

На правах рукописи



Осинцев Никита Анатольевич

**МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ  
ЛОГИСТИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ ГРУЗОПОТОКОВ**

2.9.9. Логистические транспортные системы

**Автореферат**

диссертации на соискание учёной степени

доктора технических наук

Москва – 2023

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

**Научный**

**консультант:** доктор технических наук, доцент

**Рахмангулов Александр Нельевич**

**Официальные**

**оппоненты:** **Москвичев Олег Валерьевич,**

доктор технических наук, доцент,

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Самарский государственный университет путей сообщения», кафедра «Управление эксплуатационной работой», заведующий кафедрой

**Новичихин Алексей Викторович,**

доктор технических наук, доцент,

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I», кафедра «Логистика и коммерческая работа», и.о. заведующего кафедрой

**Петров Михаил Борисович,**

доктор технических наук, доцент,

федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт экономики Уральского отделения Российской академии наук, Центр развития и размещения производственных сил, руководитель центра

**Ведущая организация:** федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный университет путей сообщения», г. Новосибирск.

Защита состоится «28» сентября 2023 г. в 10:00 на заседании диссертационного совета 40.2.002.06 на базе в федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет транспорта» по адресу: 127055, г. Москва, ул. Образцова, д. 9, стр. 9, аудитория 1235.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте РУТ (МИИТ): <https://rut-miit.ru>.

Автореферат разослан «\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 г.

Учёный секретарь

диссертационного совета

 Кузьмин Дмитрий Владимирович

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы исследования.** Увеличение мировых объёмов потребительского рынка, усиление тенденции на специализацию производства по странам привело к повышению внешнеторгового оборота с 2000 по 2020 гг. в 2,7 раза. Компании по всему миру стараются создать логистические цепи, которые позволят доставить продукцию на рынок качественнее, эффективнее и экономичнее по сравнению с конкурентами. Формирование таких цепей усложняется усилением требований государств и общества по достижению целей устойчивого развития (ЦУР) – комплекса экономических, социальных и экологических целей, принятых всеми странами и включённых в глобальную стратегическую программу «Преобразование нашего мира: Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года».

Сложность управления логистическими цепями грузопотоков в таких условиях заключается в изменении масштабов производственных и транспортных систем и усложнении структуры товаропотоков, многообразии механизмов по достижению ЦУР и повышении требований потребителей к качеству товаров и услуг. Кроме того, возникает необходимость изменения цепей грузопотоков под влиянием разнообразных внешних факторов. При увеличении товарооборота между странами перечисленные особенности становятся особо актуальными и для логистических транспортных систем, поскольку они являются сферой повышенных экологических и экономических рисков, потребляют невозполнимые природные ресурсы.

В России, занимающей по выбросам углекислого газа четвёртое место в мире и 75 место по Индексу эффективности логистики (LPI), достижение ЦУР напрямую связано с устойчивым развитием транспорта и транспортной инфраструктуры и закреплено в Транспортной стратегии РФ до 2030 года, при реализации базовой задачи №17 «Снижение негативного воздействия транспортного комплекса на окружающую среду и климат в соответствии с принципами устойчивого развития», Указе Президента Российской Федерации от 21 июля 2020 г. № 474 «О национальных целях развития Российской

Федерации на период до 2030 года», Указе Президента Российской Федерации от 02.07.2021 г. № 400 «О Стратегии национальной безопасности Российской Федерации». Результаты выполненного анализа позволяют сделать вывод о том, что в настоящее время в России не сформирована методологическая база практической реализации концепции устойчивого развития применительно к логистическим цепям грузопотоков. Наличие противоречий между целями логистических транспортных систем, ориентированных, как правило, на максимизацию прибыли, обеспечение экономического роста и повышение качества обслуживания клиентов, с одной стороны, и целями устойчивого развития, дополнительно учитывающими экологические и социальные аспекты функционирования, приводят к снижению эффективности управленческих решений по достижению ЦУР логистических цепей грузопотоков. В связи с этим формирование методологических основ устойчивого развития логистических цепей грузопотоков является актуальной научно-практической проблемой.

**Степень разработанности темы исследования.** Научный вклад в области логистики и управления цепями поставок внесли труды Б.А. Аникина, В.В. Дыбской, Р.Б. Ивутя, Ю.М. Неруша, В.И. Сергеева, А.П. Тяпухина, Н. Gleissner, T. Gudehus, A. Gunasekaran, H. Kotzab, R.D. Shapiro, H.M. Visser, D. Waters и многих других учёных.

Значительный вклад в решение основных проблем развития транспортных систем, методов организации и управления грузопотоками, транспортной логистики внесли работы В.И. Апатцева, В.В. Багиновой, А.Ф. Бородина, Г.В. Бубновой, В.Д. Герами, А.М. Гаджинского, А.Н. Гуда, Е.П. Дудкина, В.В. Зырянова, П.А. Козлова, В.М. Курганова, П.В. Куренкова, С.Н. Корнилова, Б.М. Лapidуса, О.Н. Ларина, Б.А. Лёвина, В.С. Лукинського, И.В. Макаровой, Э.А. Мамаева, Л.Б. Миротина, О.В. Москвичёва, В.А. Персианова, О.Д. Покровской, А.Н. Рахмангулова, С.М. Резера, В.М. Сая, А.В. Сладковского, Е.Н. Тимухиной, Н.А. Тушина, Л.С. Фёдорова, М.И. Шмулевича, В.Я. Цветкова, О.Н. Числова, Ю.А. Щербанина, J.P. Rodrigue и многих других учёных.

Научной основой решения проблем в области устойчивого развития в диссертационной работе являлись труды С.Н. Бобылева, В.И. Данилова-Данильяна, А.С. Мартынова, Е.И. Павловой, Н.В. Пахомовой, Т.В. Усковой, А.А. Чеботаева, D.J. Vanister, I. Dincer, E.U. von Weizsacker и многих других учёных.

В области «зелёной» логистики и управления «зелёными» цепями поставок научной базой являются труды М.Н. Дудина, М.А. Журавской, Д. Иванова, А.А. Кизима, В.П. Мешалкина, И. Н. Омельченко, F.T.S. Chan, B. Fahimnia, P. Golinska, K. Govindan, D.B. Grant, A. Gunasekaran, M. Klumpp, T. Litman, C. Macharis, M. Millar, A. McKinnon, P.R. Murphy, J. Sarkis, S.K. Srivastava, Q. Zhu и многих других учёных.

В области исследования операций и использования многокритериальных методов принятия управленческих решений в диссертации нашли применение труды О.И. Ларичева, В.Г. Халина, Г.В. Черновой, A. Alinezhad, V. Belton, Ching-Lai Hwang, A. Mardani, N. Munier, D. Pamucar, T.L. Saaty, Z. Stević, Kwangsun Yoon, E.K. Zavadskas и многих других учёных.

Анализ трудов отечественных и зарубежных учёных показал, что в настоящее время наблюдается процесс накопления и реализации частных решений по снижению негативной нагрузки логистических транспортных систем на окружающую среду, недостаточно изучены подходы к оценке логистических потоков с позиции концепции устойчивого развития, а также модели и методики выбора наиболее эффективных «зелёных» решений, учитывающие множество факторов внешней и внутренней среды функционирования логистических цепей грузопотоков. Необходимы исследования по систематизации данных знаний и формированию научно-технических решений устойчивого развития логистических цепей в условиях изменения характеристик грузопотоков и повышения экологизации транспортно-логистических процессов.

**Цель и задачи исследования.** Целью диссертационной работы является разработка методологических основ устойчивого развития логистических цепей грузопотоков с использованием принципов и инструментов «зелёной» логистики

для эффективного продвижения грузопотоков при одновременном снижении негативного воздействия на окружающую среду.

Основными задачами исследования являются:

1. Анализ научного, методологического и практического опыта использования «зелёных» технологий при управлении логистическими цепями грузопотоков.

2. Исследование факторов, влияющих на устойчивое развитие логистических цепей грузопотоков.

3. Разработка концепции устойчивого развития логистических цепей грузопотоков на основе принципов «зелёной» логистики.

4. Разработка системы методов и инструментов «зелёной» логистики на различных уровнях управления логистическими цепями грузопотоков.

5. Обоснование системы параметров и показателей логистических потоков для оценки соответствия цепей поставок целям устойчивого развития.

6. Разработка комплекса многокритериальных и оптимизационных моделей принятия решений по использованию методов и инструментов «зелёной» логистики в логистических цепях грузопотоков.

7. Разработка методики управления параметрами логистических потоков для достижения целей устойчивого развития.

8. Оценка эффективности решений по устойчивому развитию логистических цепей грузопотоков на различных уровнях управления.

**Научная новизна исследования** состоит в разработанной впервые методологии устойчивого развития логистических цепей грузопотоков на основе использования принципов и инструментов «зелёной» логистики, а именно:

1. Обоснована система принципов «зелёной» логистики, представляющая синтез логистических принципов и принципов устойчивого развития, основанный на идее достижения баланса между экономической, экологической и социально-культурной устойчивостью логистической цепи грузопотоков.

2. Разработана система методов и инструментов «зелёной» логистики, основанная на использовании структурно-функционального подхода к

выделению у элементов логистических цепей грузопотоков основных (базисных) и поддерживающих функций.

3. Предложена система параметров и показателей логистических потоков для оценки соответствия цепей поставок целям устойчивого развития.

4. Разработана методика комплексной оценки веса параметров и показателей логистических потоков, основанная на использовании теорий нечётких множеств и серых систем.

5. Разработана комбинированная многокритериальная модель принятия решений по выбору инструментов «зелёной» логистики, объединяющая комплекс многокритериальных моделей оценки элементов логистической цепи грузопотоков, оценки параметров и показателей логистических потоков и ранжирования инструментов «зелёной» логистики.

6. Разработана математическая модель выбора оптимальной комбинации инструментов «зелёной» логистики и расчёта их параметров.

7. Разработана нечёткая модель и методика комплексной оценки взаимосвязи параметров и показателей логистических потоков для приведения их в соответствие с целями устойчивого развития.

8. Предложен новый подход к формированию системы управления логистическими цепями грузопотоков, основанный на реализации концепции устойчивого развития логистических цепей грузопотоков с использованием принципов, методов и инструментов «зелёной» логистики и многокритериальных моделей принятия управленческих решений.

**Теоретическая и практическая значимость работы.** Теоретическая значимость заключается в разработке методологических основ устойчивого развития логистических цепей грузопотоков, включающих в себя принципы и инструменты «зелёной» логистики, комплекс методов и моделей принятия решений на различных уровнях управления логистическими системами, обеспечивающих достижение целей устойчивого развития.

Практическая значимость диссертации состоит в:

– использовании методик и алгоритмов комплексной оценки и ранжирования элементов логистических цепей грузопотоков, а также параметров и показателей логистических потоков на соответствие целям устойчивого развития;

– возможности реализации инструментов «зелёной» логистики на основе методик многокритериального анализа и определения оптимальных параметров инструментов;

– применении методики оперативного управления логистическими потоками на основе изменения значений их параметров в различных логистических цепях грузопотоков;

– формировании эффективной стратегии устойчивого развития элементов логистических цепей грузопотоков.

**Методология и методы исследования.** Для решения поставленных задач в исследовании использовались: структурно-функциональный и системный анализ; методы математической статистики и экспертных оценок; методы теорий нечётких множеств и серых систем; методы математического моделирования; многокритериальные методы принятия решений.

#### **Положения, выносимые на защиту:**

1. Теоретико-методологические основы устойчивого развития логистических цепей грузопотоков на основе использования принципов, методов и инструментов «зелёной» логистики.

2. Синтезированная система принципов «зелёной» логистики как основа достижения экономических, социальных и экологических целей логистических цепей грузопотоков.

3. Система методов и инструментов «зелёной» логистики как элемент управления логистическими цепями грузопотоков для достижения экономических, социальных и экологических целей.

4. Двухуровневая иерархическая система параметров и показателей логистических потоков для оценки соответствия цепей грузопотоков целям устойчивого развития.

5. Методика определения веса параметров и показателей логистических потоков, основанная на использовании теорий нечётких множеств и серых систем.

6. Методы и методики управления логистическими цепями грузопотоков как комплекс математических и комбинированных многокритериальных моделей принятия решений по оптимизации параметров логистических потоков с использованием инструментов «зелёной» логистики.

7. Методологические основы формирования системы управления логистическими цепями грузопотоков на основе реализации принципов, методов и инструментов «зелёной» логистики в совокупности с многокритериальными моделями принятия решений.

**Степень достоверности и апробация результатов исследования.** Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждаются: представительным объёмом статистической информации, экспериментальных и расчётных данных; согласованностью данных, полученных различными методами исследования; результатами обсуждения материалов исследования на научно-технических и практических конференциях; положительными результатами применения основных научно-методических положений диссертации.

Результаты диссертационного исследования использованы при выполнении научно-исследовательских работ по заказу ПАО «Магнитогорский металлургический комбинат», ПАО «Ураласбест» и ООО «Дельта». Заслушаны на заседании Регионального стратегического комитета, посвящённому разработке стратегии социально-экономического развития Челябинской области на период до 2035 года.

Исследования, выполненные автором, поддержаны грантами Правительства Челябинской области (2004, 2007 гг.), МГТУ им. Г.И. Носова (2011 г.). Результаты диссертации в части разработки принципов формирования компетенций для устойчивого развития выполнены при финансовой поддержке и в рамках международного образовательного проекта Евросоюза TEMPUS

ЕсоBRU «Экологическое образование для Беларуси, России и Украины» (543707-TEMPUS-1-2013-1-DE-TEMPUS-JPHES). Результаты диссертации в части разработки «зелёных» технологий управления устойчивыми цепями поставок, использования комбинированных многокритериальных моделей и методов при управлении транспортными системами выполнены при финансовой поддержке Российского научного фонда (соглашения №№23-21-10038 и 23-11-00164).

Теоретические и практические результаты диссертации внедрены в образовательный процесс кафедры логистики и управления транспортными системами ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова» при подготовке бакалавров по направлению 38.03.02 «Менеджмент (Логистика)»; инженеров путей сообщения по специальности 23.05.42 «Эксплуатация железных дорог (Промышленный транспорт)» и магистров по направлению подготовки 23.04.01 «Технология транспортных процессов (Организация перевозок и управление в единой транспортной системе)» по дисциплинам «Зелёная логистика» и «Международные перевозки».

