значение субиндекса, RSI ∈ [0, 1]	Уровень надежности	Описание
1,00-0,80	Высокий	Предприятия с высокой надежностью отличаются способностью управлять сбоями и неопределенностями. Реализуются сложные стратегии снижения рисков, надежное управление цепочками поставок и сильная культура готовности. Предприятия исключительно устойчивы и способны продолжать бесперебойную работу в быстро меняющихся условиях функционирования, вследствие чего обладают высоким адаптационным потенциалом и уверенно достигают целей устойчивого развития.
0,80-0,63	Достаточный	Предприятия демонстрируют всесторонний подход к управлению сбоями и преодолению последствий

Значение субиндекса, RSI ∈ [0, 1]	Уровень надежности	Описание
		неопределенности. Реализуются комплексные стратегии управления рисками, разрабатываются планы действий в чрезвычайных ситуациях, налажена надежная цепочка поставок. Как правило, способны эффективно поддерживать свою деятельность и реагировать на непредвиденные события. Полностью отвечают базовым требованиям для реализации стратегий устойчивого развития.
0,63-0,37	Удовлетворительный	Умеренный уровень подготовленности и управления рисками. Реализуется ряд мер по устранению сбоев и неопределенностей, что позволяет предприятиям работать с определенной степенью стабильности. Однако необходимы дальнейшие улучшения для повышения надежности функционирования в постоянно меняющейся деловой среде.
0,37-0,20	Низкий	Предприятия неэффективны с точки зрения управления сбоями и неопределенностями. Планы действий на случай непредвиденных обстоятельств часто неадекватны или применяются непоследовательно. Низкий уровень надежности приводит к снижению эффективности деятельности вследствие реализации рассмотренных ранее потенциальных риск-факторов.
0,20-0,00	Критический	Предприятия сталкиваются со значительными проблемами в поддержании надежности: высокая частота сбоев, наличие узких мест в цепочках поставок и неадекватные меры по снижению рисков. Необходимы комплексные меры по повышению надежности, так как предприятия находятся в зоне риска и обладают низкой способностью достигать целей, выполнять свои обязательства перед заинтересованными лицами, что делает их уязвимыми и повышает риск прекращения деятельности.

Разработанная методика определения уровня надежности функционирования предприятия позволит руководителям производственных компаний своевременно и оперативно проводить анализ состояния системы, выявлять «узкие» места и обосновывать дальнейшие управленческие решения.

3.2 Инструментарий обеспечения надежности функционирования предприятия

По результатам проведенного качественного и количественного анализа были выявлены следующие тенденции и противоречия, нуждающиеся в разрешении:

- надежность и устойчивое развитие являются самостоятельными концепциями, при этом совместная реализация устойчивых и надежных практик обладает синергетическим эффектом и повышает эффективность реализуемых мер, что, в свою очередь, способствует надежности и устойчивости предприятия в долгосрочной перспективе;

- бережливое производство играет ключевую роль в повышении операционной результативности промышленных предприятий, однако положительный эффект мероприятий по развитию производственной системы может быть нивелирован отрицательными последствиями внедрения lean-технологий вследствие чрезмерного сокращения ресурсов; практики же зеленой экономики отрицательно влияют на результативность промышленных предприятий в краткосрочной перспективе и имеют отложенный положительный эффект в виде повышения гудвилла, установления долгосрочных отношений с заинтересованными лицами, повышения инвестиционной привлекательности и снижения экологических рисков, что, в свою очередь, способствует повышению уровня надежности функционирования предприятия в долгосрочной перспективе;

- фрагментация экономики и все вытекающие последствия увеличивают вероятность реализации риск-факторов надежности функционирования предприятия и препятствуют достижению ЦУР.

Алгоритм контроля и регулирования уровня надежности функционирования предприятия. В целях разрешения обозначенных противоречий и проблем промышленным предприятиям, функционирующим в условиях фрагментированной экономики и устойчивой трансформации, предлагается реализовывать алгоритм, представленный на рисунке 30.

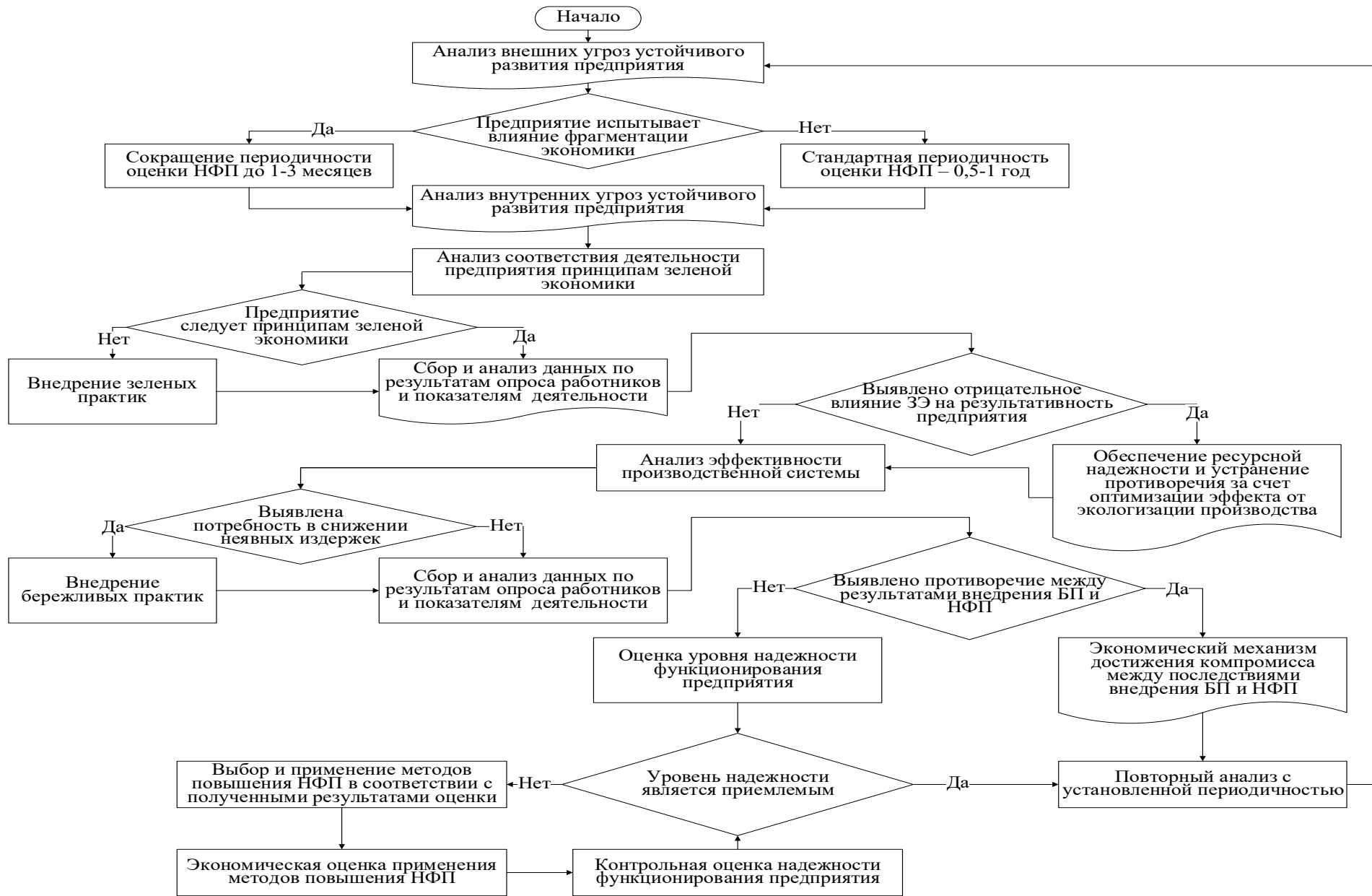


Рисунок 30 – Алгоритм контроля и регулирования уровня надежности функционирования предприятия. *Предложено автором*

Как видно из алгоритма, *первым шагом* является анализ внешних угроз для устойчивого развития предприятия. На данном этапе определяется наличие воздействий фрагментационных процессов в экономике. Для проведения анализа возможно использование стандартных методов анализа внешней среды по отдельности или в комбинации, таких как PEST-анализ (или его вариации: PESTEL и пр.), SWOT-анализ и т.д. Однако, как показали результаты проведенного в настоящей работе анкетирования, существуют явные, легко считываемые бизнес-средой сигналы, являющиеся «симптомами» фрагментации экономики и свидетельствующие о том, что предприятие подвержено влиянию наблюдаемых процессов. В российской практике можно отчетливо проследить по открытым источникам, какие отрасли оказались наиболее чувствительными к новым условиям функционирования. К наиболее очевидным атрибутам влияния фрагментации также относятся санкционные списки, одностороннее прекращение деловых отношений с зарубежными бизнес-партнерами, отток кадров и т.д.

Данный этап хоть и является достаточно тривиальным в исполнении, но важным для дальнейшей оценки и регулирования уровня надежности функционирования предприятия. В период фрагментации экономики и в целом в условиях высокой нестабильности внешней среды резко и многократно уменьшается горизонт планирования, что влечет за собой необходимость в усиленном контроле – именно на этом этапе определяется частота проведения оценки уровня надежности функционирования предприятия: чем более турбулентна среда, тем выше требуемая скорость реакции на происходящие изменения, следовательно, необходимо своевременное проведение оценки.

Следующим этапом является анализ противоречий, выявленных в эмпирической части исследования. Здесь речь идет уже о внутренних угрозах предприятия, которые могут снижать его способность эффективно и оперативно реагировать на изменения во внешней среде и продолжать надежно функционировать и реализовывать стратегии устойчивого развития.

Мы предлагаем сконцентрироваться в рамках данного исследования на разрешении выявленных ранее противоречий в области надежности функционирования, бережливого производства и зеленой экономики, что также отражено в алгоритме, и предложить уникальные, но при этом достаточно гибкие решения. Необходимо отметить, что все предлагаемые методические разработки основываются на принципах обеспечения надежности функционирования предприятия, предложенные в первой главе диссертации, главный из которых – *принцип оптимальности*, то есть *непрерывное соблюдение баланса между эффективностью, устойчивым развитием и надежностью функционирования*.

Модель оптимизации экономического эффекта от мероприятий по повышению экологической ответственности промышленных предприятий.

По результатам эмпирического исследования было выявлено, что потребность предприятий в операционной результативности и сосредоточенность на краткосрочных результатах может вступать в противоречие с долгосрочными целями устойчивого развития: мероприятия в рамках экологизации производства обладают отложенным эффектом, однако ситуативно могут снижать результативность предприятий.

Для выявления данного противоречия, то есть определения отрицательного влияния зеленых практик на операционную результативность, предприятия могут использовать как собственные разработки и инструменты анализа внутренней среды, так и предложенный в рамках второй главы *подход к исследованию закономерностей и взаимосвязей в области обеспечения надежности и устойчивого развития*, адаптируя его под деятельность конкретной организации и используя ее сотрудников в качестве респондентов. При выявлении противоречия между экологическими и экономическими аспектами устойчивого развития предприятия, а также в целях обеспечения ресурсной надежности предлагается применять *оптимизационную модель, направленную на устранение указанного противоречия и достижение целей устойчивого развития без снижения операционной результативности предприятий*.

Сформирован перечень мероприятий ($n=1, \dots, N$), повышающих уровень экологизации предприятия. Каждое мероприятие характеризуется следующим набором *параметров*:

- объем необходимых инвестиций (I_n);
- величина текущих годовых затрат, связанных с реализацией (поддержанием) мероприятия (C_n);
- текущий годовой положительный экономический результат мероприятия (очищенным от текущих затрат) – снижение затрат на производство, прирост выручки за счет мероприятия (P_n);
- сокращение годового объема размещаемых отходов в результате мероприятия (ΔW_n);
- сокращение годового объема выбросов в атмосферу в результате мероприятия (ΔEA_n);
- сокращение годового объема сброса загрязняющих веществ в водные объекты в результате мероприятия (ΔEW_n).

При наличии разового, то есть не ежегодно получаемого положительного экономического результата, его целесообразно учитывать как *величину, уменьшающую объем необходимых инвестиций для мероприятия*.

С учетом ограниченности объема финансовых ресурсов на экологическую программу (F) и необходимости достижения целевых индикаторов руководства предприятия по уровню негативного воздействия на окружающую среду требуется сформировать *оптимальную программу мероприятий по критерию операционной эффективности*.

Поскольку как минимум часть мероприятий требует инвестиций, расчеты целевой функции необходимо проводить с учетом получаемого чистого дохода на временном горизонте от 3 до 7 лет (T) *с учетом дисконтирования денежных потоков*.

Значения целевых индикаторов по объемам размещаемых отходов, выбросов в атмосферу и сброса в водные объекты – W , EA , EW , соответственно при базовых значениях этих показателей – $W_{\text{баз}}$, $EA_{\text{баз}}$, $EW_{\text{баз}}$.

Плата за негативное воздействие на окружающую среду в пределах установленных нормативов (лимитов) по размещаемым отходам, выбросам в атмосферу, сбросу в водные объекты составляет d_W, d_{EA}, d_{EW} , соответственно.

Плата за негативное воздействие на окружающую среду сверх установленных нормативов (лимитов) по размещаемым отходам, выбросам в атмосферу, сбросу в водные объекты составляет D_W, D_{EA}, D_{EW} , соответственно.

Поскольку часть сокращения негативного воздействия каждого мероприятия на каждую из трех загрязняемых сред может быть направлена на сверхлимитные отходы (выбросы), часть – на находящиеся в пределах лимитов (нормативов), обозначим через $\alpha_n, \beta_n, \gamma_n$ доли сверхлимитных сокращений по размещаемым отходам, выбросам в атмосферу, сбросу в водные объекты мероприятия n , соответственно.

Искомые переменные – двоичные переменные σ_n для каждого мероприятия, принимающие значение 1, если мероприятие включается в программу, и 0, если не включается.

Целевая функция имеет вид:

$$\sum_{n=1}^N \left[-I_n \sigma_n + \sum_{t=1}^t k_t \left(P_n^{(t)} - C_n^{(t)} + \Delta W_n \alpha_n D_W + \Delta W_n (1 - \alpha_n) d_W + \right. \right. \\ \left. \left. + \Delta EA_n \beta_n D_{EA} + \Delta EA_n (1 - \beta_n) d_{EA} + \Delta EW_n \gamma_n D_{EW} + \Delta EW_n (1 - \gamma_n) d_{EW} \right) \right] \rightarrow \\ \max, \quad (4)$$

где k_t – коэффициент дисконтирования периода t .

Ограничения:

- по общему объему инвестиций:

$$\sum_{n=1}^N I_n \sigma_n \leq F; \quad (5)$$

- по достижению целевых индикаторов по негативному воздействию на окружающую среду:

$$W_{\text{баз}} - \sum_{n=1}^N \Delta W_n \sigma_n \leq W; \quad (6)$$

$$EA_{\text{баз}} - \sum_{n=1}^N \Delta EA_n \sigma_n \leq EA; \quad (7)$$

$$EW_{\text{баз}} - \sum_{n=1}^N \Delta EW_n \sigma_n \leq EW; \quad (8)$$

- по двоичному виду искомым переменных:

$$0 \leq \sigma_n \leq 1, \\ \sigma_n - \text{целое}, n = 1, \dots, N. \quad (9)$$

Даже если какое-то экологическое мероприятие не имеет прямого экономического эффекта (Р), оно имеет шанс попасть в план за счет эффекта, выраженного в сокращении платы за выбросы.

Экономический механизм достижения компромисса между последствиями внедрения концепции бережливого производства и надежностью функционирования предприятия. Следующий этап алгоритма связан с рисками снижения надежности функционирования предприятия в период активного внедрения бережливых практик.

Оценка уровня надежности функционирования предприятия производится регулярно с установленной руководством периодичностью в зависимости от условий внешней среды. Однако особый контроль требуется при реализации концепции бережливого производства для недопущения реализации выявленных в теоретической главе рисков. Отметим, что в задачи данного исследования не входило рассмотрение конкретных инструментов lean – достаточно проанализировать именно общие последствия применения принципов бережливого производства для надежности функционирования предприятий. Суть концепции – повсеместное сокращение неявных затрат и непрерывное совершенствование производственной системы, однако любая минимизация

ресурсов должна быть разумной с точки зрения рисков для надежного функционирования предприятия. В связи с этим предлагается экономический механизм нахождения компромисса между последствиями внедрения инструментов бережливого производства и надежностью функционирования предприятия, позволяющий нивелировать возможные негативные эффекты и предупреждать риски от применения lean.

В период фрагментации экономики российские предприятия особенно остро испытывают потребность в постоянном контроле и своевременном регулировании уровня надежности функционирования предприятия при одновременном внедрении бережливых практик, позволяющих снизить себестоимость продукции без инвестиций и в кратчайшие сроки. Разработанный механизм позволяет находить такое компромиссное решение, которое обеспечивает стабильное функционирование предприятий в условиях неопределенной внешней среды и эффективное использование инструментов бережливого производства за счет предупреждения и (или) устранения негативных последствий от их внедрения (рисунок 31). Ключевой принцип, на который опирается действие всего механизма – *принцип оптимальности*, то есть непрерывное нахождение и поддержание баланса.

Если деятельность предприятия не предполагает реализацию бережливых практик, достаточно регулярно проводить оценку уровня надежности функционирования предприятия в соответствии с установленным интервалом, чтобы контролировать ее уровень и своевременно принимать меры по его корректировке в случае необходимости. Поскольку некоторые показатели, с помощью которых было предложено определять уровень надежности функционирования предприятия, имеют пусть и формальную, но привязку к отчетному периоду, равному 12 месяцам, минимальная частота оценки раз в год является адекватной. Однако в условиях крайне нестабильной внешней среды рекомендуется обновлять данные об уровне надежности функционирования предприятия каждые несколько месяцев, что отмечено в алгоритме.

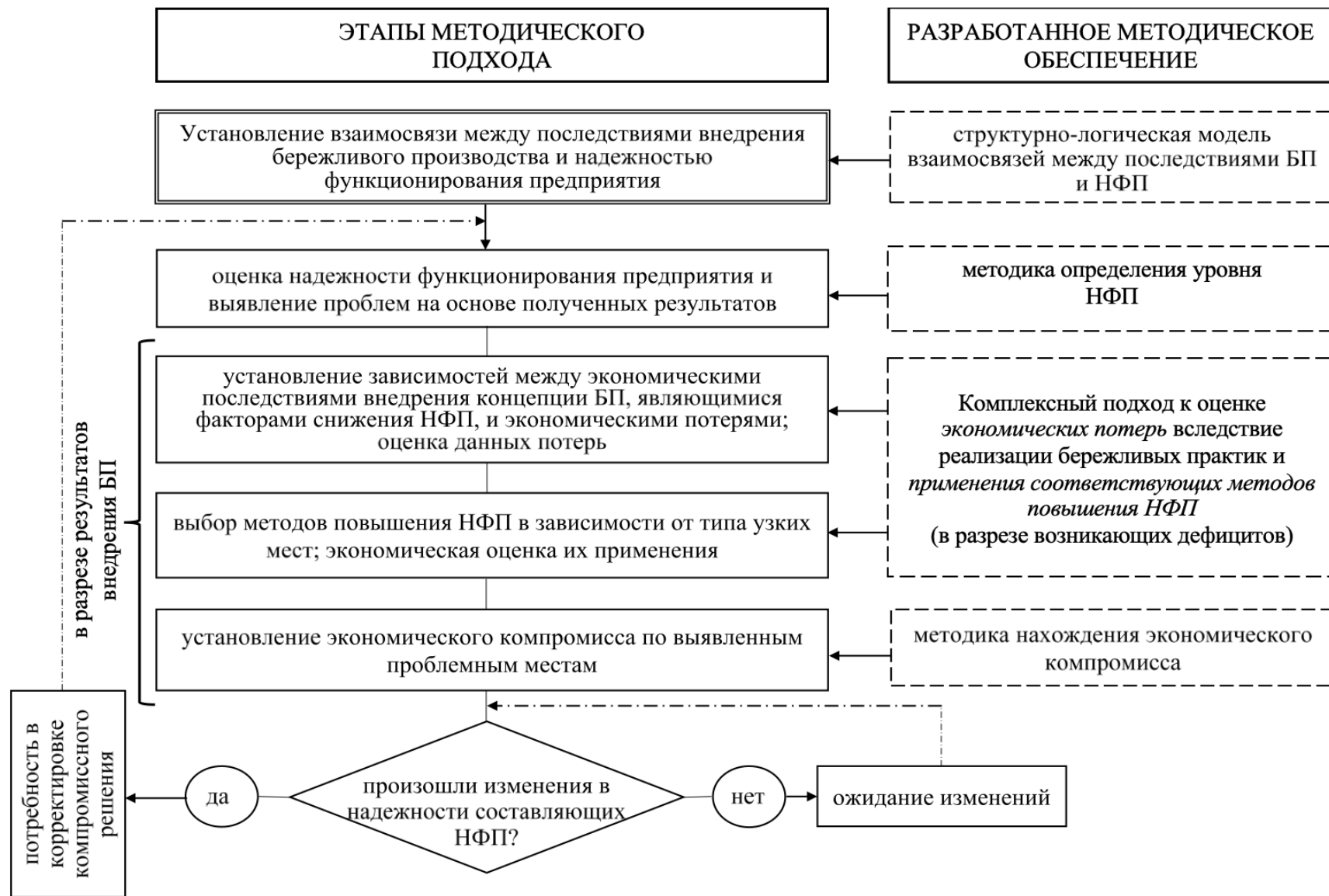


Рисунок 31 – Механизм достижения компромисса между экономическими последствиями реализации бережливых практик и надежностью функционирования предприятия. *Предложено автором*

И, наоборот, при использовании бережливых инструментов процесс становится более сложным – целесообразно не просто контролировать уровень надежности до и после внедрения бережливых практик, но и предупреждать и нивелировать возникающие риски, так как совершенствование производственной системы – это непрерывный процесс. Экономический механизм установления компромисса между надежностью функционирования предприятия и результатами внедрения практик бережливого производства включает в себя ряд шагов и соответствующих им методических разработок, результат реализации которого – собственно компромиссное решение между последствиями исследуемых практик, а также рекомендации для формирования или корректировки стратегических намерений предприятия на основе полученных данных.

