

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный университет путей сообщения»



На правах рукописи

Цяо Цун

ФОРМИРОВАНИЕ «ЗЕЛЕННЫХ» ЦЕПЕЙ ПОСТАВОК
В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ
(НА ПРИМЕРЕ НАПРАВЛЕНИЯ ЧУНЦИН – ЕКАТЕРИНБУРГ)

05.22.01 – Транспортные и транспортно-технологические системы страны,
ее регионов и городов, организация производства на транспорте

Диссертация на соискание ученой степени кандидата наук

Научный руководитель
канд. техн. наук, доцент, М.А. Журавская

Екатеринбург

2016

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1. АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ «ЗЕЛЕННЫХ» ЦЕПЕЙ ПОСТАВОК В МЕЖДУНАРОДНОМ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКОМ ПРОСТРАНСТВЕ	9
1.1 Понятие, роль и значение логистических цепей поставок в условиях экологизации общества	9
1.2 Теория и практика организации «зеленых» цепей поставок в России и за рубежом	21
1.3 Проблемы и перспективы формирования, развития и функционирования «зеленых» цепей поставок в Российской Федерации... 27	27
1.4 Закономерности организации логистических цепей поставок в транспортном бизнесе; влияние фактора «время» на их формирование..... 32	32
Выводы по главе 1	37
2. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ «ЗЕЛЕННЫХ» ЦЕПЕЙ ПОСТАВОК В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ	39
2.1 Постановка общей задачи оптимизации логистической цепи поставок..... 39	39
2.2 Оценка влияния фактора времени при выполнении отдельных логистических операций	42
2.3 Оценка влияния фактора времени для логистической цепочки	50
2.4 Количественная формализация экологических факторов при моделировании «зеленой» цепи поставок	53
Выводы по главе 2	61
3. ОРГАНИЗАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ «ЗЕЛЕННЫХ» ЦЕПЕЙ ПОСТАВОК В МЕЖДУНАРОДНОМ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКОМ ПРОСТРАНСТВЕ С УЧЕТОМ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ..... 62	62
3.1 Социально-экономическая эффективность и результативность функционирования «зеленых» цепей поставок..... 62	62

3.2	Обоснование снижения неопределенности и уменьшение рисков в «зеленых» цепях поставок	69
3.3	Модель взаимодействия звеньев «зеленых» цепей поставок в международном транспортно-логистическом пространстве.....	74
3.4	Верификация модели «зеленой» цепи поставок	78
	Выводы по главе 3	86
4.	ОРГАНИЗАЦИЯ «ЗЕЛЕННОЙ» ЦЕПИ ПОСТАВОК НА НАПРАВЛЕНИИ ЧУНЦИН – ЕКАТЕРИНБУРГ	88
4.1	Анализ существующего состояния цепей поставок на направлении Чунцин – Екатеринбург	88
4.2	Расчет параметров «зеленой» цепи поставок на основе разработанной модели	97
4.3	Построение Парето-оптимального множества «зеленых» цепей поставок и выбор оптимальной цепи на основе многокритериальной оптимизации	99
4.4	Приоритетные направления развития «зеленых» цепей поставок в направлении Китай – Россия (Чунцин – Екатеринбург)	104
	Выводы по главе 4	110
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	112
	СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	115
	Приложение А.....	131
	Приложение Б	132
	Приложение В.....	136

ВВЕДЕНИЕ

В свете глобализации на первый план выходят тенденции индивидуализации и экологизации общества. Несмотря на то, что глобализация дает импульс к балансировке и интеграции региональных различий, все более индивидуализированное общество требует повышения не просто уровня жизни, а качества жизни, в первую очередь, на основе внедрения «зеленых» или эколого-ориентированных технологий. Экономика, построенная на принципах технократии и неэквивалентного социо-природного обмена, не способна обеспечить долговременное устойчивое развитие ни государства, ни общества, ни бизнеса.

Благополучие и процветание любой страны во многом зависит от экологической ситуации. Согласно докладу Всемирного фонда дикой природы (WWF) России и Глобальной сети экологического следа, Россия – единственная страна с запасом возобновляемых природных богатств [1]. А по мнению президента Глобальной сети экологического следа М. Вакернагель [2], Россия – одна из немногих стран в мире, обладающих значительными резервами биоемкости. Чтобы обеспечить разумное и устойчивое управление своим экологическим капиталом, Россия должна приложить усилия по устранению безответственной хозяйственной деятельности человека, связанной с загрязнением окружающей среды и истощением природных ресурсов.

Логистика и управление цепями поставок как сфера практической деятельности вносят свой негативный вклад в процесс ухудшения общей экологической обстановки, а значит, «зеленая» логистика и управление «зелеными» цепями поставок как отрасль знаний способны изменить ситуацию и включить вопросы экологии в контекст своей деятельности.

Термин «зеленый» в значении «экологически-безопасный» стал применяться в конце 80-х гг. XX столетия, когда в мире был взят курс на устойчивое развитие; тогда же было положено начало развитию и «зеленой» логистики. Однако до сих пор научные исследования в области «зеленой» логистики и «зеленых» цепей

поставок охватывают только проблемы их функционирования. Индивидуализация же и экологизация общества заставляют «зеленую» логистику уточнить терминологический аппарат, который бы смог адекватно описать экологические и логистические процессы в их взаимосвязи; определить закономерности организации «зеленых» цепей поставок и границ их транспортно-логистического пространства; применять разнообразные подходы и методы для оценки влияния различных факторов на эффективное функционирование «зеленых» цепей поставок; конкретизировать роль и ответственность государственных и бизнес-структур при переходе на принципы устойчивого развития. Важно отметить, что различные звенья «зеленых» цепей поставок используют различные эколого-ориентированные решения; так, склады используют концепцию строительства устойчивой недвижимости, производство опирается на такие подходы, как LP (Learn Producton), GMRP (Green Material Requirement Planning), TQEM (Total Quality Environment Management) и др., сбытовая логистика учитывает экологические предпочтения своих клиентов и взаимодействует с экологическим маркетингом [3]. А вот транспортировка в цепи поставок, по оценке экспертов, оказывает наибольшее отрицательное воздействие на окружающую среду на макро- и микроуровне. Именно поэтому акцент в настоящем исследовании сделан на процесс транспортировки в цепях поставок. Хорошим эколого-ориентированным решением тут может быть организация мультимодальной перевозки, где оптимальным образом (с точки зрения цены, времени и экологии) сочетаются различные виды транспорта, трансформируясь в «зеленую» цепь поставок.

В работах зарубежных и российских ученых научно-методологическим и практическим аспектам «зеленой» логистики и «зеленым» цепям поставок уделено достаточно большое внимание. Но в зарубежной научной литературе эколого-логистический аспект жизнедеятельности современного общества представлен значительно шире, особенно это касается стран и регионов с высокой плотностью населения. Так, количество трудов по теме «"Зеленые" цепи поставок» в Китае и Западной Европе на порядок превышает количество трудов российских ученых.

Философской основой осмысления процессов экологизации в обществе послужили труды таких ученых, как В.А. Антропова, Р.Ф. Абдеева, В.И. Вернадского, Ч. Дарвина, Р. Декарта, И. Канта, Н.Н. Моисеева, Д.И. Менделеева, И. Мечникова, П.Т. де Шардена и др.

Определенный вклад в вопросы включения экологического аспекта в вопросы функционирования логистических цепей поставок внесли зарубежные ученые: А. Ангелута, Д. Бауэрсокс, Дань Бинь, Ван Цзиньшэн, Хань Вэнсю, У Дичун, И.Р. Картер, С. Костеа, Д.М. Ламберту, Хуан Лэй, Шань Миюнь, Э. Мюллер, Фан На, Р. Наразимхан, М. Портер, Лю Фэй, Цзян Хунвэй, Ма Шхуа, Чжу Цзиньхуа, У Чуньюу и др., а также российские ученые: К. Александрова, Р.Я. Вакуленко, А.Н. Воронков, М.А. Журавская, Д. Кабертай, А. Кизим, Е.Ю. Кузнецова, Л.Б. Миротин, А.Г. Некрасов, М.Б. Петров, В.И. Сергеев, А.Г. Точков, И.П. Эльяшевич и др.

Автор учитывал результаты исследований ученых в области железнодорожного транспорта: А.Э. Александрова, В.Г. Галабурды, П.А. Козлова, Б.М. Лapidуца, В.Н. Николашина, В.М. Сай, В.М. Самуйлова, А.А. Смехова, С.М. Резера.

Признавая бесспорный авторитет названных ученых в создании теоретико-методологических основ управления цепями поставок и особенно «зелеными» цепями поставок, заметим, что российская теория и практика управления «зелеными» цепями поставок в условиях экологизации, индивидуализации и глобализации общества нуждается в научно-обоснованной концепции, позволяющей более эффективно использовать инструментарий экологистики.

Актуальность работы обусловлена необходимостью защиты интересов предприятий транспортно-логистического комплекса Российской Федерации, входящих в различные логистические цепи, в условиях интеграции России в мировое транспортно-логистическое пространство. И если для западной экономики характерна трансформация моделей цепи поставок к моделям виртуальных сетей, то эволюция транспортного комплекса РФ ориентирована на длинные цепи поставок с высокой неопределенностью времени доставки грузов. Определение же «зеленых» цепей поставок в транспортно-логистическом пространстве позволит не только сократить транспортные издержки и ослабить экологически неблагоприят-

ное воздействие транспорта на окружающую среду, но и снизить неопределённость в сроках доставки грузов, что в конечном счете позволит повысить конкурентоспособность российских предприятий транспортно-логистического сектора на внутреннем и на внешних рынках.

Особое место занимают проблемы управления логистическими цепями поставок в такой сфере деятельности, как поставка оборудования и запчастей. Вероятность повышения эффективности управления на базе «зеленых» цепей поставок высока.

В условиях перехода общества от «коричневой» экономики (характеризующейся высоким уровнем загрязнения окружающей среды и зависимой от энергии, извлекаемой из ископаемого топлива) к эколого-ориентированной («зеленой») выбранная тема является весьма актуальной как на мировом уровне, так и в России и соответствует приоритетным научным направлениям.

Объект исследования – прямые и обратные потоки оборудования и запчастей в направлении Чунцин (Китай) – Екатеринбург (Россия).

Предмет исследования – теоретико-концептуальные аспекты формирования «зеленых» цепей поставок в условиях неопределённости по времени выполнения различных логистических операций на разных этапах прохождения материального потока.

Целью данного исследования является разработка механизма формирования «зеленых» цепей поставок запчастей в международном транспортно-логистическом пространстве в условиях временной неопределенности.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Проанализировать существующие теоретические подходы к формированию «зеленых» цепей поставок в разных странах в условиях устойчивого развития;
2. Исследовать и уточнить понятийно-терминологический аппарат «зеленой» логистики и управления «зелеными» цепями поставок, обозначить периодизацию их развития;

3. Сформулировать отличительные особенности построения длинных цепей поставок в условиях экологизации общества;
4. Разработать математическую модель «зеленой» цепи поставок в условиях неопределённости;
5. Определить условия формирования «зеленых» цепей поставок в международном транспортно-логистическом пространстве в условиях неопределённости.

При решении указанных задач в качестве теоретической основы изучены подходы российских и зарубежных ученых к концепции устойчивого развития, при этом впервые большое внимание уделено трудам китайских ученых. Методология исследования основывается на принципах системного подхода, где «экономика – общество – окружающая среда» рассматривается как единая система, а «зеленая» цепь поставок – как интегратор их взаимодействия. В качестве математического инструментария в работе используются теория и методы линейного программирования, применяемые к решению задач многокритериальной оптимизации.

При разработке теоретических положений и методических рекомендаций учитывались подходы и рекомендации научных и учебных организаций: Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС), Уральского федерального университета (УрФУ), Московского государственного университета путей сообщения (МИИТ), а также Министерства транспорта и связи правительства Свердловской области.

Диссертационная работа состоит из четырех глав. В первой главе дан анализ состояния «зеленых» цепей поставок в России и за рубежом на современном этапе развития общества, уточнен понятийный аппарат, определены требования при формировании длинных цепей поставок. Вторая глава посвящена разработке математической модели «зеленой» цепи поставок в условиях неопределенности на основе предложенной в диссертации методики оценки влияния временного фактора на выполнение логистических операций. В третьей главе представлена организационная модель «зеленых» цепей поставок, функционирующая в междуна-

родном транспортно-логистическом пространстве. В ней затронуты вопросы экономической эффективности, снижения неопределённости и перевод ее в зону риска; представлена верификация модели. В четвертой главе содержится апробация предложенных моделей и методик.

Основные положения диссертации обсуждены на конференциях и семинарах в городах: Екатеринбург, Москва, Нанкин и Далянь (Китай) в 2012–2016 гг.

Рекомендации и расчеты формирования «зеленых» цепей поставок использованы в учебно-методической работе кафедры «Мировая экономика и логистика» УрГУПС, кафедры «Организация машиностроительного производства» УрФУ, а также при оказании консультационных услуг по логистике для предприятий: ОАО «МРСК Урала», «Управление строительства «Атомстройкомплекс», ООО «Авторемонтный завод СИНТУР-НТ» и др.

1. АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ «ЗЕЛЕННЫХ» ЦЕПЕЙ ПОСТАВОК В МЕЖДУНАРОДНОМ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКОМ ПРОСТРАНСТВЕ

1.1 Понятие, роль и значение логистических цепей поставок в условиях экологизации общества

Понятие «управление цепями поставок» (от англ. Supply chain management, SCM) появилось в конце XX в. в информационную эпоху или эпоху постиндустриального развития. Этот период характеризовался насыщенностью спроса и социальной ориентацией производства. Шли преобразование и раздел мирового рынка через компьютеризацию рыночных отношений, что характеризуется возможностью мгновенного доступа и получения исчерпывающей информации о любых товарах. Насыщение спроса заставляло фирмы думать о том, что можно предпринять для своего выживания. И ключом к ответу стали диверсификация деятельности и дифференциация рынка [4].

Дифференциация рынка предполагала перемещение созданного продукта на рынки, которые характеризовались ненасыщенным спросом; рыночной концепцией данного периода развития стала логистика и управление цепями поставок. А транспортная, терминальная (складская) и координирующая функции стали приобретать большое значение в организации производства любой сферы деятельности. Предприятия поняли, что для повышения своей конкурентоспособности необходим следующий шаг: интеграция в эффективные цепи поставок. Ведь экономическое развитие на микро- и на макроуровнях тесно связано с эффективностью транспортно-логистической системы, а общество должно создать условия для ее согласованной работы. Другими словами, необходимо обеспечить устойчивое развитие транспортных потоков, а значит, цепей поставок, которые должны быть адаптированы к потребностям современной экономики и общества в максимально полном объеме. При этом общество должно быть осведомлено об отрицательных для окружающей среды последствиях деятельности транспортно-логистического комплекса и уметь их предвидеть, чтобы снизить их воздействие

на качество жизни.

Таким образом, требуются новые научно обоснованные решения, учитывающие и кардинально пересматривающие методологические основы современных оценок функционирования транспортного процесса в цепях поставок.

Сегодня в научно-образовательном пространстве работают различные национальные школы и течения в области логистики и управления цепями поставок. Так, например, американская школа: Д. Бауэрсокс, Дж. Клосс, Д. Ламберт, Дж. Сток, Д. Уотерс и др. Серьезные исследования проводились и в европейских странах, в том числе Великобритании (М. Вебер, М. Кристофер, Дж. Менцер, К. Оливер и др.). Определенный интерес представляют исследования австралийских ученых, оказывающих существенное влияние на развитие азиатской логистической школы. В частности, труды Д. Гаторны (Австралия), признанного специалиста мирового уровня в области логистики и управления цепями поставок, переведены на японский и китайские языки и в настоящее время пользуются большим признанием в странах Азии.

Из российских ученых проблемами логистики и управления цепями поставок занимались такие ученые, как Б.А. Аникин, А.М. Гаджинский, В.В. Дыбская, О.Б. Маликов, Л.Б. Миротин, А.Г. Некрасов, Ю.М. Неруш, В.М. Николашин, В.И. Сергеев, А.С. Сеницына, А.А. Смехов и др.

Каждый ученый внес в понятие «цепь поставок» свои уникальные черты, опирающиеся на его научные изыскания (таблица 1.1).