Основные положения и научные результаты работы докладывались и обсуждались на конференциях: IV всероссийская конференция «Проблемы повышения экологической и промышленной безопасности производственно-технических комплексов промышленных регионов» (МГТУ им. Г.И. Носова, г. Магнитогорск, 2004); международная научно-практическая конференция «Развитие инфраструктуры транспорта и технологий перевозочного процесса в современных условиях» (ДВГУПС, г. Хабаровск, 2007); III межрегиональная научно-практическая конференция «Дорожно-транспортный комплекс: состояние и перспективы развития» (Волжский филиал МАДИ, г. Чебоксары, 2009); международная конференция «Современные проблемы проектирования, строительства и эксплуатации транспортных объектов» (ПГУПС, г. С.-Петербург, 2011); IV международная научно-практическая конференция «Управление отходами – основа восстановления экологического равновесия промышленных регионов России» (СибГИУ, г. Новокузнецк, 2012);

международная научно-техническая конференция «Актуальные проблемы современной науки, техники и образования» (МГТУ им. Г.И. Носова, г. Магнитогорск, 2014-2022); IV научно-техническая конференция с международным участием «Интеллектуальные системы управления на железнодорожном транспорте. Компьютерное и математическое моделирование (ИСУЖТ-2015)» (НИИАС, г. Москва, 2015); международная научная конференция «Transport Problems» (Силезкий технологический университет, г. Катовице, Польша, 2014, 2017, 2019); международная научно-техническая конференция «Пром-Инжиниринг» (ЮУрГУ, г. Челябинск, 2016-2017); международная научная конференция «Сахаровские чтения: экологические проблемы XXI века» (МГЭИ им. А.Д. Сахарова БГУ, г. Минск, Белоруссия, 2017-2018); II международная научно-практическая конференция «Транспорт и логистика: инновационная инфраструктура, интеллектуальные и ресурсосберегающие технологии, экономика и управление» (РГУПС, г. Ростов-на-Дону, 2018); XLII международная научно-практическая конференция «Инновационные технологии на транспорте: образование, наука, практика» (КазАТК им. М. Тынышпаева, г. Алматы, Казахстан, 2018); I международная научно-практическая конференция «Инфокоммуникационные и интеллектуальные технологии на транспорте» (ЛГТУ, г. Липецк, 2018); международная научная конференция Хачатуровские чтения – «Современные тренды экологически устойчивого развития» (МГУ, г. Москва, 2018-2019), X международная конференция «Комбинированная геотехнология: переход к новому технологическому укладу – 2019» (МГТУ, г. Магнитогорск, 2019); III всероссийская научно-практическая конференция «Золото. Полиметаллы. XXI век: устойчивое развитие» (АО «ЮГК» – ИПКОН РАН, г. Челябинск, 2022); VI международная научно-практическая конференция «Транспорт и логистика: актуальные проблемы стратегического развития и операционного управления» (РГУПС, г. Ростов-на-Дону, 2022).

**Публикации.** По результатам исследования опубликовано 76 научных работ, из них: 18 работ в рецензируемых научных изданиях (в т.ч. 7 статей с

единоличным участием), 19 – в изданиях, входящих в международные реферативные базы Web of Science и Scopus, 2 монографии, а также зарегистрирована 1 база данных.

**Объём и структура работы.** Диссертация состоит из введения, 6 глав, заключения, списка использованной литературы из 438 источников, 8 приложений; изложена на 360 страницах машинописного текста, содержит 103 рисунка, 55 таблиц.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

**Во введении** обоснована актуальность темы исследования, определены проблемы, цели, задачи исследования.

**В первой главе** «Современное состояние логистических цепей грузопотоков и проблемы их устойчивого развития» представлен анализ состояния логистических цепей в России и за рубежом, выполнен обзор исследований в области устойчивого развития и «зелёной» логистики и выявлены проблемы формирования и устойчивого развития цепей грузопотоков в современных условиях.

Логистические цепи грузопотоков (ЛЦГ) являются важнейшим элементом глобальных производственно-сбытовых цепочек и цепей поставок. Качество управления ЛЦГ оказывает существенное влияние не только на эффективность функционирования компаний-участниц, но также на устойчивое развитие стран.

Современное состояние систем логистических цепей грузопотоков в условиях глобализации характеризуется: ростом объёмов торговых потоков, расширением структуры и усложнением товарной номенклатуры; неравномерным уровнем развития региональных и национальных транспортных систем отдельных стран и их слабая интеграция в мировую транспортную систему, недостаточным уровнем развития транспортно-логистической инфраструктуры и дефицитом её пропускной способности; повышением требований к экологическим аспектам транспортно-логистической деятельности.

Результаты анализа основных показателей функционирования логистических транспортных систем России показывают рост численности грузовых транспортных средств, увеличение грузооборота (с 3754 до 5701 млрд ткм в год) при незначительном снижении объёма перевозок (с 8200 до 8171 млн т) с 2001 по 2021 гг. Доля в мировом объёме товарооборота составляет 1,8%. Наблюдается старение парка транспортных средств, слабое развитие дорожной инфраструктуры (99-е место в мире по показателю качества дорог), увеличение объёма выбросов CO<sub>2</sub> (4-е место в мире), а также слабые темпы развития логистического сервиса (75-е место в мире по индексу эффективности логистики – LPI).

Трансформации и тенденции, наблюдаемые в обществе и на мировых рынках, акцентируют внимание на достижение целей устойчивого развития с использованием концепции устойчивого развития (Sustainable Development), концепции тройного критерия (Triple Bottom Line), ESG-стратегии, «зелёной» логистики и управлении «зелёными» цепями поставок. В основу данных концепций заложена идея достижения разумного баланса между экологическими, экономическими и социальными результатами деятельности компании. Однако наличие противоречий между целями логистических систем, ориентированных на достижение экономических показателей, и целями устойчивого развития, дополнительно учитывающими экологические и социальные аспекты функционирования, приводят к снижению эффективности решений по управлению логистическими цепями грузопотоков для достижения целей устойчивого развития.

Результаты анализа научных исследований (рисунок 1) позволили сделать следующие основные выводы:

– сформирован понятийно-терминологический аппарат «зелёных»/устойчивых цепей поставок, сформулированы подходы и принципы устойчивого развития, создана нормативно-правовая база для их реализации;

– активно реализуются экологические программы и проекты при поддержке общественных и государственных институтов, бизнес-структур,

научно-исследовательских организаций и международных ассоциаций;

– разрабатываются подходы к управлению цепями поставок, обосновываются критерии оценки «зелёных»/устойчивых цепей поставок, разрабатываются модели принятия решений по снижению негативного воздействия цепей поставок на окружающую среду.



Рисунок 1 – Результаты анализа научных работ в области управления ЛЦГ

Вместе с тем недостаточно исследованы проблемы управления логистическими потоками – система их оценки на соответствие ЦУР, модели и методы управления потоками, способы выбора и реализации «зелёных» логистических решений по приведению значений параметров потоков целям устойчивого развития цепей поставок. В этой связи вопросы создания методологических основ устойчивого развития системы логистических цепей грузопотоков на основе принципов и инструментов «зелёной» логистики стали предметом исследования диссертации.

**Во второй главе** «Исследование факторов устойчивого развития

логистических цепей грузопотоков» выполнен структурно-функциональный анализ ЛЦГ, выявлены факторы, влияющие на устойчивое развитие ЛЦГ, исследованы практики использования «зелёных» технологий и принципов управления ЛЦГ в рамках концепции устойчивого развития.

Логистическая цепь грузопотоков (рисунок 2) – элемент глобальной системы товародвижения, представляющий собой линейно-упорядоченную совокупность логистических элементов (входного (E2), перерабатывающего (E3), накопительного (E4), транспортного (E5), выходного (E6) и управляющего (E1)) вдоль материального и сопутствующему ему других логистических потоков (финансового, информационного и потока услуг).

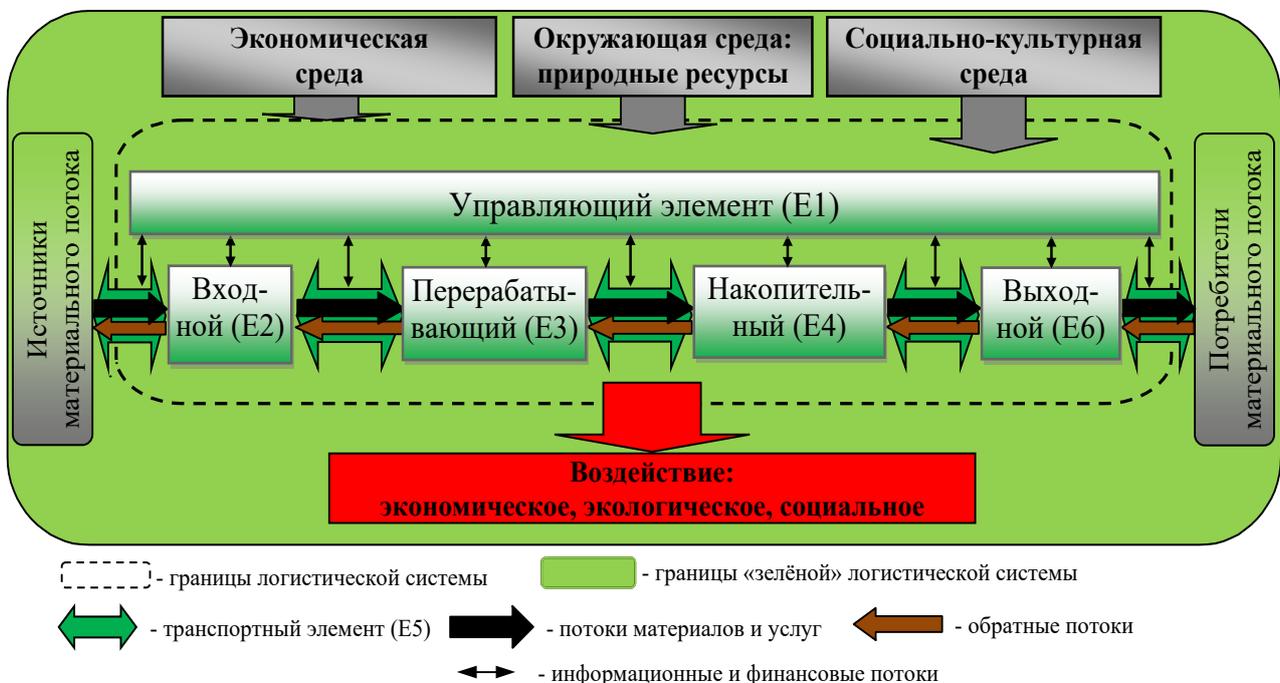


Рисунок 2 – Схема логистической цепи грузопотоков

Элементы ЛЦГ, в зависимости от уровня решаемых ими задач, выполняют три типа функций с целью воздействия на логистические потоки:

- ключевые – функции управления логистическими элементами и логистической системой в целом;
- базисные – обобщённые функции воздействия на логистические потоки
- ввод и вывод потоков из системы (снабжение и сбыт), качественные изменения потоков (производство), продвижение (транспортирование), накопление и замедление потоков (складирование);

– поддерживающие – специфические функции элементов по выполнению конкретных операций с целью изменения параметров логистических потоков. В результате выполнения логистических операций и поддерживающих функций реализуются базисные логистические функции логистической системы.

Исследование устойчивости логистических цепей грузопотоков выполнялось в несколько этапов. На первом этапе были исследованы факторы устойчивого развития элементов ЛЦГ, далее исследована интеграция существующих «зелёных» решений в практическую деятельность ЛГЦ, затем проанализированы существующие принципы, обеспечивающие реализацию концепции устойчивого развития в логистической деятельности.

В основу систематизации факторов устойчивого развития ЛЦГ положены структурно-функциональный и системный подходы к описанию ЛЦГ, предполагающие выделение базисных и поддерживающих функций элементов. С использованием серого реляционного анализа (GRA) выполнено ранжирование 54 факторов и установлена степень их влияния на элементы ЛЦГ. Наиболее важными являются группы факторов, оказывающие влияние на устойчивое развитие перерабатывающего элемента (среднее значение серой относительной оценки  $GRG = 0,595$ ), транспортного ( $GRG = 0,579$ ) и управляющего ( $GRG = 0,568$ ) элементов. Далее следуют накопительный, входной и выходной элементы, у которых среднее значение  $GRG$  соответственно равно 0,533, 0,515 и 0,497. Результаты данной оценки используются при формировании моделей устойчивого развития ЛЦГ.

Анализ результатов интеграции технологий экологизации транспортно-логистических процессов в практику управления ЛЦГ позволил выявить факты применения большого числа различных «зелёных» решений, программ и проектов. Сравнительный анализ числа упоминаний «зелёных» решений в научной литературе и числа их реализации в практической деятельности зарубежных и отечественных компаний показал наличие дисбаланса, что позволяет говорить об отсутствии методологической базы практической реализации концепции устойчивого развития применительно к ЛЦГ.

Наблюдается процесс накопления и отбора частных «зелёных» решений по снижению негативного воздействия элементов ЛЦГ на окружающую среду. Доказано, что разнообразие подходов на содержание «зелёных» решений является следствием недостаточной системности их реализации в ЛЦГ, что приводит к снижению эффективности каждого из этих подходов в отдельности.

Установлено, что при управлении ЛЦГ отсутствует универсальная система логистических принципов, обеспечивающих системную реализацию концепции устойчивого развития. В результате анализа принципов логистики и устойчивого развития выявлены следующие особенности:

- в научных трудах имеется описание множества логистических принципов, однако отсутствует универсальная общепринятая система логистических принципов;

- выявлены многочисленные расхождения в применяемой терминологии и понимании сущности логистических принципов, неравномерное их использование для регулирования различных видов логистической деятельности;

- из 151 выявленных логистических принципа более 82% являются специфическими, используемыми для решения отдельных задач. Значительная часть логистических принципов направлена на повышение эффективности управления и достижение экономических целей функционирования логистической системы;

- отсутствуют комплексный и системный подходы к реализации логистических принципов по отношению к элементам ЛЦГ и их функциям, логистическим потокам и уровням организованности логистических систем. Это приводит к бессистемному принятию противоречивых решений, не способствующих планомерному снижению негативной нагрузки на окружающую среду при условии повышения экономической эффективности ЛЦГ.

**В третьей главе «Разработка концепции устойчивого развития логистических цепей грузопотоков»** выполнена систематизация принципов,

методов и инструментов «зелёной» логистики, предложена концепция устойчивого развития системы логистических цепей грузопотоков.