Начальный этап является подготовительным и проводится однократно – он включает в себя анализ последствий внедрения бережливого производства для показателей уровня надежности функционирования предприятия. Методическим обеспечением реализации данного этапа является структурно-логическая модель, иллюстрирующая взаимосвязь между результатами внедрения бережливых практик и уровнем надежности функционирования предприятия (рисунок 32). Отметим, что представленные причинно-следственные связи обобщают возможные последствия применения lean-технологий, однако не являются жесткими – в зависимости от специфики деятельности конкретного предприятия может потребоваться уточнение и расширение модели, следовательно, более глубокий анализ рисков внедрения бережливых практик. Данный этап является адаптивным и обязательным для каждой организации, а также может проводиться повторно по мере значимых изменений в структуре или бизнес-процессах предприятия.

Основная часть предлагаемого экономического механизма представляет собой совокупность последовательных, повторяющихся по мере необходимости действий, позволяющих определять компромиссное решение между последствиями внедрения бережливого производства и сохранением высокого

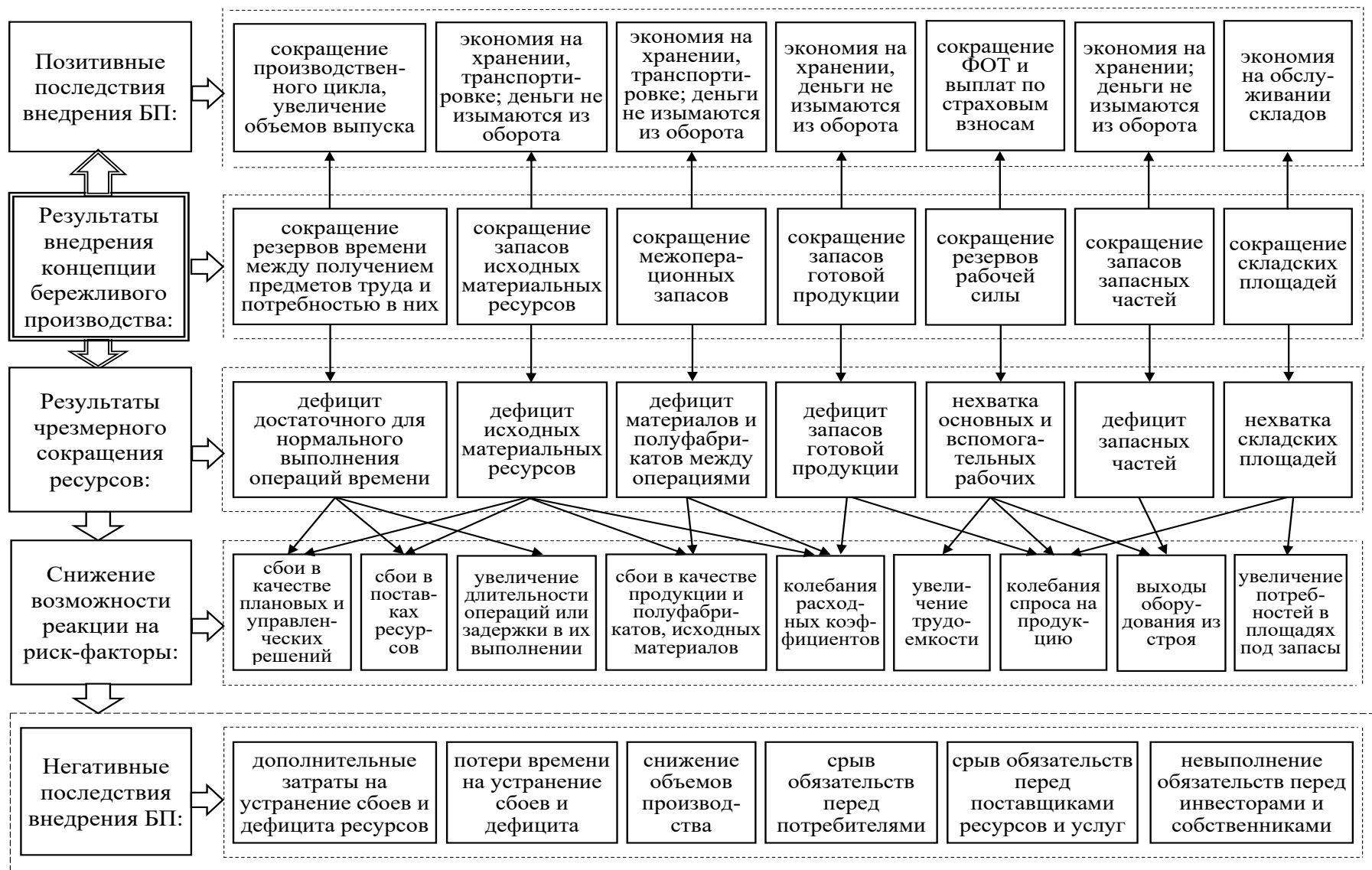


Рисунок 32 – Структурно-логическая модель взаимосвязей между последствиями реализации бережливых практик и уровнем надежности функционирования предприятия. *Предложено автором*

уровня надежности функционирования предприятия.

Второй этап подхода предполагает проведение оценки уровня надежности функционирования предприятия с использованием разработанной методики. Результат оценки – данные об имеющихся на предприятии проблемах, связанных с теми или иными составляющими и (или) проявлениями надежности.

На *третьем этапе* проводится анализ конкретных риск-факторов НФП, возникновение которых может сопровождать реализацию концепции бережливого производства и, как следствие, снижать возможность реакции предприятия на непредвиденные ситуации. Для этого в рамках данного этапа реализуются следующие шаги:

- установление зависимостей между выявленными последствиями внедрения бережливого производства – факторами снижения надежности функционирования предприятия – и соответствующими экономическими потерями;
- расчет экономических потерь в зависимости от конкретного сценария последствий.

Данная работа не преследует цели предложить исчерпывающий перечень потенциальных рисков и методик для их оценки, поскольку разные предприятия могут столкнуться с различными последствиями внедрения бережливых практик в зависимости от специфики их деятельности. В качестве перспективы будущих исследований возможно создание более комплексного подхода к установлению взаимосвязей между последствиями бережливого производства, снижением надежности функционирования предприятия и экономическими потерями, однако в рамках настоящей работы предлагается уделить основное внимание разработке обобщенного подхода, открытого для будущего совершенствования и расширения.

Четвертый этап экономического механизма включает следующие шаги:

- формирование перечня мер по повышению уровня надежности функционирования предприятия или ее отдельных составляющих;
- проведение экономической оценки их реализации.

Общепринятые методы повышения надежности функционирования предприятия включают в себя создание резервов разного рода ресурсов и повышение их качества. Предлагается конкретизировать данные методы в соответствии с выделенными ранее составляющими надежности функционирования предприятия, согласно схеме (рисунок 33).

Отметим, что приведенный перечень методов повышения надежности функционирования предприятия не является исчерпывающим и может быть дополнен и расширен по результатам более глубокого анализа факторов НФП. Более того, представленные методы повышения надежности функционирования предприятия могут быть адаптированы к конкретным предприятиям с учетом их специфики и внешних условий. Таким образом, менеджеры компаний имеют право самостоятельно формировать пул инструментов для повышения надежности функционирования предприятия, соответствующий их организационным и производственным потребностям, а также факторам внешней среды. Тем не менее, предлагаемый комплекс мероприятий, направленных на повышение надежности предприятия, а также методики их оценки являются достаточно универсальными и адаптивными. В таблице 18 раскрыты потенциальные способы экономической оценки применения каждого из методов повышения надежности функционирования предприятия.

Отметим, что эффект от реализации мер, направленных на повышение надежности организационно-управленческих связей, достаточно сложно измерить в денежном выражении, что дает предприятиям возможность самостоятельно разрабатывать и реализовывать индивидуальные методы повышения надежности функционирования предприятия, адаптированные к их конкретной специфике и структуре.

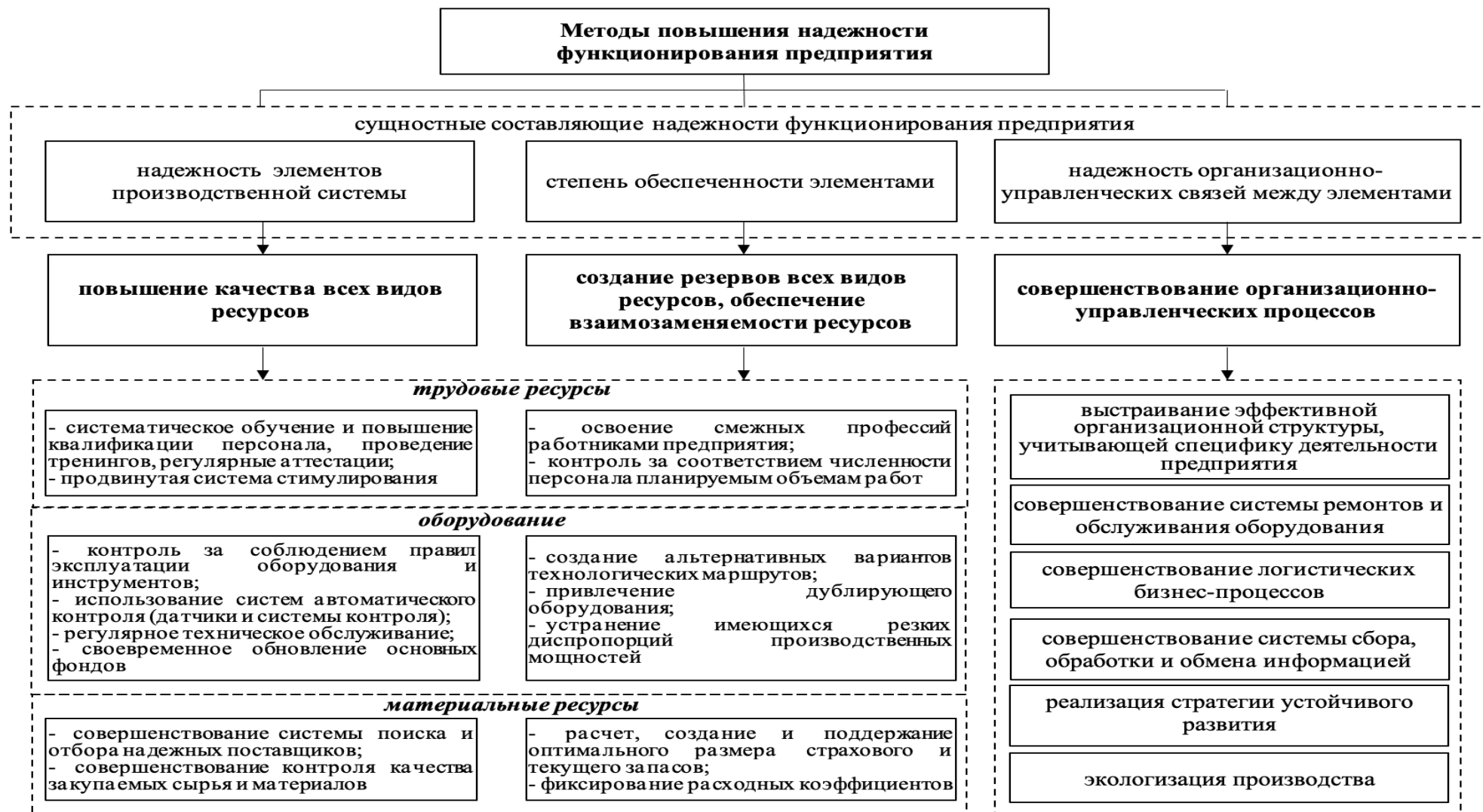


Рисунок 33 – Методы повышения надежности функционирования предприятия. *Предложено автором*

Таблица 18 – Показатели экономической оценки применения методов повышения надежности функционирования предприятия. *Предложено автором*

Метод повышения НФП	Ресурс	Показатели экономической оценки
Резервирование ресурсов	материальные ресурсы	- затраты на закупку, транспортировку и хранение дополнительных единиц исходных сырья и материалов; - затраты на ресурсосбережение
	энергоресурсы	- затраты на повышение лимита потребления электроэнергии либо на собственную генерацию; - затраты на энергосбережение
	природные ресурсы	- затраты на подготовку к использованию дополнительных объемов не вовлеченных в хозяйственный оборот природных ресурсов; - затраты на формирование замкнутого цикла производства
	трудовые ресурсы	- затраты на обучение персонала смежным профессиям и на создание резервного штата
	оборудование	- затраты на приобретение и содержание дублирующего оборудования;
Повышение качества ресурсов	материальные ресурсы	- затраты на выбор поставщиков и текущий контроль их деятельности; - затраты при переходе на более дорогие сырье и материалы; - затраты на организацию дополнительных этапов или способов контроля качества исходных сырья и материалов при приемке
	трудовые ресурсы	- затраты на реализацию программ по повышению квалификации работников, в т. ч. зеленых компетенций; - затраты на систему стимулирования работников; - затраты на улучшение условий труда работников; - затраты на реализацию социальных и экологических программ, обеспечивающих приток более качественных трудовых ресурсов и повышающих трудовой потенциал имеющихся
	оборудование	- затраты на ремонты «по состоянию» и планово-предупредительные; - затраты на обновление и модернизацию основных фондов, в том числе для улучшения условий труда, повышения безопасности, экологичности производства; - затраты на содержание и стимулирование ремонтного персонала; - затраты на обслуживание оборудования

Пятый этап механизма аккумулирует результаты выполнения предыдущих этапов – именно здесь происходит выработка того самого компромиссного решения, необходимого для нивелирования потенциального негативного влияния бережливых практик. На данном этапе экономическая оценка потерь, понесенных из-за снижения надежности предприятия в

результате внедрения инструментов бережливого производства, соотносится с оценкой выбранных методов повышения надежности, после чего производится расчет экономического компромисса в соответствии с подобранной методикой. Предлагается рассмотреть конкретные *сценарии*, в которых анализируется возникновение того или иного дефицита как риск-фактора НФП, возникающего в результате чрезмерного сокращения тех или иных ресурсов.

Реализация 3 и 4 этапа разработанного экономического механизма происходит в разрезе конкретных дефицитов: в каждой конкретной ситуации – в зависимости от последствий чрезмерного сокращения того или иного вида ресурса – необходимо установить причинно-следственные связи, оценить потенциальные последствия применения бережливых практик (экономические потери), конкретизировать соответствующие методы повышения НФП и оценить их применение. В связи с этим предлагается рассмотреть определенные *сценарии*, совокупность которых образует комплексный подход к оценке потерь от реализации принципов бережливого производства и применения методов повышения надежности функционирования предприятия.

Для эффективного управления запасами принято использовать методы оптимизации [137], однако на практике лица, принимающие решения, часто пренебрегают данным инструментом. Поэтому важнейшим аспектом предлагаемого экономического механизма является *актуализация и систематизация методов математического программирования как основы для нахождения компромиссного решения в каждом конкретном сценарии*, то есть в разрезе определенного дефицита. Ключевой принцип надежного и эффективного функционирования – **непрерывное соблюдение баланса**.

Сценарий 1. *Чрезмерное сокращение исходных материальных ресурсов, межоперационных запасов и запасов запасных частей.* Определенные последствия реализации бережливых практик целесообразно объединять в одну группу в зависимости от их природы и методов устранения возникающих проблем. Рассмотрим первую группу результатов внедрения инструментов бережливого производства, потенциально приводящих к таким дефицитам, как:

дефицит исходных сырья и материалов, природных и энергоресурсов, дефицит материалов и полуфабрикатов, дефицит запасных частей.

Перечисленные виды дефицитов могут стать причиной простоев на разных этапах производственного цикла и привести к его увеличению, что, безусловно, влечет за собой негативные последствия. В любом из случаев предприятие несет непредвиденные убытки, реализуя один из следующих сценариев:

- выполнение заказа в срок, но за счет дополнительных работ: выплата сверхурочных, дополнительные затраты на топливо и электроэнергию;
- нарушение договорных условий, а именно ненадлежащее исполнение обязательств в части сроков выполнения заказа: штрафные санкции со стороны потребителей в краткосрочной перспективе, реализация репутационных рисков и потери прибыли в долгосрочной перспективе.

Нехватка запасных частей может также являться причиной простоев из-за ожиданий поставок необходимых запчастей, а также провоцировать недоброкачественный ремонт оборудования из-за использования неподходящих материалов, что приводит к выпуску бракованной продукции.

В рамках первого сценария для каждой конкретной ситуации для нахождения баланса между последствиями сокращения разного рода ресурсов выступают элементы *теории управления запасами*. Установление компромиссного решения при реализации данного сценария достигается за счет формирования оптимального страхового запаса, размер которого рассчитывается согласно методике, подробно описанной в Приложении Д. Приведенная методика оперирует данными, связанными с затратами и убытками в результате нехватки ресурсов (на единицу дефицита в единицу времени), а также затратами на содержание страхового запаса ресурсов, включая потери от связывания оборотных средств (на единицу дефицита в единицу времени). В расчетах также используется закон распределения показателя, отражающего поведение соответствующего риск-фактора – для получения данных необходимо собрать и обработать статистику его значений.

Крайне важно обеспечивать *создание резервов адекватных размеров, что также следует из принципа оптимальности*: в условиях высокой стабильности функционирования, то есть в условиях строгого соблюдения графиков без отклонений и сбоев, оптимальная величина страхового запаса стремится к нулю. Следовательно, используемая методика является *адаптируемой* к любым внешним и внутренним условиям работы предприятия.

Альтернативное компромиссное решение в случаях, относящихся к сценарию 1, предполагает увеличение инвестиций в повышение качества рассмотренных видов материальных ресурсов, что способствует значительному снижению рисков колебаний потребности в ресурсах за счет выявления дефектов на ранних стадиях производственного цикла, а также в силу обеспечения более высокого качества ресурсов, следовательно, уменьшения колебаний расходных коэффициентов. В Приложении Е описана методика нахождения компромиссного решения в рамках повышения качества входящих ресурсов.

В таблице 19 представлены конкретные предложения по оценке потерь предприятия и применения соответствующих методов повышения надежности функционирования предприятия в рассмотренных ситуациях.