Таблица 1.1

Понятие «цепь поставок» в трудах зарубежных и российских авторов

Автор (страна)	Трактовка
Д. Уотерс (Канада)	Цепь поставок состоит из ряда видов деятельности и организаций, через которые материалы проходят во время своего перемещения от поставщиков начального уровня до конечных потребителей [5]

Автор (страна)	Трактовка
Д. Джонсон, Д. Вуд, Д. Вордлоу (США)	Цепь поставок – это путь в двух направлениях в сторону поставщиков и в сторону клиентов [6]
Дж. Харингтон (США)	Цепь поставок состоит из двух частей, где проходят товарный и информационный потоки. Потоки являются двусторонними, а между поставщиками и потребителями формируется виртуальное содружество, оно соединяет всю деятельность с закупкой, производством, распределением и оказанием услуг [7]
С. Чопра, П. Мейндл (США)	Цепь поставок состоит из сторон, которые непосредственно и косвенно выполняют запросы клиентов. В них включаются поставщики, производители, перевозчики, оптовики, розничные продавцы и сами потребители [8]
А. Харисон (США)	Цепь поставок – это функциональная сетевая цепь, которая выполняет такие задачи, как закупка сырья, изготовление полуфабрикатов и готовой продукции, продажа и доставка товаров до конечных потребителей [9]
М. Кристофер (Англия)	Цепью поставок является сеть, которая образована предприятиями поставщиков и потребителей, занимающихся процессами по доведению товаров и услуг конечным потребителям [10]
Институт логистики и транспорта Великобритании	Цепь поставок – это последовательность событий, предназначенных для удовлетворения потребностей потребителя [11]
Ван Вэй (Китай)	Цепь поставок – структура, которая объединяет поставщиков, производителей, дистрибьюторов, розничных продавцов и конечных клиентов с помощью сетей продаж и путем управления информационными, материальными и денежными потоками [12]
Фан На, Хуан Лэй (Китай)	Цепь поставок определяется как один общий механизм, который состоит из трех или более организаций. Авторы отметили, что необходимо снижать негативное влияние компаний (каждого звена цепи поставок) на окружающую среду путем глобальной и локальной оптимизаций и таким образом превращать однонаправленную экономику (классическая цепь поставок) в циркулирующую экономику (экологическая цепь поставок) [13]
Ма Шхуа (Китай)	Цепь поставок представляет собой стратегический альянс, который создается вокруг ключевого предприятия, все поставщики первого и второго уровней, дистрибьюторы и конечные клиенты непосредственно подключены в это единое партнерство и взаимодействуют с целью выполнения производственной и торговой деятельности. По мере экономического развития общества следует снижать влияние логистической деятельности на окружающую среду, уменьшать траты ресурсов, координировать и интегрировать логистические операции в защиту окружающей среды [14]

Автор (страна)	Трактовка
Шань Миюань (Китай)	Цепь поставок интегрирует партнеров разных регионов, чтобы все звенья цепи получали прибыль путем механизма грамотного распределения обязанностей и обмена информацией. Необходимо фиксировать влияние экономической деятельности на окружающую среду в проектном диапазоне с помощью экологического мышления, обеспечивать влияние материальных и энергических потоков цепей поставок в минимальной величине, а также стремиться не только к экономическим интересам, но и социальным, и экологическим, и тогда выиграют все – человечество, природа и общество [15]
Лань Босюн (Китай)	Цепь поставок представляет собой цепь добавленной стоимости, которая состоит из поставщиков сырья, поставщиков деталей, производительностей, дистрибьюторов, розничных продавцов, перевозчиков. Проходя каждую компанию данной цепи, сырье и детали превращаются в готовую продукцию [16]
Ван Цзиньшэн (Китай)	Цепь поставок – это процессы от поставщиков поставщика до клиентов клиента с помощью управления процессами добавленной стоимости и каналами распределения продаж. Она начинается с начала предложения, заканчивается в конце потребления. В условиях экологизации общества необходимо внедрять целеустановку: «Максимальная степень по использованию ресурсов, минимальная степень по потере ресурсов и влияния на окружающую среду» [17]
ГОСТ «Терминология логистики и управления цепями поставок» (Китай)	Под цепью поставок понимается сетевая структура, конструкция цепи и система, которые формируются предприятиями верхнего (поставщики) и нижнего (потребители) течения в процессах производства и товарооборота, касающихся доставки товаров до конечных клиентов [18]
О.Б. Маликов (Россия)	Цепь поставки является технико-экономической системой и вместе с тем – логистической цепью доставки грузов [19]
В.С. Лукинский (Россия)	Упорядоченное множество звеньев логистической системы, осуществляющих логистические операции по доведению материального или сервисного потока от одной логистической системы до другой [20]
В.И. Сергеев (Россия)	Цепи поставок – это последовательности поставщиков и потребителей: каждый потребитель затем становится поставщиком для следующих (нижних звеньях) видов деятельности или функций, и так продолжается до тех пор, пока готовый продукт не поступит к конечному пользователю [21]

Из таблицы 1.1 видно, что в разных странах суть и основное содержание понятия «цепь поставок» совпадают. В отличие от термина «логистическая система» термин «цепь поставок» отличается упорядоченностью элементов. На мак-

роуровне в цепь поставок входят производство, распределение и потребление компании, соединяются также розничные продавцы, оптовики и конечные потребители. Она является не только процессом повторного социального производства, но и процессом повторного распределения. На микроуровне цепь поставок представляет все процессы деятельности: от закупки сырья до производства, от изготовления до продажи конечным потребителям. А проектирование, управление, координирование, регулирование, сочетание и оптимизирование этих процессов как раз являются основой цепи поставок. Коннотацией цепи поставок являются интеграция, координация и оптимизация с помощью информационных и сетевых средств. Целью цепи поставок являются снижение затрат, повышение эффективности и максимизация прибыли [4].

По мнению профессора В.С. Лукинского [20] логистические цепи проектируются внутри функциональных областей логистики. В снабжении такая цепь связывает поставщика и производителя, в производстве – склад сырья и готовой продукции, а в распределении – производителя и потребителя (рисунок 1.1).

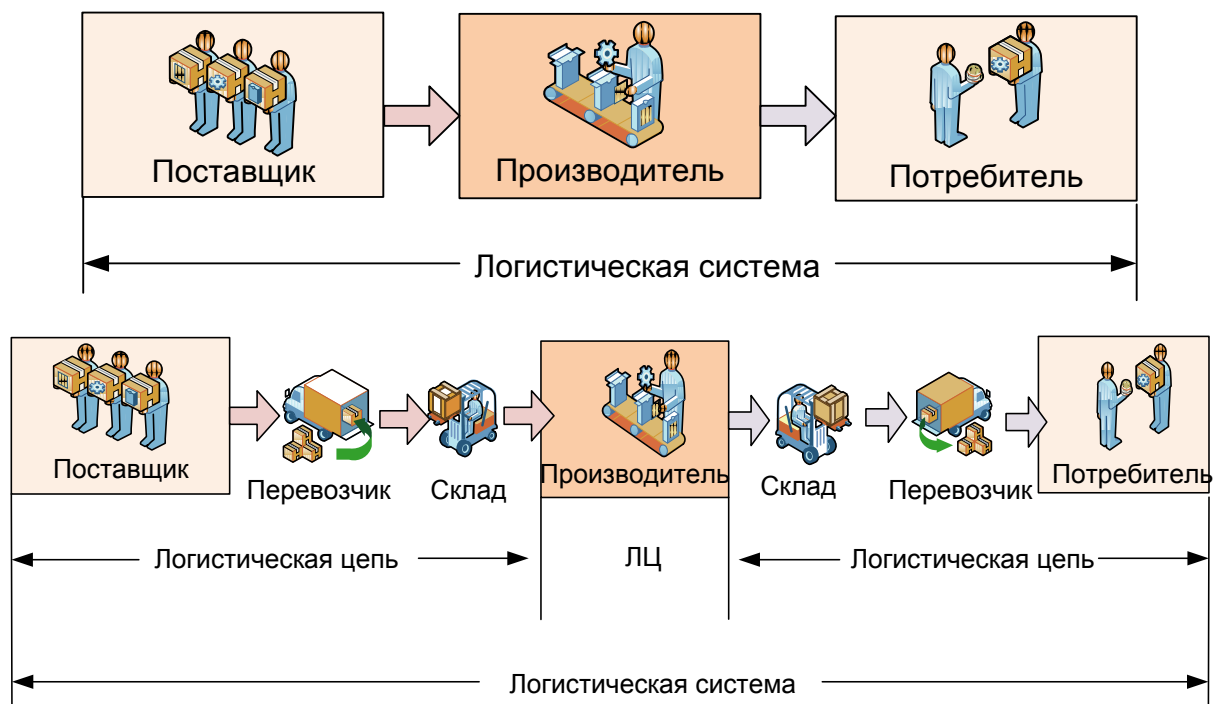


Рисунок 1.1 – Логистическая система и логистическая цепь [20]

В Большом экономическом словаре логистическая цепь определяется как линейно упорядоченное множество физических и/или юридических лиц, осуществляющих логистические операции по доведению внешнего материального потока от одной логистической системы до другой или до конечного потребителя. В простейшем случае логистическая цепь состоит из поставщика и потребителя, в более сложных случаях логистическая цепь может иметь древовидную структуру или, например, вид ориентированного графа [22].

Итак, цепь поставок, с нашей точки зрения, – это сложная логистическая система, состоящая из упорядоченной совокупности бизнес-партнеров, которые осуществляют логистические операции по доведению материальных потоков (от закупки сырья, производства и распределения) до конечного потребителя с оптимальными затратами ресурсов; результат такой деятельности составляет ценность для конечного потребителя.

Цепь поставок обладает рядом особенностей:

- большое количество разнообразных логистических операций;
- множественность участников;
- сложный характер взаимодействия участников;
- наличие у каждого из участников своей уникальной цели и др.

Ученые московской школы Л.Б. Миротин и А.Г. Некрасов говорят об интегрированных цепях поставок с позиций теории безопасности [23]. В качестве основных факторов опасности в цепях поставок авторы называют социально-экономические, экологические, техногенные (выбросы в окружающую среду отходов хозяйственной деятельности), военные. Однако главное внимание ученые уделяют все же социально-экономическим факторам опасности в цепях поставок. В мировом же сообществе усиливаются эколого-ориентированные тенденции развития.

Мировая общественность негативно воспринимает организацию логистических цепей поставок, если они увеличивают загрязнение окружающей среды: строительство новых дорог, выхлопы от автотранспорта, незаконный сброс отработанного топлива водным транспортом, утечка нефти при авариях, широкое ис-

пользование упаковочного материала и т.д. Однако в последнее десятилетие логистический бизнес все более активно занимается экологическими вопросами. Ведь на смену рыночным концепциям развития бизнеса, включая транспортно-логистический, приходит концепция устойчивого развития (sustainable development). Устойчивое развитие предполагает, с одной стороны, создание устойчивой экономики, которая удовлетворит потребности человека без добычи ресурсов или производства отходов, превышающих регенеративную способность окружающей среды, с другой, создание социальных институтов, гарантирующих безопасность и возможность социального, интеллектуального и духовного роста.

Концепция устойчивого развития и охрана окружающей среды принадлежат к тем темам, которые в наибольшей степени волнуют сегодня общество, экономику и, естественно, транспорт. Современные транспортно-логистические системы или цепи поставок не являются устойчивыми. Зачастую они усугубляют экологические проблемы, негативно влияя на здоровье людей и природу, именно поэтому глобальные изменения окружающей среды становятся для них серьезной проверкой, а переход на принципы «зеленой» логистики – хорошей возможностью с честью пройти такую проверку.

В России давно назрела необходимость формирования нового мировоззрения, построенного на принципах бережного отношения к своим природным ресурсам. Формирование и функционирование цепочек поставок в международном транспортно-логистическом пространстве обязывает все страны-участницы соблюдать принципы устойчивого развития. Поэтому актуальность темы исследования определяется необходимостью более глубокого осмысления роли социокультурного наследия природопользования и взаимоотношений общества и транспортно-логистического бизнеса со средой обитания. Для интеграции вопросов экологизации в механизм управления бизнесом необходимо понимание структуры взаимодействия и сферы ответственности таких современных рыночных концепций управления, как менеджмент, маркетинг и логистика, а также определения места и роли концепции устойчивого развития.

В истории становления рыночных концепций управления бизнесом важно

отметить её эволюционный характер [4]. Так, на этапе массового производства появилась рыночная концепция управления: менеджмент. Его естественным ориентиром стала минимизация затрат на выпуск продукции (производство). На этапе массового сбыта появилась концепция маркетинга. Цель маркетинга – рост доходов, обеспечиваемый увеличением продаж и снижением затрат на производство, организация снабжения и сбыта (рисунок 1.2).

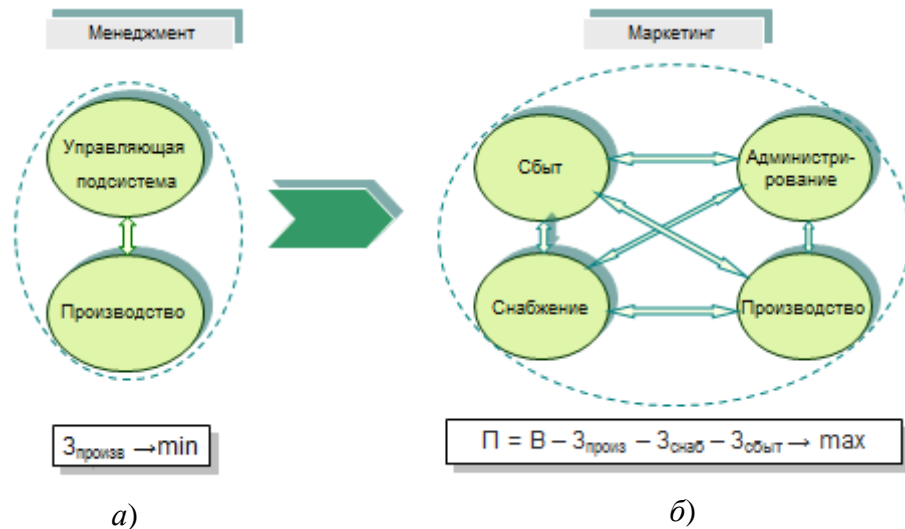


Рисунок 1.2 – Этапы фундаментальных изменений в организационных функциях предприятий на этапе менеджмента (а) и маркетинга (б)

$Z_{\text{произв}}$ – суммарные затраты на выпуск продукции в максимально возможном объеме на имеющихся производственных мощностях; P – прибыль от реализации произведенной продукции или услуги; B – выручка от продаж; $Z_{\text{снаб}}$, $Z_{\text{сбыт}}$ – затраты на снабжение и сбыт продукции соответственно

Логистика как рыночная концепция сменила приоритеты и дополнила менеджмент и маркетинг в постиндустриальный период развития рынка, выявив новые возможности по повышению эффективности деятельности предприятия. Она стала актуальна тогда, когда внутренние резервы системы (передовая технология, организационно-кадровые изменения и т.д.) исчерпали себя, и предприятия вынуждены были искать возможности повышения эффективности вне системы, «на стыках». Многие компании усилили использование логистического управления в качестве конкурентного способа привлечения и сохранения клиентуры.

Эффективность бизнеса достигалась координированным функционированием всех подсистем логистической системы, обеспечивающим сокращение общих

затрат как синергетический результат их согласования (рисунок 1.3).

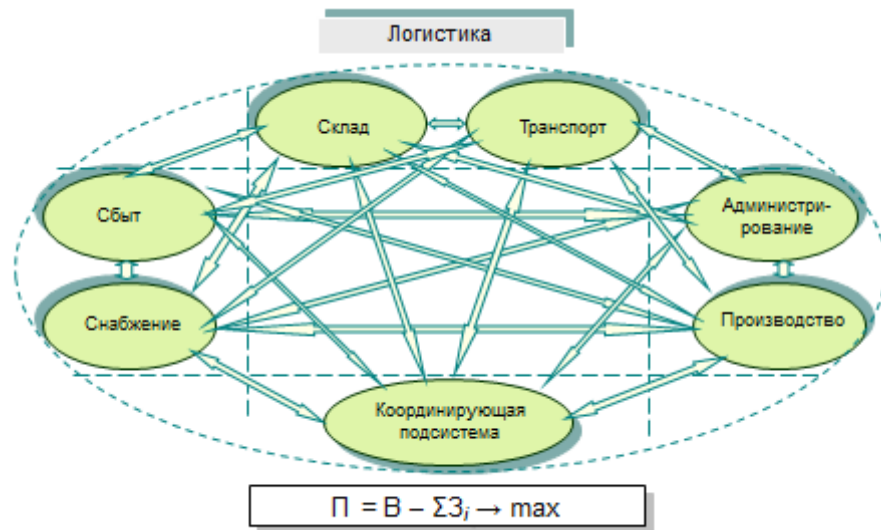


Рисунок 1.3 – Полносвязный граф взаимодействия логистических подсистем
 Π – прибыль от реализации произведенной продукции или услуги; B – выручка от продаж; Z_i – затраты в i -й функциональной подсистеме, зависящие от уровня управления данной подсистемой и степени согласованности подсистем

С целью обеспечения устойчивости логистической системы на микроуровне проведен анализ влияния случайных параметров на функционирование различных подсистем. Установлено, что производство и администрирование являются детерминированными. Функционирование же подсистем снабжения и сбыта, которые взаимодействуют с внешней средой, зависит от случайного параметра – спроса. На величину спроса влияет множество факторов, степень влияния каждого примерно одинакова (рисунок 1.4).