Для эффективной реализации концепции устойчивого развития в ЛЦГ возникает необходимость систематизации существующих принципов логистики и использование этой системы как основы для синтеза новой системы принципов «зелёной» логистики. Логистические принципы предлагается подразделять на:

- общие – для обеспечения реализации ключевых логистических функций управления как отдельными элементами ЛЦГ, так и всей ЛЦГ в целом;
- частные – для обеспечения реализации базисных логистических функций по продвижению и переработке потоков в ЛЦГ в соответствии с поставленными целями;
- специфические – для обеспечения выполнения поддерживающих логистических функций каждого элемента ЛЦГ.

Для максимального соответствия концепции устойчивого развития логистические принципы распределены по четырём группам: принципы общей теории систем, теорий управления, организации и экономической теории. Предполагается, что принципы теории управления и организации обеспечивают достижение социальных и частично экологических ЦУР, а принципы экономической теории – экономических целей. В традиционной логистике практически не используются принципы, обеспечивающие достижение экологических целей. Поэтому, помимо простой перегруппировки известных принципов логистики и объединения их с известными экологическими принципами, необходимо синтезировать новую систему принципов «зелёной» логистики, сбалансированную по критерию равного учёта всех аспектов устойчивого развития (рисунок 3).

Новая синтезированная система принципов «зелёной» логистики содержит 19 принципов, обеспечивающих общесистемную, экономическую, социальную и экологическую устойчивость ЛЦГ на основе использования общих, частных и специфических принципов логистики. Это позволяет элементам ЛЦГ реализовывать ключевые, базисные или поддерживающие функции с учётом

«зелёной» составляющей для достижения ЦУР.

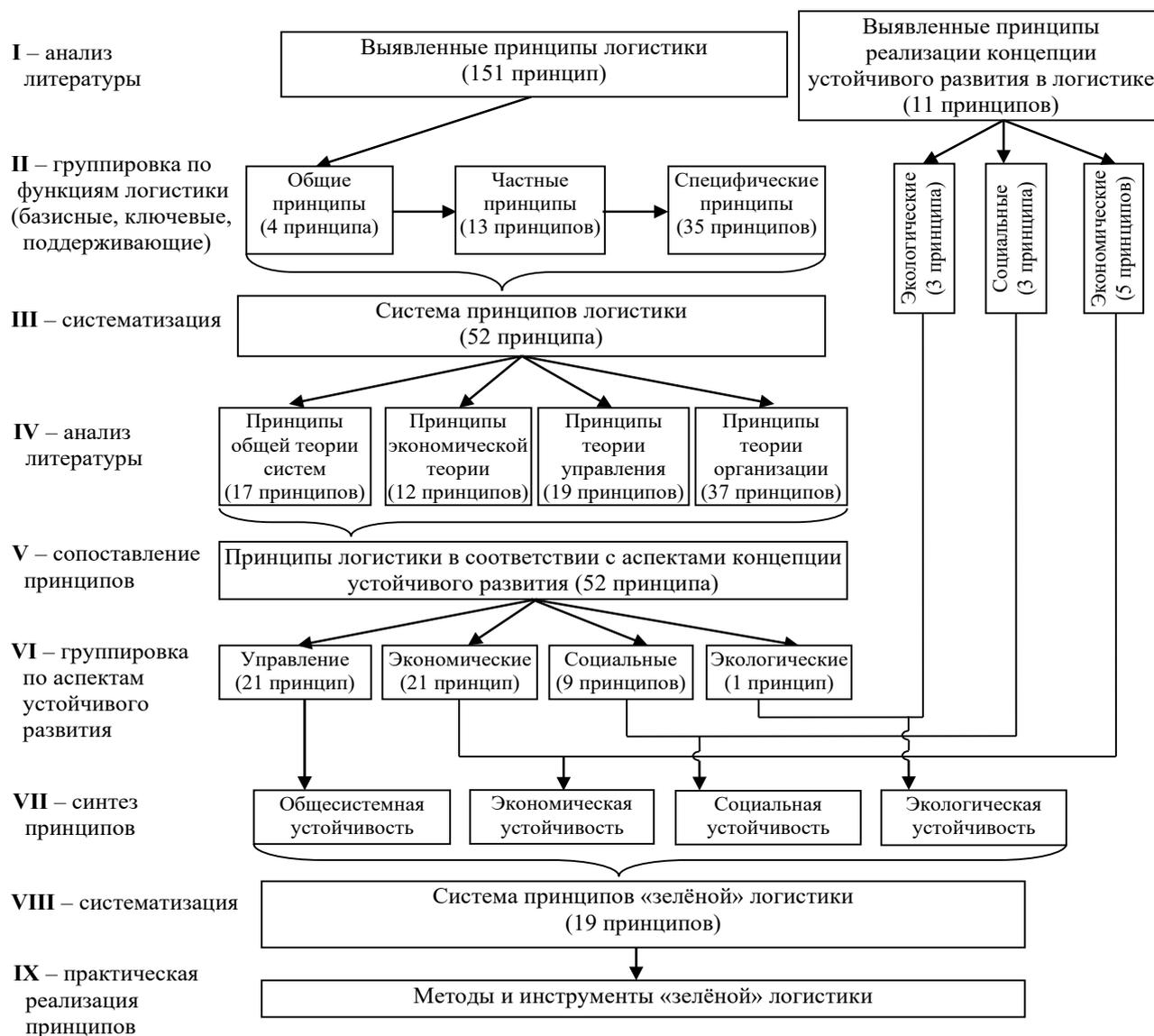


Рисунок 3 – Схема этапов синтеза принципов «зелёной» логистики

В диссертации предлагается использовать обобщённые понятия для различных «зелёных» решений в области логистической деятельности – методы и инструменты «зелёной» логистики. Основной целью методов и инструментов «зелёной» логистики является выявление отклонений значений параметров и показателей логистических потоков и элементов ЛЦГ и приведение их в соответствие целям устойчивого развития.

Под методами «зелёной» логистики понимается комплекс способов и решений, обеспечивающих выполнение базисных и поддерживающих логистических функций всех элементов ЛЦГ по достижению целей устойчивого развития. Под инструментами «зелёной» логистики понимаются специфические

способы и решения для воздействия на элементы и потоки ЛЦГ с целью изменения их параметров в соответствии с целями устойчивого развития. Система включает 27 методов ( $M_{1.1} \dots M_{6.4}$ ) и 105 инструментов «зелёной» логистики ( $I_{1.1.1} \dots I_{6.5.4}$ ). На рисунке 4 представлены результаты систематизации методов и инструментов «зелёной» логистики на основе структурно-функционального подхода на примере транспортного элемента ЛЦГ. Показано, достижение каких конкретно ЦУР обеспечивает реализация того или иного метода и инструмента. Формулировка методов и инструментов в таблице схожа с формулировкой традиционных логистических методов, однако с точки зрения «зелёной» логистики их необходимо рассматривать в качестве методов и инструментов достижения целей устойчивого развития.

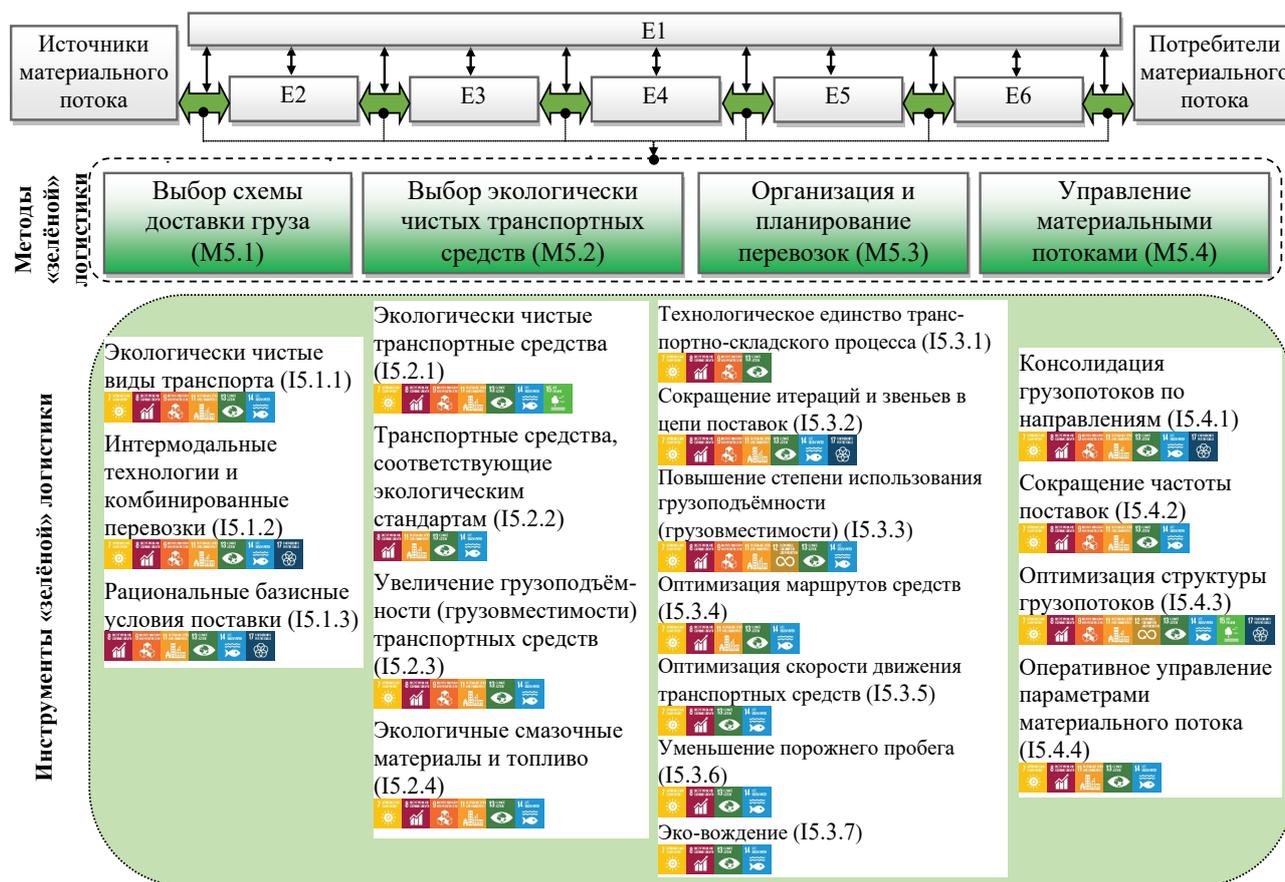


Рисунок 4 – Схема систематизации методов и инструментов «зелёной» логистики (на примере транспортного элемента ЛЦГ)

Для достижения ЦУР при управлении ЛЦГ предлагается использование разработанной концепции устойчивого развития ЛЦГ. Основу концепции устойчивого развития ЛЦГ составляют следующие положения:

1. Достижение целей устойчивого развития ЛЦГ осуществляется приведением в соответствие целей и задач ЛЦГ на всех этапах доставки продукции – от закупки до сбыта, целям и задачам «зелёной» логистики.

2. Формирование и развитие ЛЦГ основано на использовании системы принципов «зелёной» логистики, представляющей собой синтез принципов устойчивого развития с логистическими принципами.

3. Повышение устойчивости ЛЦГ обеспечивается реализацией системы методов и инструментов «зелёной» логистики, воздействующих на логистические потоки и элементы логистической системы по принципу «снизу-вверх»: формированию устойчивой ЛЦГ предшествует создание «зелёных» микрологистических систем, возникновение которых обеспечивается совершенствованием функций и операций на уровне элементов микрологистической системы. Механизм реализации управленческих решений при этом включает четыре типа решений (от оперативных до стратегических) с использованием инструментов «зелёной» логистики: оптимизация параметров элементов ЛЦГ (А1); улучшение конструкции ЛЦГ (А2); изменение принципов организации функционирования ЛЦГ (А3); изменение целей (стратегий развития) ЛЦГ (А4).

4. Управление параметрами логистических потоков и элементами ЛЦГ основано на использовании комплекса математических и многокритериальных моделей и методов принятия решений, позволяющих выполнять оценку элементов ЛЦГ, анализ параметров логистических потоков, ранжирование и выбор инструментов «зелёной» логистики для повышения эффективности функционирования ЛЦГ при снижении негативного воздействия на окружающую среду.

**В четвертой главе** «Разработка системы управления параметрами логистических потоков в цепях грузопотоков» выполнено обоснование параметров и показателей логистических потоков, предложена система параметров и показателей логистических потоков, разработана методика их оценки на основе расчёта весовых коэффициентов.

Сложность исследования ЛЦГ заключается в многочисленности и разнообразии критериев и субкритериев их оценки, а также в недостатке исследований закономерностей, описывающих взаимосвязи параметров и показателей логистических потоков. Отсутствие общепринятой системы показателей и параметров оценки устойчивых ЛЦГ, акцентирование внимания на логистических процессах и функциях, а не на самих логистических потоках, стали причиной исследования в диссертационной работе подходов к оценке логистических потоков.

В диссертации выполнен анализ существующих индикаторов оценки логистических систем и цепей поставок на соответствие принципам и целям концепции устойчивого развития. Выявлено 600 уникальных групп критериев и 1489 уникальных субкритериев оценки «зелёных»/устойчивых» цепей поставок, которые были систематизированы по функциям элементов ЛЦГ, структуре и методам оценки. Результаты анализа положены в основу предлагаемой в диссертационной работе двухуровневой иерархической системы параметров и показателей оценки логистических потоков. В соответствии с аспектами устойчивого развития выделено 5 групп параметров (первый уровень иерархии) и 15 показателей (второй уровень иерархии) логистических потоков в ЛЦГ:

– экономические параметры (P1), характеризующие эффективность использования всех видов ресурсов логистической системы, а также степень экономической жизнеспособности логистической системы. Включает показатели: прибыль (P1.1), операционные расходы (P1.2), инвестиции в основной капитал (P1.3);

– энерго-экологические параметры (P2), характеризующие эффективность использование энергоресурсов в процессе продвижения потоков и влияние логистических потоков на окружающую среду. Включает показатели: энергоёмкость потока (P2.1), объём выбросов парниковых газов (P2.2);

– параметры качества (P3), характеризующие сохранность и своевременность продвижения и переработки потоков, а также качество управления потоками. Включает показатели: сохранность перевозки грузов

(P3.1), своевременность перевозки грузов (P3.2), коэффициент управляемости материального потока (P3.3);

– статистические параметры (P4), отражающие закономерности изменения управляемых параметров потоков. Включает коэффициенты неравномерности потока (P4.1), сложности структуры потока (P4.2), дискретности потока (P4.3), дифференцируемости потока (P4.4);

– управляемые (физические) параметры потока (P5), характеризующие интенсивность потоков и свойства изменения потоков в пространстве и во времени. Включает показатели: масса потока (P5.1), длина маршрута потока (P5.2), скорость потока (P5.3).