Таблица 19 – Оценка экономических потерь от чрезмерного сокращения запасов исходных материальных ресурсов и применения соответствующих методов повышения надежности. *Предложено автором*

Результат lean (риск-фактор для НФП)	Оценка экономических потерь при реализации риска	Метод повышения НФП	Оценка применения метода повышения НФП
Сценарий 1 – чрезмерное сокращение исходных материальных ресурсов, межоперационных запасов и запасов запасных частей			
Дефицит исходных сырья, материалов, полуфабрикатов	<ul style="list-style-type: none"> - расчет дополнительных затрат на осуществление экстренных закупок; - расчет дополнительных затрат на топливо и энергию; - расчет суммы сверхурочных, выплачиваемых в результате дополнительных часов работы 	Создание страхового запаса исходных сырья, материалов, полуфабрикатов	Расчет затрат на хранение страховых запасов ресурсов в сумме с потерями прибыли в связи с отвлечением денежных средств из оборота

Результат lean (риск-фактор для НФП)	Оценка экономических потерь при реализации риска	Метод повышения НФП	Оценка применения метода повышения НФП
	<p>для ликвидации последствий простоев;</p> <ul style="list-style-type: none"> - расчет потерянной прибыли по причине недопроизводства; - расчет суммы штрафных санкций от потребителей по причине срывов графиков поставок; - расчет потерянной прибыли по причине реализации репутационных рисков, потери доверия заказчиков 	<p>Повышение и контроль качества исходных сырья, материалов, полуфабрикатов</p>	<p>Расчет дополнительных затрат на:</p> <ul style="list-style-type: none"> - закупку более качественных ресурсов; - усиление входного контроля качества ресурсов
Дефицит межоперационных материалов и полуфабрикатов	<ul style="list-style-type: none"> - расчет потерянной прибыли из-за снижения объемов производства; - расчет суммы штрафных санкций от потребителей по причине срывов графиков поставок; 	<p>Создание страховых межоперационных запасов материалов и полуфабрикатов</p>	<p>Расчет затрат на хранение страховых межоперационных запасов ресурсов в сумме с потерями прибыли в связи с отвлечением денежных средств из оборота</p>
	<ul style="list-style-type: none"> - расчет суммы сверхурочных, выплачиваемых в результате дополнительных часов работы для ликвидации последствий простоев; - расчет потерянной прибыли по причине реализации репутационных рисков, потери доверия заказчиков 	<p>Повышение и контроль качества исходных сырья, материалов, полуфабрикатов; повышение и контроль качества обработки</p>	<p>Расчет дополнительных затрат на:</p> <ul style="list-style-type: none"> - закупку более качественных ресурсов; - контроль качества ресурсов на входе и внутри производственного цикла; совершенствование технологий и оборудования
Дефицит запасных частей	<ul style="list-style-type: none"> - расчет потерянной прибыли по причине простоев в результате отсутствия запчастей; - расчет потерянной вследствие бракованной продукции по причине ненадлежащего ремонта оборудования; - расчет потерянной прибыли по причине реализации репутационных рисков, потери доверия заказчиков 	<p>Создание страхового запаса запасных частей, повышение и контроль их качества в процессе закупки</p>	<p>Расчет затрат на закупку, транспортировку и хранение запасов запасных частей в сумме с потерями прибыли в связи с отвлечением денежных средств из оборота</p>

Подход к поиску компромиссных решений для всех дефицитов, представленных в таблице 19, также соответствует логике, описанной в контексте *дефицита исходных сырья и материалов* с учетом изменений в составе рассматриваемых затрат и убытков (Приложение Д, Е).

Сценарий 2. Рассматривая ситуацию *дефицита природных и энергоресурсов* необходимо отталкиваться от того же принципа оптимальности: затраты на содержание запаса ресурса должны быть сбалансированы с расходами от дефицита данного вида ресурса. Анализируемый вид дефицита неслучайно выделен в отдельный сценарий – ему присуща определенная специфика: целесообразно рассматривать запас природных и энергоресурсов не в буквальном смысле, то есть как их накопление в натуральном выражении, а как *дополнительные возможности для доступа к энергии и природным ресурсам и их дальнейшего использования* (таблица 20).

Таблица 20 – Оценка экономических потерь от дефицита природных и энергоресурсов и применения соответствующих методов повышения надежности

Результат lean (риск-фактор для НФП)	Оценка экономических потерь при реализации риска	Метод повышения НФП	Оценка применения метода повышения НФП
Дефицит природных ресурсов	- расчет потерь по причине нехватки природных ресурсов или их ненадлежащего качества; - расчет потерь по причине реализации репутационных рисков, потери доверия заказчиков	Обеспечение доступа к дополнительным объемам природных ресурсов; повышение их качества за счет доступа к сырьевым ресурсам с более высокими качественными характеристиками	Расчет затрат на: - разведку новых месторождений и источников ресурсов и обустройство доступа к ним; - разрешительные процедуры; - оплату увеличения лимитов потребления природных ресурсов
Дефицит энерго-ресурсов	- расчет потерь по причине нехватки энергоресурсов или их ненадлежащего качества;	Повышение лимита максимальной мощности, использование собственных источников генерации энергии;	Расчет затрат на: - увеличение лимита максимальной мощности; - собственную генерацию энергии

Результат lean (риск-фактор для НФП)	Оценка экономических потерь при реализации риска	Метод повышения НФП	Оценка применения метода повышения НФП
	- расчет дополнительных затрат на оплату сверхлимитного потребления энергии	закупка более качественных энергоресурсов	

Таким образом, поиск компромиссного решения в случае дефицита природных или энергоресурсов соответствует логике, описанной в контексте дефицита исходных сырья и материалов, однако обладает особенностями: в рамках повышения НФП создается не реальный запас данных видов ресурсов, а его аналог – дополнительные возможности доступа к энергии и природным ресурсам, в связи с чем необходимо учитывать изменения не только в составе рассматриваемых убытков и затрат, но и самих методах повышения НФП.

Сценарий 3. *Чрезмерное сокращение запасов готовой продукции.* Недостаточный уровень резервов готовой продукции приводит к упущенным возможностям (потерям прибыли) ввиду отсутствия готовности выполнять срочные заказы. Методика оптимизации запасов готовой продукции соответствует методике, описанной в Приложении Д для второго и третьего риск-факторов. Разница заключается лишь в содержании экономических потерь, которые оцениваются в соответствии с таблицей 19.

Сценарий 4. *Чрезмерное сокращение резервов рабочей силы* может повлечь за собой дефицит трудовых ресурсов, что особенно критично для надежного функционирования предприятия, если касается основных и вспомогательных рабочих. В условиях недостаточного резерва трудовых ресурсов (или его полном отсутствии) при возникновении непредвиденных ситуаций рабочему приходится покидать свое основное место работы и выполнять непрофильные задачи, следовательно, увеличивается риск производства бракованной продукции. Дефицит рабочей силы также может провоцировать простои оборудования и производства в целом вследствие длительного поиска замены того или иного работника. Более того, организация может нести убытки в виде оплаты сверхурочной работы в случае, если

сотрудник находится в отпуске (или у него выходной), но при этом необходимо экстренно задействовать его в производстве.

Для выработки компромиссного решения в данном случае применяются разные методики в зависимости от функционала – основные или вспомогательным рабочие. Для основных работников используются инструменты теории управления запасами аналогично предыдущим сценариям (Приложение Ж). Для расчета оптимального количества вспомогательного персонала предлагается использовать инструменты теории массового обслуживания, описанные в Приложении З.

Сценарий 5. *Чрезмерное сокращение складских площадей* также создает риски, реализация которых приводит к снижению уровня надежности функционирования предприятия. Ликвидация якобы избыточных складских площадей может вынудить предприятие ненадлежащим образом размещать исходные или межоперационные сырье и материалы, полуфабрикаты, готовую продукцию в случае непредвиденных обстоятельств – хранение определенных ресурсов или продуктов в непредназначенных для данной цели помещениях может привести к нарушению их целостности. Для достижения экономического компромисса в этом сценарии также используются инструменты теории управления запасами (Приложение Д) – безусловно, организации должны находить баланс между содержанием дополнительного пространства для хранения и убытками в случае его нехватки.

Сценарий 6. *Чрезмерное сокращение резервов времени между получением предметов труда и непосредственно потребностью в них* создает дефицит времени между различными операциями. Реализация принципа работы «с колес», минимизация всех промежутков времени в соответствии с принципами бережливого производства могут приводить к недостатку времени для завершения операций. Следовательно, рабочие могут допускать такие ошибки, как преждевременная передача материалов на последующие этапы обработки или, напротив, их задержка, что провоцирует перегрузки оборудования или

простой в результате отсутствия материалов. Кроме того, элементарная спешка приводит к ошибкам, что отражается на качестве продукции.

Методы достижения компромисса включают в себя конкретные шаги, адаптированные к разным типам временных промежутков:

Для межоперационных разрывов: статистическая оценка варьированности производительности и планирование интервала между операциями – при этом средняя амплитуда отклонений длительности предшествующей операции не должна превышать данный интервал.

Для временных разрывов в получении исходных ресурсов: статистическая оценка варьированности отклонений сроков поступления ресурса и планирование интервала между поступлением ресурса и его включением в производственный цикл – при этом средняя амплитуда отклонений между фактическими и плановыми сроками поступления партий ресурсов не должна превышать данный интервал.

Несмотря на то, что сокращение временных промежутков между операциями, например, с помощью системы «точно в срок», дает преимущество в виде сокращения производственного цикла, за счет чего происходит увеличение объема продаж и последующий рост прибыли, существует риск дерегуляции системы и снижения пропускной ее способности – данный эффект подробно описан Э. Голдраттом [138] как «эффект хлыста»: незначительные отклонения в одном звене цепочки приводят к значительным отклонениям в других, вследствие чего дисбаланс прогрессирует по мере удаления от источника сбоя. Ликвидация любых временных лагов при условии даже незначительных колебаний в поставках ресурсов или между операциями может спровоцировать простои, накопление незавершенного производства, задержки между операциями, сверхурочную работу, увеличение количества брака, ошибочную приоритизацию заказов. Однако, нельзя не учесть, что, в долгосрочной перспективе и при правильном подходе, бережливые практики сводят к минимуму колеблемость поставок и сроки выполнения работ внутри производственного цикла. В результате снижается колеблемость расходных

коэффициентов, следовательно, уменьшается потребность в лагах между операциями. Для достижения компромиссного решения в данном случае предложенная методика также применима, так как при минимальной колеблемости оптимальный расчетный промежуток времени между операциями будет стремиться к нулю.

Методики оценки убытков предприятия в рассмотренных выше случаях, а также оценка применения соответствующих методов повышения надежности функционирования представлены в таблице 21.

Таблица 21 – Оценка экономических потерь и применения соответствующих методов повышения надежности функционирования предприятия в разрезе сценариев 3-6. *Предложено автором*

Результат lean (риск-фактор для НФП)	Оценка экономических потерь при реализации риска	Метод повышения НФП	Оценка применения метода повышения НФП
Сценарий 3 – чрезмерное сокращение запасов готовой продукции			
Дефицит складских запасов готовой продукции (неспособность удовлетворить текущий спрос)	<ul style="list-style-type: none"> - расчет потерянной прибыли в связи с неудовлетворенным оперативным спросом; - расчет потерянной прибыли по причине реализации репутационных рисков, потери доверия заказчиков 	Создание страхового запаса готовой продукции	Расчет затрат на хранение страховых запасов готовой продукции, суммированная с потерями прибыли в связи отвлечением денежных средств из оборота
Сценарий 4 – чрезмерное сокращение резервов рабочей силы			
Нехватка основных и вспомогательных рабочих	<ul style="list-style-type: none"> - расчет потерянной прибыли по причине недопроизводства из-за простоев; - расчет убытков от производства бракованной продукции по причине выполнения операций непрофильным персоналом; - расчет расходов на оплату сверхурочных; - расчет суммы штрафных санкций от потребителей по причине срывов графиков поставок; 	Содержание резервного персонала	Расчет затрат на создание дополнительных рабочих мест (увеличение ФОТ и суммы страховых взносов)
		Обучение персонала для повышения его квалификации и	Расчет затрат на обучение персонала; расчет дополнительных

Результат lean (риск-фактор для НФП)	Оценка экономических потерь при реализации риска	Метод повышения НФП	Оценка применения метода повышения НФП
	- расчет потерянной прибыли по причине реализации репутационных рисков, потери доверия заказчиков	универсальности; привлечение более квалифицированного персонала	затрат на оплату труда более квалифицированного персонала
Сценарий 5 – чрезмерное сокращение складских площадей			
Нехватка складских площадей	<ul style="list-style-type: none"> - расчет убытков от брака по причине порчи готовой продукции из-за несоблюдения условий хранения; - расчет суммы штрафных санкций от потребителей по причине срывов графиков поставок; - расчет дополнительных затрат на осуществление экстренных закупок исходных сырья и материалов взамен испорченных; - расчет потерянной прибыли по причине реализации репутационных рисков, потери доверия заказчиков 	Создание резерва складских площадей для хранения готовой продукции и исходных сырья и материалов	Расчет затрат на обслуживание дополнительных складских площадей
Сценарий 6 – чрезмерное сокращение резервов времени между получением предметов труда и потребностью в них			
Дефицит времени (срывы графиков производства из-за отсутствия плановых временных зазоров между операциями)	<ul style="list-style-type: none"> - расчет потерянной прибыли по причине недопроизводства; - расчет убытков от брака по причине ошибок персонала; - расчет суммы сверхурочных, выплаченных в результате дополнительных часов работы для ликвидации последствий простоев; - расчет суммы штрафных санкций от потребителей по причине срывов графиков поставок; - расчет потерянной прибыли по причине реализации репутационных рисков, потери доверия заказчиков 	Обеспечение необходимого временного люфта между поступлением исходных ресурсов на предприятие и их отправкой в производственный цикл; между последовательными операциями производственного цикла	Оценка удлинения производственного цикла; оценка снижения объемов выпуска и прибыли

Разработанный экономический механизм формирует комплексную и структурированную основу для оценки и повышения надежности функционирования предприятия в период реализации практик бережливого производства в контексте фрагментации экономики. Непрерывное обеспечение надежности функционирования предприятия в условиях внедрения бережливого

производства требует регулярного контроля, своевременных корректировок и экономических оценок выбранных методов повышения, тем самым способствуя сбалансированному подходу для поддержания надежности и одновременного использования преимуществ концепции бережливого производства.

Разработанный инструментарий обеспечения надежности функционирования предприятия отвечает потребностям организаций в *адаптации к быстро меняющимся внешним условиям, сохранении потенциала для долгосрочного развития с учетом целей устойчивого развития и основывается на принципах, сформулированных автором.*

3.3 Апробация предложенных методических разработок и их экономическая эффективность

Предложенные методические разработки были апробированы на флагманском предприятии ОАО «УГМК-Холдинг» – АО «Уралэлектромедь», основными видами производственно-хозяйственной деятельности которого являются производство черновой меди, катодов медных, катанки медной и пр. В качестве основных видов сырья, поступающих на площадку в г. Верхняя Пышма, выступают медь черновая, лом и отходы меди и сплавов на медной основе, гранулят медный, аноды медные.

В соответствии с предложенным алгоритмом регулирования уровня надежности было установлено сильное влияние фрагментации экономики на деятельность предприятия, что выражается в разрыве партнерских отношений с зарубежными поставщиками, введении Лондонской биржей металлов (LME) запрета на размещение на своих складах цветных металлов из России и т.д. При этом АО «Уралэлектромедь» следует принципам зеленой экономики, что подтверждается результатами анализа внутренней нефинансовой отчетности – предприятие активно разрабатывает документы и реализует мероприятия снижению воздействия производства на окружающую среду:

- наличие сертификации по ISO 14001:2015;
- внедрение наилучших доступных технологий;

- оценка энергоэффективности и показателей экологической безопасности приобретаемого оборудования;
- участие в проекте «Чистый воздух»;
- использование современных газоочистных установок;
- проектирование сооружений доочистки сточных вод на всех объектах добычи и производства;
- строительство локальных очистных сооружений;
- действие программы энергосбережения и повышения энергоэффективности (в т. ч. возможность использования возобновляемых источников энергии) [139].

Организация на протяжении нескольких лет активно применяет инструменты бережливого производства, усилив их внедрение в условиях фрагментации экономики. Среди ключевых практик – система поставок «точно в срок» и оптимизация персонала в рамках трансформации УГМК. Были выдвинуты гипотезы, что реализуемые меры при нерациональном подходе могут иметь такие негативные последствия, как чрезмерное сокращение запасов сырья и нехватка рабочей силы в экстренных ситуациях. Для проверки данных гипотез был реализован предложенный экономический механизм, позволяющий найти компромиссное решение между надежностью функционирования предприятия и последствиями внедрения инструментов бережливого производства.

Первый этап разработанного механизма предполагает установление причинно-следственных связей между потенциальными последствиями реализации бережливых практик и уровнем надежности функционирования предприятия с использованием структурно-логической модели, представленной на рисунке 32.

На схеме продемонстрировано, что чрезмерное сокращение исходных материальных ресурсов может снизить способность оперативного реагирования на такие риск-факторы, как проблемы в качестве принимаемых решений в рамках планирования и управления, перебои в поставках, снижение качества продукции, колебания расходных коэффициентов. Аналогичным образом,

чрезмерное сокращение трудовых резервов способствует снижению способности реагировать на внеплановый рост трудоемкости, колебания спроса на продукцию и отказы оборудования.

Второй этап экономического механизма предполагает комплексную оценку уровня надежности функционирования рассматриваемого предприятия по четырем субиндексам, расчет которых осуществляется на основе данных, представленных в таблице И.1 (Приложение И). Показатели, измеряющиеся в баллах, были рассчитаны на основании данных сформированной группы экспертов – согласованность их мнений была проверена с помощью коэффициента конкордации (согласно методике оценки НФП).

По результатам унификации полученных данных рассчитываются субиндексы надежности функционирования (RSI) по каждой группе показателей. Полученные значения четырех показателей RSI свидетельствуют о наличии проблем в одной из составляющих надежности – обеспеченности элементами производственной системы (ПС), что продемонстрировано на рисунках 34, 35.

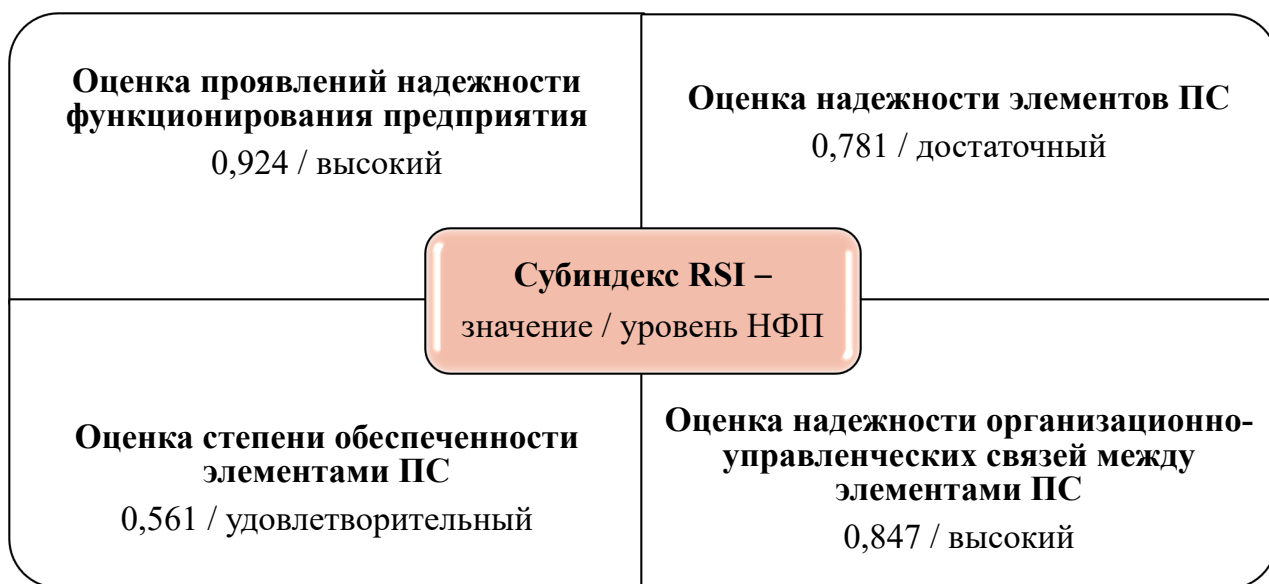


Рисунок 34 – Значения групповых интегральных показателей надежности функционирования $RSI \in [0, 1]$ и соответствующий уровень НФП исследуемого предприятия. *Получено автором на основании внутренней отчетности предприятия*

Заключительные этапы предложенного экономического механизма действуют в контексте внедрения бережливого производства. Проблемы,

выявленные на этапе 2, привязаны к причинно-следственным связям этапа 1: политика предприятия по агрессивному сокращению персонала и запасов входящих ресурсов обуславливает нехватку как трудовых, так и материальных ресурсов, что является риск-факторами при реализации бережливых практик и провоцирует возникновение соответствующих дефицитов.