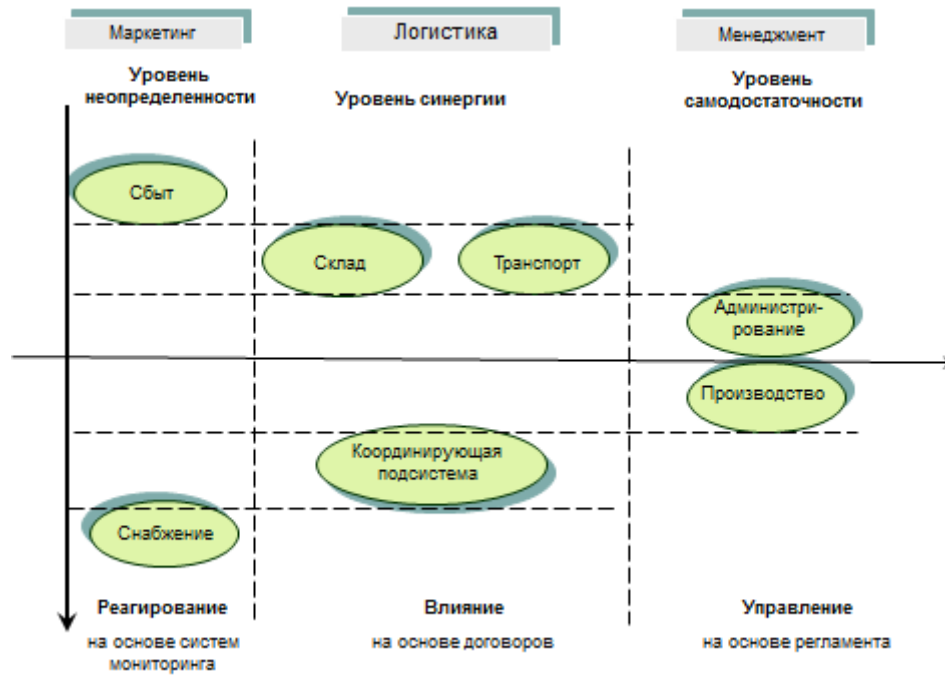


Рисунок 1.4 – Распределение логистических подсистем по степени их формализации

Роль амортизатора, сглаживающего неравномерность спроса, отводится транспортно-складской составляющей системы – логистической гармошке (подобно гармошке, которая может растягиваться и сжиматься, транспорт и склад могут быстро изменить объем материального ресурса), которая и обеспечивает устойчивость всей системы.

От того, насколько эффективно выстроена координация действий всех логистических подсистем, зависит степень гарантированности достижения цели всей системы, поддержания её требуемой устойчивости. Логистическая гармошка может растягиваться или сжиматься, в зависимости от эффективности управления как прямыми, так и обратными материальными потоками [24].

Согласно принципу соответствия Гермеса [25], проведем аналогию между отдельно взятым бизнесом и государством в целом и перейдем от рыночных концепций управления предприятием к сферам общественной жизни; тогда на место менеджмента встанет экономика как самая детерминированная сфера общественной жизни. Место маркетинга (самой нестабильной концепции управления) зай-

мет социально-политическая сфера. Проблема взаимоотношения политики и экономики – важнейшая проблема жизнедеятельности общества. Она возникает всякий раз, когда формируется новая политическая сфера жизни общества. Однако на каждом исторически конкретном этапе развития общества эта проблема встает по-новому. На современном этапе развития общества его индикатором становится экология. Именно экологии отводится роль буфера как сфере общественной жизни, способной сгладить неравномерности между политикой и экономикой. Экология становится тем буфером, или «гармошкой стабильности современного общества» и, по сути, занимает то же место и играет ту же роль, что и логистика, – роль комплексного индикатора устойчивого развития (рисунок 1.5).

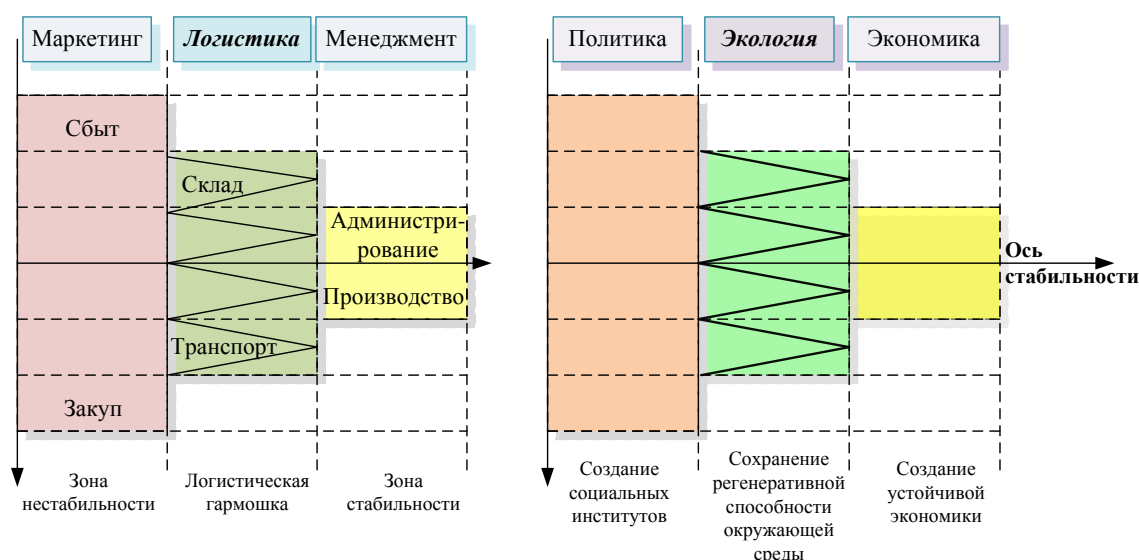


Рисунок 1.5 – Эколого-логистическая концепция управления изменениями в современном обществе

Говоря о перспективах распространения и внедрения эколого-логистического мировоззрения в практику российских предприятий, необходимо отметить, что концепция устойчивого развития современного общества возможна только на основе сочетания принципов экологии и логистики, формирования нового управленческого мировоззрения в современном обществе – эколого-логистическому [26].

Чем быстрее проблема формирования эколого-логистического мировоззрения будет воспринята мировым сообществом, тем стабильнее будет как экономика отдельной страны, так и стран-партнеров, интегрированных в логистические цепи поставок за счет сохранения регенеративной способности окружающей среды (таблица 1.2).

Таблица 1.2

Эволюция развития концепций управления бизнесом

	Рыночная среда			Устойчивое развитие
Концепция управления	Менеджмент	Маркетинг	Логистика	Эколого-логистическая
Временные границы				
США, Западная Европа	Конец XIX – 20-е гг. XX в.	1920–1970-е гг.	70-е гг. XX в. – 20-е гг. XXI	Примерно 20-е гг. XXI в.
Китай	1980–1995 гг.	1995–2008 гг.	2008–2020 гг.	
Россия	1990–1998 гг.	1998–2005 гг.	2005–2020 гг.	
Характеристика				
Рынок	Рынок не насыщен	Рынок стремится к насыщению	Рынок перенасыщен	Трансформация рынка
Экономика (повышение прибыли)	Увеличение объемов производства, снижение себестоимости	Увеличение доли рынка	Повышение качества, снижение логистических затрат	Повышение качества жизни
Общество	Улучшение условий труда	Усиление мотивации внешних и внутренних клиентов	Улучшение сервиса транспорта логистического обслуживания	Обеспечение равных возможностей для интеграции различных регионов и участников ЦП в ТЛП
Окружающая среда	Дотации у природы	Принцип разумной достаточности	Принцип справедливости	Принцип трансформации (шанс справиться с неопределенностью)

В условиях перехода экономики от рынка к устойчивому развитию опреде-

лилась концепция управления бизнесом переходного периода: эколого-логистическая концепция.

Использование эколого-логистической концепции предоставляет дополнительные возможности в формировании нового управленческого мировоззрения в современном обществе, повышении качества выработки управляющих воздействий в условиях неопределенности.

Международные логистические операторы фактически уже используют в своей деятельности эколого-логистическую концепцию управления, все активнее переходя на экологически более чистые способы перевозки, организуя «зеленые» коридоры или выстраивая так называемые зеленые цепи поставок.

1.2 Теория и практика организации «зеленых» цепей поставок в России и за рубежом

В мире термин «зеленый» в значении «экологически-чистый» стал применяться в конце 80-х гг. XX столетия, когда усугубились такие экологические проблемы, как загрязнение воды, глобальное потепление, участились кислотные дожди. С этого времени в странах с развитой экономикой атрибут «зеленый» стал фактором конкурентного преимущества на предприятиях различных сфер деятельности. А с 1987 г. в мире был взят курс на устойчивое развитие (sustainable development) [27].

Начало развитию «зеленой» логистики положено немецким ученым Эрвином Мюллером в 1989 г. Совместно с коллегами он уделил большое внимание транспортной логистике, отметив сильную связь между логистикой, охраной окружающей среды и природными ресурсами. Позднее ученые Технического университета Дрездена продолжили исследование и изучили взаимосвязь между бизнесом и окружающей средой [28].

Вопросами «зеленой» логистики занимались ученые разных стран (таблица 1.3).

Исследование «зеленой логистики»
в трудах зарубежных и российских авторов

Автор (страна)	Результат работы
Университет Люблина (Словения)	Исследован потенциальный положительный эффект от использования стандартов при инвестициях в работу транспорта, безвредную для окружающей среды. Проанализированы зависимости между логистикой, эффективностью системы поставок и соответствием стандартам качества. Особое внимание было обращено на стандарт ISO 14001 как действенный инструмент для увеличения устойчивости транспортно-логистических услуг [29]
А. Ангелута, С. Костеа (Румыния)	Обобщен опыт решений «зеленой» логистики для некоторых агломерированных областей и стран и разработан бизнес-план по внедрению принципов «зеленой» логистики в Стамбуле [30]
А.Н. Воронков, А.Г. Точков, Р.Я. Вакуленко (Россия)	Анализ опыта зарубежных стран по внедрению «зеленых» технологий в логистике [31]
А. Кизим, Д. Кабертай (Россия)	Исследование показало готовность участников экономических отношений платить больше за «зеленые» логистические решения [32]
И.П. Эльяшевич, Е.Р. Эльяшевич (Россия)	Рассмотрены перспективы развития экологической логистики в России [33]
К. Александрова (Россия)	Исследование показало отношение респондентов (5400 чел.) к внедрению экологических технологий в бизнес-процессы современных компаний [27] (рисунок 1.6)

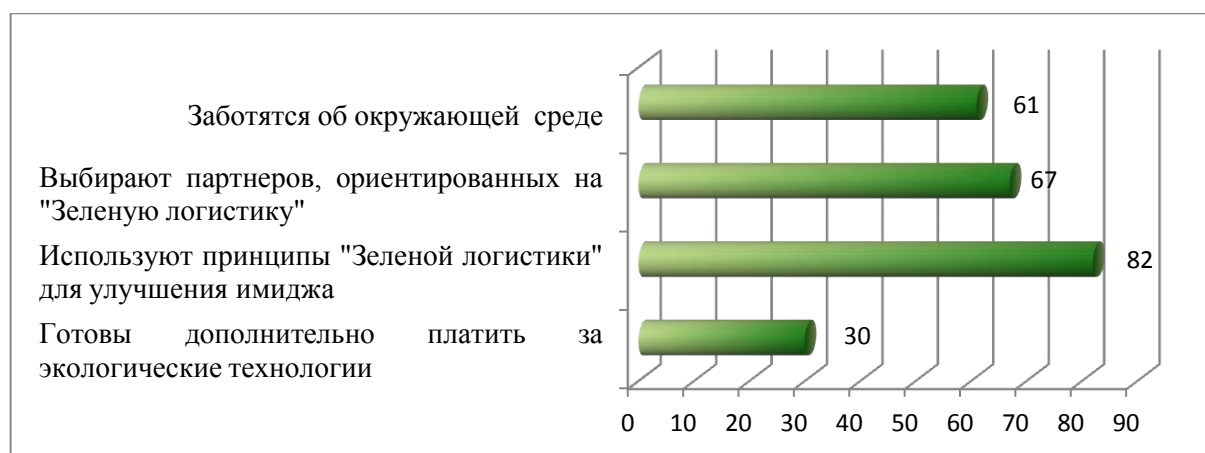


Рисунок 1.6 – Данные опроса QSHE Global

Из рисунка 1.6 видно, что, несмотря на то, что в настоящий момент только 30 % респондентов готовы платить больше за экологические технологии, в обществе активно формируется положительное отношение к термину «зеленый», независимо от того, относится он к экономике, логистике или цепи поставок (таблица 1.4).

Таблица 1.4

Исследование «зеленой цепи поставок»

Автор (страна)	Результат работы
Экологическое партнерство США – Азия	Если звенья одной цепи поставок заставляют свои процессы производства и доставки товаров выполнять экологические требования, то такая цепь поставок считается «зелёной» [34]
Дань Бинь, Лю Фэй (Китай)	Описали концепцию и суть «зелёной» цепи поставок. «Зелёная» цепь поставок является современной моделью, которая создана на основе «зелёного» производства, с учетом влияния на экологическую среду и эффективности ресурсов. В «зелёную» цепь поставок входят поставщики, производители, дистрибьюторы, оптовики, розничные продавцы и конечные потребители, целями которых являются минимизация влияния на окружающую среду и максимизация эффективности ресурсов на этапах приобретения сырья, обработки, упаковывания, складирования, транспортировки, использования и списания [35]
Чжу Цзиньхуа (Китай)	«Зелёная» цепь поставок представляет собой цепь, в которой надо учитывать экологические факторы, увеличивать эффективность окружающей среды как целиком, так и в процессах проектирования продукции, выбора сырья, изготовления, продаж и утилизации товаров на основе стратегического партнерства предприятий верхних (поставщиков), нижних (потребителей) течений, и межотраслевого активного общения для устойчивого развития каждого предприятия данной цепи поставок [36]
Цзян Хунвэй, Хань Вэнсю (Китай)	«Зелёная» цепь поставок – это цепь поставок с «экологическим сознанием». В каждом звене «зелёной» цепи поставок учитываются экологические факторы, защита окружающей среды и синергетическое развитие экономики и экологии. Содержание зелёной цепи поставок включает шесть частей: «зелёное» проектирование, «зелёный» выбор ресурсов, «зелёная» производственная технология, «зелёная» утилизация, «зелёная» упаковка и «зелёное» потребление [37]
У Дичун (Китай)	«Зелёная» цепь поставок является предпосылкой для реализации «зелёного» производства [38]
У Чуньюу, Чжу Цзиньхуа (Китай)	«Зелёная» цепь поставок является хорошим способом для выполнения экологических требований в производственной деятельности компании. «Зелёная» цепь поставок в разных отраслях и разных компаниях создается по-разному, каждая компания должна применять подходящие меры исходя из своего фактического состояния, чтобы снижать издержки, повышать экологическую эффективность и репутацию самой компании, увеличивать уровень прибыли и достигать устойчивого развития [39]

Анализ литературы по проблемам формирования «зеленых» цепочек поставок показал, что эта тема является весьма актуальной для мирового сообщества, при этом в регионах с более высокой плотностью населения актуальность темы выше. Автор выполнил исследование по материалам трех научных баз данных: e-library (Россия), Research Gates (Европа) и China National Knowledge Infrastructure CNKI (Китай). Несмотря на то, что исследование носит фрагментарный характер, тем не менее оно отражает общую тенденцию развития «зеленой» идеологии в научной среде в настоящее время. Так, доля статей по заявленной тематике в европейской и китайской базах данных составляет более 1 % в общем объеме публикаций, тогда как в российской базе эта доля ниже 0,1% (таблица 1.5), что еще раз доказывает, что для РФ тема внедрения экологического аспекта в бизнес-процессы не является настолько острой, но все же необходимой при интеграции российского бизнеса в международное транспортно-логистическое пространство.