Для повышения качества оценки логистических потоков в диссертационной работе разработана методика определения весовых коэффициентов параметров и показателей потоков ЛЦГ с использованием многокритериального метода «Лаборатория испытаний и оценки принятия решений» (DEMATEL) в трёх комбинациях: классический (Crisp – C-DEMATEL), нечёткий (Fuzzy – F-DEMATEL) и серый (Grey – G-DEMATEL). Комбинация DEMATEL с теорией нечётких множеств и теорией серых систем при оценке логистических потоков позволяет принимать решения с учётом неопределённости, противоречивости и неполноты информации и тем самым обеспечить более надёжные результаты анализа и оценки. Использование метода DEMATEL обосновано возможностью установления прямых и обратных связей между параметрами (показателями) потоков, силы их влияния друг на друга, а также визуализации причинно-следственных связей в виде карты сетевых отношений. Предлагается два варианта способа оценки параметров и показателей логистических потоков в ЛЦГ:

Вариант 1. Вес групп параметров (первый уровень иерархии) определяются на основе попарного сравнения групп между собой. Вес показателей (второй уровень иерархии) определяется отдельно в каждой группе параметров, т.е. учитывается взаимовлияние показателей логистических потоков внутри отдельных групп параметров – экономических, экологических и т.д.

Взаимовлияние между показателями, которые отнесены к разным группам, не учитывается.

Вариант 2. Вес групп параметров определяются на основе попарного сравнения групп между собой. Вес показателей определяется путём парного сравнения всех показателей. Это позволяет установить возможные связи и влияние показателей друг на друга независимо от того, к какой группе параметров данные показатели отнесены.

Установлено, что для определения веса показателей логистических потоков целесообразно использовать F-DEMATEL и C-DEMATEL. Результаты расчётов, полученные при использовании данных методов, являются более точными и надёжными, по сравнению с другими методами (рисунок 5).

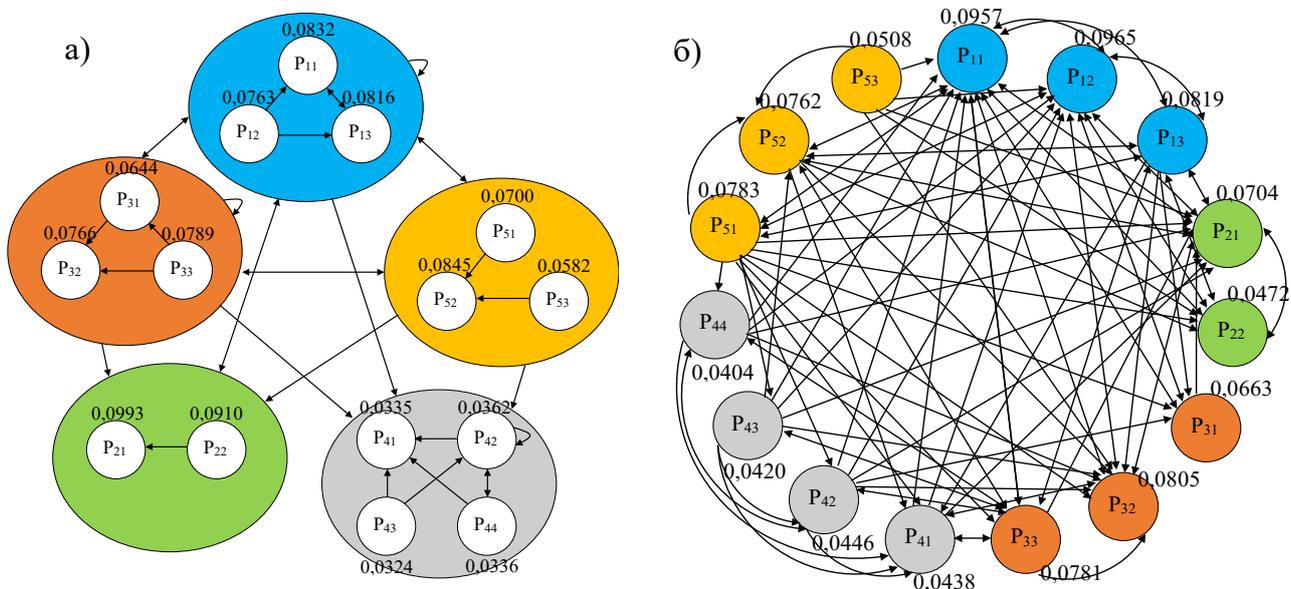


Рисунок 5 – Схема оценки параметров и показателей логистических потоков:  
 а – C-DEMATEL для варианта 1; б – F-DEMATEL для варианта 2

Результаты сравнения моделей показывают, что они различаются: количеством установленных связей между показателями потоков в ЛЦГ; силой влияния показателей друг на друга; числом показателей, отнесённых к группам «влияющие» и «зависимые»; итоговыми рангами показателей.

Предложенные параметры и показатели логистических потоков в ЛЦГ, их весовые коэффициенты, структурные взаимосвязи между параметрами (показателями), а также совокупность DEMATEL моделей являются элементами разработанной системы комплексной оценки показателей ЛЦГ. Комплексная

оценка позволяет установить взаимозависимость между показателями логистических потоков и отразить причинно-следственные связи между ними. Такую систему показателей рекомендуется использовать при выборе инструментов «зелёной» логистики с целью корректировки фактических значений показателей логистических потоков в соответствии с ЦУР.

**В пятой главе** «Модели и методы устойчивого развития логистических цепей грузопотоков» разработаны многокритериальная модель оценки элементов ЛЦГ, комбинированная модель ранжирования инструментов «зелёной» логистики, математическая модель выбора инструментов «зелёной» логистики, нечёткая модель оценки устойчивости ЛЦГ, а также представлена методология устойчивого развития ЛЦГ.

Сложность структуры и динамичность ЛЦГ, неопределённость внешней среды, а также влияние множества факторов (технических, технологических, организационных, социально-политических, экологических, и экономических) делает актуальной оценку состояния элементов ЛЦГ и их роль по достижению целей устойчивого развития. Результаты такой оценки определяют направление стратегии устойчивого развития ЛЦГ, обосновывают выработку оперативных и стратегических управленческих решений по реализации инструментов «зелёной» логистики.

В диссертации разработана комбинированная многокритериальная модель оценки элементов ЛЦГ при принятии управленческих решений по устойчивому развитию. Основу модели составляют методы DEMATEL, BWM–SAW в сочетании с приближительными интервальными числами IRN.

Использование DEMATEL обосновано наличием большого количества взаимосвязей между элементами ЛЦГ и необходимостью оценки силы влияния элементов друг на друга, а также определения значимости каждого из элементов.

На рисунке 6 в качестве примера представлены результаты использования F-DEMATEL. Наибольшее число взаимосвязей между элементами в ЛЦГ приходится на транспортный E5 и накопительный E4 элементы (красная зона). Наибольшая сила влияния у управляющего элемента E1, а наименьшая – у

выходного Е6. Анализ причинно-следственных связей показывает, что к группе «Оказывающие влияние» отнесены элементы Е1, Е2 и Е3, а к группе «Находящиеся под влиянием» – элементы Е4, Е5 и Е6.

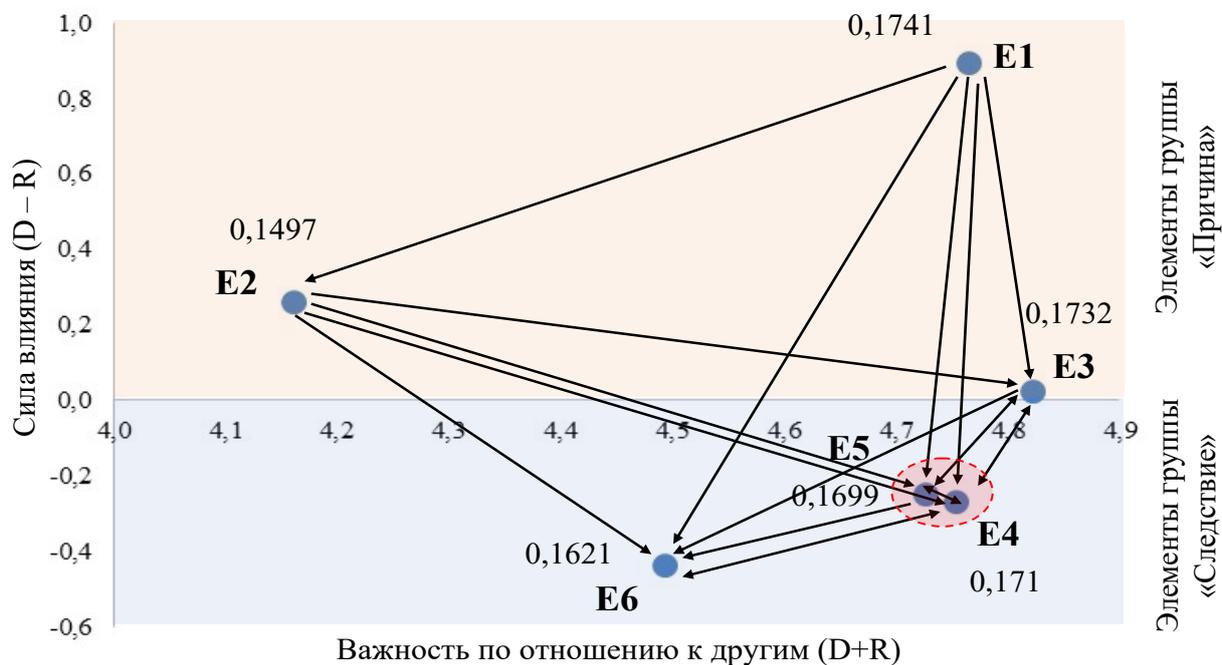
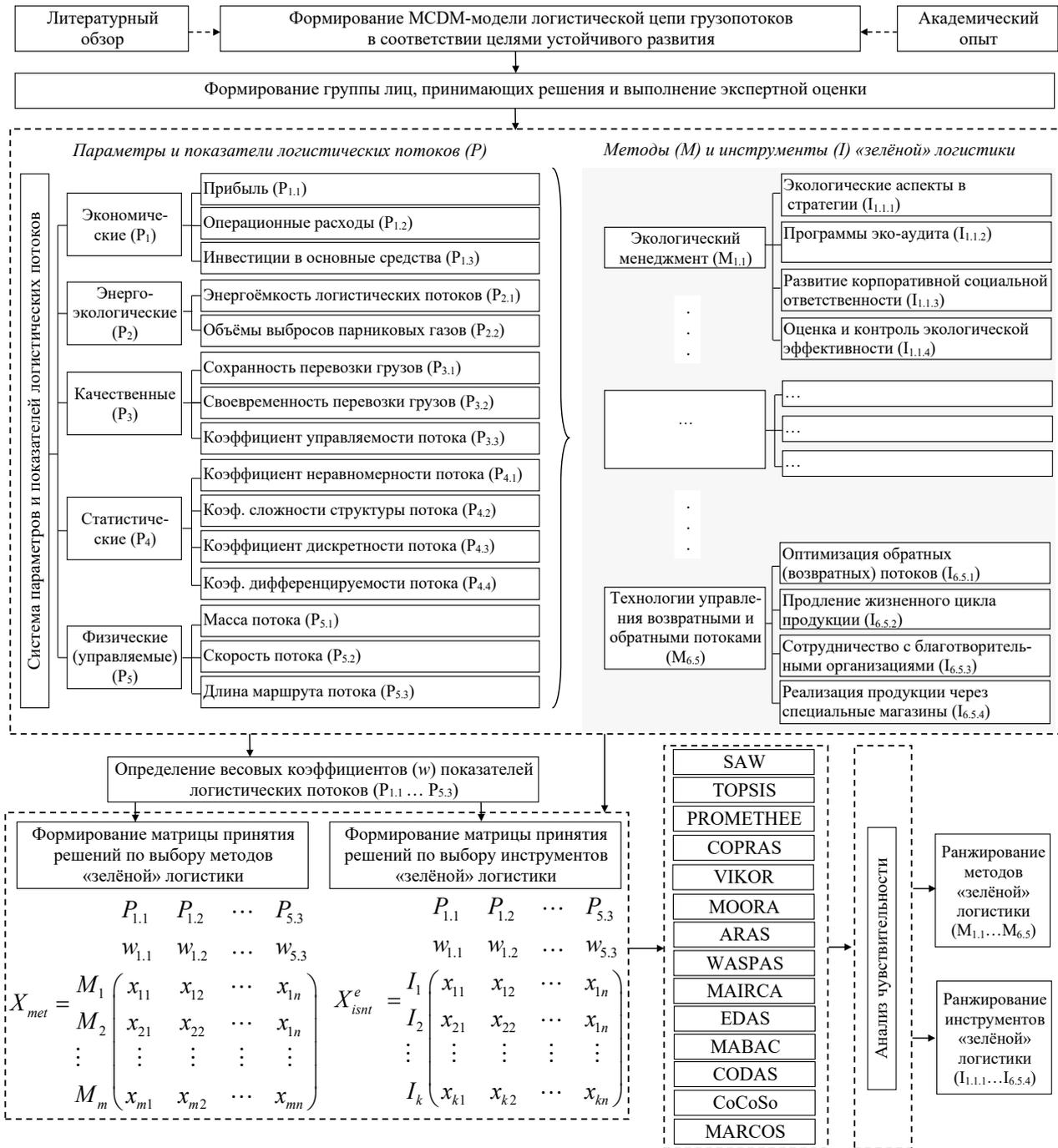


Рисунок 6 – Пример карты сетевых отношений элементов ЛЦГ (F-DEMATEL)

Использование модели BWM-SAW в сочетании с приближительными интервальными числами и STEEP-анализом позволяет комплексно оценить факторы устойчивого развития ЛЦГ и ранжировать управленческие решения в стратегии устойчивого развития по реализации инструментов «зелёной» логистики.

Ранжирование методов и инструментов «зелёной» логистики предлагается выполнять с применением разработанной комбинированной многокритериальной модели (рисунок 7), а в качестве примера на рисунке 8 представлены результаты ранжирования методов «зелёной» логистики для управляющего элемента (Е1) ЛЦГ. При ранжировании различными MCDM-методами достигнута высокая согласованность результатов – средний коэффициент ранговой корреляции Спирмена составил 0,940 (для варианта 1) и 0,934 (для варианта 2). Аналогичные ранги рассчитаны для всех методов и инструментов «зелёной» логистики.