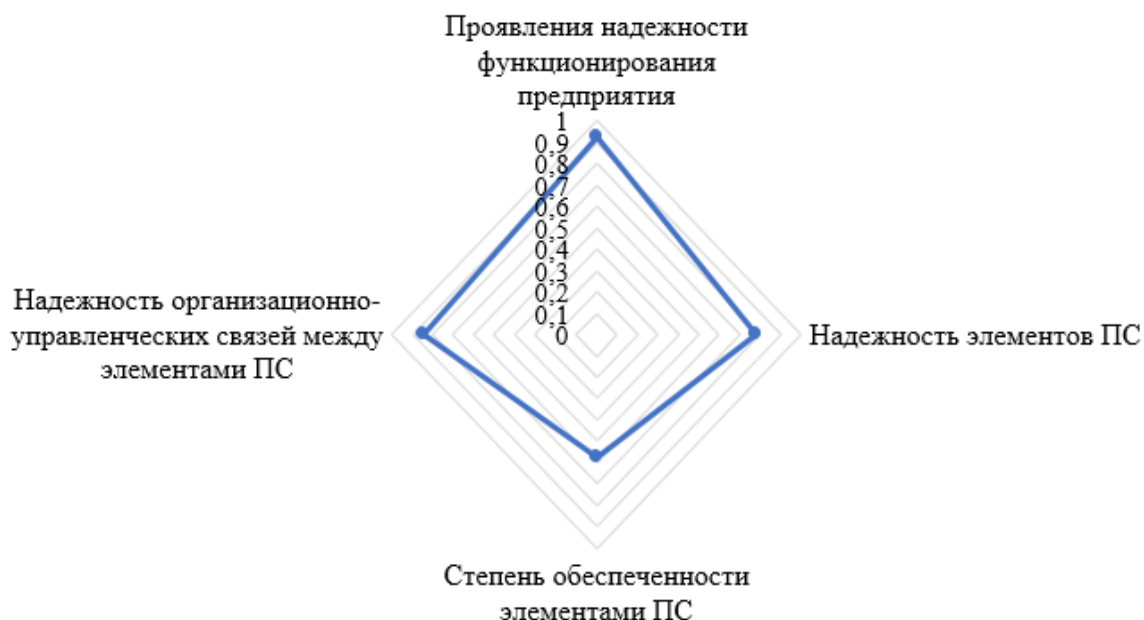


Рисунок 35 – Уровень надежности функционирования АО «Уралэлектромедь» (по субиндексам $RSI \in [0, 1]$). Составлено автором на основании расчетов

Наблюдаемый сейчас уровень реальной надежности функционирования предприятия является достаточно высоким, однако существует риск его значительного снижения в будущем по причине наличия «узких мест» в потенциальной надежности, а именно – проблем с обеспеченностью элементами производственной системы.

После реализации заключительных этапов предлагаемого экономического механизма и их детализации были конкретизированы следующие проблемы:

- *дефицит запасов исходного сырья*, а именно медного лома и отходов меди (гранулят и медная проволока);
- *дефицит вспомогательной рабочей силы* в цехе приемки и переработки сырья для обслуживания гидравлических прессов.

Выработка компромиссного решения в данном случае заключается в создании оптимальных резервных запасов сырья и определении оптимального количества вспомогательных рабочих в цехе приемки и переработки сырья.

В целях устранения *дефицита конкретных видов сырья (сценарий 1)* используются инструменты теории управления запасами. В соответствии с представленным экономическим механизмом производится определение оптимальных страховых запасов согласно методике, представленной в Приложении Д. Создание резервов адекватного размера имеет критически важное значение для снижения рисков, связанных, в данном случае, с нехваткой медного гранулята и проволоки. В таблице 22 представлены исходные данные для решения поставленной оптимизационной задачи и результаты расчетов.

Таблица 22 – Расчет компромиссного решения в случае дефицита исходных материальных ресурсов. *Получено автором*

Показатель		Значение
Затраты, возникающие при дефиците ресурса, руб./т в сутки	гранулят медный	2 068,00
	проволока медная	1 783,00
Затраты на содержание страхового запаса (в сумме с потерями от связывания оборотных средств), руб./т в сутки		63,00
Средний интервал между поставками ресурсов, сут.		7,00
Средняя интенсивность потребления, т/сут.	гранулят медный	14,50
	проволока медная	30,10
Стандартное отклонение	гранулят медный	2,90
	проволока медная	6,02
Плотность убытков	гранулят медный	0,970
	проволока медная	0,966
Оптимальный страховой запас, т	гранулят медный	38,31
	проволока медная	76,84

Примечание: приведены скорректированные данные с учетом коммерческой тайны

Результаты расчетов демонстрируют, что оптимальными значениями страхового запаса гранулята медного и проволоки медной являются 38 т и 77 т соответственно. Следовательно, именно указанные объемы резервов данных

видов сырья обеспечит минимизацию средних ожидаемых суммарных затрат, связанных с хранением запаса с одной стороны и с дополнительными расходами и убытками в случае непредвиденных ситуаций с другой стороны.

Вторая проблема, выявленная в ходе оценки уровня НФП и более глубокого анализа деятельности предприятия, является иллюстрацией **сценария 4**. В рамках апробации были получены следующие исходные данные для анализа выявленного дефицита (скорректированы с учетом коммерческой тайны):

- количество объектов обслуживания (количество гидравлических прессов в цехе) $n = 5$ штук;
- затраты и потери, связанные с простоями одного пресса в очереди на обслуживание (потери чистой прибыли из-за недопроизводства) $C_{об} = 50\,000$ руб./сут.;
- затраты, связанные с простоем канала (на содержание 1 работника ремонтной бригады) $C_{кан} = 2\,167$ руб./сут.;
- интенсивность потока заявок от одного объекта обслуживания (среднее количество выходов оборудования из строя) $\lambda = 3,5$ раза в месяц;
- среднее время обслуживания (средняя продолжительность ремонта) пресса при выходе его из строя $\overline{t_{ожид}} = 1,6$ суток.

Промежуточные расчеты оптимального количества вспомогательных рабочих, необходимых для обслуживания оборудования в составе цеха приемки и переработки сырья, включают в себя: расчет вероятности P_0 , доли времени простоев оборудования, доли времени незагрузки рабочих и значений собственно целевой функции (таблица 23, Приложение 3). Оптимизация производится по критерию минимума совокупных затрат, связанных непроизводительным использованием оборудования и рабочей силы: с простоями оборудования в очереди на обслуживание ($C_{об} n d_{прост\ об}$) и простоями рабочих ($C_{кан} S d_{прост\ кан}$).

Таблица 23 – Расчет компромиссного решения в случае дефицита вспомогательного персонала. *Получено автором*

Показатель	Количество персонала S, чел.			
	1	2	3	4
Вероятность P_0	0,3131	0,4168	0,4246	0,4250
Доля времени простоев оборудования ($d_{\text{прост об}}$)	0,1926	0,0227	0,0021	0,0001
Доля времени незагрузки рабочих ($d_{\text{прост кан}}$)	0,3131	0,6113	0,7380	0,8034
Значения целевой функции ($C_{\text{об}} n d_{\text{прост об}} + C_{\text{кан}} S d_{\text{прост кан}}$), тыс. руб./сут.	48,8268	8,3344	5,3325	6,9927

По результатам произведенных расчетов, оптимальное значение для ремонтной бригады, осуществляющих обслуживание прессов гидравлических в цехе приемки и переработки сырья анализируемого предприятия, равно 3. Таким образом, для поддержания высокого уровня надежности функционирования предприятия крайне важно соблюдать полученное пороговое значение рабочей силы – сокращение числа вспомогательных рабочих в анализируемом цехе сверх оптимального количества снизит выгоды от реализации бережливых практик на сумму убытков от простоев оборудования и дефектов продукции.

Прогнозное значение надежности функционирования АО «Уралэлектромедь» по субиндексу «степень обеспеченности элементами» после применения инструментария – 0,643, что является *достаточным* уровнем (исходные данные для проведения повторной оценки приведены в Приложении И, таблица И.2).

Если уровень страхового запаса является оптимальным, совокупные затраты на его содержание совпадают с потерями от дефицита рассматриваемого вида ресурса. Годовые затраты на хранение полученного значения страхового запаса, полученные расчетным путем, оцениваются в 783,1 тыс. руб. для медного гранулята и 1 570,6 тыс. руб. для проволоки медной.

Если предположить, что убытки от дефицита растут линейно при сокращении страхового запаса, то его отсутствие потенциально может привести к увеличению годовых потерь от дефицита до 1 566,2 тыс. руб. для медного

гранулята и 3 141,1 тыс. руб. для медной проволоки. Однако эта оценка занижает фактические средние ожидаемые убытки, так как их рост с уменьшением страхового запаса носит нелинейный характер с более высокими темпами роста. Ожидаемый итоговый годовой эффект от создания страхового запаса двух рассматриваемых видов сырья составит более, чем 4 707,3 тыс. руб.

Рекомендации о содержании трех ремонтников в ЦПиПС способствует существенному снижению потерь, связанных с непроизводительным использованием персонала и оборудования. Реализация рассчитанного значения вспомогательного персонала способствует уменьшению годовых затрат анализируемого предприятия с 3 042,1 тыс. руб. до 1 946,4 тыс. руб., что соответствует эффекту в размере 1095,7 тыс. руб.

Совокупный годовой эффект от применения экономического механизма достижения компромисса между последствиями реализации бережливых практик и обеспечения НФП оценивается в 5 803,0 тыс. руб.

Таким образом, апробация разработанного в ходе исследования инструментария контроля и регулирования уровня надежности функционирования предприятия продемонстрировала целесообразность и экономическую эффективность.

Выводы по третьей главе.

1. Разработана методика определения уровня надежности предприятия, в основе которой лежит система показателей, оценивающих проявления и сущностные компоненты надежности. Обосновано решение отказаться от расчета интегрального показателя надежности, вместо чего предлагается оценивать фактическую и потенциальную надежность функционирования по четырем субиндексам – данный подход обусловлен потребностью в упрощении проведения диагностики уровня надежности предприятия и оперативном реагировании на возникающие проблемы, что позволяет предупреждать потенциальные сбои путем выявления узких мест.

2. Основываясь на качественных и количественных результатах исследований и учитывая выявленные противоречия, разработан инструментарий контроля и регулирования уровня надежности функционирования предприятия. Предлагаемый инструментарий позволяет осуществлять мониторинг и регулирование уровня надежности функционирования предприятия, одновременно устраняя выявленные в ходе эмпирических исследований противоречия, обеспечивая бесперебойную работу предприятия и способствуя повышению его экологической ответственности без ущерба для операционной результативности. В рамках предотвращения и устранения негативных последствий развития производственной системы за счет практик бережливого производства предлагается экономический механизм достижения компромисса между внедрением бережливых практик и обеспечением надежности функционирования предприятия. Разработанная модель оптимизации экономического эффекта от мероприятий по повышению экологической ответственности промышленных предприятий позволяет устранить парадокс, связанный с экологическим аспектом устойчивого развития. Эффективность представленных в главе методических разработок доказана в ходе апробации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Обеспечение бесперебойного функционирования предприятия, его безотказности становится ключевой задачей российских промышленных предприятий в условиях геополитической напряженности, нарушения цепочек поставок, ресурсных ограничений и иных вызовов современности. В данном контексте наиболее актуальными являются вопросы концепции надежности социотехнических систем. Надежность представляет собой способность предприятия безотказно функционировать, что проявляется в способности выполнять принятые обязательства, поддерживать непрерывность работы и достигать поставленных целей, в том числе целей устойчивого развития, на рассматриваемом временном интервале под воздействием факторов внешней и внутренней среды. При этом важно рассматривать свойства надежности и устойчивости не как идентичные, а как взаимодополняющие и характеризующие объект с разных сторон. В рамках исследования актуализируется концепция надежности и предлагается новый взгляд на понимание сущности данного свойства современной социотехнической системы как поддерживающего механизма ее устойчивого развития. Уточнено определение устойчивой трансформации и раскрыта сущность концепции устойчивого развития.

2. В качестве расширения теории уточнено определение понятия «надежность функционирования предприятия», исследуемое свойство впервые разделено на сущность и явление, а сущностные составляющие надежности выделены по аналогии с надежностью технических систем, что связано с генезисом понятия. На основе анализа риск-факторов, снижающих надежность по тем или иным составляющим, определены и систематизированы факторы внутренней поддержки, позволяющие минимизировать последствия от реализации рассматриваемых риск-факторов или предупреждать их. Кроме того, в соответствии с обозначенной ролью концепции устойчивого развития, дополнены принципы обеспечения надежности функционирования предприятия, позволяющие интегрировать базовые ценности обеих концепций и

усилить синергетический эффект от их реализации на практике через применение соответствующих инструментов повышения уровня надежности.

3. Доказана актуальность целей устойчивого развития для российских предприятий и мира в целом. Тренды устойчивой трансформации сохраняются, однако достижение целей устойчивого развития затрудняется в период фрагментации мировой экономики. Стремление российских предприятий ускорить темпы переориентации на Восток и повысить результативность, инвестиционную привлекательность и энергоэффективность, улучшать имидж обуславливает приверженность принципам устойчивого развития и внедрение соответствующих практик, в том числе в сфере экологизации производства. В этом ключе также большое значение имеет безотказность функционирования российских предприятий – обеспечивая непрерывность деятельности и предупреждая сбои, организации повышают свой потенциал к достижению целей устойчивого развития.

4. Исследовано влияние аспектов надежности на экологический аспект устойчивого развития. Доказано, что предприятия, уделяющие большее внимание надежности, обладают более высоким индексом экологизации. Практики повышения надежности оборудования, трудовых ресурсов и финансовой надежности позволяют повышать экологическую ответственность предприятий. Также большое значение для экологизации производства играют инновации и практики бережливого производства. Рассмотрены конкретные практики устойчивого развития, применяемые на российских металлургических предприятиях. Определено, что наибольшую распространенность имеют практики в области повышения экологической ответственности, автоматизации и безопасности труда. Среди рассмотренных примеров были также выделены неявные надежные практики, способствующие безотказному функционированию предприятия – инициативы в области технического обслуживания и ремонта.

5. Разработан и апробирован подход к исследованию закономерностей и взаимосвязей при применении практик устойчивого развития и повышения

надежности. В основу предлагаемого инструмента легла структурированная анкета, разработанной автором, и позволяет оценивать значимость конкретных практик, а также их влияние на операционную результативность российских промышленных предприятий. В качестве респондентов при проведении апробации подхода выступили сотрудники металлургических и машиностроительных предприятий Свердловской области. По результатам проведенного факторного анализа косвенно подтвердилась ранее предложенная теоретическая конструкция: укрупненно были выделена ресурсная и организационная надежность. Практики экологического менеджмента вошли в фактор организационной надежности, что также указывает на взаимосвязь исследуемого свойства и аспектов устойчивого развития. Результаты регрессионного анализа оказались достаточно противоречивыми и показали, что, если бережливое производство существенно и положительно влияет на операционную результативность, то практики зеленой экономики снижают данный показатель. Полученные результаты обозначили наличие парадокса зеленой экономики в рамках деятельности промышленных предприятий.

6. Разработана методика определения уровня надежности функционирования предприятия, основу которой составляет система показателей, выделенных в соответствии с проявлениями и сущностными составляющими надежности. Обоснован отказ от расчета интегрального показателя надежности, вместо чего предложено оценивать фактическую и потенциальную надежность по четырем 4 показателям (субиндексам) надежности. Данный подход позволяет проводить диагностику состояния предприятия в сфере надежности, оперативно реагировать на возникающие проблемы и предупреждать возможные сбои за счет выявления «узких» мест.

7. На основании проведенных качественных и количественных исследований и по результатам выявленных противоречий в области обеспечения надежности и достижения целей устойчивого развития разработан инструментарий, нацеленный как на контроль и регулирование уровня надежности функционирования предприятия, так и на устранение данных

противоречий, что, в совокупности, обеспечивает безотказность работы предприятия и позволяет повышать экологическую ответственность без снижения операционной результативности. В качестве инструмента нивелирования негативных последствий развития производственной системы предложен механизм достижения компромисса между результатами внедрения бережливых практик и надежностью функционирования предприятия. Для разрешения парадокса, связанного с экологическим аспектом устойчивого развития, разработана модель оптимизации затрат на экологизацию производства. Эффективность методических разработок доказана в апробации.

Рекомендации и перспективы разработки темы. В дальнейших исследованиях предлагается отдать приоритет углубленному изучению взаимовлияния надежных, устойчивых и иных практик с применением методов количественного и качественного анализа. Одним из перспективных направлений развития тематики является разработка различных модификаций методики определения уровня надежности в зависимости от специфики деятельности предприятия для упрощения применения инструмента на практике. Целесообразно также рассмотреть возможность разработки инструмента оценки надежности внешними пользователями для оценки привлекательности того или иного предприятия для контрагентов.

Менеджменту предприятий следует уделять особое внимание надежности функционирования в условиях так называемых внешних «шоков». Для регулярного и своевременного проведения самодиагностики уровня надежности рекомендуется создание рабочей группы или группы экспертов, а также предусмотреть создание и постоянное обновление базы необходимых для расчетов данных. Кроме того, предприятиям предлагается рассмотреть возможность раскрытия показателей надежности и практик в области ее обеспечения в годовых отчетах или отчетах об устойчивом развитии в целях повышения лояльности со стороны заинтересованных лиц.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Устойчивое развитие в неустойчивом мире: объединяя усилия регионов, городов и компаний: докл. к XXIV Ясинской (Апрельской) междунар. науч. конф. по проблемам развития экономики и общества. – Издательский дом Высшей школы экономики, 2023. – 161 с.
2. Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики». Разбалансировка климатической системы [Электронный ресурс]. – URL: <https://issek.hse.ru/news/814574233.html> (дата обращения: 15.02.2023).
3. World Weather Attribution. Extreme heat in North America, Europe and China in July 2023 made much more likely by climate change [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.worldweatherattribution.org/extreme-heat-in-north-america-europe-and-china-in-july-2023-made-much-more-likely-by-climate-change/> (дата обращения: 23.08.2023).
4. Урсул А. Эволюция ценностей в контексте глобализации / А. Урсул // Researcher. European Journal of Humanities & Social Sciences. – 2019. – № 2 (2). – С. 29-46.
5. Keeble B.R. The Brundtland Report: “Our Common Future” / B.R. Keeble // Medicine and War. – 1988. – Vol. 4. – № 1. – P. 17-25.
6. Ruggerio C.A. Sustainability and sustainable development: A review of principles and definitions / C.A. Ruggerio // Science of the Total Environment. – 2021. – Vol. 786. – № 786. – P. 2-10.
7. Официальный сайт ООН. Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development [Электронный ресурс]. – URL: <https://sdgs.un.org/2030agenda> (дата обращения: 06.11.2022).
8. The Circular Economy – A new sustainability paradigm? / M. Geissdoerfer [et al.] // Journal of Cleaner Production. – 2017. – Vol. 143. – P. 757-768.
9. Unpacking the Green Economy concept: A quantitative analysis of 140 definitions. Vol. 242 / A. Merino-Saum [et al.]. – Elsevier Ltd, 2020.
10. Кельчевская Н.Р. Влияние корпоративной социальной ответственности

на инвестиционную привлекательность российских компаний / Н.Р. Кельчевская, И.М. Черненко, Е.В. Попова // Экономика региона. – 2017. – Т. 13. – № 1. – С. 157-169.

11. Popova E. The impact of ESG and personal environmental concern on performance of Russian companies / E. Popova, N. Strikh // Upravlenets. – 2022. – Vol. 13. – № 5. – P. 2-16.

12. База данных документов ООН. Рио-де-Жанейрская декларация по окружающей среде и развитию [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.un.org/ru/> (дата обращения: 21.02.2023).

13. Bina O. The green economy and sustainable development: an uneasy balance? / O. Bina // Environment and Planning C: Government and Policy. – 2013. – Vol. 31. – P. 1023-1047.

14. Pearce D. Blueprint for a green economy / D. Pearce. – London, UK, 1989. – 191 p.

15. The theoretical foundations of sociotechnical systems change for sustainability: A systematic literature review / P. Savaget [et al.] // Journal of Cleaner Production. – 2019. – Vol. 206. – P. 878-892.