Таблица 1.5

Результаты анализа научных баз данных (по состоянию на 15.07.2016)

	Китай	Европа	Россия
Население, млн чел.	1368	726	144
Плотность населения, чел./км ²	143	72	8,4
Название научной базы данных	CNKI	RG	e-library
Кол-во статей по «зеленым» ЦП, тыс. ед.	98,89	34,52	2,03
Доля статей по «зеленым» ЦП в общем объеме научных публикаций	1,16	1,25	0,07
Кол-во статей по «зеленым» ЦП на 1000 чел. населения	0,07	0,05	0,01

Важно отметить, что в период 2014–2016 гг. наблюдался значительный всплеск публикаций по теме «Зеленые цепи поставок» как в Китае, так и в РФ – их количество в Китае выросло почти на треть, а в России на четверть, что подтверждает готовность ученых этих стран работать в новом научно-методологическом направлении.

Однако, несмотря на такой прогрессивный научно-теоретический задел китайских ученых, на практике внедрение экологических требований в логистический бизнес пока далек от совершенства. Ученые Ёнг Жанг, Хиангтаи Бао и др. отмечают низкую социальную восприимчивость к «зеленой» логистике и цепям поставок в Китае и считают необходимым привлечь внимание к проблеме неблагоприятной экологической обстановки в сфере транспорта на государственном уровне [40].

Говоря о мировой практике организации «зеленых» цепей поставок, прежде всего необходимо отметить компанию экспресс-доставки DHL, разработавшую широкую линейку экологически чистых продуктов и услуг и запустившую программу GoGreen, в которой производится учет выброса углерода на протяжении всего пути следования груза. Расчеты производятся на основе данных исследований Greenhouse Gas Protocol Product Lifecycle Accounting and Reporting Standard EN 16258 «Методика расчета и декларирования энергопотребления и выбросов углерода при оказании услуг по транспортировке грузов» [41].

Компания Fujitsu разработала и внедрила проект, нацеленный на оптимизацию цепей доставки и рационализацию использования погрузо-разгрузочных средств, утилизацию упаковки и переход партнеров и подрядчиков на использование более качественных шин. В результате выбросы углерода сокращены в два раза, а проект был удостоен награды – Green Logistics Award, учрежденной Министерством экономики, торговли и промышленности Японии [41].

Таким образом, практически все авторы сходятся во мнении, что «зеленая» цепь поставок – это такая цепь поставок, в которой хотя бы несколько звеньев используют «зеленые» (экологически чистые) технологии. В основном, особенно у китайских ученых, речь идет о «зеленом» производстве или закупке, и практически нет трудов, посвященных «зеленой» транспортировке товара. Возможно, при расположении поставщиков, производителей и клиентов, увязанных в цепи поставок, на небольших расстояниях друг от друга экологически вредной транспортировкой можно пренебречь. Однако если такой процесс транспортировки будет занимать значительную долю в общем объеме логистических операций цепи поста-

вок, даже при наличии «зеленого» производства, закупки и сбыта, ориентированного на экологический маркетинг, то такую цепь считать «зеленой», с нашей точки зрения, не корректно.

Исходя из протяженности цепи поставок можно выделить два ее типа: короткая цепь и длинная цепь поставки. Охарактеризуем оба типа «зеленых» цепей поставок (таблица 1.6)

Таблица 1.6

Основные характеристики «зеленых» цепей поставок двух типов

Характеристика	«Зеленые» цепи поставок	
	короткая	длинная
Доля времени транспортных операций в общем объеме логистических операций	Не превышает 20–30 %	Свыше 30 %
Количество участников в ЦП	Не более 5	Более 5
Модель цепи	Виртуальные сети	Реальные цепи
Механизм функционирования	Информационные технологии	Организационно-технологический
Использование «зеленых» технологий в звеньях	Производство, закуп, сбыт	Производство, закуп, сбыт, склад, транспорт

Для экономики Запада характерны короткие цепи поставок; их развитие идет в направлении виртуальных сетей на основе применения информационных технологий и эффективных технологий менеджмента. Для России же отправной точкой роста национального транспортного комплекса по-прежнему остается транспортная работа и обеспечение загрузки транспортно-складских (терминальных) мощностей. Транспорт России ориентирован на длинные цепи поставок, эксплуатацию и сервисное обслуживание сложной техники с длительным жизненным циклом [42]. Кроме того, необходимость организации именно длинных цепей поставок в РФ определяется ее огромным территориальным охватом. В связи с вышесказанным уточним понятие «"зеленая" цепь поставок», которое будет корректно как для короткой, так и для длинной цепи поставок.

Среди основных принципов экологической логистики называют экологически безопасную транспортировку и складирование материальных ресурсов [33].

По нашему мнению, «зеленой» цепью поставок называется такая цепь поставок, в которой результатом деятельности ее звеньев является повышение качества жизни человека за счет внедрения «зеленых» технологий (снижение неблагоприятного физического воздействия на окружающую среду, экономия энергоресурсов, рациональное управление отходами и др.). При этом все звенья такой цепи поставок (не только производство, закуп и сбыт, но и транспорт, и склад) должны использовать в своей деятельности эколого-ориентированные технологии (рисунок 1.7).

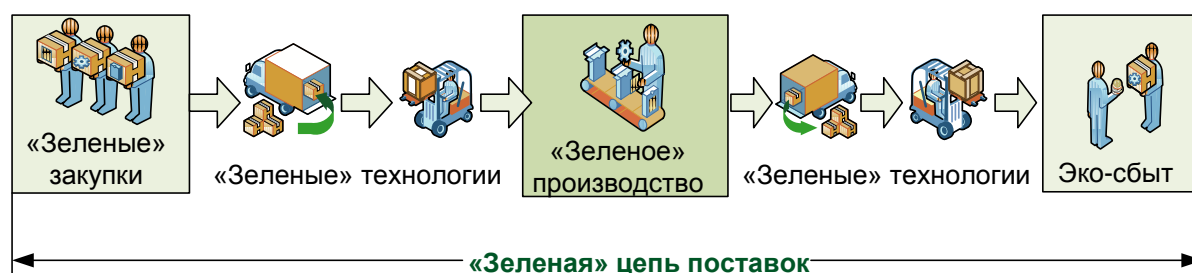


Рисунок 1.7 – «Зеленая» цепь поставок

Предотвращение или сведение к минимальным значениям негативных последствий воздействия транспортных средств на окружающую среду в ходе эксплуатации могут быть обеспечены за счет проведения практических мероприятий разной направленности.

1.3 Проблемы и перспективы формирования, развития и функционирования «зеленых» цепей поставок в Российской Федерации

В настоящее время в Стратегии до 2030 г. обозначены задачи по реализации цели «Снижение вредного воздействия транспорта на окружающую среду» [43]:

1) сокращение вредного воздействия транспорта на здоровье человека за счет снижения объемов воздействий, выбросов и сбросов, количества отходов на

всех видах транспорта (профессиональная подготовка и рационализация маршрутов);

2) мотивация перехода транспортных средств на экологически чистые виды топлива;

3) снижение энергоемкости транспорта до уровня показателей передовых стран.

Впервые же Экологическая доктрина в России была принята в 2002 г. участниками IV Всероссийского конгресса по охране окружающей среды, а экологические стратегии на транспорте появились еще позднее. Так, в ОАО «РЖД» соответствующее распоряжение было подписано только в 2009 г. [44]; на других же видах транспорта ситуация еще менее оптимистичная [45].

К основным проблемам формирования и развития «зеленых» цепей поставок в РФ следует отнести:

– отсутствие информации об экологических методах, успешных практиках внедрения и функционирования «зеленых» цепей поставок;

– низкий уровень участия государства;

– отсутствие инструментов оптимизации цепей поставок, направленных на защиту окружающей среды;

– выбор времени как критического компонента любой логистической системы [45].

Широкое распространение принципы «зеленой» логистики и управления цепями поставок получают, только если будет создана экономическая основа. На первом этапе развитие «зеленых» технологий может быть весьма затратным [46]. От государства требуется проведение политики, призванной сглаживать различия в ценах на «коричневые» технологии (характеризующиеся высоким уровнем загрязнения окружающей среды) и «зеленые». Именно высокая цена на электромобили до сих пор служит одним из главных сдерживающих факторов развития этого сектора. Несмотря на значительные дотации, доля электромобилей в общих продажах автомобилей на рынке Западной Европы до сих пор не превышает 1 %.

Изменение налоговой политики в пользу развития и внедрения экологиче-

ски чистых технологий в транспортно-логистическом секторе также способно существенно улучшить ситуацию в РФ, тем более что такой опыт в развитых странах существует. Так, для компаний США, использующих «зеленые» технологии доставки, предусмотрены налоговые льготы. Экологические налоги занимают существенное место и в налоговых системах большинства стран Евросоюза [47]. В этих странах в области налоговой политики реализуется ресурсосбережение, повышение уровня экоэффективности и решение одновременно с экологическими широкого круга социальных проблем. Что касается природоохранных направлений современной налоговой политики, то они сегодня охватывают различные уровни экономики, включая глобальный, а также концентрируются на приоритетных с точки зрения загрязнения секторах. Основная цель экологических платежей – не пополнение государственного бюджета, а стимулирование плательщика к позитивному, с точки зрения охраны окружающей среды, поведению. Экологические налоги – это налоги, которые служат преимущественно охране окружающей среды.

В Евросоюзе 27 налогов на энергию составляют практически 72 % всех эконалогов (в денежном выражении – 220 млрд евро, или 1,8 % ВВП) [48].

Таким образом, в условиях экологизации общества транспортно-логистические компании разных стран внедряют принципы «зеленой» логистики в повседневную практику, т.к. это позволяет, с одной стороны, улучшить имидж компании, а с другой, повысить эффективность своей деятельности. Запад давно понял, что от «зеленых» технологий выигрывает не только потребитель, но и перевозчик.

Россия заявляет о готовности интегрироваться в международное транспортно-логистическое пространство, но, не поменяв подходов ведения транспортно-логистического бизнеса, вряд ли можно рассчитывать на серьезную долю этого рынка.

Для переноса лучшего зарубежного опыта в российский транспортный бизнес необходимо более широкое участие государства, которое должно субсидировать бизнес за внедрение экологически чистых технологий или штрафовать за за-

грязнение окружающей среды участников логистических цепей поставок.

Среди важных ограничений внедрения «зеленых» технологий сто́ит отметить недостатки регулирования этой сферы (не только в России, но и в развитых странах), длительность процесса их разработки и внедрения зачастую при непредсказуемых результатах (что влияет на решения компаний), сложность перестройки громоздкой энергетической и транспортной инфраструктуры, дефицит квалифицированных исследователей и управленцев, психологическую неготовность людей к серьезным переменам в бизнесе и частной жизни.

Наиболее значимые меры экологической стратегии реализуются в ОАО «РЖД» – самом крупном предприятии транспортной отрасли России, приведены в таблице 1.7, составленной по материалам [32, 49].

Таблица 1.7

Экологическая политика ОАО «РЖД»

Меры, направленные на реализацию экологической стратегии ОАО «РЖД»			
инфраструктурные	технические	технологические	культурные
Перевооружение инфраструктуры	Устройства для возобновления энергии солнца и ветра	Применение энергооптимальных графиков движения поездов	Формирование корпоративной культуры путем вовлечения персонала холдинга в дело сохранения природы
Модернизация подвижного состава	Акустические системы отпугивания животных	Безбумажные технологии документооборота	
	Шумозащитные экраны	Мультимодальные перевозки	

Необходимо, чтобы подобные меры разрабатывались и на других видах транспорта. Сегодня вопросы экологизации транспортных услуг волнуют и авиаторов; так, в Международной ассоциации воздушного транспорта (ИАТА) принято решение заморозить уровень вредных выбросов к 2020 г., а к 2050 г. снизить его на 50 %.

Морской транспорт: с 1 января 2015 года ужесточился контроль выбросов

серы на Северном и Балтийском морях, планируется, что уровень содержания этого химического элемента снизится. Есть на морском транспорте и примеры реализации успешных экологических проектов, например, газопровод «Северный поток», проложенный по дну Балтийского моря.

Задача «зеленой» логистики по снижению неблагоприятного воздействия автотранспорта на окружающую среду трансформируется в задачу интеграции различных видов транспорта, осуществления их взаимодействия с минимальным участием автотранспорта, то есть в задачу организации мультимодальных или интермодальных перевозок.

В качестве примера успешного развития мультимодальных перевозок в России можно отметить проект внедрения и развития мультимодальных железнодорожно-водных перевозок лесных грузов на полигоне Свердловской железной дороги в страны СНГ [50].

Перспективным является проект организации контрейлерных перевозок с участием ОАО «РЖД» на маршруте Екатеринбург – Москва. Контрейлерные перевозки – это комбинированные железнодорожно-автомобильные перевозки, при которых перевозится трейлер, полуприцеп или съемный кузов на железнодорожной платформе [51]. Проект основан на опыте Европы, где контрейлерные перевозки успешно функционируют уже более 30 лет, с каждым годом увеличивая железнодорожную составляющую в цепи поставок. К 2030 г. планируется 30 % всех действующих автомобильных грузопотоков передать на железнодорожный транспорт, а к 2050 г. – 50 %.

Преимущество интермодальных и мультимодальных перевозок заключается в эффективном сочетании нескольких видов транспорта. Последовательное же взаимодействие различных видов транспорта при организации перевозки, а также участие в мультимодальной перевозке огромного числа участников (стивидоров, терминалов, таможенных служб, страховых компаний и т.д.) позволяет считать ее логистической цепью поставок. А оптимизация сроков поставки, снижение расходов на хранение груза и контроль уровня транспортных расходов делает мультимодальную доставку грузов высокоэкологичной или «зеленой» цепью поставок.

1.4 Закономерности организации логистических цепей поставок в транспортном бизнесе; влияние фактора «время» на их формирование

В классической теории логистики среди закономерностей организации цепей поставок можно выделить сложность, конфликт интересов субъектов внутри цепи, динамичность, неопределенность и стохастичность ее параметров.

Совершенно очевидно, что все закономерности в равной степени относятся и к «зеленым» цепям поставок (рисунок 1.8).



Рисунок 1.8 – Закономерности организации цепей поставок

Сложность любой логистической цепи обусловлена прежде всего ее структурой, которую часто можно рассматривать как сеть с множественными узлами, где различные участники могут взаимодействовать с одним или множеством других узлов. Цель управления «зелеными» цепями поставок заключается в координации и интеграции всей деятельности, связанной с поставкой товара, в единый процесс, при этом внимание акцентируется на управлении взаимоотношениями между различными звеньями цепи поставок, особенно в части выполнения экологических требований. Выделяют три точки зрения в отношении цели управления

как обычными цепями поставок, так и «зелеными». Первая – это стратегический аспект, который ориентируется на долгосрочные решения; в случае «зеленых» цепей поставок – это улучшение качества жизни. Вторая – тактический аспект, который сосредоточен на самом управлении цепями поставок. И третья – это оперативный аспект, который связан с непрерывным функционированием цепи поставок ежедневно и ориентирован на «зеленые» технологии. На микроуровне стратегические цели могут быть несовместимы с оперативными проблемами, и тогда решения будут приниматься с учётом задач того лица, который этим занимается, что не обязательно соответствует целям цепи в общем. Что же касается «зеленых» цепей поставок на макроуровне, то и в этом случае разные субъекты цепи будут иметь разные цели, направленные на решение разных экологических задач. Появляется конфликт интересов, требующий компромисса между объемом, скоростью, качеством и ценой. Компромисс может быть достигнут благодаря, например, количественной или качественной гибкости оборудования, сотрудников или систем. Такие потенциальные компромиссы, которые включены в стратегию принятия решения, влияют на улучшение качества жизни. Таким образом, цели производителей входят в конфликт с желаниями продавцов, а значит, влияют на параметры «зеленой» цепи, делая ее динамичной.

Динамичности «зеленой» цепи поставок способствуют многочисленные обстоятельства, которые воздействуют на отношения внутри цепи поставок, например, спрос потребителей и возможности поставщиков. Параметры цепи поставок постоянно меняются и тем самым усиливают ее неопределенность.

На неопределенность (стохастичность) параметров внешних и внутренних факторов в цепи поставок существенное влияние оказывает эффект, известный под названием «эффект хлыста».

Эффект хлыста (от англ. bullwhip-effect) – явление в логистической цепи поставок, при котором незначительные изменения спроса конечного потребителя приводят к значительным отклонениям в планах других участников цепи [52].

Bullwhip-эффект усиливает неопределенность цепи, повышает риск невыполнения заказа клиента, а значит, существенно снижает уровень обслуживания

клиентов.

Вопросам изучения «эффекта хлыста» посвящено большое количество научных трудов, как в России [22, 53–57], так и в странах Запада [58–65]. Важно отметить, что особое внимание при анализе научно-технической литературы автором уделено работам китайских ученых [66–77]. Анализ трудов проведен с позиции идентификации причин появления «эффекта хлыста» в цепи поставок и методов его сглаживания. Такой анализ необходим для разработки мероприятий по устранению или снижению bullwhip-эффекта, а значит, и неопределенности; результаты проведенного анализа сгруппированы в таблице 1.8.