\* $M = \{M_1, M_2 \dots M_m\}$  – методы «зелёной» логистики;  $m$  – количество методов, равное 27;  $I = \{I_1, I_2 \dots I_k\}$  – инструменты «зелёной» логистики;  $k$  – количество инструментов, равное 105;  $P = \{P_1, P_2 \dots P_n\}$  – показатели логистических потоков;  $n$  – количество показателей, равное 15;  $w = \{w_1, w_2 \dots w_n\}$  – вес показателей;  $x_{ij}$  или  $x_{gj}$  – соответственно значение оценки  $i$ -го метода (или  $g$ -го инструмента) по  $j$ -му показателю  $P$ .

Рисунок 7 – Общая схема MCDM-модели ранжирования методов и инструментов «зелёной» логистики в ЛЦГ

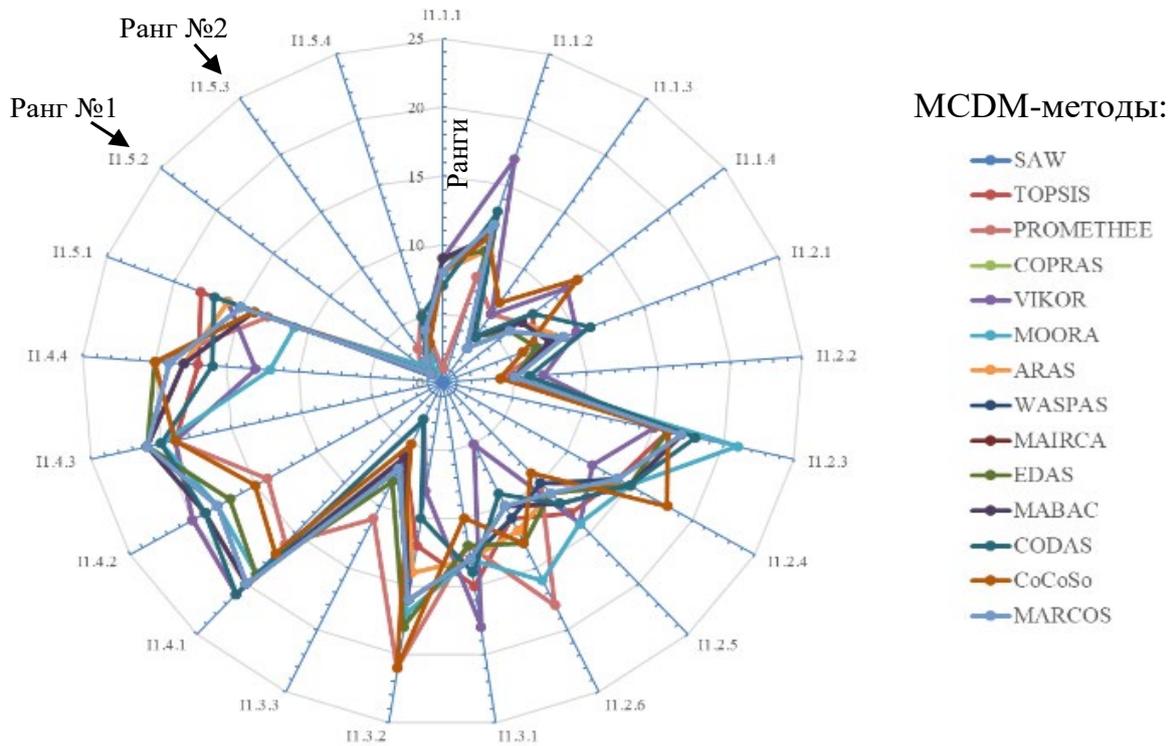


Рисунок 8 – Результаты ранжирования инструментов «зелёной» логистики (на примере управляющего элемента)

Значительное количество инструментов «зелёной» логистики создаёт многовариантность их применения в элементах ЛЦГ. Для лица, принимающего решение, это характеризуется неопределённостью и формирует задачу выбора и реализации инструментов. Решение данной задачи сопряжено с необходимостью учёта для каждого инструмента его эффективности при определённых затратах на применение. Кроме того, ограниченные запасы ресурсов, необходимых для применения инструментов, как правило, исключает вариант реализации всех инструментов в некоторый период времени. В диссертации разработана математическая модель выбора оптимальной комбинации инструментов «зелёной» логистики, которые следует реализовать в элементах ЛЦГ на определённом этапе при имеющихся ресурсах. Целевая функция, определяющая результативность выбора инструментов, оценивает достигаемый эффект применения инструментов «зелёной» логистики (ЗЛ):

$$F = \sum_{j=1}^n \omega_j \cdot \sum_{\substack{i=1, \\ j=1}}^{n,m} (r_{ij} \cdot x_{ij}) \rightarrow \max, \quad (1)$$

где  $F$  – целевая функция, безразмерная величина, измеряемая в долях единицы;

$x_{ij}$  – применение  $i$ -го инструмента ЗЛ в  $j$ -м элементе ЛЦГ,  $i=1, 2, \dots, n; j=1, 2, \dots, m$ ;  $r_{ij}$  – ранг (вес)  $i$ -го инструмента ЗЛ в  $j$ -м элементе ЛЦГ, безразмерная величина, измеряемая в долях единицы;  $\omega_j$  – значимость  $j$ -го элемента ЛЦГ, безразмерная величина, измеряемая в долях единицы,  $j=1, 2, \dots, m$ ;  $n$  – количество инструментов ЗЛ, в рассматриваемой модели  $n=105$ ;  $m$  – количество элементов ЛЦГ, в рассматриваемой модели  $m=6$ .

Система ограничений модели включает в себя следующие условия:

– применение  $i$ -го инструмента ЗЛ в  $j$ -м элементе ЛЦГ определяется бинарным числом:

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если } i\text{-й инструмент применяется;} \\ 0, & \text{если } i\text{-й инструмент не применяется;} \end{cases} \quad (2)$$

– суммарный фактический расход  $k$ -го вида логистического ресурса, используемого для реализации инструментов ЗЛ, не превышает имеющегося запаса  $k$ -го вида логистического ресурса:

$$a_{11}^k x_{11} + a_{21}^k x_{21} + \dots + a_{nm}^k x_{nm} = b_k, \quad (3)$$

где  $a_{nm}^k$  – расход  $k$ -го вида логистического ресурса для реализации  $i$ -го инструмента в  $j$ -м элементе ЛЦГ, усл. ед./инструмент;  $b_k$  – запас  $k$ -го вида логистического ресурса, усл. ед.;  $k=1, 2, \dots, p$ ;  $p$  – количество видов логистических ресурсов,  $p=4$ .

Решение приведённой математической модели требует определения значений следующих параметров моделируемого процесса:

– ранг (вес)  $i$ -го инструмента ЗЛ, реализуемого в  $j$ -м элементе ЛЦГ ( $r_{ij}$ ). Значение веса  $i$ -го инструмента определяется в результате использования MCDM-методов и разработанной комбинированной MCDM-модели ранжирования методов и инструментов ЗЛ в ЛЦГ;

– значимость  $j$ -го элемента ЛЦГ ( $\omega_j$ ). Значение значимости  $j$ -го элемента определяется с использованием MCDM-методов и разработанной комбинированной MCDM-модели оценки элементов ЛЦГ;

– расход  $k$ -го вида логистического ресурса для реализации  $i$ -го инструмента в  $j$ -м элементе ЛЦГ ( $a_{nm}^k$ ). Значение данного параметра

устанавливается исходя из долевого распределения ( $\tau_k$ ), приходящегося на каждый вид логистических ресурсов: материальный ( $\tau_1$ ), финансовый ( $\tau_2$ ), информационный ( $\tau_3$ ) и услуг ( $\tau_4$ ), необходимого для реализации  $i$ -го инструмента ЗЛ, при соблюдении условия  $\sum_{k=1}^4 \tau_k = 1$ . Значение расхода  $k$ -го вида логистического ресурса определяется в соответствии с установленными нормативными значениями расходования ресурсов, аналитическими расчётами или экспертными методами;

– запас  $k$ -го вида логистического ресурса ( $b_k$ ). Значение соответствует величине финансирования инструментов ЗЛ для реализации стратегии устойчивого развития ЛЦГ.

Результаты экспериментов на разработанной модели показывают, что перераспределение доли логистических запасов на реализацию инструментов ЗЛ в пределах 7,5-15% позволяет достигнуть максимального эффекта от реализации инструментов в ЛЦГ (рисунок 9).

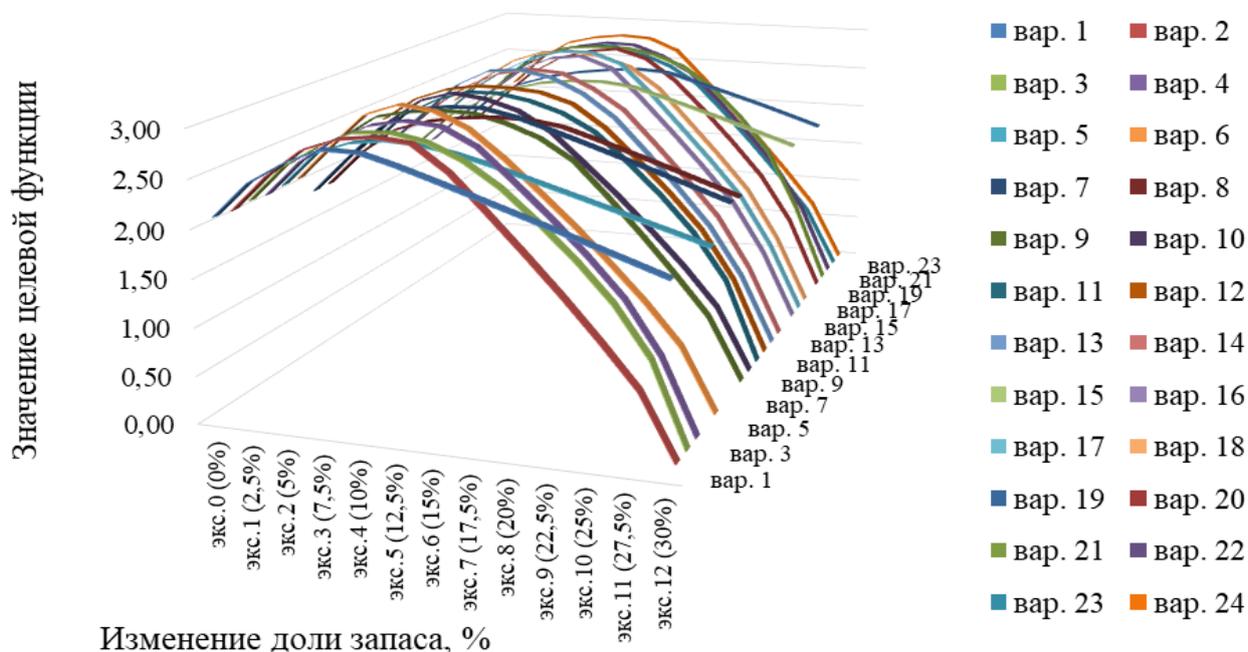


Рисунок 9 – Зависимость эффекта реализации инструментов «зелёной» логистики от изменения доли запаса логистических ресурсов

Принятие окончательного решения реализации конкретного инструмента ЗЛ должно учитывать:

1. Наличие множества вариантов реализации каждого инструмента, отличающихся значениями параметров инструмента ЗЛ.

2. Значения параметров инструментов, расходы и запасы ресурсов для реализации инструментов ЗЛ на практике представлены неточными, неопределёнными значениями или могут характеризоваться интервальными значениями.

Данные условия делают целесообразным применение линейного программирования Грея к задаче выбора инструментов ЗЛ при следующих допущениях: целевая функция, коэффициенты при переменных, а также значения ограничений представлены серыми числами. Математическая модель расчёта параметров инструмента ЗЛ будет иметь следующий вид:

$$\otimes S = \sum_{l=1}^q \otimes c_l \otimes y_l \rightarrow \max, \min, \quad (4)$$

где  $\otimes S$  – целевая функция эффективности реализации инструмента ЗЛ. Серое число целевой функции  $\otimes S \in [\underline{S}, \overline{S}]$ , где  $\underline{S}$  и  $\overline{S}$  – соответственно нижняя и верхняя границы серого числа;  $\otimes c_l$  – эффект от реализации  $l$ -го инструмента ЗЛ, представленный серым числом,  $\otimes c_l \in [\underline{c}_l, \overline{c}_l]$ ,  $1 < l \leq q$ ;  $\otimes y_l$  – параметр  $l$ -го инструмента ЗЛ, представленный серым числом,  $\otimes y_l \in [\underline{y}_l, \overline{y}_l]$ ,  $1 < l \leq q$ .

Система ограничений модели включает в себя следующие условия:

– суммарная величина использования  $k$ -го вида ресурса, необходимого на реализацию  $l$ -го инструмента ЗЛ, не должна превышать нормируемого запаса  $k$ -го вида ресурса:

$$\begin{cases} \otimes d_{11}y_1 + \otimes d_{12}y_2 + \dots + \otimes d_{1q}y_q = \otimes b_1; \\ \otimes d_{21}y_1 + \otimes d_{22}y_2 + \dots + \otimes d_{2q}y_q = \otimes b_2; \\ \otimes d_{31}y_1 + \otimes d_{32}y_2 + \dots + \otimes d_{3q}y_q = \otimes b_3; \\ \otimes d_{41}y_1 + \otimes d_{42}y_2 + \dots + \otimes d_{4q}y_q = \otimes b_4; \\ \otimes y_1, \otimes y_2, \dots, \otimes y_q \geq 0, \end{cases} \quad (5)$$

где  $\otimes d_{kl}$  – расход  $k$ -го вида ресурса для реализации  $l$ -го инструмента, представленный серым числом, усл. ед.,  $\otimes d_{kl} \in [\underline{d}_{kl}, \overline{d}_{kl}]$ ;  $\otimes b_k$  – запас  $k$ -го вида

ресурса, представленный серым числом, усл. ед.,  $\otimes b_k \in [b_k, \bar{b}_k]$ ,  $k=1, 2, \dots, 4$ .