16. Glavič P. Review of sustainability terms and their definitions / P. Glavič, R. Lukman // Journal of Cleaner Production. – 2007. – Vol. 15. – № 18. – P. 1875-1885.

17. Kuznetsova E.Y. The Formation Mechanism of Sustainable Development of Enterprises / E.Y. Kuznetsova, S. V. Kuznetsov // Bulletin of Ural Federal University. Series Economics and Management. – 2018. – Vol. 17. – № 1. – P. 105-127.

18. Кузнецова Е.Ю. Оценка устойчивого развития промышленного предприятия / Е.Ю. Кузнецова, С.В. Кузнецов // Вестник Уральского федерального университета. Серия экономика и управление. – 2019. – Т. 18. – № 2. – С. 186-209.

19. The International Institute for Sustainable Development (IISD) [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.iisd.org/> (дата обращения: 08.01.2023).

20. World Bank Group [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.worldbank.org/en/home> (дата обращения: 16.10.2022).

21. Elkington J. Partnerships from Cannibals with Forks: The Triple Bottom line

of 21st-Century Business / J. Elkington // Environmental Quality Management. – 1998. – Vol. 8. – № 1. – P. 37-51.

22. UNESCO [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.unesco.org/en> (дата обращения: 11.09.2022).

23. The International Union for Conservation of Nature (IUCN) [Электронный ресурс]. – URL: <https://iucn.org/> (дата обращения: 01.02.2023).

24. Leiserowitz A.A. Sustainability values, attitudes, and behaviors: A review of multinational and global trends / A.A. Leiserowitz, R.W. Kates, T.M. Parris // Annual Review of Environment and Resources. – 2006. – Vol. 31. – P. 413-444.

25. World Business Council for Sustainable Development [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.wbcsd.org/> (дата обращения: 01.07.2022).

26. Daly H. Sustainable Development: From Concept and Theory to Operational Principles / H. Daly. – 1990. – 25-43 p.

27. Yurak V. V. Vs sustainable development: Scenarios for the future / V. V. Yurak, A. V. Dushin, L.A. Mochalova // Journal of Mining Institute. – 2020. – Vol. 242. – № 2. – P. 242-247.

28. Jabareen Y. A new conceptual framework for sustainable development / Y. Jabareen // Environment, Development and Sustainability. – 2008. – Vol. 10. – № 2. – P. 179-192.

29. The sustainable development oxymoron: quantifying and modelling the incompatibility of sustainable development goals / V. Spaiser [et al.] // International Journal of Sustainable Development and World Ecology. – 2017. – Vol. 24. – № 6. – P. 457-470.

30. Dinda S. Environmental Kuznets Curve hypothesis: A survey / S. Dinda // Ecological Economics. – 2004. – Vol. 49. – № 4. – P. 431-455.

31. Spangenberg J.H. Environmental space and the prism of sustainability: Frameworks for indicators measuring sustainable development / J.H. Spangenberg // Ecological Indicators. – 2002. – Vol. 2. – № 3. – P. 295-309.

32. Стрижакова Е.Н. От экономического роста к устойчивому развитию: этапы трансформации концепции / Е.Н. Стрижакова, Д.В. Стрижаков // Вестник

Сургутского государственного университета. – 2021. – № 2. – С. 58-67.

33. Transformations to sustainability: combining structural, systemic and enabling approaches / I. Scoones [et al.] // *Current Opinion in Environmental Sustainability*. – 2020. – Vol. 42. – P. 65-75.

34. Galor O. From Stagnation to Growth: Unified Growth Theory / O. Galor // *Handbook of Economic Growth*. – 2005. – Vol. 1. – № SUPPL. PART A. – P. 171-293.

35. Friedman D. Evolutionary economics goes mainstream: A review of the theory of learning in games / D. Friedman // *Journal of Evolutionary Economics*. – 1998. – Vol. 8. – № 4. – P. 423-432.

36. Frolov D.P. Evolutionary Economics at the Peak and in Crisis: Prospects for the New Paradigm / D.P. Frolov // *Journal of Institutional Studies*. – 2020. – Vol. 12. – № 1. – P. 019-037.

37. Hodgson G.M. *Evolutionary Economics: Its Nature and Future* / G.M. Hodgson. – Cambridge University Press, 2019. – 75 p.

38. Silverberg G. Evolutionary theorizing on economic growth / G. Silverberg, B. Verspagen. – 2005. – 506-539 p.

39. Modern Evolutionary Economics: An Overview / R.R. Nelson [et al.] // *Modern Evolutionary Economics: An Overview*. – 2018. – Mod. Evol. Econ. An Overv. – № May. – P. 1-272.

40. The theoretical foundations of sociotechnical systems change for sustainability: A systematic literature review / P. Savaget [et al.] // *Journal of Cleaner Production*. – 2019. – Vol. 206. – P. 878-892.

41. WEF. *The Global Risks Report 2023 - 18th Edition* / WEF. – 2023. – 98 p.

42. Sampson R.C. Are U.S. firms becoming more short-term oriented? Evidence of shifting firm time horizons from implied discount rates, 1980–2013 / R.C. Sampson, Y. Shi // *Strategic Management Journal*. – 2023. – Vol. 44. – № 1. – P. 231-263.

43. Мочалова Л. А. Циркулярная экономика в контексте реализации концепции устойчивого развития / Л.А. Мочалова // *Journal of New Economy*. – 2021. – Т. 21. – № 4. – С. 5-27.

44. Rational behavior of an enterprise in the energy market in a circular economy

/ L. Gitelman [et al.] // Resources. – 2019. – Vol. 8. – № 2.

45. Бобылёв С.Н. Зелёная экономика и цели устойчивого развития для России: коллективная монография / С.Н. Бобылёв, П.А. Кирюшин, О.В. Кудрявцева. – Москва: Экономический факультет МГУ имени М. В. Ломоносова, 2019. – 284 с.

46. Бочко В.С. Зеленая экономика: содержание и методология познания / В.С. Бочко // Известия Ургэу. – 2016. – Т. 3. – № 343. – С. 5-13.

47. Росстат зафиксировал рекордное снижение производительности труда в России с 2009 года [Электронный ресурс]. – URL: <https://vse42.ru/news/33561116> (дата обращения: 25.10.2023).

48. UNEP - UN Environment Programme [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.unep.org/pt-br> (дата обращения: 23.08.2022).

49. Kiselev A. Towards circular economy: evaluation of sewage sludge biogas solutions / A. Kiselev, E. Magaril [et al.] // Resources. – 2019. – Vol. 9. – № 91. – P. 1-19.

50. Sinn H.W. Public policies against global warming: A supply side approach / H.W. Sinn // International Tax and Public Finance. – 2008. – Vol. 15. – № 4. – P. 360-394.

51. Ploeg F. Van Der. Cumulative carbon emissions and the green paradox / F. Van Der Ploeg // Annual Review of Resource Economics. – 2013. – Vol. 5. – P. 281-300.

52. Fried S. Climate policy transition risk and the macroeconomy / S. Fried, K. Novan, W.B. Peterman // European Economic Review. – 2022. – Vol. 147. – № 104174. – P. 23.

53. Ploeg F. van der. Is there really a green paradox? / F. van der Ploeg, C. Withagen // Journal of Environmental Economics and Management. – 2012. – Vol. 64. – № 3. – P. 342-363.

54. Kollenbach G. Unilaterally optimal climate policy and the green paradox / G. Kollenbach, M. Schopf // Journal of Environmental Economics and Management. – 2022. – № 113. – P. 102649.

55. Österle I. The Green Paradox and the importance of endogenous resource

exploration / I. Österle // Australian Journal of Agricultural and Resource Economics. – 2016. – Vol. 60. – № 1. – P. 60-78.

56. Silvestre B.S. Innovations for sustainable development: Moving toward a sustainable future / B.S. Silvestre, D.M. Țîrcă // Journal of Cleaner Production. – 2019. – Vol. 208. – P. 325-332.

57. Hidayatno A. Industry 4.0 technology implementation impact to industrial sustainable energy in Indonesia: A model conceptualization / A. Hidayatno, A.R. Destyanto, C.A. Hulu // Energy Procedia. – 2019. – Vol. 156. – P. 227-233.

58. Schroeder P. The Relevance of Circular Economy Practices to the Sustainable Development Goals / P. Schroeder, K. Anggraeni, U. Weber // Journal of Industrial Ecology. – 2019. – Vol. 23. – № 1. – P. 77-95.

59. Industry 4.0 technologies assessment: A sustainability perspective / C. Bai [et al.] // International Journal of Production Economics. – 2020. – Vol. 229. – P. 107776.

60. Hofmann E. Industry 4.0 and the current status as well as future prospects on logistics / E. Hofmann, M. Rüsç // Computers in Industry. – 2017. – Vol. 89. – P. 23-34.

61. Capabilities of digital servitization: Evidence from the socio-technical systems theory / C. Münch [et al.] // Technological Forecasting and Social Change. – 2022. – Vol. 176. – № October 2021. – P. 121361.

62. Lu Y. Industry 4.0: A survey on technologies, applications and open research issues / Y. Lu // Journal of Industrial Information Integration. – 2017. – Vol. 6. – P. 1-10.

63. Barriers to smart waste management for a circular economy in China / A. Zhang [et al.] // Journal of Cleaner Production. – 2019. – Vol. 240. – P. 118198.

64. Vazhenina L. Digital management of resource efficiency of fuel and energy companies in a circular economy / L. Vazhenina, E. Magaril, I. Mayburov // Energies. – 2023. – Vol. 16. – № 8.

65. How the combination of Circular Economy and Industry 4.0 can contribute towards achieving the Sustainable Development Goals / T.E.T. Dantas [et al.] // Sustainable Production and Consumption. – 2021. – Vol. 26. – P. 213-227.

66. Irreversible investment and knightian uncertainty / K. Nishimura [et al.]. – 2002.

67. Niu Y. A model of capacity choice under Knightian uncertainty / Y. Niu, L. Zhou, Z. Zou // *Economics Letters*. – 2019. – Vol. 174. – P. 189-194.
68. Ching K. Control versus execution: Endogenous appropriability and entrepreneurial strategy / K. Ching, J. Gans, S. Stern // *Industrial and Corporate Change*. – 2019. – Vol. 28. – № 2. – P. 389-408.
69. Мочалова Л.А. Промышленность, цифровая и циркулярная экономика: взаимодействие в целях обеспечения устойчивого социо-эколого-экономического развития / Л.А. Мочалова, О.С. Еремеева // *ЭТАП: экономическая теория, анализ, практика*. – 2022. – № 6. – С. 29-51.
70. Dubey R. World-class sustainable manufacturing: Framework and a performance measurement system / R. Dubey, A. Gunasekaran, A. Chakrabarty // *International Journal of Production Research*. – 2015. – Vol. 53. – № 17. – P. 5207-5223.
71. Babkin A.V. Intersectoral development potential management under industry 5.0: Theory, tools and practical applications / A.V. Babkin, E.V. Shkarupeta, V.A. Plotnikov // *Economic Revival of Russia*. – 2022. – № 2 (72). – P. 50-65.
72. Высшая школа экономики. ESG: три буквы, которые меняют мир : докл. к XXIII Ясинской (Апрельской) междунар. науч. конф. по проблемам развития экономики и общества / Высшая школа экономики. – Изд. дом В. – Москва, 2022. – 138 с.
73. Ruiz-Blanco S. Green, blue or black, but washing – What company characteristics determine greenwashing? / S. Ruiz-Blanco, S. Romero, B. Fernandez-Feijoo // *Environment, Development and Sustainability*. – 2022. – Vol. 24. – № 3. – P. 4024-4045.
74. Вилисов М.В. Мифы и реальность “зеленой” экономики / М.В. Вилисов // *Экономические и социальные проблемы России*. – 2022. – № 1. – С. 14-25.
75. Andersson J. The outcomes of directionality: Towards a morphology of sociotechnical systems / J. Andersson, H. Hellsmark, B. Sandén // *Environmental Innovation and Societal Transitions*. – 2021. – Vol. 40. – № August 2020. – P. 108-131.
76. Baxter G. Socio-technical systems: From design methods to systems engineering / G. Baxter, I. Sommerville // *Interacting with Computers*. – 2011. – Vol. 23.

– № 1. – P. 4-17.

77. Bruijn H. de. System and actor perspectives on sociotechnical systems / H. de Bruijn, P.M. Herder // IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics Part A: Systems and Humans. – 2009. – Vol. 39. – № 5. – P. 981-992.

78. Geels F.W. Typology of sociotechnical transition pathways / F.W. Geels, J. Schot // Research Policy. – 2007. – Vol. 36. – № 3. – P. 399-417.

79. Margherita E.G. Socio-technical perspectives in the Fourth Industrial Revolution - Analysing the three main visions: Industry 4.0, the socially sustainable factory of Operator 4.0 and Industry 5.0 / E.G. Margherita, A.M. Braccini // CEUR Workshop Proceedings. – 2021. – Vol. 3016. – № November. – P. 74-82.

80. Мишин Д.С. Математические модели и методы решения задач оптимизации надежности систем со сложной структурой / Д.С. Мишин, В.Т. Еременко, М.Ю. Рытов // Вестник Брянского государственного университета. – 2018. – № 4 (65). – С. 88-95.

81. Надежность технических систем : справочник / И.А. Ушаков [и др.]. – Радио и св. – Москва: Радио и связь, 1985. – 606 с.

82. ГОСТ 27.002-2015. Межгосударственный стандарт. Надежность в технике. Термины и определения. : 21-03-2022. – 2015.

83. Рейтинговое агенство “Эксперт РА.” Методология присвоения рейтингов финансовой надежности страховым компаниям / Рейтинговое агенство “Эксперт РА”. – 2022. – 85 с.

84. Соколова А.А. Подходы к пониманию терминов “надежность”, “стабильность” и “устойчивость” коммерческих банков и их сравнительная характеристика / А.А. Соколова, М.Е. Губина // Вестник Северо-Кавказского федерального университета. – 2018. – № 1 (64). – С. 136-140.

85. Гарант.ру – правовой портал. Положение Банка России от 15 ноября 2021 г. № 779-П "Об установлении обязательных для некредитных финансовых организаций требований к операционной надежности при осуществлении видов деятельности, предусмотренных частью первой статьи 761 Федерального закон [Электронный ресурс]. – URL:

<https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/404334646/> (дата обращения: 18.09.2022).

86. Егоров В.Н. Функциональный подход к изучению экономических проблем надежности производства / В.Н. Егоров, Д.И. Коровин // Личность. Культура. Общество. – 2003. – Т. 5. – № 3-4 (17-18). – С. 9-28.

87. Кабанов В.Н. Методология оценки надежности промышленной организации / В.Н. Кабанов // Эффективное антикризисное управление. – 2011. – № 6 (69). – С. 68-77.

88. Тимофеев Р.А. Концепция экономической надежности в диагностике предприятия как производственно-экономической системы / Р.А. Тимофеев // Вестник экономики, права и социологии. – 2008. – № 4. – С. 41-48.

89. Маринцев Д.А. Экономическая надежность и теория фирмы / Д.А. Маринцев // Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение. – 2016. – № 4 (48). – С. 53-57.

90. Терентьева А.Р. Формирование механизма общей экономической надежности промышленных предприятий в условиях современной технологической динамики / А.Р. Терентьева. – Омск: Омский государственный технический университет, 2020. – 113-122 с.

91. Терентьева А.Р. Механизм экономической надежности как основа менеджмента на промышленном предприятии в современных социально-экономических условиях / А.Р. Терентьева // Экономика, менеджмент, сервис: проблемы и перспективы : материалы III Международной научно-практической конференции, Омск, 10–11 ноября 2021 года. – 2021. – С. 68-74.

92. Терентьева А.Р. Организация обеспечения экономической надежности современного промышленного предприятия / А.Р. Терентьева // Научные труды Вольного экономического общества России. – 2021. – Т. 230. – № 4. – С. 404-409.

93. Кабанов В.Н. Диагностический анализ надежности экономической системы промышленной организации на основе сбалансированной систем показателей : спец. 08.00.05 : автореф. дис. ... канд. экон. наук / Кабанов Владимир Николаевич ; Нижегородский институт менеджмента и бизнеса. – Нижний

Новгород, 2007. – 24 с.

94. Борисюк Д.А. Экономическая надежность организации в разрезе групп интересов делового окружения / Д.А. Борисюк, О.Е. Астафьева // Управление. – 2021. – Т. 9. – № 3. – С. 67-79.

95. Lin Y.K. System reliability of a manufacturing network with reworking action and different failure rates / Y.K. Lin, P.C. Chang // International Journal of Production Research. – 2012. – Vol. 50. – № 23. – P. 6930-6944.

96. Veloza O.P. Analysis of major blackouts from 2003 to 2015: Classification of incidents and review of main causes / O.P. Veloza, F. Santamaria // Electricity Journal. – 2016. – Vol. 29. – № 7. – P. 42-49.

97. Chang P.C. Fuzzy-based system reliability of a labour-intensive manufacturing network with repair / P.C. Chang, Y.K. Lin // International Journal of Production Research. – 2015. – Vol. 53. – № 7. – P. 1980-1995.

98. Green system reliability assessment method based on life cycle: Resources and economical view / J.G. Zhou [et al.] // Journal of Cleaner Production. – 2020. – Vol. 251. – P. 119786.

99. Haase F.V. Assessment of Reliability Implementation in Manufacturing Enterprises / F.V. Haase, R. Woll // Management and Production Engineering Review. – 2016. – Vol. 7. – № 2. – P. 12-20.

100. Keyser R.S. Reliability in lean systems / R.S. Keyser, R.S. Sawhney // International Journal of Quality & Reliability Management. – 2013. – Vol. 30. – № 3. – P. 223-238.

101. Roa-henriquez A. Economic Resilience of the Firm: A Production Theory Approach / A. Roa-henriquez. – 2018. – № July.

102. Timofeev R.A. Methods of economic reliability assessment for industrial enterprise in the market economy conditions / R.A. Timofeev, V.V. Shlychikov, D.R. Nestulaeva // SHS Web of Conferences. – 2017. – Vol. 35.

103. Тимофеев Р.А. Методика расчета экономической надежности предприятия / Р.А. Тимофеев, С.М. Кулиш // Вестник экономики, права и социологии. – 2009. – № 2. – С. 39-46.

104. Жеглова Н.В. Комплексная методика оценки экономической надежности промышленных предприятий / Н.В. Жеглова // Науковедение. – 2016. – Vol. 2. – № 2. – С. 1-18.
105. Жеглова Н.В. Алгоритм оценки экономической надежности промышленного предприятия на основе системно-функционального подхода / Н.В. Жеглова // Проблемы современной экономики (Новосибирск). – 2015. – № 28-2. – С. 115-121.
106. Жеглова Н.В. Алгоритм оценки экономической надежности на примере промышленных предприятий Ивановской области / Н.В. Жеглова // Науковедение. – 2016. – Т. 8. – № 3. – С. 1-30.
107. Земзюлина В.Ю. Надежность функционирования предприятия: содержание понятия, факторы, показатели / В.Ю. Земзюлина, С.А. Слукина [et al.] // Экономика и менеджмент систем управления. – 2020. – № 2 (36). – С. 17-28.
108. Alkaff A. Modeling and analysis of system reliability using phase-type distribution closure properties / A. Alkaff, M.N. Qomarudin // Applied Stochastic Models in Business and Industry. – 2020. – Vol. 36. – № 4. – P. 548-569.
109. Ashrafi N. Expert systems reliability: A life cycle approach / N. Ashrafi, J.P. Kuilboer, J.M. Wagner // Information and Management. – 1995. – Vol. 28. – № 6. – P. 405-414.
110. Aw K.C. A quality and reliability improvement strategy for a small- and medium-sized manufacturing enterprise: A case study / K.C. Aw, S.Q. Xie, E. Haemmerle // International Journal of Productivity and Quality Management. – 2008. – Vol. 3. – № 4. – P. 383-395.
111. Ram M. On system reliability approaches: A brief survey / M. Ram // International Journal of System Assurance Engineering and Management. – 2013. – Vol. 4. – № 2. – P. 101-117.
112. Troshin A.N. Mechanism to analyze economic reliability of the innovational potential of aircraft enterprises / A.N. Troshin [et al.] // International Journal of Applied Business and Economic Research. – 2016. – Vol. 14. – № 15. – P. 11045-11063.
113. Хрусталёв Е.Ю. Модельный инструментарий оценки

производственной и финансовой надежности наукоемких и высокотехнологичных предприятий / Е.Ю. Хрусталёв, О.Е. Хрусталёв // Экономический анализ: теория и практика. – 2017. – Т. 16. – № 3. – С. 402-412.