Таблица 1.8

Причины появления и методы сглаживания bullwhip-эффекта
в цепи поставок

Причины возникновения	Источники	Методы сглаживания	Источники
Отклонения во времени при выполнении логистических операций, что приводит к серьезным ошибкам в прогнозировании ЦП	[53–61, 65,66,72, 74, 75]	Методы математического моделирования (в т.ч. XYZ-анализ)	[54,55,62, 66,74]
		Стратегическое партнерство	[58,65, 72,75]
Произвольное изменение объемов запасов и размеров заказов	[53–61, 70–72,74]	Построение новой политики управления запасами, основанной в т.ч. на стратегическом партнерстве	[55,70–72,74]
Колебания цен	[53–61, 72–74, 76]	Разработка новой стратегии ценообразования, основанной в т.ч. на корреляции между изменениями спроса и цены	[72–74,76]
Недостаток обмена информацией между участниками ЛЦ	[53–56, 64,68,69]	Внедрение информационных технологий	[58,64,68,69]

Анализ научных трудов показал, что ученые всего мира в качестве основных причин появления bullwhip-эффекта выделяют практически одни и те же факторы, а для его снижения предлагают управленческие методы, ориентирован-

ные, как правило, на развитие стратегического партнерства и опирающиеся на информационные технологии. В случае отклонений во времени при выполнении различных логистических операций по цепи поставок необходимо применение методов математического моделирования.

Цепи поставок должны быть спроектированы таким образом, чтобы, с одной стороны, ограничить неопределенность настолько, насколько это возможно, а с другой, в случае, если эта неопределенность возникает, – продолжать эффективно функционировать. Как видно из таблицы 1.8, на неопределенность параметров внешних и внутренних факторов в цепи поставок существенное влияние помимо природных и человеческих факторов оказывают сроки поставок и время транспортировки. Особенно это характерно для длинных цепей поставок, актуальных для России. На фактор «время» приходится большая доля неопределенности в цепи поставок и при этом он мало изучен. Остановимся на нем подробнее.

Состав времени в разных звеньях логистической цепи (ЛЦ) по содержанию, продолжительности и порядку чередования элементов при выполнении разнообразных транспортно-логистических операций различен. Но для оценки элементов времени в логистической цепи поставок необходимо их классифицировать. За классификационную основу возьмем структуру транспортной системы, где в качестве укрупненных элементов выступают: бункер – узловый элемент и канал – линейный элемент [78, 79]. Все элементы транспортной цепи обладают свойством либо канала (переработка материального потока), либо бункера (погашение и порождение всплесков потока). Тогда время в канале – это собственно время на перемещение груза различными видами транспорта по цепи поставок ($T_{тр}$). А время в бункере – это время на различные логистические операции в терминалах: погрузка, выгрузка, консолидация груза, хранение, внутритерминальное перемещение и т.д., назовем его временем на логистические операции в бункере ($T_{ЛО}$). Схематично движение материальных потоков по цепи поставок представлено на рисунке 1.9.

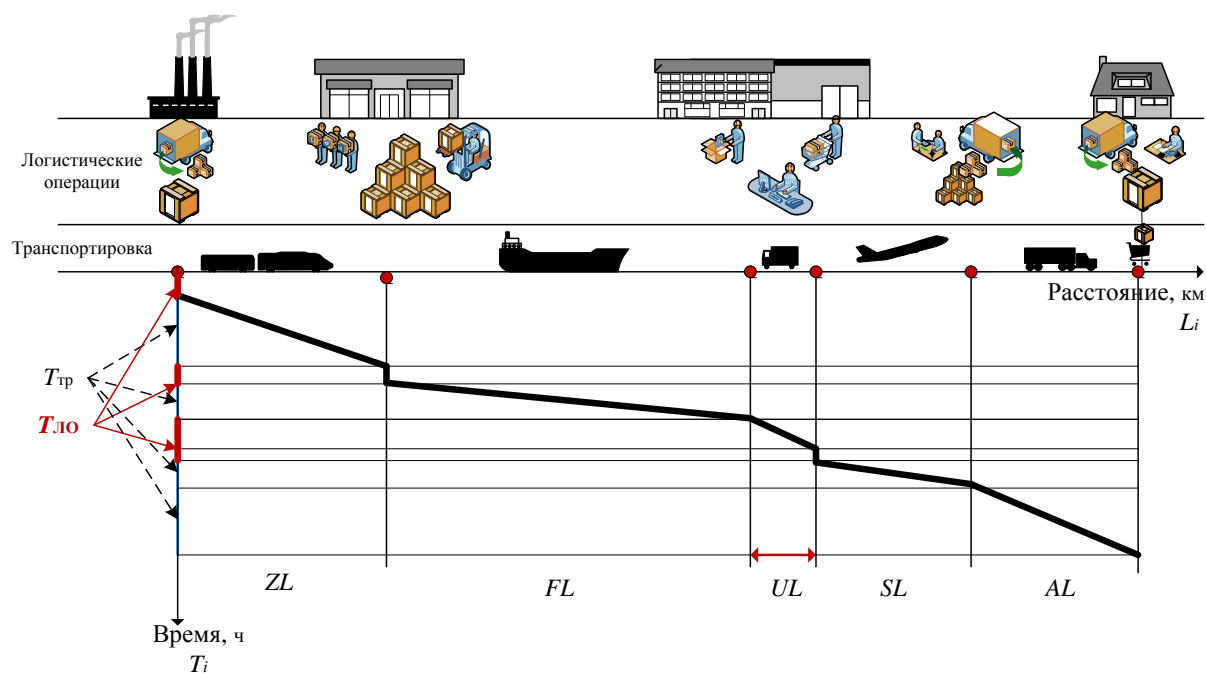


Рисунок 1.9 – Различные составляющие фактора «время»
в логистической цепи поставок

Очевидно, что общее время движения материального потока по цепи поставок получается в результате сложения времени транспортировки и времени на логистические операции, и чем оно меньше, тем эффективнее цепь поставок.

В разных странах мира время оказания логистической услуги сильно различается, например, обработка 20-футового контейнера с текстильной продукцией на экспорт с полной его загрузкой в Казахстане составляет 93 дня, в Мали – 67 дней, а в Швеции – всего 6 [80]. Такая разница во времени обусловлена различиями в качестве услуг инфраструктуры, политическими особенностями и другими факторами. Все это оказывает существенное влияние на позицию страны на международных рынках. Участие предприятий в глобальных цепочках поставок способно улучшить доступ стран к рынкам и стимулировать поток инвестиций, а высокая конкуренция заставляет доставлять товары в кратчайшие сроки. Стоит отметить, что, несмотря на зависимость времени от качества транспортно-логистической инфраструктуры отдельной страны – участницы ЛЦП, время обработки единицы потока как в канале, так и в бункере носит случайный характер. Это означает, что для точной оценки временных затрат в логистической цепи не-

обходимо знать законы распределения величин $T_{\text{тр}}$ и $T_{\text{ЛО}}$. Знание законов позволит управлять логистическими цепями более эффективно, выбирать «зеленые» цепи в транспортно-логистическом пространстве на основе методов оптимизации

Так как сегодня цепи поставок организуются оперативно и юридически независимыми компаниями, то компании часто оптимизируются локально и пытаются «обмануть систему вместо координации и оптимизации всей цепочки в целом» [81]. Попытка такой оптимизации, обусловленной собственными целями в противовес синхронизации цепи поставок в целом, может привести к непредвиденным последствиям. Например, когда предприятие меняет владение запасами, то это может стать причиной увеличения затрат на хранение для поставщиков. Это, в свою очередь, приводит к увеличению цен на комплектующие для завода. Снижение уровня запасов по всей цепи поставок, напротив, может привести к конкурентным преимуществам. В комплексной стратегии цепи поставок необходимо понять эти компромиссы и затем попытаться достигнуть баланса между оперативностью и эффективностью путём изменения планирования и контроля методов по мере необходимости.

Выводы по главе 1

1. В связи с эскалацией ухудшения состояния окружающей среды в мире все большее внимание среди академических исследователей и практиков набирают «зеленая» логистика и «зеленые» цепи поставок. Анализ литературы подтвердил актуальность выбранной темы; так, количество научных публикаций по этой теме за последние полтора года выросло на треть (в Китае) и на четверть (в Российской Федерации). Особенно тема «зеленых» цепей поставок актуальна для стран и регионов с высокой плотностью населения.

2. В условиях перехода общества с рыночной («коричневой») экономики на принципы устойчивого развития доминирующей концепцией этого переходного периода становится эколого-логистическая концепция, а «зеленые» цепи по-

ставок ее эффективным инструментом.

3. Установлено, что для России с ее огромными территориями характерны длинные цепи поставок, в связи с чем уточнено понятие «зеленые цепи поставок», которое корректно как для короткой, так и для длинной цепи поставок. «Зеленая» цепь поставок использует традиционные методы и модели общей теории логистики и управления цепями поставок, ориентирована на повышение качества жизни человека за счет снижения негативного воздействия на окружающую среду в каждом из своих звеньев.

4. В качестве «зеленой» технологии на транспорте предложена организация мультимодальной перевозки, в которой роль экологически неблагоприятных видов транспорта максимально снижена.

5. К числу институциональных изменений, обусловивших трансформацию цепей поставок в «зеленые» цепи, исследованных в диссертации, отнесены рост нестабильности и неопределенности внешней бизнес-среды, ориентированной не на управление по отклонениям и текущим целям, а на стратегию инноваций и устойчивого развития транспортно-логистического пространства.

6. В качестве основной причины неопределенности выбран фактор «время».

2. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ «ЗЕЛЕННЫХ» ЦЕПЕЙ ПОСТАВОК В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

2.1 Постановка общей задачи оптимизации логистической цепи поставок

Доставку груза из пункта А в пункт В можно осуществить по нескольким логистическим цепочкам. Каждая такая логистическая цепочка представляет собой последовательность элементарных логистических операций. Естественно, одна и та же операция может входить в разные логистические цепочки. Последовательность элементарных операций, образующих логистическую цепочку, можно разбить на подпоследовательности двух видов: узловые элементы и линейные элементы.

Под узловым элементом будем понимать последовательность элементарных логистических операций, локализованную в пределах одного географического пункта. Например, совокупность последовательных операций выгрузки с железнодорожного транспорта, хранения на складе, погрузки на автомобильный транспорт может быть интерпретирована как один узловой элемент.

Подпоследовательность операций, заключенную между двумя последовательными узловыми элементами, будем называть линейным элементом; линейный элемент связывает соответствующие узловые элементы.

Совокупность всех узловых и линейных элементов, порожденную всеми связывающими пункт А с пунктом В логистическими цепочками, будем называть транспортно-логистическим пространством по направлению А–В (или просто транспортно-логистическим пространством, если понятно, о каком направлении идет речь). Пункты А и В – начальным и конечным пунктами транспортно-логистического пространства.

Транспортно-логистическое пространство (ТЛП) естественно представить в виде ориентированного взвешенного графа $G = (Ver, Edg)$, в котором узловым элементам ТЛП соответствует множество вершин графа $Ver = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$, а ли-

нейным элементам ТЛП соответствует множество ориентированных ребер E_d , которое состоит из упорядоченных пар вида (v_i, v_j) . При этом нумерацию вершин графа выберем так, чтобы начальному пункту ТЛП соответствовала вершина v_1 , а конечному пункту ТЛП соответствовала вершина v_n .

При такой интерпретации логистической цепочкой ТЛП будет являться путь в графе G между вершинами v_1 и v_n . Напомним, что путь (маршрут) между вершинами v и w в ориентированном графе – это последовательность вершин, у которой первый элемент совпадает с v , последний – с w и две любые последовательные вершины соединены ориентированным ребром [82]. Обозначим через W множество всех путей между вершинами v_1 и v_n в графе G .

Исходные данные, которые представляют собой стоимостные, временные и экологические характеристики элементов ТЛП естественно интерпретировать как веса соответствующих элементов графа (таблица 2.1).

При этом учтем, что стоимостные показатели относятся к детерминированным факторам, экологические – к факторам риска, а временные показатели – к стохастическим.

Таблица 2.1

Веса ребер и вершин графа

Характеристика	Показатель	
Стоимостные	C_k	Стоимость прохождения груза через вершину v_k
	C_{ik}	Стоимость прохождения груза по ребру (v_i, v_k)
Экологические	E_k	Показатели экологического ущерба от прохождения груза через вершину v_k
	E_{ik}	Показатели экологического ущерба от прохождения груза по ребру (v_i, v_k)
Временные	t_k^{\min}	Минимально возможное значение времени прохождения груза через вершину v_k
	t_{ik}^{\min}	Минимально возможное значение времени прохождения груза по ребру (v_i, v_k)

Характеристика	Показатель	
Временные	t_k^{exp}	Ожидаемое значение времени прохождения груза через вершину v_k
	t_{ik}^{exp}	Ожидаемое значение времени прохождения груза по ребру (v_i, v_k)
	t_k^{max}	Максимально возможное значение времени прохождения груза через вершину v_k
	t_{ik}^{max}	Максимально возможное значение времени прохождения груза по ребру (v_i, v_k)

Точное значение времени, за которое груз проходит через вершину v_k обозначим через T_k . Аналогично, через T_{ik} обозначим точное время, которое необходимо для прохождения груза по ребру (v_i, v_k) . Очевидно, что T_k и T_{ik} являются случайными величинами. Функции распределения этих величин обозначим через $F_k(t)$ и $F_{ik}(t)$, а соответствующие плотности вероятности – через $f_k(t)$ и $f_{ik}(t)$. Вопрос о том, какой вид имеют эти распределения, рассматривается ниже.

Пусть $S = \{v_{k_1}, v_{k_2}, \dots, v_{k_m}\}$ – произвольный путь между вершинами v_1 и v_n в графе G (здесь для единообразия записи обозначили вершины v_1 и v_n через v_{k_1} и v_{k_m} соответственно). Стоимость и экологический ущерб для пути S представляют собой суммы соответствующих величин для всех его элементов:

$$C(S) = \sum_{j=1}^m C_{k_j} + \sum_{j=1}^{m-1} C_{k_j k_{j+1}}, \quad (2.1)$$

$$E(S) = \sum_{j=1}^m E_{k_j} + \sum_{j=1}^{m-1} E_{k_j k_{j+1}}. \quad (2.2)$$

Время, необходимое для прохождения груза по пути S , является случайной величиной, которую обозначим через $T(S)$. Отметим, что $T(S)$ является суммой случайных величин T_{k_j} и $T_{k_j k_{j+1}}$:

$$T(S) = \sum_{j=1}^m T_{k_j} + \sum_{j=1}^{m-1} T_{k_j k_{j+1}}. \quad (2.3)$$

Пусть $F_S(t)$ и $f_S(t)$ – функция распределения и плотность вероятности случайной величины $T(S)$. При выборе оптимальной логистической цепочки фактор времени может учитываться по-разному. Например, можно минимизировать

среднее время поставок, отклонение от среднего времени, долю поставок, которые не выполнены в срок, и т.д. В качестве минимизируемой величины может также выступать $T_\lambda(S)$ – λ -квантиль случайной величины $T(S)$. Напомним, что λ -квантиль – это такое значение t , для которого $F_S(t) = \lambda$. Другими словами, $T_\lambda(S)$ – это такое число, что вероятность того, что случайная величина $T(S)$ примет значение меньшее, чем $T_\lambda(S)$, равна λ .

Каждый из этих случаев сводится к тому, что по заданной функции $F_S(t)$, которая однозначно определяется выбором пути S , вычисляется некоторое числовое значение (среднее, отклонение, доля несвоевременных поставок и т.д.), которое необходимо минимизировать, варьируя путь S . Поэтому оптимизацию логистической цепочки по фактору «время» можно свести к минимизации некоторого функционала, определенного на множестве W , который мы обозначим через $\Theta(S) = \Theta(F_S)$. Конкретный вид функционала $\Theta(S)$ зависит от того, какая именно временная характеристика минимизируется.

Введенные понятия позволяют сформулировать задачу оптимизации «зеленой» цепи поставок с учетом неопределенности в виде задачи многокритериальной оптимизации маршрута в графе: найти путь в графе G , который минимизирует функции $C(S)$, $E(S)$ и $\Theta(S)$ или кратко:

$$\min \{C(S), E(S), \Theta(S)\} \text{ для } S \in W. \quad (2.4)$$

Данная формулировка задачи оптимизации «зеленых» логистических цепочек в условиях неопределенности является достаточно общей. Далее мы подробно обсудим определение элементов $E(S)$ и $\Theta(S)$, которые использованы в формуле (2.4).