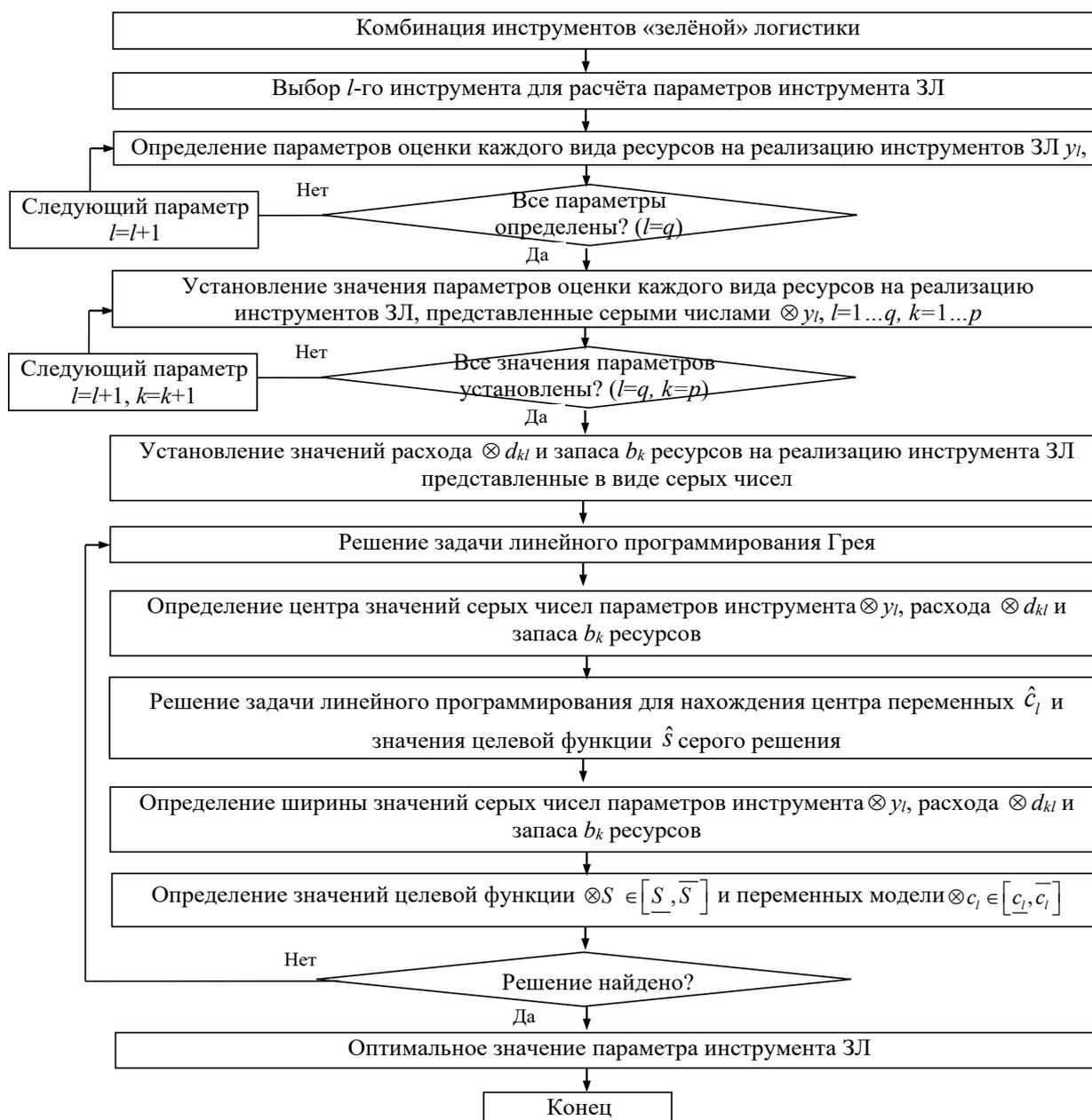


Рисунок 10 – Алгоритм методики расчёта параметров инструмента ЗЛ

Применение метода центра и ширины к решению данной задачи основано на выполнении следующих этапов:

1. Определение центра значений серых чисел параметров инструмента  $\otimes y_l$ , расхода  $\otimes d_{kl}$  и запаса  $b_k$  ресурсов.
2. Решение задачи линейного программирования для нахождения центра переменных  $\hat{c}_l$  и значения целевой функции  $\hat{s}$  серого решения.
3. Определение ширины значений параметров инструмента  $\otimes y_l$ , расхода  $\otimes$

$d_{kl}$  и запаса  $b_k$  ресурсов.

4. Решение задачи линейного программирования для нахождения ширины переменных  $c_l^w$  и значения целевой функции  $S_w$  серого решения.

5. Определение оптимального значения параметра и эффекта от реализации инструмента в виде серых чисел, используя следующие соотношения:

$$\otimes c_l \in [\underline{c}_l, \overline{c}_l] = [\otimes \hat{c}_l - \otimes c_l^w, \otimes \hat{c}_l + \otimes c_l^w], \quad (6)$$

$$\otimes S \in [\underline{S}, \overline{S}] = [\otimes \hat{S} - \otimes S_w, \otimes \hat{S} + \otimes S_w]. \quad (7)$$

Для практической реализации предложен алгоритм расчёта параметров инструментов зелёной логистики в ЛЦГ (рисунок 10).

Управление параметрами ЛЦГ для достижения целей устойчивого развития основано на идентификации параметров и показателей ЛЦГ, построении нечёткой модели взаимосвязи данных параметров и показателей, оценки устойчивости ЛЦГ и принятия решений по выбору и реализации инструментов «зелёной» логистики для приведения управляемых параметров ЛЦГ в соответствии с требуемыми значениями параметров и целями устойчивого развития.

Нечёткая модель используется для интегральной оценки взаимосвязи показателей и параметров логистических потоков и определения показателя устойчивости ЛЦГ. Значение показателя устойчивости определяется следующими выражениями:

$$I_{SD} = \{ \langle p_1, p_2, \dots, p_k \rangle, \mu_I(\langle p_1, p_2, \dots, p_k \rangle) \}, \quad (7)$$

$$\mu_I : P_1 \times P_2 \times \dots \times P_k \rightarrow [0, 1], \quad p_1 \in P_1, p_2 \in P_2, \dots, p_k \in P_k, \quad (8)$$

где  $I_{SD}$  – показатель устойчивости ЛЦГ, представленный в виде нечёткого отношения, заданного на нечётких подмножествах  $P_1, P_2, \dots, P_k$ ;

$\mu_I(\langle p_1, p_2, \dots, p_k \rangle)$  – функция принадлежности нечёткого отношения, отражающая степень принадлежности показателя  $p_k$  подмножеству  $P_k$ , значение которой находится в интервале  $[0, 1]$ .

Нечёткий вывод в модели реализуется на основе правил  $R = \{R_1, R_2, \dots, R_s\}$

вида «если – то», формируемых с использованием лингвистических переменных. В качестве инструмента реализации разработанной нечёткой модели выбрано программное обеспечение fuzzyTECH.

Принципиальная схема подхода по формированию и управлению логистическими цепями грузопотоков для достижения ЦУР с использованием принципов и инструментов «зелёной» логистики представлена на рисунке 11. Она включает шесть взаимосвязанных блоков: I – цели устойчивого развития ЛЦГ для различных уровней управления; II – структуру и функции логистической цепи грузопотоков; III – принципы «зелёной» логистики; IV – методы и инструменты «зелёной» логистики; V – параметры и показатели логистических потоков; VI – комплекс математических и многокритериальных моделей и методов принятия решений по управлению ЛЦГ.

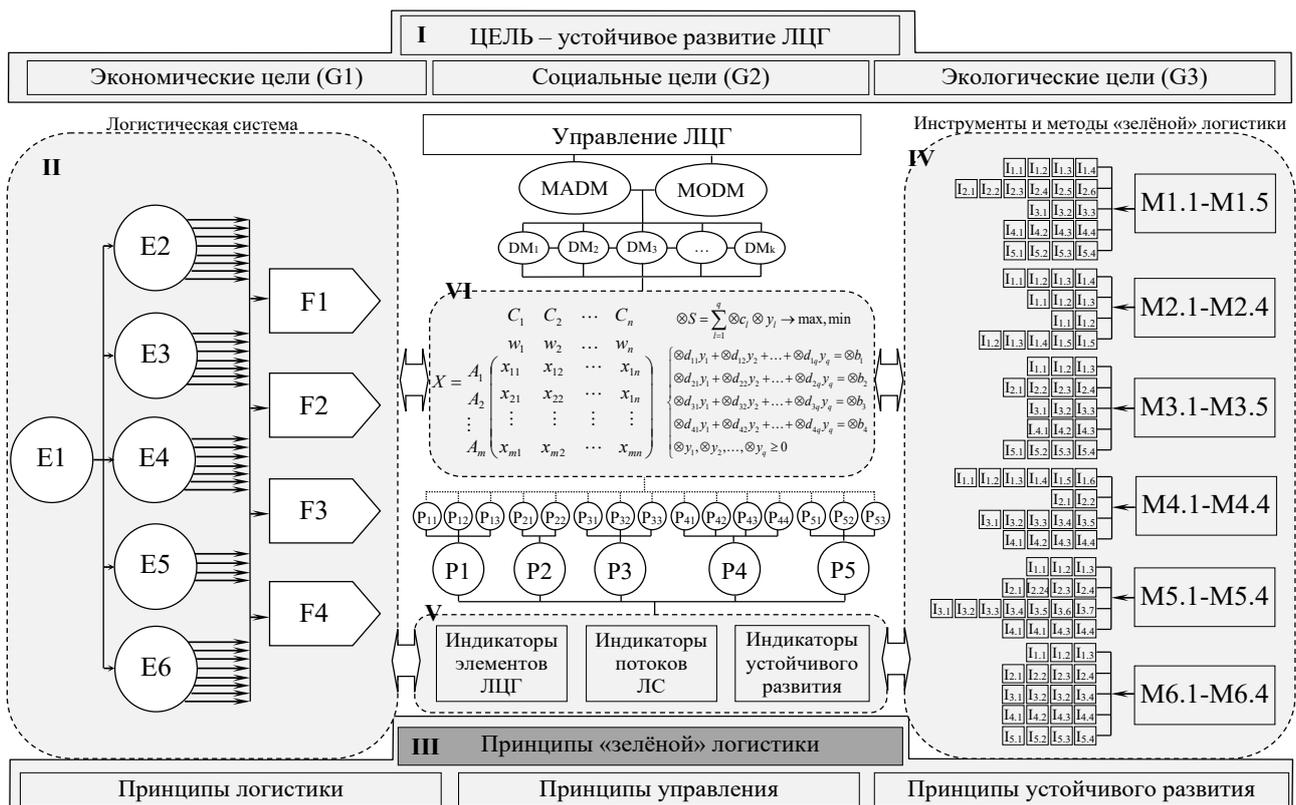


Рисунок 11 – Принципиальная схема методологических основ формирования и управления устойчивыми ЛЦГ

В шестой главе «Методические основы реализации моделей и методов устойчивого развития логистических цепей грузопотоков» разработана методика управления параметрами ЛЦГ для достижения целей устойчивого развития, а

также представлены примеры реализации инструментов «зелёной» логистики в ЛЦГ и выполнена оценка их эффективности.

Методика управления параметрами логистических потоков в ЛЦГ для достижения целей устойчивого развития включает шесть основных этапов (рисунок 12).



Рисунок 12 – Схема методики управления параметрами логистических потоков

Процесс управления заключается в мониторинге фактических значений показателей логистических потоков ( $I_k$ ). Численные значения фактических показателей потоков используются в качестве исходных данных в нечёткой модели для оценки устойчивости ЛЦГ и построения поверхностей,

описывающих зависимости показателя устойчивости ЛЦГ от изменения значений физических (управляемых) параметров материальных потоков – массы, скорости и длины маршрута ( $P_i$ ). Далее определяются требуемые значения показателей потоков ( $I_k^*$ ) и рассчитывается разница между требуемыми и фактическими значениями управляемых параметров  $\Delta P_i = P_i^* - P_i, \forall i$ . Осуществляется реализация выбранного инструмента «зелёной» логистики для приведения показателей логистических потоков в ЛЦГ в соответствие с требуемыми значениями. Полученные значения управляемых параметров вносятся в модель с целью оценки эффективности выбранного инструмента и его фактического влияния на устойчивость ЛЦГ. По результатам оценки эффективности реализованного инструмента производится корректировка модели нечёткого выбора.

Апробация разработанных методик устойчивого развития ЛЦГ была выполнена на примере реализации трех типов управленческих решений по реализации инструментов «зелёной» логистики (таблица 1).

Таблица 1 – Оценка эффективности реализации решений по устойчивому развитию системы ЛЦГ

Решение	Фактическое состояние	Устойчивое состояние	Результаты оценки эффективности		
			Эконом.	Эколог.	Социал.
Оптимизационные инструменты «зелёной» логистики					
Определение параметров межрегиональной перевозки автомобильным транспортом	Комплексный показатель устойчивости 0,38025	Комплексный показатель устойчивости 0,3906-0,4841	8,69-10,77%	7,6-9,42%	8,47-10,5%
Конструктивные инструменты «зелёной» логистики					
Выбор интермодальных технологий в ЛЦГ	Система про-странство «1520»	Система Flexiwaggon	7,5%	6,66%	5,8%
Инструменты «зелёной» логистики по изменению принципов работы элементов системы ЛЦГ					
Реализация стратегии устойчивого развития горнодобывающего предприятия	Корректировка параметров текущего этапа добычи	Переход на открыто-подземный способ добычи	12,36%	5,7%	7,6%

В качестве управленческих решений по реализации инструментов «зелёной» логистики рассмотрены: оперативное управление параметрами

логистических потоков межрегиональных перевозок грузов автомобильным транспортом (оптимизационные решения для транспортного элемента); многокритериальный выбор интермодальных технологий (конструктивные решения для ЛЦГ); реализация стратегии устойчивого развития горнодобывающего предприятия (решения по изменению принципов работы перерабатывающего элемента ЛЦГ). Реализация инструментов «зелёной» логистики позволила повысить интегральный показатель устойчивости в среднем с 0,39 до 0,48, экономическую эффективность на 8,69-10,77%, экологическую эффективность на 7,67-9,42%, социальную эффективность на 8,47-10,5%.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

По результатам диссертационного исследования получены следующие итоги, рекомендации и перспективы дальнейшей разработки темы:

1. Выполнен анализ мирового и отечественного опыта управления транспортными системами и цепями поставок. Выявлено, что рост объёмов производства и потребления негативно отражается на состоянии окружающей среды, что привело к увеличению выбросов углекислого газа с 23,1 до 31,5 Гт с 2000 по 2020 гг. Установлена необходимость совершенствования подходов к управлению логистическими цепями грузопотоков для условий РФ, занимающей 4-е место в мире по выбросам CO<sub>2</sub> и 75-е место в мире по индексу эффективности логистики LPI.

2. Установлено, что сложность управления логистическими цепями грузопотоков заключается: в отсутствии универсальной системы логистических принципов, обеспечивающих формирование баланса между экономической, социальной и экологической устойчивостью ЛЦГ; в разнообразии подходов на содержание «зелёных» решений, что является причиной недостаточной системности их реализации в практической деятельности; в отсутствии комплексного и системного подхода к оценке всех видов логистических потоков,

основанного на учёте взаимосвязи между показателями и параметрами потоков с позиции концепции устойчивого развития.