114. Яковлева Е.В. Экономическая надежность технологического развития / Е.В. Яковлева, А.Р. Терентьева // Омский научный вестник. Серия “Общество. История. Современность.” – 2021. – Т. 6. – № 1. – С. 98-108.

115. Hao Z. Determining the effects of lean production and servitization of manufacturing on sustainable performance / Z. Hao, C. Liu, M. Goh // Sustainable Production and Consumption. – 2021. – Vol. 25. – P. 374-389.

116. Tiwari P. A sustainable lean production framework with a case implementation: Practice-based view theory / P. Tiwari, J.K. Sadeghi, C. Eseonu // Journal of Cleaner Production. – 2020. – Vol. 277. – P. 123078.

117. Бахматова Т.Г. Тенденции и перспективы внедрения инструментов бережливого производства / Т.Г. Бахматова, М.С. Бахматов // Известия Байкальского государственного университета. – 2022. – Т. 32. – № 4. – С. 771-778.

118. Huang Z. An improved lean assessment based on employee perception / Z. Huang, G. Harris, N. Loyd // Journal of Manufacturing Technology Management. – 2020. – Vol. 32. – № 4. – P. 887-908.

119. The World Bank World. The World Bank World Development Indicators (WDI) statistic database (Статистическая база данных показателей мирового развития) / The World Bank World [Электронный ресурс] . – URL: <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators> (дата обращения: 14.04.2023).

120. Земзюлина В.Ю. Надежность функционирования предприятия: сущность, факторы, методы управления. / В.Ю. Земзюлина, С.А. Служкина. // Российские регионы в фокусе перемен : Сборник докладов XIV Международной конференции, Екатеринбург, 14–16 ноября 2019 года – Екатеринбург, 2020. – 176-181 с.

121. Economic sanctions and shared supply chains: A firm-level study of the contagion effects of smart sanctions on the performance of nontargeted firms / J. Sun [et

al.] // European Management Review. – 2022. – Vol. 19. – № 1. – P. 92-106.

122. The Impact of International Economic Sanctions on the Use of Financial Technologies / M.A. Alnaimat [et al.] // Wseas Transactions on Business and Economics. – 2023. – Vol. 20. – P. 682-693.

123. Федеральная служба государственной статистики. Национальные счета. [Электронный ресурс]. – URL: <https://rosstat.gov.ru/statistics/accounts> (дата обращения: 02.05.2023).

124. Акиндио́ва Н.В. Экономика России под санкциями: от адаптации к устойчивому росту: докл. к XXIV Ясинской (Апрельской) междунар. науч. конф. по проблемам развития экономики и общества / Н.В. Акиндио́ва, Д.А. Авдеева, В.А. Бессонов. – Изд. дом В. – Москва, 2023. – 63 с.

125. Kept по заказу Национального ESG Альянса. Открывая новые горизонты: ESG-повестка в Азиатско-Тихоокеанском регионе и на Ближнем / Kept по заказу Национального ESG Альянса. [Электронный ресурс]. – URL: <https://kept.ru/upload/resources/2022/10/rus-opening-new-horizons-esg-agenda-asia-pacific-and-middle-east-kept-survey.pdf> (дата обращения: 12.10.2022).

126. Земзюлина В.Ю. Внедрение концепции бережливого производства и надежность функционирования предприятия / В.Ю. Земзюлина, С.А. Слукина // Modern Economy Success. – 2020. – № 3. – С. 266-272.

127. Распоряжение Правительства РФ от 28 декабря 2022 г. № 4260-р «Об утверждении Стратегии развития металлургической промышленности РФ на период до 2030 г.» [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/405963845/#1000> (дата обращения: 03.02.2023).

128. Федеральная служба государственной статистики. Окружающая среда. [Электронный ресурс]. – URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/11194> (дата обращения: 12.10.2022).

129. РБК. Устойчивое будущее: РБК Тренды обсудили ответственный бизнес на ПМЭФ-2022 [Электронный ресурс]. – URL: <https://trends.rbc.ru/trends/green/62a9d13f9a7947444a5172de> (дата обращения:

26.09.2022).

130. Официальный сайт ПМЭФ. Итоги ПМЭФ-2021. [Электронный ресурс]. – URL: <https://forumspb.com/archive/2021/outcomes-of-spief-2021/> (дата обращения: 27.09.2022).

131. Национальные проекты России. Нацпроект «Экология» [Электронный ресурс]. – URL: <https://национальныепроекты.рф/projects/ekologiya> (дата обращения: 15.09.2022).

132. Вектор развития ESG. Барометр устойчивой трансформации бизнеса в России. [Электронный ресурс]. – URL: <https://sber.pro/publication/vektor-razvitiya-esg-barometr-ustojchivoj-transformaczii-biznesa-v-rossii> (дата обращения: 02.11.2022).

133. Официальный сайт НКР. Результаты ESG-индекса РБК и НКР. [Электронный ресурс]. – URL: <https://ratings.ru/about/news/ESG-index-news-150622/> (дата обращения: 10.11.2022).

134. Федеральная служба государственной статистики. Инвестиции в основной капитал, направленные на охрану окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов [Электронный ресурс]. – URL: <https://34.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/invest1.html> (дата обращения: 11.11.2022).

135. ESG-рэнкинг. Официальный сайт рейтинговой группы RAEX. [Электронный ресурс]. – URL: https://raex-rr.com/esg/ESG_rating (дата обращения: 11.11.2022).

136. Multivariate Data Analysis / J.F. Hair [et al.]. – Australia, Brazil, Mexico, South Africa: Cengage Learning, 2018. – 813 p.

137. Мочалова Л.А. Оптимизация запасов в логистической системе горнодобывающего предприятия / Л.А. Мочалова, О.Г. Соколова // ЭТАП: экономическая теория, анализ, практика. – 2018. – № 3. – С. 39-51.

138. Голдратт Э.М. Цель: процесс непрерывного улучшения / Э.М. Голдратт, Д. Кокс. – Попурри. – Минск: Попурри, 2021. – 400 с.

139. Портал внешнеэкономической деятельности Свердловской области. АО “Уралэлектромедь” [Электронный ресурс]. – URL: <https://made-in->

ural.ru/exporters/ao-quoturalelektromedquot-u160/.

140. Bashar M.Z.I. Reliability and economic analysis of urban rainwater harvesting: A comparative study within six major cities of Bangladesh / M.Z.I. Bashar, M.R. Karim, M.A. Imteaz // Resources, Conservation and Recycling. – 2018. – Vol. 133. – № June 2017. – P. 146-154.

141. Shahriari H. Robust estimation of systems reliability / H. Shahriari, E. Radfar, Y. Samimi // Quality Technology and Quantitative Management. – 2017. – Vol. 14. – № 3. – P. 310-324.

142. Лабабиди М.Р. “Зеленые” цепочки поставок как драйвер развития циркулярной экономики / М.Р. Лабабиди, В.Ю. Земзюлина, С.А. Слукина // Вестник Сургутского государственного университета. – 2023. – Т. 11. – № 4. – С. 67-75.

143. Digalwar A.K. Measures for World Class Manufacturing / A.K. Digalwar, K.S. Sangwan // Journal of Advanced Manufacturing Systems. – 2007. – Vol. 6. – № 1. – P. 21-38.

144. Lin Y.K. System reliability evaluation for an emergency department service system / Y.K. Lin, P.C. Feng, S.S. Chiu // International Journal of Information and Management Sciences. – 2019. – Vol. 30. – № 4. – P. 323-339.

145. Turner T.J. Maintaining reliability of business processes using active monitoring techniques / T.J. Turner, U.S. Bititci // International Journal of Business Performance Management. – 1999. – Vol. 1. – № 2. – P. 186-199.

146. Официальный сайт ПАО “Северсталь” [Электронный ресурс]. – URL: <https://severstal.com/rus/media/archive/> (дата обращения: 26.06.2022).

147. Земзюлина В.Ю. Влияние устойчивого развития и надежности на результативность работы российских предприятий в контексте фрагментированной экономики / В.Ю. Земзюлина, И.М. Черненко, Н.Р. Кельчевская // Journal of Applied Economic Research. – 2023. – Т. 22. – № 4. – С. 1056-1086.

148. Сулыма А.И. Формирование системы показателей для оценивания надежности деятельности предприятия / А.И. Сулыма // Научный вестник: Финансы, банки, инвестиции. – 2018. – № 3. – С. 94-103.

149. Официальный сайт ММК. Устойчивое развитие [Электронный ресурс]. – URL: <https://mmk.ru/ru/sustainability/> (дата обращения: 11.03.2023).

150. Юдина Л.Н. Экономическая надежность и риски / Л.Н. Юдина // Вестник ЮУрГУ. Серия «Экономика и менеджмент». – 2016. – Т. 10. – № 3. – С. 51-53.

151. Потемкин С.А. Подходы к управлению экономической надежностью многофилиального банка / С.А. Потемкин, Н.Г. Новикова, Т.А. Ларина // Финансы и кредит. – 2010. – № 35 (419).

152. Рогинский Ф.Н. Исследование операций на металлургических предприятиях: учебное пособие / Ф.Н. Рогинский, С.А. Слукина. – УГТУ-УПИ. – Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2007. – 206 с.

153. Слукина С.А. Технологии применения методов исследования операций в управлении промышленным производством: учебно-наглядное пособие / С.А. Слукина. – Екатеринбург: Изд-во Урал. федер. ун-та, 2014. – 252 с.

Приложение А. Вспомогательные материалы для теоретической части исследования

Таблица А.1 – Сопряженные с устойчивым развитием концепции и их вклад в достижение ЦУР. Составлено автором на основе анализа литературы

Название концепции	Автор или источник	Описание концепции	Вклад в устойчивое развитие
Triple Bottom Line (TBL)	Elkington, J. (1997)	Система бухгалтерского учета, охватывающая три аспекта: финансовый, социальный и экологический	Революция в бизнес-отчетности, учитывающая не только прибыль, но и экологические и социальные показатели
Экологический след	Wackernagel, M., & Rees, W. (1998)	Измерение потребления человека относительно регенеративной способности Земли	Углублено понимание антропогенного воздействия на планету и подчеркнута важность лимитов потребления ресурсов
Циркулярная экономика	Kirchherr et al. (2017)	Экономическая система, которая заменяет концепцию «конца жизненного цикла» сокращением, альтернативным повторным использованием, переработкой и восстановлением материалов в процессах производства, распределения и потребления	Предлагает преобразующий подход к экономике, сводя к минимуму отходы и оптимизируя использование ресурсов
Зеленая экономика	Доклад ЮНЕП «Навстречу зеленой экономике: пути к устойчивому развитию и искоренению бедности» (2011)	Экономика, которая повышает благосостояние людей и обеспечивает социальную справедливость, а также существенно снижает риски для окружающей среды и ее деградации	Выступает за экономический рост в гармонии с защитой окружающей среды
Биоразнообразие (Biodiversity)	Wilson, E. O. (1988)	Относится к разнообразию и изменчивости всех форм жизни на Земле	Подчеркивает важность сохранения биологического разнообразия для экологического баланса и выживания человечества
Корпоративная социальная ответственность (КСО)	H. Bowen (1953)	Политика бизнеса, обязывающего учитывать интересы общества в своей деятельности	Важнейшее значение для интеграции этических и экологических соображений в деловую практику
Устойчивое потребление и производство	ЮНЕП	Выступает за ресурсосберегающие товары и услуги, минимизацию отходов и устойчивый образ жизни	Подчеркивает необходимость ответственных моделей потребления для обеспечения долгосрочной доступности ресурсов
Природный капитал	Costanza, R., & Daly, H. E. (1992)	Включает возобновляемые и невозобновляемые природные ресурсы	Закладывает основу для понимания и оценки природных ресурсов, необходимых для устойчивого развития

Название концепции	Автор или источник	Описание концепции	Вклад в устойчивое развитие
Экосистемные услуги	Daily, G. C. (1997)	Обозначает множество преимуществ, которые люди извлекают из природных экосистем	Демонстрирует зависимость человека от природы, подчеркивая важность здоровья экосистемы для общественного благополучия
Инклюзивный рост	Rauniar, G., & Kanbur, R. (2009)	Справедливый экономический рост, открывающий широкие возможности	Способствует экономическому развитию, которое является как справедливым, так и всеобъемлющим, уделяя особое внимание равным возможностям
Экологическая справедливость	Bullard, R. D. (2001)	Обеспечение равного отношения ко всем людям при принятии экологических решений	Выступает за справедливую экологическую практику, подчеркивая права маргинализированных и уязвимых групп населения
Регенеративная архитектура	Lyle, J. T. (1994)	Практика использования природных объектов в строительстве в качестве среды и генератора архитектуры. Живые системы становятся строительными блоками структуры	Предлагает дальновидный подход к дизайну сооружений, направленный на самообеспечение конструкций и гармонию с экосистемой. Регенерация позволяет создавать устойчивую среду, способную противостоять природным вызовам
Планетарные границы	Rockström, J., et al. (2009)	Пороги, отделяющие безопасность от потенциально вредной деятельности человека в отношении систем Земли	Устанавливает «безопасные зоны» человеческой деятельности, защищая важнейшие земные процессы от необратимого ущерба
Зеленый рост	Доклад ОЭСР «Курс на зеленый рост» (2011)	Стимулирование экономического роста и развития с учетом сохранения природных богатств стран, а также инвестиций и инноваций как основы устойчивого роста и новых экономических возможностей	Поддерживает ЦУР путем продвижения зеленых рабочих мест и политики, а также экологически безопасных инноваций
ESG	Kofi Atta Annan	Концепция ESG (Environmental, Social, Governance) подчеркивает приверженность компании принципам экологической ответственности, социальной справедливости и прозрачного управления в своей деятельности и стратегиях	Способствует устойчивому развитию, направляя предприятия к этическим практикам, учитывающим воздействие на окружающую среду, социальную ответственность и прозрачное управление

Таблица А.2 – Контекстуальный анализ подходов к определению термина «надежность». Составлено автором на основе анализа литературы

Автор	Контекст	Определение
Alkaff, Qomarudin, 2020 [108]	Технический	Надежность рассматривается как вероятностный атрибут, который измеряет способность системы выполнять свою намеченную функцию без сбоев в течение определенного периода времени в конкретных условиях окружающей среды. Включает в себя надежность системы, отказоустойчивость и вероятность безотказной работы
Ashrafi, Kuילboer, Wagner, 1995 [109]		Мера вероятности того, что система не перестанет выполнять свои намеченные функции в течение определенного периода времени. Подчеркивает аспект безотказности и способность системы функционировать непрерывно без сбоев
Bashar, Karim, Imteaz, 2018 [140]		Способность системы или компонента выполнять требуемые функции в установленных условиях в течение заданного периода времени. Тесно связан с показателями производительности и часто определяется количественно с помощью вероятностных методов
Ram, 2013 [111]		Вероятность того, что система или компонент будут функционировать без сбоев при определенных условиях в течение заданного времени. Включает в себя как аппаратные, так и программные аспекты и часто измеряется с помощью статистических методов
Shahriari, Radfar, Samimi, 2017 [141]		Вероятность того, что система будет выполнять свою функцию по назначению с учетом как преднамеренных, так и непреднамеренных факторов в течение определенного периода времени при заданных условиях. Включает частоту отказов, техническое обслуживание, стратегии ремонта и общую производительность системы
Aw, Xie, Haemmerle, 2008 [110]	Операционный	Последовательное производство продуктов, которые соответствуют конкретным проектным спецификациям и не имеют дефектов. Связано с контролем качества, стандартизацией и соблюдением проектных параметров
Digalwar, Sangwan, 2007 [143]		Надежность рассматривается как один из ключевых показателей эффективности и относится к способности продукта или процесса выполнять предполагаемую функцию в течение определенного периода времени. Часто связано с эффективностью, результативностью и непрерывной доставкой ценности без сбоев
Dubey, Gunasekaran, Chakrabarty, 2015 [70]		Вероятность того, что продукт будет безотказно выполнять функции по назначению в течение определенного периода времени. Связано с гарантией качества, согласованностью и отсутствием дефектов или сбоев

Автор	Контекст	Определение
Lin, Chang, 2012 г. [95]		В производственной среде надежность является жизненно важным показателем производительности, который описывает способность системы производить бездефектную продукцию. Связано с контролем качества, оптимизацией процессов и постоянным соблюдением производственных стандартов
Lin, Feng, Chiu, 2019 [144]		Способность системы служить по назначению без сбоев. Принимаются во внимание взаимозависимости между компонентами системы, включая человеческие элементы, технологии и процессы
Turner, Bititci, 1999 [145]		Способность системы или компонента выполнять требуемые функции в определенных условиях без сбоев в течение заданного периода времени. Учитывает как технические, так и человеческие факторы и подчеркивает непрерывную и бесперебойную функциональность
Сулыма, 2018 [148]		Надежность предприятия характеризует его способность обеспечивать устойчивость и эффективность деятельности и включает в себя устойчивость финансово-хозяйственной деятельности предприятия, адаптивность к внешним вызовам, способность достигать стратегических целей и сохранять позиции на рынке
Яковлева, Терентьева, 2021 [114]	Экономический	Экономическая надежность понимается как устойчивость экономической системы организации и обеспечивает эффективное функционирование и устойчивое развитие перед лицом внешних и внутренних потрясений, уделяя особое внимание приспособляемости и финансовой устойчивости
Борисюк, Астафьева, 2021 [94]		Экономическая надежность понимается как способность предприятия сохранять финансовую устойчивость, не допускать банкротства, обеспечивать непрерывный производственный процесс. Включает такие аспекты, как платежеспособность, ликвидность и выполнение обязательств перед заинтересованными сторонами, отражающие общее экономическое состояние организации.
Хрусталеv, Хрусталеv, 2017 [113]		Экономическая надежность подчеркивает способность предприятия поддерживать стабильные финансовые показатели, обеспечивая платежеспособность, ликвидность и общую финансовую устойчивость. Связано с управлением рисками, фискальной ответственностью и способностью справляться с экономической неопределенностью
Трошин и др., 2016 [112]		Экономическая надежность рассматривается как многогранное понятие, охватывающее финансовую устойчивость, платежеспособность и способность выполнять обязательства. Рассматривает как внутренние, так и внешние проблемы: колебания рынка, изменения политики и глобальные экономические изменения

Автор	Контекст	Определение
Терентьева, 2021 [91]		Экономическая надежность рассматривается как комплексное качество предприятия, обеспечивающее его стабильное развитие и способность эффективно функционировать в различных экономических условиях. Учитывает финансовую устойчивость предприятия, способность адаптироваться к рыночным изменениям, эффективность его экономической деятельности, а также потенциал роста и инноваций
Тимофеев, 2008 [88]		Экономическая надежность описывается как устойчивость и эффективное функционирование предприятия как производственно-экономической системы. Подчеркивается способность предприятия адаптироваться к внешним изменениям, сохранять финансовую устойчивость, обеспечивать непрерывную реализацию своего производственно-экономического потенциала
Юдина, 2016 [150]		Экономическая надежность понимается как способность хозяйствующего субъекта сохранять финансовую устойчивость, выполнять взятые обязательства и обеспечивать устойчивое развитие в условиях внешнеэкономических вызовов. Особое внимание уделяется балансу между активами и обязательствами, эффективному управлению ресурсами и способности адаптироваться к колебаниям рынка
Рейтинговое агентство «Эксперт РА», 2022 [83]	Финансовый	Финансовая надежность связана со способностью страховых компаний выполнять свои обязательства перед страхователями, выгодоприобретателями, застрахованными лицами и другими кредиторами. Комплексная оценка, которая учитывает текущее финансовое положение компании, качество управления, профиль рисков и положение на рынке
Потемкин, 2010 [151]		В банковском контексте финансовая надежность связана со способностью банка обеспечить сохранность средств вкладчика и выполнить свои обязательства перед кредиторами. Показатель финансового состояния банка с учетом его ликвидности, платежеспособности и общего профиля рисков
Zhou et al., 2020 [98]	Экологический	Надежность в контексте окружающей среды оценивается на основе жизненного цикла продукта или системы. Воспринимается с точки зрения надежности зеленой системы и подчеркивает баланс между экологической устойчивостью и экономической эффективностью на протяжении всего жизненного цикла продукта