2.2 Оценка влияния фактора времени при выполнении отдельных логистических операций

Чтобы определить функционал $\Theta(S)$, фигурирующий в задаче (2.4), необходимо знать законы распределения величин T_k и T_{ik} . Что касается величины T_{ik} , то

из определения линейного элемента следует, что T_{ik} представляет собой время транспортировки груза между двумя узловыми элементами. Это означает, что вопрос о законе распределения случайной величины величин T_{ik} эквивалентен вопросу о законе распределения времени транспортировки груза одним видом транспорта между двумя пунктами. Такое время транспортировки обозначим через T , а его плотность распределения – через $f(t)$. Подчеркнем, что плотность $f(t)$ содержит всю необходимую информацию о времени транспортировки, поскольку она позволяет найти вероятность того, что время транспортировки груза лежит в заданном диапазоне (a,b) :

$$P(a < T < b) = \int_a^b f(t) dt. \quad (2.5)$$

Вероятность $P(a < T < b)$ можно интерпретировать как долю перевозок, для которых требуется от a до b дней. Поэтому формула (2.5) позволяет рассчитать значения различных величин, связанных с временными характеристиками грузовых перевозок. Некоторые из них представлены в таблице 2.2.

Таблица 2.2

Формулы для вычисления
некоторых временных характеристик грузовых перевозок

№	Характеристика	Формула
1	Среднее время транспортировки груза ¹	$\bar{T} = M[T] = \int_0^{+\infty} t \cdot f(t) dt$
2	Среднее квадратичное отклонение времени транспортировки груза от среднего значения	$\sigma = \sqrt{M[T^2] - (M[T])^2}$
3	Доля перевозок, для которых время транспортировки отклоняется от среднего значения \bar{T} не более чем на заданную величину τ	$P(\bar{T} - \tau < T < \bar{T} + \tau) = \int_{\bar{T}-\tau}^{\bar{T}+\tau} f(t) dt$
4	Доля перевозок, для которых время транспортировки не превышает заданную величину τ^*	$P(T < \tau^*) = \int_0^{\tau^*} f(t) dt$

¹ Поскольку случайная величина T не может принимать отрицательные значения, то $f(t) = 0$ при $t < 0$. Поэтому при вычислении среднего значения (математического ожидания) величины T в качестве промежутка интегрирования используется промежуток $(0; +\infty)$. В дальнейшем также будем учитывать, что $f(t) = 0$ при $t < 0$.

№	Характеристика	Формула
5	Величина отклонения $\tau\theta$ от среднего времени \bar{T} такая, что не менее θ % перевозок могут быть выполнены за время от $\bar{T} - \tau_0$ до $\bar{T} + \tau_0$ дней	Величина $\tau\theta$ является решением уравнения $\int_{\bar{T}-\tau}^{\bar{T}+\tau} f(t) dt = \theta$
6	Величина τ_0^* такая, что не менее θ % перевозок могут быть выполнены за время, не превышающее τ_0^* дней	Величина τ_0^* является решением уравнения $\int_0^{\tau} f(t) dt = \theta$

Характеристики, представленные в таблице 2.2, могут быть использованы для решения самых различных задач. Причем в зависимости от целей могут быть использованы различные характеристики. Например, при реализации логистической концепции «точно в срок» необходимо использовать величины 3 и 5, а в случае, когда необходимо выполнить перевозку не позднее указанного срока (самый ранний возможный срок не оговаривается), нужно использовать характеристики 4 и 6.

Перейдем непосредственно к вопросу о законе распределения случайной величины T . Широко используемый в прикладных исследованиях способ получения закона распределения случайной величины основан на анализе случайной выборки. По выборке подбирают вид закона распределения, оценивают его параметры и с помощью статистических критериев согласия проверяют соответствие полученного распределения эмпирическим данным.

К сожалению, реализовать такой подход для оценки времени транспортировки достаточно проблематично. Основная трудность заключается в отсутствии в свободном доступе необходимых статистических данных, поскольку они являются внутренней информацией транспортных компаний. В большинстве случаев подробные статистические данные о времени транспортировки не доступны заказчику.

В качестве информации о сроках поставки, компании-перевозчики предоставляют своим клиентам минимально и максимально возможное время транспортировки груза (T_{\min} и T_{\max} соответственно). Эти значения (особенно T_{\max}) имеют

юридическую силу и отражаются в договорных обязательствах перевозчика. Значения T_{\min} и T_{\max} могут быть дополнены оценкой наиболее ожидаемого времени транспортировки T_{exp} , поскольку, как правило, перевозчик готов назвать типичное (наиболее ожидаемое, наиболее вероятное) время выполнения заказа. Таким образом, в подавляющем большинстве случаев учет фактора времени при выборе перевозчика основывается на значениях T_{\min} , T_{\max} и T_{exp} (именно об этих величинах идет речь в таблице 2.1).

Исследования, посвященные установлению вида закона распределения величины T , практически не проводились. Среди известных нам работ можно назвать [83–85]. Малое количество работ в этом направлении объясняется двумя причинами. Во-первых, как было сказано выше, для полноценного исследования крайне сложно получить статистическую выборку необходимого объема и качества. Во-вторых, как для практических, так и для теоретических нужд во многих случаях применяют грубые методы оценки времени: используют одну из величин T_{\min} , T_{\max} , T_{exp} или же какое-либо среднее значение, например, $(T_{\min} + T_{\max})/2$. Безусловным достоинством такого подхода является простота.

Из эвристических соображений следует, что распределение случайной величины T должно быть унимодальным (одновершинным), асимметричным (левая часть «больше» правой) и иметь «тощие хвосты» при $t < T_{\min}$ и $t > T_{\max}$ либо конечный носитель $[T_{\min}, T_{\max}]$. Плотность величины T должна быть близка к кривой изображенной на рисунке 2.1.

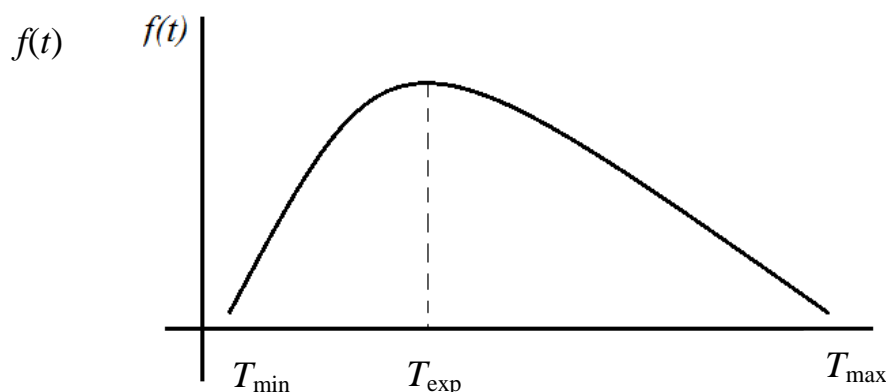


Рисунок 2.1 – Ожидаемый вид плотности распределения величины T

Эти условия являются достаточно общими, и существует немало законов распределения, которые им удовлетворяют. В частности, в [85] величина T описывается логнормальным законом, а в работах [83] и [84] используется распределение Рэлея. Эти распределения обладают всеми указанными свойствами, и их использование для моделирования затрат времени на транспортировку груза оправданно. В то же время в этих работах отсутствует какое-либо теоретическое обоснование использования именно этих распределений, что является, на наш взгляд, значительным недостатком.

Здесь мы предлагаем в качестве закона распределения случайной величины T использовать бета-распределение, которое применяется в системе оценки и анализа проектов PERT (Project Evaluation and Review Technique) (см., например, [86]). Система PERT используется для оценки временных затрат в масштабных проектах, складывающихся из большого количества отдельных работ, продолжительность каждой из которых предполагается распределенной согласно бета-распределению.

Выбор бета-распределения в системе PERT имеет серьезное теоретическое и эмпирическое обоснование [87]. В частности, было установлено, что «бета-распределение имеет место в случае, когда помимо наличия большого количества случайных факторов, каждый из которых в отдельности оказывает незначительное, несущественное влияние, присутствует несколько также случайных, факторов, число которых невелико, а влияние существенно. Именно такого рода обстоятельство имеет место при реализации подавляющего большинства входящих в сетевой проект работ» [87].

На наш взгляд, данная аргументация по выбору бета-распределения может быть полностью перенесена на случай моделирования времени транспортировки, поскольку очевидно, что это время определяется несколькими существенными факторами и большим количеством второстепенных, т.е. имеет место полная аналогия с элементарной работой в системе PERT. При этом отметим, что бета-распределение удовлетворяет перечисленным эвристическим условиям унимодальности, асимметричности и имеет конечный носитель.

Расчет параметров бета-распределения

Под бета-распределением случайной величины X понимают закон распределения, плотность вероятности которого имеет вид

$$f(x) = \begin{cases} Cx^{\alpha-1}(1-x)^{\beta-1} & \text{при } x \in [0;1], \\ 0 & \text{при } x \notin [0;1], \end{cases} \quad (2.6)$$

где $C = [B(\alpha, \beta)]^{-1}$, $B(\alpha, \beta) = \int_0^1 x^{\alpha-1}(1-x)^{\beta-1} dx$ – бета-функция [88].

Таким образом, бета-распределение имеет конечный носитель $[0,1]$. Чтобы перейти к носителю $[T_{\min}, T_{\max}]$, необходимо выполнить линейное преобразование величины X :

$$X = \frac{T - T_{\min}}{T_{\max} - T_{\min}}.$$

Тогда плотность вероятности случайной величины T будет задаваться функцией

$$f_T(t) = \frac{1}{T_{\max} - T_{\min}} f\left(\frac{t - T_{\min}}{T_{\max} - T_{\min}}\right). \quad (2.7)$$

Обозначим моду случайной величины X через μ . Очевидно, что

$$\mu = \frac{T_{\text{exp}} - T_{\min}}{T_{\max} - T_{\min}}, \quad (2.8)$$

Кроме того, из свойств бета-распределения следует, что при $\alpha > 1$ и $\beta > 1$ справедлива формула

$$\mu = \frac{\alpha - 1}{\alpha + \beta - 2}. \quad (2.9)$$

На основе эмпирических соображений было установлено, что $\alpha + \beta = 6$ [87]. Отсюда и из соотношений (2.8), (2.9) получаем формулы для отыскания параметров α и β :

$$\alpha = 4\mu + 1 = \frac{T_{\max} + 4T_{\text{exp}} - 5T_{\min}}{T_{\max} - T_{\min}} \text{ и } \beta = 6 - \alpha = \frac{5T_{\max} - 4T_{\text{exp}} - T_{\min}}{T_{\max} - T_{\min}}. \quad (2.10)$$

Таким образом, из (2.6) и (2.7) окончательно получаем, что случайная величина T имеет плотность вероятности

$$f_T(t) = \begin{cases} C_T (t - T_{\min})^{\alpha-1} (T_{\max} - t)^{\beta-1} & \text{при } t \in [T_{\min}; T_{\max}], \\ 0 & \text{при } t \notin [T_{\min}; T_{\max}], \end{cases} \quad (2.11)$$

где $C_T = (T_{\max} - T_{\min})^{1-\alpha-\beta} [B(\alpha, \beta)]^{-1}$, $B(\alpha, \beta) = \int_0^1 x^{\alpha-1} (1-x)^{\beta-1} dx$ и параметры α и β

вычисляются по формулам (2.10).

Математическое ожидание и дисперсия случайной величины X вычисляются по формулам [88]:

$$M[X] = \frac{\alpha}{\alpha + \beta} = \frac{\alpha}{6},$$

$$D[X] = \frac{\alpha\beta}{(\alpha + \beta)^2 (\alpha + \beta + 1)} = \frac{\alpha\beta}{252}.$$

Поскольку $T = (T_{\max} - T_{\min})X + T_{\min}$, то

$$M[T] = (T_{\max} - T_{\min})M[X] + T_{\min} = \frac{\alpha(T_{\max} - T_{\min})}{6} + T_{\min} = \frac{T_{\max} + 4T_{\text{exp}} + T_{\min}}{6}, \quad (2.12)$$

$$\sigma[T] = \sqrt{D[T]} = \sqrt{(T_{\max} - T_{\min})^2 D[X]} = (T_{\max} - T_{\min}) \sqrt{\frac{\alpha\beta}{252}}. \quad (2.13)$$

Формулы (2.12) и (2.13) позволяют вычислить среднее время транспортировки и его среднее квадратичное отклонение через задаваемые величины T_{\min} , T_{\max} , и T_{exp} [89].

Законы распределения времени выполнения логистических операций

Выше было предложено использование в качестве распределения величины T_{ik} бета-распределения и дана развернутая аргументация в пользу такого выбора. Что касается времени выполнения логистических операций в узловом элементе, то здесь важно установить степень детализации исследуемых процессов и, соответственно, определить, что необходимо рассматривать в качестве узлового элемента.

Например, если речь идет о перевалке груза с морского транспорта на железнодорожный, то можно отдельно рассматривать операции разгрузки судна в порту, погрузки в вагоны, промежуточное складирование груза, таможенное оформление груза и т.д. Каждую из этих операций можно представить как отдельный узловой элемент ЛЦ. В этом случае необходимо задать закон распределения времени выполнения каждой из перечисленных операций. И поскольку речь идет о существенно различных операциях, то время их выполнения, по всей видимости, распределено в соответствии с различными законами. Кроме того, на распределение времени выполнения операции оказывают значительное влияние другие факторы (например, технология выполнения работ), которые могут приводить к качественным изменениям закона распределения времени выполнения. Это означает, что при высоком уровне детализации логистического процесса необходимо учитывать специфику выполняемых операций и при выборе закона распределения времени выполнения опираться на статистический материал. В противном случае, т.е. при эвристическом выборе закона распределения, нет никаких оснований считать, что расчетные результаты будут близки к реальным результатам.

В настоящей работе будем рассматривать укрупненные узловые элементы. Например, все перечисленные операции, связанные с перевалкой груза с морского транспорта на железнодорожный, будем рассматривать как один узловой элемент; тогда время прохождения груза через узловой элемент имеет бета-распределение. Такое допущение может быть сделано в силу того, что здесь справедлива вся та аргументация, которая была предложена выше при выборе закона распределения времени транспортировки.

Таким образом, в настоящей работе будем предполагать, что случайные величины T_k и T_{ik} имеют бета-распределение, параметры которого вычисляются по исходным данным: минимальному, максимальному и ожидаемому времени выполнения работы. Из формул (2.10) и (2.11) следует, что

$$f_k(t) = \begin{cases} \gamma_k (t - t_k^{\min})^{\alpha_k - 1} (t_k^{\max} - t)^{\beta_k - 1} & \text{при } t \in [t_k^{\min}; t_k^{\max}], \\ 0 & \text{при } t \notin [t_k^{\min}; t_k^{\max}], \end{cases} \quad (2.14)$$

$$f_{ik}(t) = \begin{cases} \gamma_{ik} (t - t_{ik}^{\min})^{\alpha_{ik}-1} (t_{ik}^{\max} - t)^{\beta_{ik}-1} & \text{при } t \in [t_{ik}^{\min}; t_{ik}^{\max}], \\ 0 & \text{при } t \notin [t_{ik}^{\min}; t_{ik}^{\max}], \end{cases} \quad (2.15)$$

где

$$\alpha_k = \frac{4t_k^{\exp} + t_k^{\max} - 5t_k^{\min}}{t_k^{\max} - t_k^{\min}}, \beta_k = 6 - \alpha_k, \gamma_k = \frac{(t_k^{\max} - t_k^{\min})^{1-\alpha_k-\beta_k}}{B(\alpha_k, \beta_k)},$$

$$\alpha_{ik} = \frac{4t_{ik}^{\exp} + t_{ik}^{\max} - 5t_{ik}^{\min}}{t_{ik}^{\max} - t_{ik}^{\min}}, \beta_{ik} = 6 - \alpha_{ik}, \gamma_{ik} = \frac{(t_{ik}^{\max} - t_{ik}^{\min})^{1-\alpha_{ik}-\beta_{ik}}}{B(\alpha_{ik}, \beta_{ik})},$$

$$B(\alpha, \beta) = \int_0^1 x^{\alpha-1} (1-x)^{\beta-1} dx.$$

2.3 Оценка влияния фактора времени для логистической цепочки

В предыдущем разделе был решен вопрос о виде распределения для случайных величин T_k и T_{ik} . Теперь необходимо получить распределение случайной величины $T(S)$ для каждого пути $S \in W$.

Величина $T(S)$ является суммой случайных величин, каждая из которых имеет бета-распределение, но, как известно, сумма величин, имеющих бета-распределение, не является бета-распределенной случайной величиной. Более того, функцию распределения или плотность вероятности такой величины нельзя представить в виде аналитического выражения. Поэтому для отыскания закона распределения случайной величины $T(S)$ воспользуемся средствами имитационного моделирования.