3. Сформирована новая система принципов «зелёной» логистики на основе синтеза принципов логистики и принципов устойчивого развития. Сформулированные 19 принципов «зелёной» логистики являются основой реализации элементами ЛЦГ их ключевых, базисных или поддерживающих функций для достижения целей устойчивого развития.

4. Выполнена систематизация методов и инструментов «зелёной» логистики. В основу систематизации положены: факторы устойчивого развития ЛЦГ, а также базисные и поддерживающие функции всех элементов ЛЦГ по достижению целей устойчивого развития. Предлагаемая система методов и инструментов «зелёной» логистики включает 27 методов и 105 инструментов, обеспечивает достижение 13 целей устойчивого развития.

5. Разработана концепция устойчивого развития логистических цепей грузопотоков. Основу концепции составляет идея формирования баланса между экономической, экологической и социальной устойчивостью ЛЦГ, основанная на использовании принципов, методов и инструментов «зелёной» логистики, многокритериальных методов и моделей принятия решений по управлению параметрами логистических потоков и элементов ЛЦГ.

6. Предложена оригинальная система показателей и параметров логистических потоков в ЛЦГ, включающая пять групп параметров (экономические, энерго-экологические, качества, статистические и управляемые) и 15 показателей. Особенностью предлагаемой системы является оценка не отдельных элементов ЛЦГ, а комплексная оценка логистических потоков на соответствие аспектам концепции устойчивого развития и эффективности управления ЛЦГ.

7. Разработана методика определения весовых коэффициентов параметров и показателей логистических потоков в ЛЦГ. Основу методики составляет идея сравнения результатов использования различных многокритериальных методов взвешивания для определения веса показателей логистических потоков с

использованием нечёткой (Fuzzy), серой (Grey) и традиционной (Crisp) шкалы оценки. Это позволит выполнять комплексную двухуровневую оценку показателей логистических потоков в ЛЦГ, определять взаимосвязи как между группами параметров, так и между показателями логистических потоков, оценивать силу влияния параметров (показателей) друг на друга, и в итоге определять вес каждого параметра (показателя) логистического потока в ЛЦГ.

8. Предложена система и разработана методика комплексной оценки и ранжирования показателей логистических цепей грузопотоков с использованием метода DEMATEL. Использование методики позволит: повысить качество оценки состояния грузопотоков на соответствие ЦУР с целью повышения эффективности управленческих решений по выбору и использованию инструментов «зелёной» логистики.

9. Разработана многокритериальная модель оценки элементов ЛЦГ при формировании стратегии устойчивого развития ЛЦГ. Модель основана на использовании комбинации многокритериальных методов DEMATEL, BWM-SAW в сочетании с приближительными интервальными числами и STEEP-анализом. Результатом использования модели являются ранжирование управленческих решений (оптимизационных, конструктивных, изменение принципов или изменение системы) для всех элементов ЛЦГ под влиянием STEEP-факторов (социальных, технологических, экономических, экологических и политических).

10. Разработана комбинированная MCDM-модель ранжирования методов и инструментов «зелёной» логистики в ЛЦГ с учётом их влияния на параметры и показатели ЛЦП и достижения целей устойчивого развития. Ранжирование методов и инструментов «зелёной» логистики основано на комплексном использовании многокритериальных моделей принятия управленческих решений. Результаты использования 14 многокритериальных моделей показали высокую согласованность (ранговый коэффициент Спирмена в среднем составил 0,689-0,919). Наиболее согласованными являются методы WASPAS, MABAC,

MARCOS, MAIRCA, SAW и COPRAS. Наименее согласованными являются методы CoCoSo, PROMETHEE, VIKOR и CODAS.

11. Разработана математическая модель определения оптимальной комбинации инструментов «зелёной» логистики для их применения элементами ЛЦГ с учётом имеющихся материальных, финансовых, информационных ресурсов и ресурсов услуг. Окончательное решение по реализации конкретного инструмента «зелёной» логистики и определение его оптимальных параметров выполняется с использованием разработанной математической модели линейного программирования Грея, позволяющей обеспечить гибкость, надёжность и точность оценки в условиях недостатка и неточности информации о моделируемых объектах.

12. Установлена зависимость повышения эффекта от реализации инструментов «зелёной» логистики от изменения доли запаса логистических ресурсов. Перераспределение доли запасов логистических ресурсов на реализацию инструментов в пределах 7,5-15% позволяет достигнуть максимального эффекта от реализации инструментов в ЛЦГ.

13. Предложена методика управления параметрами логистических цепей грузопотоков для достижения целей устойчивого развития, основанная на идентификации параметров и показателей ЛЦГ, построении нечёткой модели взаимосвязи параметров и показателей ЛЦГ, оценке устойчивости ЛЦГ и принятия решений по выбору и реализации инструментов «зелёной» логистики для приведения управляемых параметров логистических потоков в соответствии с требуемыми значениями и целями устойчивого развития.

14. Представлены примеры реализации инструментов «зелёной» логистики трех типов управленческих решений для транспортных и горнодобывающих предприятий: оптимизационных, конструктивных и изменение принципов работы. Реализация инструментов «зелёной» логистики позволила повысить комплексный показатель устойчивости в среднем с 0,39 до 0,48, экономическую эффективность на 8,69-10,77%, экологическую эффективность на 7,67-9,42%, социальную эффективность на 8,47-10,5%.

15. Основные положения и результаты диссертационного исследования рекомендуется использовать федеральным и региональным органам власти при разработке стратегических программ формирования и развития логистических транспортных систем; руководителям транспортных предприятий для оценки эффективности решений по реализации мероприятий, направленных на снижение негативного воздействия транспорта на окружающую среду; потенциальным инвесторам при выборе вариантов проектов создания логистической инфраструктуры на основе прогнозов параметров грузопотоков.

16. Перспективой дальнейшей разработки темы диссертации является формирование системы управления логистическими потоками на основе комбинирования многокритериальных методов с имитационным моделированием. Это позволит оценивать эффективность решений по устойчивому развитию ЛЦГ, прогнозировать изменение параметров и показателей логистических потоков и принимать решения с учётом данных изменений.

## **СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

### **а) в рецензируемых научных изданиях:**

1. Осинцев, Н.А. Управление безопасностью производства на рабочих местах с применением аппарата теории нечётких множеств / Н.А. Осинцев // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. – 2008. – №4. – С. 83-85.
2. Багинова, В.В. Контроль вагонопотоков на пути необщего пользования / В.В. Багинова, А.Н. Рахмангулов, Н.А. Осинцев // Мир транспорта. – 2010. – №3. – С. 108-113.
3. Осинцев, Н.А. Оценка резервов пропускной и перерабатывающей способности технологических железнодорожных станций с использованием теории нечётких множеств / Н.А. Осинцев, А.Н. Рахмангулов // Вестник транспорта Поволжья. – 2011. – №1. С. 45-49.
4. Методика разработки маршрутной сети движения городского пассажирского транспорта (на примере города Магнитогорска) / С.Н. Корнилов, А.Н. Рахмангулов, Н.А. Осинцев и [др.] // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. – 2011. – №2. – С. 49-58.
5. Осинцев, Н.А. Управление вагонопотоками в промышленных транспортных системах / Н.А. Осинцев, А.Н. Рахмангулов // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. – 2013. – №1. – С.16-20.

6. Рахмангулов, А.Н. Интеллектуализация транспортного обслуживания металлургических предприятий / А.Н. Рахмангулов, Н.А. Осинцев, П.Н. Мишкурлов, О.А. Копылова // *Сталь*. – 2014. – №4. – С. 115-118.
7. Осинцев, Н.А. Инновации в области зелёной логистики / Н.А. Осинцев, А.Н. Рахмангулов, В.В. Багинова // *Мир транспорта*. – 2018. – №2(75). – С. 196-211.
8. Осинцев Н.А. Инновации в области зелёной логистики / Н.А. Осинцев, А.Н. Рахмангулов, В.В. Багинова // *Мир транспорта*. – 2018. – №3(76). – С. 220-234.
9. Осинцев, Н.А. Зелёная логистика в России и за рубежом: обзор лучших практик / Н.А. Осинцев, А.Н. Рахмангулов // *Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения*. – 2018. – №3(71). – С.120-134.
10. Осинцев, Н.А. Концепция системы управления логистическими потоками в «зелёных» цепях поставок / Н.А. Осинцев // *Вестник Уральского государственного университета путей сообщения*. – 2020. – №2. – С.81-92.
11. Цыганов, А.В. Система параметров подвижного состава интермодальной контейнерной технологии / А.В. Цыганов, Н.А. Осинцев // *Вестник СибАДИ*. – 2020. – №2(72). – С. 262-272.
12. Осинцев, Н.А. Ранжирование инструментов зелёной логистики комбинированным методом fuzzy АНР-TOPSIS / Н.А. Осинцев, А.Н. Рахмангулов, А.В. Сладковский // *Транспорт Урала*. – 2020. – №1(64). – С.3-14.
13. Осинцев, Н.А. Оценка логистических потоков в зелёных цепях поставок методом DEMATEL / Н.А. Осинцев, А.Н. Рахмангулов // *Наука и техника транспорта*. – 2021. – №4. – С.81-89.
14. Осинцев, Н.А. Мультикритериальные методы принятия решений на транспорте и в логистике / Осинцев Н.А. // *Транспорт Урала*. – 2021. – №4(71). – С. 4-17.
15. Осинцев, Н.А. Многокритериальные методы принятия решений в зелёной логистике / Н.А. Осинцев // *Мир транспорта*. – 2021. – №5(96). – С. 105-114.
16. Осинцев, Н.А. Анализ логистических элементов зелёной цепи поставок: чёткие, нечёткие и серые методы оценки / Н.А. Осинцев // *Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения*. – 2022. – №1(85). – С. 92-107.
17. Осинцев, Н.А. Выбор стратегии устойчивого развития транспортной компании комбинированным STEEP-BWM-SAW с интервальными приближительными числами / Н.А. Осинцев // *Вестник транспорта Поволжья*. – 2022. – №3(93). – С. 73-81.
18. Осинцев, Н.А. Ранжирование элементов «зелёной» цепи поставок методом DEMATEL / Н.А. Осинцев // *Вестник Уральского государственного университета путей сообщения*. – 2022. – №3. – С. 95-105.

**б) в изданиях, входящих в международные системы цитирования Scopus и Web of Science:**

19. Rakhmangulov, A. Mathematical model of optimal empty rail car distribution at railway transport nodes / A. Rakhmangulov, A. Kolga, N. Osintsev, I. Stolpovskikh, A. Sladkowski // *Transport Problems*. – 2014. – Vol. 9(3). – P. 125-132.
20. Kolga, A. Robotic transport complex of automotive vehicles for handling of rock mass at the process of open cast / A. Kolga, A. Rakhmangulov, N. Osintsev, I. Stolpovskikh, A. Sladkowski // *Transport Problems*. – 2015. – Vol. 10. – Is. 2. – P. 109-116.

21. Rakhmangulov, A. Design of an ITS for industrial enterprises / A. Rakhmangulov, A. Sladkowski, N. Osintsev // *Intelligent Transportation Systems – Problems and Perspectives: Studies in Systems, Decision and Control.* – 2016. – Vol. 32. – P. 161-215.
22. Rakhmangulov, A. Dynamic optimization of railcar traffic volumes at railway nodes / A. Rakhmangulov, A. Sladkowski, N. Osintsev, P. Mishkurov, D. Muravev // *Railway Transport – A Systems Approach: Studies in Systems, Decision and Control.* – 2017. – Vol. 87. – P. 405-456.
23. Burmistrov, K.V. The Selection of open-pit dump trucks at the reconstruction of quarry / K.V. Burmistrov, N.A. Osintsev, A.N. Shakshakpaev // *Procedia Engineering.* – 2017. – Vol. 206. – P. 1696-1702.
24. Rakhmangulov, A. Green logistics: Element of the sustainable development concept. Part 1 / A. Rakhmangulov, A. Sladkowski, N. Osintsev, D. Muravev // *Nase More.* 2017. – Vol. 64(3), – P. 120-126.
25. Rakhmangulov, A. Green Logistics: A system of methods and instruments. Part 2 / A. Rakhmangulov, A. Sladkowski, N. Osintsev, D. Muravev // *Nase More.* – 2018. – Vol. 65(1). – P. 49-55.
26. Rakhmangulov, A. Sustainable development of transport systems for cargo flows on the East-West direction / A. Rakhmangulov, A. Sladkowski, N. Osintsev, O. Kopylova // *Transport Systems and Delivery of Cargo on East-West Routes: Studies in Systems Decision and Control.* – 2018. – Vol. 156. – P. 3-69.
27. Rakhmangulov, A. An optimal management model for empty freight railcars in transport nodes / A. Rakhmangulov, N. Osintsev, D. Muravev, A. Legusov // *Operational Research in Engineering Sciences: Theory and Applications.* – 2019. – Vol. 2(1). – P. 51-71.
28. Gavrishev, S.E. Sustainable development concept of mining and technical systems in transitional periods / S.E. Gavrishev, K.V. Burmistrov, N.A. Osintsev // *Proceeding of the Tula State University. Sciences of Earth.* – 2019. – Vol. 3. – P. 145-160.
29. Tsyganov, A.V. Systematization of rolling-stock parameters in piggyback systems / A.V. Tsyganov, N.A. Osintsev // *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering,* – 2020. – Vol. 709(2). – №33010.
30. Burmistrov, K.V. Sustainable development principles of mining and technical systems in transitional periods / K.V. Burmistrov, N.A. Osintsev // *Bulletin of the Tomsk Polytechnic University, Geo Assets Engineering.* – 2020. – Vol. 334(4). – P. 179-196.
31. Osintsev, N. Logistic flow control system in green supply chains / N. Osintsev, A. Rakhmangulov, A. Sladkowski, N. Derina // *Ecology in Transport: Problems and Solutions. Lecture Notes in Intelligent Transportation and Infrastructure.* – 2020. – Vol. 124. – P. 311-380.
32. Burmistrov, K.V. A fuzzy AHP approach for ranking parameters and indicators of sustainable functioning and development of opening-up of an opencast system / K.V. Burmistrov, N.A. Osintsev // *Sustainable Development of Mountain Territories.* – 2020. – Vol. 12(3). – P. 394-409.
33. Rakhmangulov, A. Sustainable open pit mining and technical system: concept, principles, and indicators / A. Rakhmangulov, K. Burmistrov, N. Osintsev // *Sustainability.* – 2021. – Vol. 13(3). – P.1-24. №1101.
34. Burmistrov, K.V. Mining and technical system sustainable development strategy selection using MABAC method / K.V. Burmistrov, S.E. Gavrishev, N.A. Osintsev, I.A.