Таблица А.3 – Перечень показателей, определяющих экономическую надежность предприятия согласно Тимофееву Р. А., Кулиш С. М. [98]

Подсистема предприятия	Показатели, определяющие надежность подсистемы
Производство	Объем реализации продукции Товарная продукция, в том числе по видам продукции Выпуск важнейших видов продукции в натуральном выражении Коэффициент использования производственной мощности Коэффициент обновления Оценка производственного потенциала Коэффициент износа ОПФ
Техническое развитие	Удельный вес сертифицированной продукции Освоено производство новых видов продукции Уровень механизации работ Механовооруженность труда – всего, в том числе рабочих, руководителей, специалистов и служащих Годовой эффект от внедрения новой техники Объем инвестиций в развитие материально-технической базы Коэффициент возврата средств на инвестиции (доля инвестиций из прибыли в чистой прибыли) Качество продукции Удельный расход топливно-энергетических ресурсов на производство
Маркетинг	Доля продуктовых групп на рынке: “подростки”, “звезды”, “денежные коровы”, “бедные собаки” Фактический запас оборотных средств в днях, в том числе готовой продукции Объем экспортных поставок, в том числе по важнейшим продуктовым группам Объем транспортных услуг, оказываемых собственным транспортом Доля денежных средств в поступлениях компании
Персонал	Среднесписочная численность работающих, в том числе рабочих Коэффициент использования эффективного рабочего времени Размер социальных выплат на одного работающего Коэффициент Джини Децильный коэффициент Текучесть персонала Качество труда персонала Удельный вес работников, имеющих высшее и среднее специальное образование Средняя заработная плата 1 работника
Экономика и финансы	Балансовая прибыль Чистая прибыль Уровень рентабельности продаж Фондоотдача

Подсистема предприятия	Показатели, определяющие надежность подсистемы
	<p>Структура себестоимости: материальные затраты, износ и амортизация, заработная плата, прочие затраты</p> <p>Коэффициент реальной стоимости (реальные активы: сумма капитала > 0,5)</p> <p>Дебиторская задолженность</p> <p>Кредиторская задолженность</p> <p>Коэффициент эффективности инвестиций</p> <p>Коэффициент финансовой устойчивости</p> <p>Финансовый потенциал предприятия</p> <p>Производительность труда</p> <p>Соотношение темпов роста производительности труда и заработной платы</p>
Система управления	<p>Затраты на управление</p> <p>Соотношение рабочих и служащих</p> <p>Количество автоматизированных рабочих машин (далее – АРМ) – всего, в том числе АРМ-рабочих</p> <p>Количество и содержание внедренных информационных систем управления</p>
Экология	<p>Показатель соотношения нормативного объема выбросов вредных веществ в атмосферу</p> <p>Экологические платежи</p> <p>Доля экологических платежей в себестоимости продукции</p> <p>Коэффициент нормативной экологической опасности</p> <p>Коэффициент людности ареала вредного воздействия</p> <p>Показатель соотношения нормативного объема отходов</p> <p>Коэффициент озеленения зоны воздействия</p> <p>Показатель соотношения нормативных уровней физических воздействий</p>

Таблица А.4 – Принципы обеспечения надежности, приведенные в научной литературе. Составлено автором на основе анализа литературы

Автор	Принципы
Терентьева [91]	<p>Формирование механизма экономической надежности основывается на следующих принципах:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Принцип научной обоснованности. Данный принцип основывается на таких критериях научного знания, которые необходимы для формирования механизма экономической надежности: <ul style="list-style-type: none"> -объективность, то есть независимость от воли и убеждений субъекта; -доказательность и обоснованность; -рациональность и достаточность оснований; -верифицируемость, то есть проверяемость как эмпирическим путем, так и на основании научной методологии; -системность и комплексность; -использование научно-понятийного аппарата. 2. Принцип целесообразности, который подразумевает под собой соответствие целей и задач, поставленных перед промышленным предприятием, достижению более высокой экономической надежности с учетом имеющейся ресурсной и операционной составляющей. 3. Принцип практичности, то есть принцип доступности и легкости освоения и применения механизма экономической надежности на промышленных предприятиях любого масштаба, любых форм собственности, а также во всех отраслях экономики. 4. Принцип прагматичности, то есть полезности и удобства использования, а также эффективности и экономности механизма экономической надежности, поскольку необходимо учитывать целесообразность затрат самого механизма на достижение поставленных целей. 5. Принцип непрерывности функционирования и саморегулирования с помощью обратной связи. Механизм как составляющая часть процесса имеет обратную связь между «выходом» и «входом», сопоставляя уровень достигнутых результатов по сравнению с плановыми величинами, а также выясняя причины отклонений и устраняя их. В этом смысле механизм экономической надежности является цикличной и замкнутой блок-схемой до достижения необходимого результата. При этом при неустранимости причин возможна коррекция самих целей, которые необходимо достигнуть при помощи данного механизма. 6. Принцип инновационного характера развития. В условиях технологической динамики необходимость инновационного реинжиниринга бизнес-процессов возрастает, как постоянное совершенствование процессов в ногу с развитием техники и технологий. Особую роль в инновационном реинжиниринге играют информационные технологии, являющиеся базовым инструментом формирования механизма экономической надежности промышленных предприятий. При этом стоит учитывать, что жизненный цикл промышленного предприятия также сжимается при повышении частоты инноваций, поэтому необходимо уже на стадии роста искать альтернативные и более эффективные пути развития.

Автор	Принципы
Сулыма [148]	<p>Формирование системы показателей надежности деятельности предприятия должно основываться на следующих методологических принципах:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Адекватность системы показателей задачам исследования, то есть возможность обеспечить с их помощью комплексную оценку надежности деятельности предприятия. 2. Обеспеченность входной информацией для дальнейшего ее использования. Процедура получения информации для расчета показателей должна быть прозрачной и не дорогой. 3. Оптимальность дает возможность упростить систему показателей и избежать корреляции показателей. Максимальное количество обобщенных показателей не должно превышать 20–30. 4. Обоснованность. Каждый показатель должен быть обоснованным с точки зрения практической полезности и значимости, отображать специфику надежности деятельности предприятия с точки зрения заинтересованных групп. 5. Четкость и однозначность определения отрицательного значения или отрицательной динамики (направления изменения), которые могут использоваться в качестве базы для идентификации отрицательных тенденций снижения надежности деятельности предприятия или предпосылок для их появления в будущем. 6. Показатели должны охватывать прошлое, настоящее и будущее предприятия. Проблема большинства существующих систем показателей оценки надежности деятельности предприятия состоит в том, что показатели фокусируются на прошлом. Показатели прошлого и настоящего проще использовать, так как всегда есть информация подобного рода, но показатели оценки будущих событий помогают спрогнозировать надежность деятельности предприятия на более долгий срок, чем месяц или квартал.

Приложение Б. Описательные статистики переменных для анализа факторов экологизации производства

Переменная	N	Минимум	Максимум	Среднее	СКО	Асимметрия	Эксцесс
Сумма переменных по циркулярной экономике	1323	0,00	20,00	4,0975	4,12223	1,069	0,598
Компания производственного сектора	1323	0,00	1,00	0,4550	0,49816	0,181	-1,970
Крупные предприятия	1323	0,00	1,00	0,3023	0,45945	0,862	-1,259
Центральный федеральный округ	1323	0,00	1,00	0,2215	0,41539	1,343	-0,196
В настоящее время есть ли у предприятия возможность овердрафта?	1323	0,00	1,00	0,2736	0,44599	1,017	-0,968
За последние три года проводилась ли на этом предприятии модернизация машин и оборудования?	1323	0,00	1,00	0,3741	0,48409	0,521	-1,731
Общая годовая стоимость рабочей силы, включая з/п, оклады, премии, выплаты по соц. страхованию, натуральный логарифм рублей	1074	12,21	24,64	16,6133	1,82073	0,517	-0,070
Имело ли предприятие в течение финансового года офиц. программы обучения для постоянных сотрудников, работающих полный день?	1323	0,00	1,00	0,1572	0,36414	1,886	1,558
Уровень инновационной активности	1323	0,00	2,00	0,2600	0,56402	2,072	3,143
Фокус на краткосрочных целях	665	0,00	1,00	0,4241	0,49457	0,308	-1,911
Бережливые практики	812	0,00	5,00	3,7833	1,18345	-1,324	1,319
N валидных (по списку)	510						

Приложение В. Анкета для исследования факторов надежности функционирования предприятия в условиях нестабильной внешней среды и под влиянием бережливого производства

Добрый день!

Просим Вас принять участие в исследовании, посвященном вопросам обеспечения надежности функционирования предприятия под влиянием нестабильной внешней среды и в условиях внедрения инструментов бережливого производства (далее – БП).

Опрос займет не более 15 минут. Все данные анонимны и обрабатываются в обобщенном виде.

1. Что из перечисленного, по Вашему мнению, в *большей степени* помогает промышленным предприятиям справляться с новыми вызовами? *Выберите один или несколько вариантов ответа*

- 1) На предприятии отмечается высокая степень соблюдения трудовой дисциплины
- 2) Строго соблюдаются технические регламенты при выполнении различных видов работ
- 3) Квалификация работников предприятия полностью соответствует предъявляемым к их должностям требованиям
- 4) На предприятии достаточно стабильный состав работников, текучесть кадров низкая
- 5) Рабочие подготовлены к выполнению смежных операций в случае производственной необходимости
- 6) Предприятие обладает достаточными трудовыми резервами для стабильной работы
- 7) Процессы коммуникации между подразделениями отлажены, взаимодействие эффективно
- 8) Сотрудники предприятия обеспечены всем необходимым для бесперебойного и быстрого обмена информацией
- 9) Развита система стимулирования труда, ориентирующая персонал на достижение целевых установок компании
- 10) Руководство компании поощряет обучение работников, предлагает различные программы повышения квалификации
- 11) Степень износа оборудования находится в пределах технических нормативов
- 12) Основные фонды предприятия своевременно обновляются
- 13) Производственные мощности соответствуют планируемым объемам производства
- 14) На предприятии своевременно проводятся работы в рамках предупредительного, текущего и капитального ремонта оборудования
- 15) Своевременно формируются и размещаются заказы на материальные ресурсы
- 16) Регулярно формируются и поддерживаются страховые запасы материальных ресурсов
- 17) На предприятии применяется единая система учета и контроля данных
- 18) На предприятии организована система управления качеством продукции и бизнес-процессов
- 19) Предприятие проявляет высокую инновационную активность
- 20) Цифровизация охватывает все бизнес-процессы предприятия
- 21) Предприятие принимает все необходимые меры для снижения негативного воздействия на окружающую среду

2. В курсе ли Вы, что на Вашем предприятии внедряется бережливое производство?
1) да 2) нет
3. Как внедрение бережливых практик повлияло на ритмичность производства?
1) повысило 2) снизило 3) не повлияло
4. Как изменилось число сбоев на Вашем участке/в Вашем цехе на фоне внедрения инструментов БП? 1) увеличилось 2) уменьшилось 3) не изменилось
5. Увеличилось ли в Вашем подразделении/цехе количество простоев по причине отсутствия необходимых материалов на складе исходных сырья, материалов, полуфабрикатов, закупаемых у поставщиков? 1) да, \approx на ___% 2) нет
6. Увеличилось ли в Вашем подразделении/цехе количество простоев из-за несвоевременной поставки полуфабрикатов, заготовок со склада или предыдущих технологических операций)? 1) да, \approx на ___% 2) нет
7. На сколько % примерно сократились предпроизводственные запасы (запасы закупаемых материальных ресурсов)? ___ %
8. Как вы оцениваете объем формируемых в настоящее время предпроизводственных запасов с точки зрения удовлетворения потребностей производства? 1) недостаточный 2) нормальный 3) избыточный
9. Уменьшились ли запасы запасных частей для ремонта?
1) да, \approx на ___% 2) нет
10. Увеличились ли простои оборудования по причине отсутствия запчастей? 1) да, \approx на ___% 2) нет
11. Как изменились запасы незавершенного производства в процессе внедрения концепции БП?
1) увеличились, \approx на ___% 2) снизились, \approx на ___% 3) не изменились
12. Как вы оцениваете объем межоперационных запасов в настоящее время?
1) недостаточный 2) нормальный 3) избыточный
13. Межоперационные запасы формируются: 1) сознательно 2) как результат нестыкровок в управлении процессами производства
14. На сколько % сократились запасы готовой продукции на складе?
1) не сократились 2) сократились \approx на ___% 3) увеличился \approx на ___%
15. На сколько % в среднем сократился производственный цикл?
1) не сократились 2) сократились \approx на ___% 3) увеличился \approx на ___%
16. Количество срывов сроков выполнения заказов потребителей:
1) стали реже
2) частота их не изменилась
3) стали чаще
4) срывы сроков выполнения заказов не наблюдаются
17. Как изменились с внедрением БП сроки выполнения заказов потребителей? 1) увеличились, \approx на ___% 2) уменьшились, \approx на ___%
18. Количество отклонений от плановых показателей с внедрением БП в Вашем цехе/подразделении стало: 1) больше 2) меньше 3) не изменилось
19. Увеличилась ли загрузка производственных мощностей основного оборудования?
1) да, \approx на ___% 2) нет
20. Как изменилось количество резервных мощностей?
1) выросло, \approx на ___% 2) снизилось, \approx на ___% 3) не изменилось
21. Уменьшилось ли количество дублирующего оборудования? 1) да 2) нет
22. Произошло ли сокращение складских площадей? 1) да, \approx на ___% 2) нет
23. Произошло ли сокращение численности работников на предприятии за годы внедрения БП? 1) да, \approx на ___% 2) нет

24. Как вы оцениваете степень достаточности персонала для нормального решения производственных задач в настоящее время?

- по рабочему персоналу: 1) достаточно 2) недостаточно 3) избыточно

- по руководителям: 1) достаточно 2) недостаточно 3) избыточно

- по специалистам: 1) достаточно 2) недостаточно 3) избыточно

25. Случаи нехватки рабочих для выполнения технологических и обслуживающих операций в течение рабочего дня с внедрением БП:

1) стали реже 2) стали чаще 3) не изменились

26. Увеличилась ли частота простоев оборудования по причине отсутствия работников? 1) да 2) нет 3) не изменилась

27. Как, по Вашему мнению, изменилась напряженность труда с внедрением БП? 1) увеличилась 2) уменьшилась 3) не изменилась

28. Как изменилось количество срывов в предоставлении документов (информации) на отгрузку продукции, на технологические операции, на склад, вспомогательным подразделениям и отделам управления после внедрения инструментов БП? 1) увеличилось 2) уменьшилось 3) не изменилось

29. Укажите, пожалуйста, занимаемую Вами должность:

1) Рабочий

2) Мастер участка

3) Специалист отдела / службы

4) Руководитель подразделения

5) Топ-менеджер / директор

Приложение Г. Анкета для исследования устойчивых и надежных практик и оценки их влияния на операционную результативность металлургических и машиностроительных предприятий

25.10.2023, 23:24

Функционирование предприятия в современных экономических условиях

Функционирование предприятия в современных экономических условиях

Добрый день!

Просим Вас принять участие в исследовании, посвященном вопросам функционирования предприятия под воздействием различных факторов внешней среды.

Опрос займет **не более 15 минут**. Все данные **анонимны** и обрабатываются в обобщенном виде.

***Обязательный вопрос**

1. **1. Как Вы считаете, в чем, в наибольшей степени, выражается надежность Вашего предприятия?** *Выберите, пожалуйста, один или несколько вариантов ответа, но не более пяти* *

Отметьте все подходящие варианты.

- Выполнение обязательств перед сотрудниками
- Выполнение обязательств перед контрагентами
- Своевременная выплата всех платежей
- Сохранение жизнеспособности (недопущение банкротства)
- Достижение тактических целей
- Достижение стратегических целей
- Выполнение плановых показателей
- Способность к выполнению своих функций
- Гибкость системы
- Безотказность системы
- Устойчивость системы
- Рациональное использование ресурсов

2. **2. Как изменились нижеперечисленные характеристики Вашего предприятия за прошедший год? Оцените, пожалуйста, от 1 до 7, где 1 – существенно ухудшились, 7 – существенно улучшились, 4 – изменений не произошло / затрудняетесь ответить** *

Отметьте только один овал в каждом ряду.

	1	2	3	4	5	6	7
Соблюдение трудовой дисциплины	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Соблюдение технических регламентов	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Текущая кадров	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Инвестиции в обучение персонала	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Поддержка инициатив работников	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Прогрессивность оборудования	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Своевременное обслуживание оборудования	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Своевременный ремонт оборудования	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Своевременное обновление основных фондов	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Надежность источников снабжения	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Резервы трудовых ресурсов	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Резервы производственных мощностей	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

3. С какими проблемами столкнулось Ваше предприятие в течение года? Выберите один или несколько вариантов ответа, но не более пяти *

Отметьте все подходящие варианты.

- Нарушение логистических цепочек
- Ограничение доступа к новым технологиям
- Снижение спроса на продукцию
- Ограничение доступа к зарубежным рынкам
- Переориентация бизнеса
- Отсутствие государственной поддержки
- Дефицит кадров
- Дефицит оборотных средств
- Дефицит критически важной продукции
- Снижение производительности труда

4. **4. Какие меры по защите окружающей среды оказали влияние на экологическую ответственность Вашего предприятия в прошедшем году?** *
- Оцените, пожалуйста, от 1 до 7, где 1 – слабое влияние, 7 – сильное влияние, 4 – нейтральное влияние / затрудняетесь ответить*

Отметьте только один овал в каждом ряду.

	1	2	3	4	5	6	7
Установка или замена очистных фильтров	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Сокращение отходов	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Регулярная оценка экологического следа	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Уменьшение парникового эффекта	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Создание хранилищ для отходов	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Вовлечение отходов в оборот	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Внедрение программ по энергосбережению	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Использование альтернативных источников энергии	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Развитие «зеленых» технологий	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Формирование культуры экологичного образа жизни	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Разработка локальных экологических	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

5. **5. Какие инструменты развития производственной системы внедрены * на Вашем предприятии? Выберите один или несколько вариантов ответа, но не более 5**

Отметьте все подходящие варианты.

- Система 5S
- Доска решения проблем
- Картирование потока создания ценности
- Система «точно в срок» (JIT)
- Визуализация
- Выравнивание производства
- Канбан
- Кайдзен
- Быстрая переналадка (SMED)
- Всеобщее обслуживание оборудования (TPM)
- Стандартизированная работа

6. **6. Как Вы можете охарактеризовать результаты развития производственной системы Вашего предприятия за последний год?** *
Оцените, пожалуйста, от 1 до 7, где 1 – существенный регресс, 7 – существенный прогресс, 4 – изменений не произошло / затрудняетесь ответить

Отметьте только один овал в каждом ряду.

	1	2	3	4	5	6	7
Сокращение запасов материальных ресурсов	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Сокращение трудовых резервов	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Сокращение складских площадей	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Полная загрузка производственных мощностей	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Уменьшение длительности производственного цикла	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Сокращение сроков поставки	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Повышение интенсивности труда	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Устранение «узких» мест	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Устранение лишних перемещений	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Устранение лишних операций	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Снижение доли бракованной продукции	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

7. **7. Как изменились перечисленные показатели работы Вашего предприятия *** за год? Выразите, пожалуйста, степень согласия с утверждениями по шкале от 1 до 7, где 1 – совершенно не согласен, – полностью согласен, 4 – затрудняетесь ответить

Отметьте только один овал в каждом ряду.

	1	2	3	4	5	6	7
Вырос объем выручки компании	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Увеличилось число новых клиентов	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Повысилась инвестиционная привлекательность	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Компания вышла на новые рынки	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Сократились сроки выполнения заказов	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Снизилась себестоимость продукции	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Повысилась рентабельность продаж	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Повысилась производительность труда	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Увеличилась энергоэффективность	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Повысилась качество продукции	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

8. 8. Укажите, пожалуйста, занимаемую Вами должность: *

Отметьте только один овал.

- Рабочий
- Мастер участка
- Специалист отдела / службы
- Руководитель подразделения
- Топ-менеджер / директор

9. 9. Ваш стаж работы в занимаемой должности: *

Отметьте только один овал.

- Менее 1 года
- 1-3 года
- 3-10 лет
- Более 10 лет

10. 10. Ваш пол: *

Отметьте только один овал.

- Мужской
- Женский

11. 11. Ваш возраст: *

Отметьте только один овал.