Для каждой вершины v_k и ребра (v_i, v_k) необходимо сгенерировать последовательности N случайных чисел $\{t_1^{(k)}, t_2^{(k)}, \dots, t_N^{(k)}\}$ и $\{t_1^{(ik)}, t_2^{(ik)}, \dots, t_N^{(ik)}\}$, имеющих плотности вероятности $f_k(t)$ и $f_{ik}(t)$, соответственно. Тогда, при $S = \{v_{k_1}, v_{k_2}, \dots, v_{k_m}\}$, в силу формулы (2.3), функция распределения $F_S(t)$ аппрок-

симируется эмпирической функцией распределения $F_S^N(t)$, которая строится по выборке

$$\left\{ \sum_{j=1}^m t_1^{(k_j)} + \sum_{j=1}^{m-1} t_1^{(k_j k_{j+1})}, \sum_{j=1}^m t_2^{(k_j)} + \sum_{j=1}^{m-1} t_2^{(k_j k_{j+1})}, \dots, \sum_{j=1}^m t_N^{(k_j)} + \sum_{j=1}^{m-1} t_N^{(k_j k_{j+1})} \right\}. \quad (2.16)$$

Другими словами, мы разыгрываем N раз каждую из случайных величин T_k и T_{ik} . Затем для каждого розыгрыша вычисляем по формуле (2.16) значение времени, которое необходимо для прохождения груза по пути S . В итоге получаем выборку из N значений случайной величины $T(S)$. По этой выборке строим эмпирическую функцию распределения $F_S^N(t)$ [88].

Таким образом, функцию $F_S(t)$ в определении функционала $\Theta(S)$ необходимо заменить ее приближением $F_S^N(t)$. При этом функционал $\Theta(S)$, который участвует в формулировке задачи (2.4), будет зависеть от N . Однако, в силу того, что при больших значениях N функция $F_S^N(t)$ мало отличается от $F_S(t)$, мы не будем различать функции $F_S^N(t)$ и $F_S(t)$ в определении функционала $\Theta(S)$ и, соответственно, в формулировке задачи (2.4). То есть всюду далее под функцией $F_S(t)$ мы будем понимать функцию $F_S^N(t)$.

Выбор функционала $\Theta(S)$

Поскольку в данном случае функция $F_S(t)$ получена как эмпирическая функция распределения для выборки (2.16), то с прикладной точки зрения будет более удобно определить функционал непосредственно через элементы выборки (2.16), а не с помощью построенной на ее основе функции $F_S(t)$.

Обозначим элементы выборки (2.16) через $\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_N$ и продемонстрируем выбор функционала $\Theta(S)$ на некоторых наиболее типичных примерах.

1. *Минимизация среднего времени доставки груза.* Если необходимо минимизировать среднее время прохождения груза по логистической цепочке, то в качестве $\Theta(S)$ естественно взять выборочное среднее:

$$\Theta(S) = \bar{\tau} = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N \tau_k. \quad (2.17)$$

2. *Минимизация неопределенности (временной волатильности).* Здесь под неопределенностью мы понимаем величину возможных отклонений времени доставки от своего среднего значения. В качестве меры неопределенности можно взять выборочное среднее квадратичное отклонение:

$$\Theta(S) = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{k=1}^N (\tau_k - \bar{\tau})^2}. \quad (2.18)$$

3. *Максимизация доли грузов, доставленных не позднее указанного срока.* В практике логистических перевозок часто возникают ситуации, когда время доставки груза не должно превышать некоторого значения τ^* (например, при доставке скоропортящихся грузов). Чтобы максимизировать долю таких поставок, необходимо минимизировать долю поставок, которые требуют времени больше, чем τ^* . В этом случае

$$\Theta(S) = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N B(\tau_k, \tau^*), \quad (2.19)$$

где

$$B(x, y) = \begin{cases} 1 & \text{при } x > y, \\ 0 & \text{при } x \leq y. \end{cases}$$

4. *Минимизация времени доставки заданной доли грузов.* Формула (2.19) показывает, как найти долю грузов, для доставки которых требуется не более τ^* единиц времени, но во многих случаях приходится иметь дело с обратной задачей: найти минимально возможное значение времени, которое является достаточным для осуществления заданной доли перевозок. Другими словами, необходимо найти такое значение τ_λ^* , что не менее λ -й доли перевозок осуществляется за время, не превосходящее τ_λ^* . Чтобы минимизировать время τ_λ^* , необходимо в задаче (2.4) выбрать

$$\Theta(S) = \tau_{\lambda}^* = \min \left\{ \tau : \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N (1 - B(\tau_k, \tau)) \geq \lambda \right\}. \quad (2.20)$$

5. *Максимизация доли грузов, время доставки которых отличается от среднего времени доставки не более, чем на заданное значение.* Неопределенность времени доставки груза можно характеризовать не только выборочным СКО (2.18), но и другими величинами. В частности, можно говорить о доле грузов, время доставки которых отличается от среднего времени поставки $\bar{\tau}$ не более чем на некоторую заданную величину $\Delta\tau$. Чтобы максимизировать долю таких грузов, необходимо минимизировать долю грузов, время доставки которых лежит вне диапазона $(\tau - \Delta\tau; \tau + \Delta\tau)$. Это означает, что в качестве $\Theta(S)$ необходимо выбрать

$$\Theta(S) = \frac{1}{N} \left[\sum_{k=1}^N (1 - B(\tau_k, \tau - \Delta\tau)) + \sum_{k=1}^N B(\tau_k, \tau + \Delta\tau) \right]. \quad (2.21)$$

2.4 Количественная формализация экологических факторов при моделировании «зеленой» цепи поставок

Роль транспортно-логистических систем в жизни современного общества огромна. Подобно кровеносной системе человека, транспорт обеспечивает мобильность населения и географическую доступность грузов и пассажиров.

Однако наряду со всеми преимуществами современных видов транспорта, он является одним из самых главных факторов негативного влияния на окружающую среду. Его наиболее злободневные проблемы: загрязнение воздуха, воды, почвы, шумовые и вибрационные воздействия, накопление пыли и мусора. Согласно современным исследованиям, транспортным системам принадлежит 25 % выбросов углекислого газа [90] и 23 % общего потребления энергии [91], что предполагает большие финансовые затраты, уязвимость в связи с повышением цен на топливо, нанесение вреда окружающей среде из-за использования невозобновляемых ископаемых видов топлива (95 %).

По данным Национальной академии наук США, автомобили в крупных городах являются причиной 20–25 % заболеваний, ведь более 50 % загрязнения городской атмосферы происходит от транспорта [92]. По мнению авторов работы [93], на долю автотранспорта приходится более 97 % суммарного выделения пыли в атмосферу карьера и т.д.

Однако вред окружающей среде наносится не только транспортными средствами, но и транспортными сооружениями, а строительство, в частности, дорог, препятствует естественной миграции и перемещению многих биологических видов, населяющих природную среду [94]. Поэтому в настоящее время строительство любого объекта транспортно-логистической инфраструктуры невозможно без учета его экологического воздействия на окружающую среду.

Все перечисленные факторы обуславливают актуальность настоящего исследования. Назрела необходимость комплексной оценки экологических последствий от функционирования транспортно-логистических систем на среду обитания человека. Успешно решить такую задачу можно, лишь опираясь на концепцию устойчивого развития, которая учитывает не только экономический и социальный факторы в системе показателей природопользователей, но и экологический фактор.

Канадский ученый Т. Литман определяет задачи устойчивого развития современных транспортных систем, обобщив результаты более 150 исследований [95], а в [96] автор полагает, что интеграция интенсивно взаимосвязанных экономических, экологических и социальных аспектов устойчивости дает «тройной практический результат». С опорой на эти научные результаты, а также матрицу устойчивого развития [97] автором разработана матрица «зеленой» цепи поставок (рисунок 2.2).



Рисунок 2.2 – Матрица «зеленой» цепи поставок

Таким образом, фундаментом устойчивой транспортно-логистической политики является универсальная интеграция. Степень же поддержания требуемой устойчивости транспортной отрасли зависит не только от экономической и социальной оценки, но и от экологической оценки.

Анализ транспортных систем европейских стран показал, что в Европе накоплен положительный опыт по оценке воздействия транспортной отрасли на окружающую среду. Автором изучен опыт стран, входящих в Евросоюз, где разработан алгоритм оценки воздействия на окружающую среду, состоящий из семи этапов [96]: на первом этапе готовится документация и затем передается экспертам для оценки, далее, по требованию экспертов, предоставляется дополнительная документация и выполняется непосредственно оценка воздействия на окружающую среду. На пятом этапе проводятся общественные слушания, после которых утверждается окончательный эксперт, на заключительном этапе готовится финальный отчет.

Российские ученые также активно занимаются проблемой экологического обоснования хозяйственных решений; аналитический обзор методов [98], применяемых при экологической экспертизе, представлен в таблице 2.3.

Таблица 2.3

Методы	Применение в экологическом аудите	Достоинства	Недостатки
Экспертных оценок	Опыты, практика, знания, интуиция	Дает возможность прогнозировать состояние окружающей среды на определенный срок	Мало знаний о множественных связях и границах устойчивости природных систем
Экстраполяции	Прошлые и текущие наблюдения	Можно наблюдать будущее состояние окружающей среды	Трудно выявить характеристики, показывающие связи между происходящим в настоящее время и последующим
Аналогий	Аналог	Можно наблюдать идентичные характеристики	Наблюдаемые характеристики однопорядковые, не комплексные
Матрицы	Прямые матрицы	Возможны оценки воздействия всех типов проектов строительства, выявление совокупности влияний и последствий	Не различает кратковременные и долгосрочные воздействия, не достигается оценка изменчивости среды, учитывает эффекты взаимодействия только первого порядка
Сетевые графики	Графики	Возможно исследование экологических воздействий на систему в целом и на отдельные подсистемы	Требуется дополнительно применять аппарат матриц или какой-либо другой метод анализа воздействия на природные комплексы
Численное моделирование	Цифровые шкалы	Количественная оценка величины значений и относительной роли различных воздействий	Нельзя выявить эффекты второго и более высокого порядков

Из таблицы 2.3 видно, что все перечисленные методы, применяемые в настоящее время для оценки экологического состояния функционирования транспортно-логистических систем, – это, как правило, однопорядковые методы, они не обладают свойством комплексного учета различных факторов ни в процессе экс-

плуатации, ни в процессе строительства объектов транспортно-логистического комплекса.

Неэффективное строительство транспортных сетей увеличивает интенсивность движения, а значит, возрастают транспортные заторы. Перегруженность улично-дорожной сети снижает скорость и регулярность доставки грузов и пассажиров, провоцирует рост себестоимости перевозки, увеличение транспортной усталости участников движения и потерю времени, снижает безопасность движения и качество жизни людей в целом. Вопросам грамотного размещения транспортно-логистических объектов уделялось серьезное внимание в трудах зарубежных [99–101] и российских ученых [102–105]. Однако 58 % опрошенных руководителей муниципалитетов считают важным получать информацию о лучших международных и российских практиках в области устойчивого развития территорий, в т.ч. транспортных. С их точки зрения, наиболее серьезное препятствие для реализации мероприятий в сфере устойчивого развития регионов – отсутствие релевантного опыта в области реализации «устойчивых» инициатив и недостаток соответствующей информации.

Вышесказанное подтверждает необходимость перехода на адекватный современным реалиям учет экологической оценки деятельности транспортно-логистических систем (ЦП) и его постепенный перевод на принципы «зеленой» логистики.

Классификация воздействий и подходы к экологической оценке

Экологическую проблему как негативное изменение природной среды в результате взаимодействия общества и природы, которое ведет к нарушению структуры и функционирования природных систем (ландшафтов) можно оценить по работе [106]. Автор выделяет три группы проблем:

- антропоэкологические (изменение условий жизни и здоровья населения);
- природоресурсные (истощение и утрата природных ресурсов, ухудшение хозяйственной деятельности на территории);

– ландшафтно-генетические (нарушение целостности ландшафтов).

Для определения сводной экологической оценки (СЭО) ученый предлагает использовать среднее геометрическое экологических оценок (ЭО):

$$СЭО = \sqrt[m]{ЭО_1 \cdot ЭО_2 \cdot \dots \cdot ЭО_m}, \quad (2.22)$$

где m – число экологических оценок.

Среднее геометрическое хорошо подойдет для расчета сводной оценки, если важно учесть какой-либо лимитирующий признак [107].

Анализ научной литературы [108–113] позволил нам разработать классификационную схему экологических факторов, которые появляются в результате деятельности именно транспортного комплекса. Прежде всего все факторы подразделяются: 1) на факторы, негативно влияющие на окружающую среду, при строительстве транспортной инфраструктуры и 2) негативные факторы, появляющиеся непосредственно в процессе эксплуатации транспортно-логистических систем. Каждая из этих групп подразделяется еще на три подгруппы (рисунок 2.3):

- отходы;
- энергопотребление;
- физическое воздействие на биосферу.

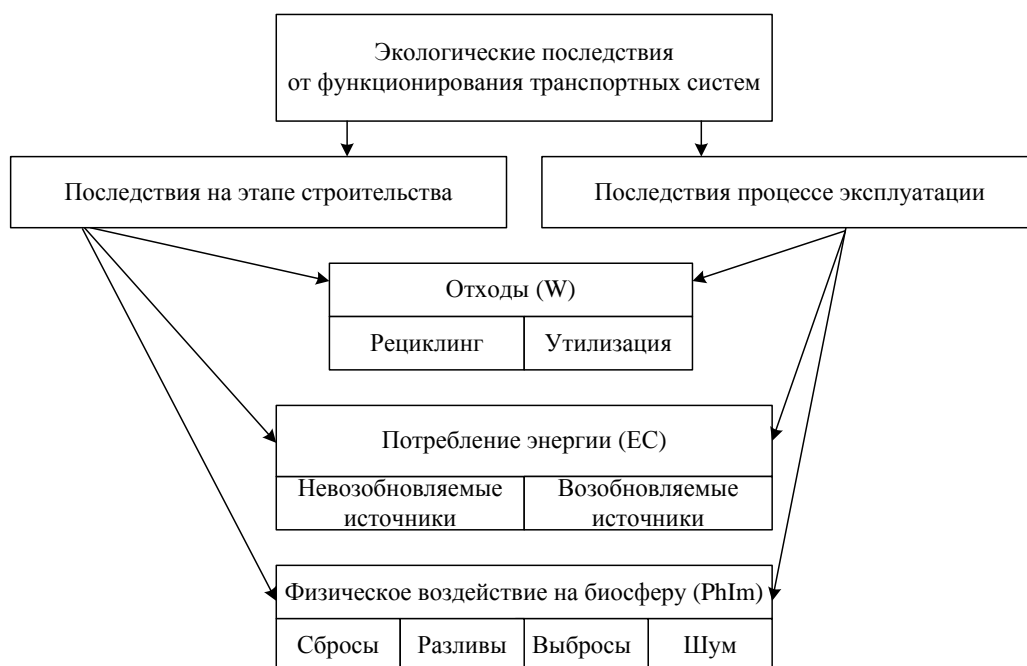


Рисунок 2.3 – Классификация экологических последствий функционирования транспортных систем

Эти подгруппы факторов, присутствуют как на этапе строительства, так и на этапе эксплуатации транспортных систем. Тогда комплексную оценку (на основе мультипликативной свертки), которая интегрально будет учитывать экологические последствия от работы транспорта, рассчитаем как среднегеометрическую величину:

$$K_0 = \sqrt[3]{K_W K_{EC} K_{PhIm}}, \quad (2.23)$$

где K_W – коэффициент, учитывающий работу вида транспорта с отходами (от англ. wastes);

K_{EC} – коэффициент, учитывающий энергопотребление вида транспорта (от англ. – energy consumption);

K_{PhIm} – коэффициент, учитывающий физическое воздействие вида транспорта на биосферу (выбросы в атмосферу NO_x , SO_x , разливы нефти, сбросы в почву и водоемы, шум и др.) (от англ. – physical impact).

Особенность интегральной оценки на основе мультипликативной свертки, по сравнению с интегральной оценкой на основе аддитивной свертки или на основе метрического критерия, получилась весьма чувствительной к минимально допустимым значениям своих составляющих, что особенно важно при отборе «зеленых» цепей поставок в первом приближении.

При оценке функционирования транспортно-логистических систем большое внимание уделяется выбросам в атмосферу. Так, ГОСТ Р 56267–2014/ISO/TR 14069:2013 «Газы парниковые. Определение количества выбросов парниковых газов в организациях и отчетность. Руководство по применению стандарта ИСО 14064-1» идентичен международному документу ISO/TR 14069:2013* «Газы парниковые. Определение количества выбросов парниковых газов в организациях и отчетность. Руководство по применению стандарта ИСО 14064-1» (ISO/TR 14069:2013 «Greenhouse gases – Quantification and reporting of greenhouse gas emissions for organizations – Guidance for the application of ISO 14064-1») [114].