Pytalev // Proceeding of the Tula State University. Sciences of Earth. – 2021. – Vol. 4. – P. 268-283.

35. Osintsev, N. Evaluation of logistic flows in green supply chains based on the combined DEMATEL-ANP method / N. Osintsev, A. Rakhmangulov, V. Baginova // Facta Universitatis, Series: Mechanical Engineering. – 2021. – Vol. 19(3). – P. 473-498.

36. Osintsev, N. Multi-criteria decision making of piggyback systems in sustainable supply chains / N. Osintsev, A. Tsyganov, A. Rakhmangulov, A. Sladkowski / Modern Trends and Research in Intermodal Transportation: Studies in Systems, Decision and Control. – 2022. – Vol. 300. – P. 451-559.

37. Rakhmangulov, A. Selection of open-pit mining and technical system's sustainable development strategies based on MCDM / A. Rakhmangulov, K. Burmistrov, N. Osintsev // Sustainability. – 2022. – Vol. 14(13). – P.1-34. №8003.

#### **в) в монографиях:**

38. Осинцев, Н.А. Безопасность транспортно-технологических процессов открытых горных работ: монография / Н.А. Осинцев. – Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2010. – 115 с.

39. Система «морской порт – сухой порт»: монография / Д.С. Муравьев, А.Н. Рахмангулов, Н.А. Осинцев и [др.]. – Москва: ИНФРА-М, 2022. – 176 с.

#### **г) охранные документы:**

40. Свидетельство о государственной регистрации базы данных RU 2016621248. Определение базовых параметров подвижного состава контейнерных систем доставки грузов / А.В. Федорина, А.В. Цыганов, Н.А. Осинцев (RU); правообладатель ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова». – № 2016620996; заявл. 15.06.2016; опубл. 14.09.2016.

#### **д) в других изданиях и материалах конференций:**

41. Цыганов, А.В. Оценка и выбор управленческих решений по повышению безопасности и эффективности производства с использованием теории нечётких множеств / А.В. Цыганов, Н.А. Осинцев // Процессы и оборудование металлургического производства: Межрегион. сб. науч. тр. Вып. 5. – Магнитогорск: МГТУ, 2003. – С. 236-240.

42. Заляднов, В.Ю. Управление «отходами» горного производства с целью снижения ресурсоёмкости процессов открытой геотехнологии / В.Ю. Заляднов, А.В. Цыганов, Н.А. Осинцев // Материалы 63-й научно-технической конференции по итогам НИР за 2003-2004 гг.: сб. докл. – Магнитогорск МГТУ, 2004. Т.1. – С. 184-187.

43. Осинцев, Н.А. Логистические методы управления вагонопотоками в производственно-транспортных комплексах / Н.А. Осинцев, А.Н. Рахмангулов // Современные проблемы проектирования, строительства и эксплуатации транспортных объектов. С.-Петербург: ФГОУ ВПО ПГУП, 2011. – С. 54-58.

44. Снижение экологической нагрузки в промышленных регионах страны за счёт размещения отходов в карьерах и отвалах / С.Е. Гавришев, И.А. Пыталев, Н.А. Осинцев, И.В. Гапонова // Управление отходами – основа восстановления экологического равновесия промышленных регионов России: сб. докладов 4-й международной научно-практической конференции / СибГИУ. – Новокузнецк, 2012. – С. 55-61.

45. Rakhmangulov, A.N. Formation of intelligent transport systems in industrial enterprises / A.N. Rakhmangulov, N.A. Osintsev // *Transport Problems – 2014 Proceeding VI International Scientific Conference.* – 2014. – P. 230-238.

46. Рахмангулов, А.Н. Комплексный подход к созданию интеллектуальных транспортных систем на промышленных предприятиях / А.Н. Рахмангулов, Н.А. Осинцев, Т. Юань Т. // *Интеллектуальные системы управления на железнодорожном транспорте. Компьютерное и математическое моделирование. ИСУЖТ-2015: труды IV научно-технической конференции с международным участием.* – Москва, 2015. – С. 102-107.

47. Рахмангулов, А.Н. Концепция системы повышения квалификации преподавателей в области экологического образования на основе логистической модели устойчивого развития / А.Н. Рахмангулов, Н.Н. Орехова, Н.А. Осинцев // *Современные проблемы транспортного комплекса России.* – 2016. – №1. – С. 4-18.

48. Осинцев, Н.А. Факторы устойчивого развития транспортно-логистических систем / Н.А. Осинцев, Е.В. Казармщикова // *Современные проблемы транспортного комплекса России.* – 2017. – №1. – С. 13-21.

49. Рахмангулов, А.Н. Концепция системы формирования компетенций в области устойчивого развития / А.Н. Рахмангулов, Н.Н. Орехова, Н.А. Осинцев // *Журнал Белорусского государственного университета. Экология.* – 2017. – №4. – С. 11-19.

50. Рахмангулов, А.Н. Концепция непрерывного повышения квалификации педагогов в области экологического образования / А.Н. Рахмангулов, Н.Н. Орехова, Н.А. Осинцев // *Сахаровские чтения 2017 года: экологические проблемы XXI века: материалы 17-й междунар. науч. конф., 18-19 мая 2017 г., г. Минск, Республика Беларусь.* – Минск: МГЭИ им. А.Д. Сахарова БГУ; ИВЦ Минфина, 2017. – Ч. 1. – С. 81-82.

51. Rakhmangulov, N. An approach to achieving the sustainable development goals based on the system of green logistics methods and instruments / A. Rakhmangulov, A. Sladkowski, N. Osintsev, D. Muravev // *Transport Problems – 2017 Proceeding IX International Scientific Conference.* – 2017. – P. 541-556.

52. Осинцев, Н.А. Имитационная модель работы транспортно-складского комплекса в составе «зелёной» цепи поставок / Н.А. Осинцев, П.Н. Мишкуров, А.Р. Арсланова // *Актуальные проблемы современной науки, техники и образования: материалы 75-й междунар. науч. техн. конф.* – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2017. – Т.1. – С. 50-52.

53. Осинцев, Н.А. Система методов и инструментов зелёной логистики в цепях поставок / Н.А. Осинцев, А.Н. Рахмангулов // *Сборник научных трудов «Транспорт и логистика: инновационное развитие в условиях глобализации технологических и экономических связей».* – Ростов н/Д.: Рост. гос. ун-т. путей сообщения, 2018. – С. 274-278.

54. Осинцев, Н.А. Систематизация принципов «зелёной» логистики / Н.А. Осинцев // *Актуальные проблемы современной науки, техники и образования: тезисы докладов 76-й междунар. науч. конф.* – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2018. – Т.1. – С. 13-14.

55. Осинцев, Н.А. Исследование факторов устойчивого развития транспортно-логистических систем / Н.А. Осинцев, Д.Б. Семчук // *Актуальные проблемы современной науки, техники и образования: тезисы докладов 76-й междунар. науч. конф.* – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2018. – Т.1. – С. 18-19.

56. Формирование транспортных коридоров на направлении Восток-Запад // А.Н. Рахмангулов, Н.А. Осинцев, О.А. Копылова, Д.С. Муравьев //

Инфокоммуникационные и интеллектуальные технологии на транспорте ПТТ'2018: материалы I междунар. науч.-практ. конф., 12-13 декабря 2018 г. В 2 т. Т. 2. – Липецк: Изд-во Липецкого государственного технического университета, 2018. – С. 245-253.

57. Осинцев, Н.А. Устойчивое развитие «зелёных» транспортных коридоров на направлении Восток-Запад / Н.А. Осинцев, О.А. Копылова, А.Н. Рахмангулов // Инновационные технологии на транспорте: образование, наука, практика: материалы XLII междунар. науч.-практ. конф., 18 апреля 2018 г., г. Алматы, Республика Казахстан. – Алматы: КазАТК им. М. Тынышпаева, 2018. – Т.1. – С. 151-156.

58. Осинцев, Н.А. Формирование «зелёных» логистических систем на направлении Восток-Запад / Н.А. Осинцев, А.Н. Рахмангулов // Сахаровские чтения 2018 года: экологические проблемы XXI века: материалы 18-й междунар. науч. конф., 17-18 мая 2018 г., г. Минск, Республика Беларусь. – Минск: МГЭИ им. А.Д. Сахарова БГУ; ИВЦ Минфина, 2018. – Ч. 3. – С. 78-80.

59. Осинцев, Н.А. Основные положения концепции устойчивого развития транспортных систем на основе принципов «зелёной» логистики / Н.А. Осинцев // Современные тренды экологически устойчивого развития: сборник тезисов междунар. науч. конф., посвящённой памяти академика Т.С. Хачатурова, 7-8 декабря 2018 г., г. Москва. – Москва: Экономический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, 2018. – С. 126-127.

60. Осинцев, Н.А. Синтез принципов концепции устойчивого развития и логистики / Н.А. Осинцев // Устойчивое развитие и новые модели экономики. Международная научная конференция, посвящённая 40-летию кафедры экономики природопользования экономического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова: сборник тезисов. Москва: Экономический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, 2019. – С. 149-150.

61. Осинцев, Н.А. Реализация принципов устойчивого развития на основе интеграции технологий Индустрии 4.0 / Н.А. Осинцев, Д.Б. Семчук // Устойчивое развитие и новые модели экономики. Международная научная конференция, посвящённая 40-летию кафедры экономики природопользования экономического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова: сборник тезисов. – Москва: Экономический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, 2019. – С. 405-406.

62. Осинцев, Н.А. Систематизация параметров и показателей потоков «зелёной» логистической системы / Н.А. Осинцев // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования: тезисы докладов 77-й междунар. науч. конф. 22-26 апреля 2019 г., г. Магнитогорск. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2019. – Т.1. – С. 18.

63. Осинцев, Н.А. Совершенствование транспортных систем в соответствии с целями концепции устойчивого развития / Н.А. Осинцев, А.А. Сенина // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования: тезисы докладов 77-й междунар. науч. конф. 22-26 апреля 2019 г., г. Магнитогорск. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2019. – Т.1. – С. 20.

64. Осинцев, Н.А. Система индикаторов ресурсного баланса в зелёных цепях поставок / Н.А. Осинцев, А.Н. Рахмангулов, А.В. Сладковский // Transport Problems – 2019 Proceeding XI International Scientific Conference. – 2019. – P. 472-479.

65. Агентная имитационная модель параметров элементов цепей поставок / А.Н. Рахмангулов, Н.А. Осинцев, Д.С. Муравьев и [др.] // Transport Problems – 2019 Proceeding XI International Scientific Conference. – 2019. – P. 571-584.

66. Бурмистров, К.В. Устойчивое развитие и функционирование горнотехнических систем / К.В. Бурмистров, Н.А. Осинцев // Современные достижения университетских научных школ: сб. докл. национальной науч. школы-конф. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2019. – Вып. 4. – С. 164-167.

67. Осинцев, Н.А. Параметры и показатели потоков в зелёных цепях поставок / Н.А. Осинцев // Современные проблемы транспортного комплекса России. – 2019. – №1. – С. 27-40.

68. Систематизация принципов «зелёной» логистики. Часть 1. Анализ существующих принципов логистики и устойчивого развития / Н.А. Осинцев, А.Н. Рахмангулов, А.В. Сладковский, В.В. Багинова // Бюллетень транспортной информации. – 2019. – №1(283). – С.10-16.

69. Систематизация принципов «зелёной» логистики. Часть 2. Синтез принципов логистики и устойчивого развития / Н.А. Осинцев, А.Н. Рахмангулов, А.В. Сладковский, В.В. Багинова // Бюллетень транспортной информации. – 2019. – №2(284). – С.7-16.

70. Осинцев, Н.А. Выбор «зелёных» стандартов при проектировании склада / Н.А. Осинцев, А.А. Гнедкова // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования: тезисы докладов 78-й междунар. науч. конф. 20-24 апреля 2020 г., г. Магнитогорск. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2020. – Т.1. – С. 20.

71. Осинцев, Н.А. Использование многокритериальных подходов к принятию управленческих решений в зелёных цепях поставок / Н.А. Осинцев // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования: тезисы докладов 78-й междунар. науч. конф. 20-24 апреля 2020 г., г. Магнитогорск. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2020. – Т.1. – С. 17.

72. Семчук, Д.С. Обоснование параметров логистических потоков цифровой цепи поставок / Д.С. Семчук, Н.А. Осинцев // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования: тезисы докладов 79-й междунар. науч. конф. 19-23 апреля 2021 г., г. Магнитогорск. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2021. – Т.1. – С. 22.

73. Бурмистров, К.В. Комбинированная FANP-PROMETHEE модель выбора стратегии устойчивого развития горнотехнической системы / К.В. Бурмистров, Н.А. Осинцев // Современные достижения университетских научных школ: сб. докл. национальной науч. школы-конф. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2021. – Вып. 6. – С. 201-207.

74. Осинцев, Н.А. Выбор зелёных технологий в складской логистике – многокритериальный подход / Н.А. Осинцев, А.Н. Рахмангулов // Современные проблемы транспортного комплекса России. – 2021. – №1. – С. 4-17.

75. Осинцев, Н.А. Новая интегрированная DEMATEL-ANP-VIKOR модель выбора инструментов зелёной логистики / Н.А. Осинцев // Академик Владимир Николаевич Образцов – основоположник транспортной науки: труды междунар. научн.-практ. конф. – М.: РУТ(МИИТ), 2021. – С. 545-558.

76. Осинцев, Н.А. Многокритериальный анализ как инструмент ранжирования зелёных технологий в логистических цепях грузопотоков / Н.А. Осинцев, А.Н. Рахмангулов // Транспорт и логистика: актуальные проблемы стратегического развития и операционного управления: материалы VI междунар. науч.-техн. конф. 04-05 февраля 2022 г., г. Ростов-на-Дону. – Ростов н/Д.: Рост. гос. ун-т. путей сообщения, 2022. – С. 148-151.

Осинцев Никита Анатольевич

Методологические основы устойчивого развития логистических  
цепей грузопотоков

2.9.9. Логистические транспортные системы

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание учёной степени  
доктора технических наук

Подписано в печать 05.06.2023  
Усл. печ. л. 2,0.

Формат 60x84/16.  
Тираж 100 экз.

Бумага тип. №1.  
Заказ 180

Участок оперативной полиграфии ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова»  
455000, г. Магнитогорск, пр. Ленина, 38