- От 18 до 30
- От 31 до 45
- от 46 и более

Приложение Д. Методика определения оптимального размера страхового запаса исходных сырья, материалов, полуфабрикатов

Условие оптимальности страхового запаса материального ресурса [152]: *вероятность отсутствия дефицита $P_{\text{безд}}$ (являющаяся функцией от величины страхового запаса – чем он больше, тем выше вероятность) равна плотности убытков от дефицита*, то есть:

$$P_{\text{безд}} = h / (S+h), \quad (\text{Д.1})$$

где h – величина затрат и убытков, связанных с дефицитом ресурса, на единицу ресурса в единицу времени – определяется для каждого предприятия индивидуально с учетом его способов реагирования на возникающий дефицит;

S – затраты на хранение единицы ресурса в единицу времени – могут включать в себя и упущенную выгоду в связи с отвлечением денежных средств из оборота в запасы.

Вероятность отсутствия дефицита – это вероятность того, что значения риск-фактора, компенсировать который предназначен рассматриваемый страховой запас, не выходят за пределы, покрываемые сформированным запасом.

Дефицит исходных материалов может быть вызван следующими риск-факторами:

- сбои в поставках;
- сбои в качестве продукции, полуфабрикатов, исходных материалов (возможностью ухода части ресурсов в брак и соответствующим ростом потребности в ресурсе);
- колебания расходных коэффициентов (приводящие также к росту потребности в ресурсе).

Для *первого риск-фактора* вероятность отсутствия дефицита равна вероятности того, что страхового запаса хватит на время задержки поставки:

$$P_{\text{безд}} = P \left\{ t \leq \frac{R}{\rho} \right\}, \quad (\text{Д.2})$$

где t – время задержки поставки, случайная величина, поведение которой должно быть исследовано и описано на основе накапливаемой статистической информации;

R – величина страхового запаса:

ρ – интенсивность потребления ресурса в единицу времени.

Выражение $P\left\{t \leq \frac{R}{\rho}\right\}$ – это значение интегральной функции распределения случайной величины t в точке $\frac{R}{\rho}$ (обозначается как $F_t\left(\frac{R}{\rho}\right)$).

При известном законе распределения задача оптимизации страхового запаса сводится к установлению аргумента $\frac{R}{\rho}$, при котором значение интегральной функции совпадает с величиной плотности убытков от дефицита $h / (S + h)$ [153].

Для второго и третьего риск-факторов вероятность отсутствия дефицита равна вероятности того, что страхового запаса хватит на покрытие дополнительного спроса (сверх планового или среднего уровня):

$$P_{\text{безд}} = P\left\{\rho \leq \bar{\rho} + \frac{R}{T}\right\}, \quad (\text{Д.3})$$

где T – продолжительность цикла между текущими поставками;

$\bar{\rho}$ – средний уровень спроса, покрываемый текущими поставками.

Справа в формуле стоит значение интегральной функции распределения случайной величины ρ в точке $\left(\bar{\rho} + \frac{R}{T}\right)$. Оптимальное значение R определяется

условием $F_{\rho}\left(\bar{\rho} + \frac{R}{T}\right) = \frac{h}{S + h}$. Необходимо найти аргумент $\left(\bar{\rho} + \frac{R}{T}\right)$, при котором значение функции равно плотности убытков от дефицита.

Приложение Е. Методика нахождения оптимизации вложений в повышение качества исходных сырья, материалов, полуфабрикатов

Учитываемые при выработке решения риск-факторы:

- сбои в качестве продукции, полуфабрикатов, исходных материалов (возможностью ухода части ресурсов в брак и соответствующим ростом потребности в ресурсе);
- колебания расходных коэффициентов (приводящие также к росту потребности в ресурсе).

Оптимизация строится на том, что, с одной стороны, вложения в повышение качества снижают итоговую потребность в ресурсах на величину $\Delta\rho$, а с другой стороны, при отклонении потребности от средней $\bar{\rho}$ в большую сторону на величину, превышающую $\Delta\rho$, будут возникать экономические потери и убытки, описанные в таблице 19.

Уподобляя обеспечиваемую дополнительными затратами величину сокращения потребности $\Delta\rho$ страховому запасу, можно воспользоваться тем же инструментарием для поиска оптимального решения, который описан в Приложении И для второго и третьего риск-факторов. При этом аналогом затрат на содержание запаса S будут выступать затраты на повышение качества, обеспечивающие снижение потребности на единицу в единицу времени (за счет сокращения брака и расходных коэффициентов), а в качестве h – экономические потери и убытки от дефицита ресурса на единицу ресурса в единицу времени.

Вероятность отсутствия дефицита можно записать как:

$$P_{\text{безд}} = P\{\rho \leq \bar{\rho} + \Delta\rho\}, \quad (\text{E.1})$$

а уравнение для нахождения оптимального значения $\Delta\rho$:

$$F_{\rho}(\bar{\rho} + \Delta\rho) = \frac{h}{S + h}. \quad (\text{E.2})$$

Приложение Ж. Методика оптимизации количества резервного персонала основных рабочих

Можно провести аналогию между содержанием резервного персонала и содержанием страхового запаса материального ресурса. Для применения методики оптимизации, описанной в Приложении З, определимся с аналогами показателей S и h для данной ситуации. В качестве затрат на хранение S можно рассматривать затраты на содержание персонала в расчете на одного человека в единицу времени – фиксированную заработную плату его, отчисления в страховые фонды,

В качестве убытков, связанных с дефицитом h , принимаются экономические потери в расчете на дефицит одного человека в единицу времени. В качестве такой временной единицы могут выступать часы, смены, сутки и др.

Случайная величина, поведение которой компенсируется резервным персоналом, – суммарное количество человеко-часов нехватки рабочих (простоев оборудования и выполнения ручных технологических операций по причине отсутствия рабочих) за выбранный временной период.

Логика расчета совпадает с описанной в Приложении Б1. Вероятность отсутствия дефицита – это вероятность того, что резервного персонала хватает для покрытия времени нехватки рабочих.

Логика нахождения компромисса между вложениями в повышение качества и универсальности персонала и убытками от недостатка персонала совпадает с логикой достижения компромисса между вложениями в повышение качества ресурсов и потерями от их дефицита, описанная в Приложении И.

Аналогом сокращения потребности в ресурсе Δp в данной ситуации будет повышение производительности работника.

Приложение 3. Методика оптимизации количества вспомогательных рабочих

Для той части вспомогательного персонала, которая имеет фиксированные рабочие места или конкретный четко определенный объем работ, можно применить подход, описанный в Приложении 3. Однако загрузка части вспомогательного персонала может существенно колебаться и, более того, носить вероятностный характер. В качестве примера можно привести рабочих-ремонтников, выполняющих ремонт различного оборудования – технологического, энергооборудования, транспортных средств и т. д. Объем работ такого персонала зависит от выходов оборудования из строя или возникновения с ним предаварийных ситуаций, требующих выполнения ремонтных работ. Так же неравномерный и, в определенной мере, случайный характер имеет загрузка персонала, осуществляющего погрузочно-разгрузочные работы, приемку поступающих материальных ресурсов; складских работников; персонала, осуществляющего внутрипроизводственную транспортировку материалов и полуфабрикатов. И это далеко не исчерпывающий перечень работников с нестабильными и подверженными случайным колебаниям объемами работ.

Для такого персонала корректно ставить вопрос не об оптимизации резервного количества, а об оптимизации общего количества работников.

Персонал, выполняющий определенные функции, рассматриваем как каналы обслуживания в замкнутой многоканальной системе массового обслуживания (СМО). Заявки на обслуживание – это те объекты, по отношению к которым персонал должен выполнить операции, входящие в круг его обязанностей: оборудование, подлежащее ремонту или обслуживанию, грузы, требующие погрузки, разгрузки, упаковки, сортировки, выдачи с хранения, транспортировки и т. д.

Заявки на обслуживание поступают неравномерно, длительность обслуживания каждой заявки также является случайной величиной.

Задача по оптимизации количества каналов в такой системе массового обслуживания (при выполнении определенных требований к статистическим

характеристикам входного потока и процесса обслуживания) является одной из классических задач теории массового обслуживания. Необходимая исходная информация для нахождения оптимального решения – средняя интенсивность входного потока, средняя интенсивность процесса обработки объектов обслуживания и экономические параметры. В данной ситуации необходимо знать затраты на содержание персонала на 1 человека в единицу времени, чтобы можно было оценить экономические потери при недозагрузке персонала работой и потери (убытки), возникающие при задержках процесса из-за нехватки персонала. Для каждой категории (профессии) работников состав этих потерь и убытков может быть разным. Например, для персонала, занимающегося ремонтом и обслуживанием оборудования, убытки будут связаны с простоями оборудования в очереди на ремонт (обслуживание), когда не хватает рабочих рук. Для тех, кто занят отгрузкой продукции, потери связаны с задержками в выполнении сроков доставки продукции потребителям и возможными санкциями с их стороны, затратами, связанными с простоями транспортных средств и т. д.

В качестве целевой функции при нахождении оптимального решения для замкнутой СМО целесообразно использовать сумму затрат и экономических потерь, связанных, с одной стороны, с непроизводительным использованием каналов обслуживания – персонала, с другой стороны, простоями объектов обслуживания – обслуживаемого оборудования, элементов материального потока, транспортных средств и т. д., в очереди на обслуживание в случае занятости персонала.

Общий вид такой целевой функции:

$$C_{об} n d_{прост об} + C_{кан} S d_{прост кан} \rightarrow \min, \quad (3.1)$$

где n – количество объектов обслуживания;

S – количество каналов (обслуживающего персонала), $S < n$;

$C_{об}$ – затраты и потери, связанные с простоями одного объекта в очереди на обслуживание в единицу времени;

$C_{\text{кан}}$ – затраты, связанные с простоем канала в единицу времени;

$d_{\text{прост об}}$, $d_{\text{прост кан}}$ – средние доли времени простоев объектов и каналов в фонде их рабочего времени, соответственно.

Вероятности возможных состояний системы, значения которых необходимы для расчета слагаемых целевой функции, рассчитываются по формулам:

$$P_0 = \frac{1}{n! \left(\sum_{k=0}^S \frac{\rho^k}{k!(n-k)!} + \frac{S^S}{S!} \sum_{k=S+1}^n \frac{\rho^k}{S^k(n-k)!} \right)};$$

$$P_k = \frac{n!}{k!(n-k)!} \rho^k P_0, \quad k = 1, \dots, S;$$

$$P_k = \frac{n!}{S! S^{k-S} (n-k)!} \rho^k P_0, \quad k = S+1, \dots, n,$$
(3.2)

где P_k – вероятность присутствия в системе (в очереди и на обслуживании) k объектов;

ρ – отношение интенсивности потока заявок от одного объекта обслуживания λ к интенсивности процесса обслуживания одним каналом μ .

Если одним из рассматриваемых при оптимизации вариантов является единственный рабочий (один канал обслуживания), то для этого варианта одноканальной замкнутой СМО формулы расчета вероятностей несколько проще:

$$P_0 = \frac{1}{\sum_{k=0}^n \frac{\rho^k n!}{(n-k)!}};$$

$$P_k = \frac{\rho^k n!}{(n-k)!} P_0, \quad k = 1, \dots, n.$$
(3.3)

Средняя доля времени простоя каждого канала совпадает с показателем коэффициента загрузки каналов. Расчет данного показателя для многоканальной системы можно провести по формуле:

$$d_{\text{прост кан}} = \frac{S - \overline{S_{\text{зан}}}}{S};$$

$$\overline{S_{\text{зан}}} = S - \sum_{\kappa=0}^{S-1} (S - \kappa) P_{\kappa},$$
(3.4)

где $\overline{S_{\text{зан}}}$ - среднее количество занятых каналов.

Для варианта с одним рабочим (одним каналом обслуживания), показатель $d_{\text{прост кан}}$ совпадет с долей времени незагрузки канала и будет равен P_0 .

При расчете доли времени простоев объектов обслуживания в очереди необходимо иметь в виду, что время объектов будет складываться в каждом цикле обслуживания из двух частей – времени между обращением за обслуживанием, равным $1/\lambda$ и времени ожидания в очереди на обслуживание $\overline{t_{\text{ожид}}}$. Таким образом, этот показатель можно найти по формуле:

$$d_{\text{прост об}} = \frac{\overline{t_{\text{ожид}}}}{\overline{t_{\text{ожид}}} + \frac{1}{\lambda}};$$

$$\overline{t_{\text{ожид}}} = \sum_{\kappa=1}^{n-S} \frac{\kappa}{\mu S} P_{S+\kappa-1}.$$
(3.5)

в одноканальном случае $\overline{t_{\text{ож}}}$ = $\sum_{\kappa=1}^{n-1} \frac{\kappa}{\mu} P_{\kappa}$.

(3.6)

Расчет значений целевой функции для каждого разумного значения количества рабочих позволит найти оптимальное решение.

Приложение II. Исходные данные для проведения апробации предложенных методических разработок

Таблица И.1 – Исходные данные для оценки уровня НФП (до реализации разработанного экономического механизма)

Группа	Показатель	Значение
показатели, оценивающие проявление НФП	- доля заказов, отгруженных с опозданием, в общем количестве заказов	0,02
	- доля неотгруженной продукции в общем объеме плановых поставок продукции по заказам (в натуральном выражении)	0,00
	- доля неотгруженной продукции в общем объеме плановых поставок продукции по заказам (в стоимостном выражении)	0,00
	- доля брака в общем объеме реализованной продукции (в натуральном выражении)	0,08
	- доля брака в общем объеме реализованной продукции (в стоимостном выражении)	0,06
	- доля просроченной задолженности перед поставщиками в общей сумме кредиторской задолженности перед поставщиками;	0,23
	- доля поставщиков, перед которыми нарушены обязательства по срокам оплаты, в общем количестве поставщиков	0,25
	- доля фонда заработной платы, выплаченного с задержкой, в общей сумме ФЗП;	0,00
	- доля задержанных выплат в общем количестве человеко-выплат заработной платы за рассматриваемый период	0,00
	- доля дивидендов, не выплаченных в установленные сроки (в стоимостном выражении)	0,00
	- доля несвоевременных платежей в общем количестве платежей (в количественном выражении);	0,11
	- доля несвоевременных платежей в общей сумме платежей (в стоимостном выражении)	0,15
	- доля недостигнутых стратегических целей в общем количестве стратегических целей;	0,00
	- средневзвешенный процент невыполнения плана по объему выпуска продукции;	0,00
	- процент невыполнения плана по обновлению основных фондов	15,00
	- процент невыполнения плана по выработке промышленно-производственного персонала	7,00
	- процент невыполнения плана по прибыли от продаж	7,00
- процент невыполнения плана по чистой прибыли	10,00	
- процент невыполнения плана по рентабельности предприятия и продукции	15,00	

показатели, оценивающие надежность элементов ПС	- средний % невыполнения норм (сменных заданий);	5,00
	- доля рабочих, не выполняющих нормы;	0,09
	- доля бракованной продукции по вине рабочих;	0,14
	- % невыходов на работу в соответствии с графиком;	3,00
	- коэффициент текучести кадров, %	12,00
	- доля работников, не соответствующих по уровню квалификации и образования занимаемым должностям (результаты аттестаций и программ повышения квалификации);	0,06
	- доля в фонде времени оборудования простоев по неисправности;	0,03
	- коэффициент вариации производительности, %;	3,30
	- коэффициенты вариации качественных характеристик продукции по основному оборудованию, %;	9,90
	- доля бракованной продукции по причине технического состояния оборудования	0,01
	доля дефектных материальных ресурсов, не выявленных при приемке (прошедших входной контроль);	0,21
	- доля материальных ресурсов с качественными характеристиками, не соответствующими договорам поставки;	0,13
	- доля бракованной продукции по причине дефектов материалов;	0,12
	- доля продукции, переведенной в более низкий сорт по причине дефектов материалов;	0,08
	- доля в себестоимости дополнительных затрат по доведению материалов до кондиционного состояния	0,16
	- доля топлива с высоким содержанием углерода;	0,50
	- доля невозобновляемых источников энергии в структуре энергопотребления;	0,70
	- доля вовлекаемых в повторный оборот природных ресурсов;	0,35
	- доля вовлекаемых в повторный оборот энергоресурсов;	0,21
- отклонение от установленных лимитов по выбросам и отходам, %	13,00	
показатели, оценивающие степень обеспеченности элементами ПС	- неуккомплектованность штатов, %;	2,00
	- доля в фонде времени простоев оборудования по причине отсутствия работников;	0,09
	- коэффициент использования рабочего времени, %	90,00
	- коэффициенты загрузки оборудования, в том числе «узкого места», %;	90,00
	- резервы производственной мощности, %;	13,00
	- доля аварийных простоев в общем объеме простоев оборудования на ремонтах;	0,50
	- доля в фонде времени простоев оборудования по причине отсутствия в запасах материальных ресурсов;	0,41
	- доля в себестоимости дополнительных затрат на экстренные закупки материальных ресурсов при возникновении их дефицита	0,20
	- коэффициент вариации расходных коэффициентов, %	38,00

	- доля ресурсов, полученных с опозданием по отношению к плановым срокам поставки	0,10
	- коэффициент финансовой зависимости, доли;	0,80
	- доля неликвидных и низколиквидных активов;	0,35
	- доля просроченной дебиторской задолженности	0,23
	- отношение средней потребляемой мощности к максимальной мощности, доли;	0,37
	- отклонение от установленных лимитов расхода природных ресурсов, доли	0,28
показатели, оценивающие надежность организационно-управленческих связей ПС	- средняя доля времени операций внутрипроизводственной транспортировки в продолжительности производственного цикла;	0,21
	средняя доля времени ожидания и хранения в продолжительности производственного цикла;	0,25
	- доля несвоевременно размещенных заказов (произведенных закупок);	0,33
	- доля в фонде времени простоев по причине задержки продукции на предыдущих стадия обработки;	0,09
	- доля в фонде времени простоев оборудования по причине задержки выдачи ресурсов и полуфабрикатов со склада;	0,18
	- доля партий ресурсов, полученных позже плановых сроков;	0,25
	- доля партий готовой продукции, отгруженных позже плановых сроков	0,08
	- балльная оценка уровня автоматизации сбора и обработки информации;	4,00
	- % ошибок при введении первичной информации в информационную систему;	25,00
	- доля несвоевременно предоставленных документов (информации) на отгрузку продукции, на технологические операции, на склад, вспомогательным подразделениям и отделам управления;	0,15
	- отсутствие автоматизации плановых расчетов (да/нет);	нет
	- доля бракованной продукции, выявляемой на стадии готовой продукции;	0,02
	- отсутствие графиков поступления и уплаты денежных средств (да/нет);	нет
	- доля поступлений денежных средств с опозданием к графику;	0,06
	- доля платежей, произведенных с опозданием;	0,25
	- наличие остановок производства по причине отсутствия средств (да/нет);	нет
	- % внеплановых ремонтов;	20,00
	- % невыполнения ремонтов в установленные сроки;	19,00
	- % отложенных плановых ремонтов;	13,00
	- доля в фонде времени простоев оборудования в связи с отсутствием необходимого инструмента и оснастки;	0,26
- доля бракованной продукции по причине некачественного инструмента и оснастки	0,13	

Таблица И.2 – Исходные данные для повторной оценки уровня обеспеченности элементами производственной системы (по результатам реализации разработанного экономического механизма)

Показатель	значение
- неуккомплектованность штатов, %;	2,00
- доля в фонде времени простоев оборудования по причине отсутствия работников;	0,09
- коэффициент использования рабочего времени, %	70,00
- коэффициенты загрузки оборудования, в том числе «узкого места», %;	90,00
- резервы производственной мощности, %;	13,00
- доля аварийных простоев в общем объеме простоев оборудования на ремонтах	0,30
- доля в фонде времени простоев оборудования по причине отсутствия в запасах материальных ресурсов;	0,05
- доля в себестоимости дополнительных затрат на экстренные закупки материальных ресурсов при возникновении их дефицита	0,09
- коэффициент вариации расходных коэффициентов, %	13,20
- доля ресурсов, полученных с опозданием по отношению к плановым срокам поставки	0,10
- коэффициент финансовой зависимости, доли;	0,80
- доля неликвидных и низколиквидных активов;	0,35
- доля просроченной дебиторской задолженности	0,23
- отношение средней потребляемой мощности к максимальной мощности, доли;	0,37
- отклонение от установленных лимитов расхода природных ресурсов, доли	0,28