Выбросы при транспортировании обусловлены сгоранием топлива в движущихся источниках горения, которые не принадлежат отчетной организации и

не контролируются ею. Следует учитывать все типы транспорта: автодорожный, железнодорожный, воздушный и водный (все они – источники выбросов). Выбросы при грузовых перевозках могут быть вызваны действиями как прямых, так и промежуточных поставщиков в цепочке поставок.

Наиболее точное количественное определение выбросов возможно, если известны пройденное расстояние для каждого типа транспортных средств (железнодорожные, автомобильные, воздушные, водные) и вид каждого топлива. Пройденное расстояние определяется каждым поставщиком, и организация должна знать, какую часть этого расстояния ей отнести на свой счет. Если поставщик выполняет специальную перевозку для организации, то соответствующие выбросы должны быть отнесены на счет деятельности организации. Если поставщик при этом заезжает к другим клиентам/заказчикам, то должна учитываться лишь часть пройденного расстояния, пропорциональная массе, объему или величине, заданной экономическими правилами. При этом суммарные значения выбросов при грузовых перевозках умножаются на отношение массы, объема или значения экономической оценки для груза организации к массе, объему или значению оценки для всего груза, перевозимого поставщиком.

При использовании грузовиков вводятся корректировки с учетом среднего расхода топлива на один километр для загруженного грузовика и для порожнего грузовика по пути обратно.

Первым шагом моделирования выбросов для грузовиков является определение расхода топлива на километр, умножаемого далее на пробег. Для расчетов используется Corpert 4 – пакет для вычислений загрязняющих выбросов дорожного транспорта, в котором учитываются:

- тип используемого грузовика (характеристики двигателя и т.д.);
- средняя скорость;
- средний уклон дороги;
- загрузка транспортного средства.

Пакет Corpert 4 используется во всей Европе, его разработка финансируется Европейским агентством по охране окружающей среды (ЕЕА). Применяемые

в нем методы входят в совместный проект Artemis (36 организаций) из 15 европейских стран, направленный на гармонизацию выбора коэффициентов выбросов в Европе.

Точность данного подхода зависит от точности коэффициентов выбросов парниковых газов, выбранных для конкретных объектов или полученных путем расчета (оценки).

Выводы по главе 2

1. В данной главе введено понятие «транспортно-логистическое пространство» и на его основе строго сформулирована задача выбора оптимальной «зеленой» цепи поставок в виде задачи многокритериальной оптимизации, где в качестве критериев наряду с экологическим фактором и стоимостью используется фактор времени.

2. В рамках реализации и детализации задачи выбора оптимальной «зеленой» цепи поставок детально проанализировано влияние фактора времени. На основе проведенного анализа предложено рассматривать время выполнения элементарной логистической операции как случайную величину, причем показано, что такая случайная величина имеет бета-распределение.

3. Также в рамках задачи выбора оптимальной «зеленой» цепи поставок предложена имитационная модель, с помощью которой можно получить эмпирический закон распределения времени прохождения груза по цепи поставок.

4. На основе концепции устойчивого развития в диссертации разработана матрица «зеленой» цепи поставок, в которой оптимальным образом сочетаются принципы и требования общества, экономики и окружающей среды.

5. Проведена классификация экологических последствий от функционирования и строительства объектов транспортно-логистической инфраструктуры, на основе которой предложен расчет комплексной экологической оценки «зеленой» цепи поставок.

3. ОРГАНИЗАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ «ЗЕЛЕННЫХ» ЦЕПЕЙ ПОСТАВОК В МЕЖДУНАРОДНОМ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКОМ ПРОСТРАНСТВЕ С УЧЕТОМ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

3.1 Социально-экономическая эффективность и результативность функционирования «зеленых» цепей поставок

Результативность является следствием того, что «делаются нужные, правильные вещи» (doing the right things) [115]. При рассмотрении эффективности как характеристики цепи поставок, где внутренние связи между элементами являются основным системообразующим фактором, более точным будет выражение вектора, означающее перемещение соотношения «результативность и эффективность» в пространстве и времени.

Повысить эффективность в «зеленых» цепях поставок можно прежде всего на основе адекватного экономического учета экологических факторов. Особенно важна адекватная оценка экологического фактора на макроуровне при определении направлений социально-экономического развития в различных странах. Недооценка природных ресурсов и экологического ущерба приводит к искажению показателей экономического развития и прогресса, что, в свою очередь, ведет к выбору неэффективного социально-экономического направления развития транспортно-логистической отрасли. Имеющиеся сейчас в этой сфере традиционные макроэкономические показатели (валовый внутренний продукт (ВВП), валовый национальный продукт (ВНП), доход на душу населения и пр.) игнорируют экологическую составляющую. Рост этих показателей сегодня может базироваться на техногенном природоёмком развитии. Тем самым создается вероятность резкого ухудшения экономических показателей в будущем из-за истощения природных ресурсов и загрязнения окружающей среды. Поэтому ориентация на традиционные экономические показатели в ближайшей перспективе может иметь самые негативные последствия. Требуется экологическая корректировка показателей прогресса транспортной отрасли на основе концепции устойчивого развития.

Международными организациями и отдельными странами предлагаются критерии и индикаторы устойчивого развития, содержащие весьма сложную систему показателей. Разработка индикаторов устойчивого развития – зачастую комплексная и дорогостоящая процедура, требующая большого количества информации, получить которую сложно или вообще невозможно.

В настоящее время оценка эффективности развития региональных транспортных систем, к сожалению, не имеет общепринятого методологического решения [116.]

С нашей точки зрения, классический расчет эко-эффективности хорошо представлен в статьях [117, 118]. В другой статье в качестве показателей при оценке экономической эффективности экологических проектов с учетом временных характеристик предложен алгоритм расчета на основе чистого дисконтированного дохода, индекса доходности инвестиций [119].

Экологическая эффективность производства можно оценить по шести индикаторам антропогенного воздействия на среду [120]. Для получения интегрального значения \mathcal{E}_3 использована процедура нормирования каждого вида воздействий на выручку или персонал. Далее для всей совокупности предприятий определены средние значения каждого из нормированных воздействий, которые приняты за норму, равную 100 %. Соответственно каждое из шести типов воздействия любого предприятия можно выразить в процентах к уровню, принятому за 100, просуммировать шесть оценок и разделить на шесть. Полученное соотношение экологических воздействий и экономического потенциала ($\mathcal{E}_3/\mathcal{E}_2$) по сути является обратной величиной к экологической эффективности, которая вычисляется путем соответствующего преобразования.

В работе [121] сделана попытка использовать для оценки эффективности инновационных процессов применительно к железнодорожному транспорту наряду с существующими синтетическими показателями и интегральные, рассчитанные как среднегеометрические величины. Так, интегральный показатель экологической эффективности (E_{ee}) определяется на основе синтетических показателей по следующей формуле:

$$E_{ee} = \sqrt[3]{K_{\text{Э}} K_{\text{СВ}} K_{\text{СШ}}}, \quad (3.1)$$

где $K_{\text{Э}}$ – коэффициент эргономичности (шум, вибрация и т.д.);

$K_{\text{СВ}}$ – коэффициент снижения выбросов в атмосферу;

$K_{\text{СШ}}$ – уровень снижения штрафов за нарушение экологического равновесия.

Экоэффективность, согласно теории устойчивого развития, является лишь частью эффективности на транспорте и служит индикатором его деятельности. Понятие «эффективность логистических систем» подробно рассмотрено в статье [122], где отмечено, что для определения эффективности существует самая общая и универсальная формула расчета: эффективность (ε) равна отношению полезных конечных результатов (R) к затраченным ресурсам (затратам – Z):

$$\varepsilon = \frac{R}{Z}. \quad (3.2)$$

Для нашего рассмотрения определим эффективность как ценность (Value), которую клиент готов заплатить за конкретную транспортно-логистическую услугу и которая порождает восприятие преимуществ (perception of benefits), последнее клиент получает при покупке конкретной услуги. Значение может быть определено по формуле [123]:

$$\text{Value} = \frac{\text{perception of benefits}}{\text{costs of ownership}}.$$

Экономическая эффективность или ценность требует управления затратами (costs of ownership) с акцентом на логистические затраты. Основой управления затратами является оптимальное планирование, управление и мониторинг расходов. Величина затрат зависит от влияния различных факторов, в том числе цена покупки, оптимизация логистических процессов и потребления сырья, энергии, амортизации транспортно-логистического оборудования, а также использование рабочего времени – основного элемента бизнес-процессов.

Доля логистических издержек в общей стоимости готовой продукции в США составляет 60 %, в Западной Европе – до 54 %, в Китае – 48 %, в России –

до 30 % [124–126]. Этот показатель меняется в зависимости от индивидуальных отраслей экономики. Кроме того, логистические затраты изменяются в зависимости от этапа развития общества. В их состав могут входить: расходы на приобретение, транспортные расходы, внутренние затраты на логистику, затраты на хранение и материальные запасы, расходы на сбыт, расходы на послепродажный сервис, прочие расходы по проведению логистической деятельности.

Для определения эффективности (ценности) «зеленых» цепей поставок автором проведен анализ эволюции развития современного общества (см. таблицу 1.2), который позволил проследить организационно-технологические связи при формировании цепочек взаимодействия в бизнес-среде (таблица 3.1) и вывести формулу для расчета эффективности «зеленой» цепи поставок (ЗЦП).

Таблица 3.1

	Рыночная среда			Устойчивое развитие
Концепция управления	Менеджмент	Маркетинг	Логистика	Экологистика
Цепочки взаимодействий	Производственные цепочки	Сбытовые цепочки	Логистические цепи поставок	«Зеленые» цепи поставок
Характеристика				
Экономики	Повышение производительности труда	Повышение качества услуг	Повышение качества труда	Повышение качества жизни
Общества	Улучшение условий труда	Усиление мотивации внешних и внутренних клиентов	Улучшение сервиса транспортно-логистического обслуживания	Обеспечение равных возможностей для интеграции различных регионов и участников ЦП в ТЛП
Окружающей среды	Дотации у природы	Принцип разумной достаточности	Принцип справедливости	Принцип трансформации (шанс справиться с неопределенностью)
Определение эффективности				
Ценность	$V = \frac{P}{C} \quad (3.3)$	$CV = \frac{Q}{C} \quad (3.4)$	$CV = \frac{Q \cdot s}{C \cdot t} \quad (3.5)$	$CV = \frac{QL}{C \cdot t \cdot e} \quad (3.6)$

Рассмотрим подробнее формулы (3.3)–(3.6) определения эффективности из таблицы 3.1.

$$V = \frac{P}{C}, \quad (3.3)$$

где V (от англ. value) – ценность услуги в условиях ненасыщенного рынка; P – продукт (product) или услуга, отнесенный к затратам C (costs) на его/ее производство.

По мере насыщения рынка определяется не просто ценность, а потребительская ценность CV (customer value):

$$CV = \frac{Q}{C}, \quad (3.4)$$

где оптимальным образом сочетаются цена C (costs) и качество Q (quality) товара или услуги.

В условиях перенасыщенного рынка важную роль начинают играть время t обслуживания клиентов и предоставляемый им сервис s (service). Формула (3.4) приобретает вид

$$CV = \frac{Q \cdot s}{C \cdot t}. \quad (3.5)$$

Сначала (на этапе логистики) качество рассматривается как функциональное предложение. Функция обеспечения качества охватывает весь спектр логистического бизнеса. Обеспечение качества в логистической цепи поставок представляет собой комплекс мер, направленных на достижение всех требований и ожиданий потребителей, владельцев и впоследствии – требований по охране окружающей среды.

Компании – участники ЦП с социально ответственным поведением добиваются не только хорошего воздействия на общество и окружающую среду, но и на собственный бизнес: повышается их репутация в обществе, привлекается и удерживается мотивированный персонал, снижаются эксплуатационные расходы, ставятся глобальные бизнес-цели, поддерживаются маркетинговые цели, развивается стратегическое партнерство участников «зеленых» цепей поставок.

Потребитель же трансформируется в социально ответственного гражданина, ценностью (CV – civic value) которого становится не просто качество отдельного товара или услуги, а качество всей жизни (QL – the quality of life) в целом:

$$CV = \frac{QL}{C \cdot t \cdot e}, \quad (3.6)$$

где e – факторы экологически неблагоприятного воздействия транспортно-логистического бизнеса на окружающую среду.

Итак, ценность или эффективность (ε) – важный критерий результативности «зеленых» цепей поставок. На схеме (рисунок 3.1) представлены и другие критерии результативности классической цепочки поставок и их трансформация в критерии результативности «зеленой» цепи поставок (ЗЦП): экологическая безопасность, величина, обратная рискам, ($1/R$) и качество трудовой жизни (Q).

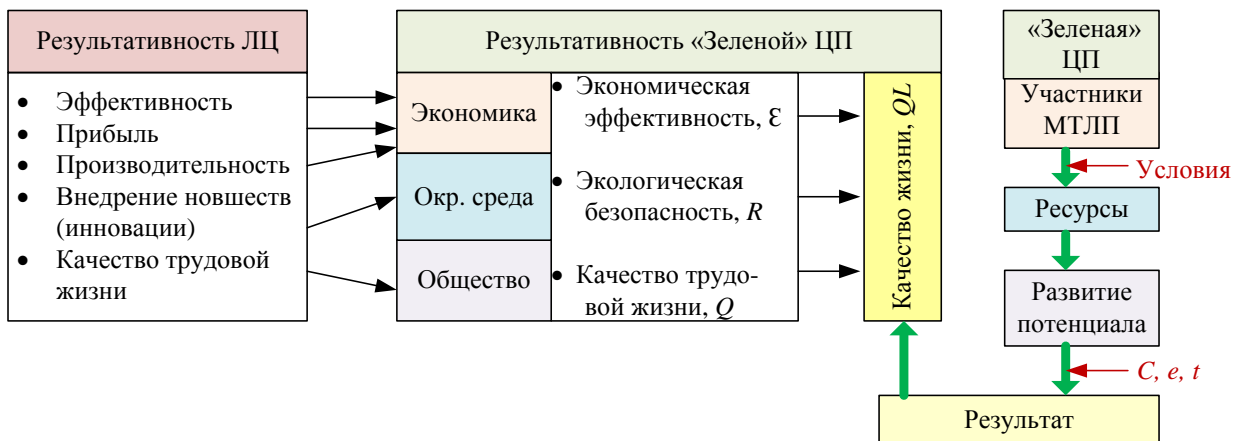


Рисунок 3.1 – Трансформация критериев результативности обычных цепей поставок в ЗЦП

Реализация эффекта ценностей «зеленых» цепей поставок проявляется в высокой степени удовлетворения клиентов и минимизацией всех ресурсов и ведущее к главной цели – повышению качества жизни.

Для оценки качества жизни в США разработан опросник SF-36 health status survey, состоящий из 11 разделов. Результаты в опроснике представляются в виде

оценок в баллах по восьми шкалам, составленным таким образом, что более высокая оценка указывает на лучшее качество жизни [127].

С определенным приближением, в качестве показателя качества жизни можно использовать и индекс человеческого развития ООН. Он строится по следующим направлениям: уровень дохода в стране или регионе, продолжительность жизни, доступ к знаниям и др. [128].

Измерителем качества жизни в различных странах служат различные индексы качества жизни, среди которых следует выделить Better Life Index, рассчитываемый Организацией экономического сотрудничества и развития [129].

Субъективную оценку качества жизни можно также измерить при помощи социологических опросов. Для этого используется широкий набор социологических инструментов [130]. Наиболее весомым интегральным показателем, характеризующим субъективную оценку качества жизни, является удовлетворенность человека своей жизнью [131]. То есть на сегодняшний день в мировом научном и бизнес-пространстве нет общепринятой оценки качества жизни.

В Российской Федерации также разработана «Методика комплексной оценки качества жизни населения в регионах России» [132]. В результирующем сводном (интегральном) индексе качества жизни населения объединены семь функциональных блоков, включающие 19 частных (базовых) репрезентативных показателей. К числу ключевых компонентов качества жизни населения в регионах и важнейших направлений его комплексной оценки отнесены: уровень доходов населения, уровень развития потребительского рынка, обеспеченность населения жильем и качество жилищных условий, обеспеченность населения основными материальными благами, уровень развития здравоохранения и образования, состояние окружающей природной среды, состояние рынка труда и миграционная привлекательность.

Но в России до конца еще не выработано единого подхода не только к методике оценки качества жизни, но и к определению самой категории «качество жизни». Это предстоит сделать в самом ближайшем времени, а пока отсутствие такого подхода мешает и развитию идеологии «зеленых» цепей поставок.

Таким образом, одним из важных этапов повышения эффективности цепей поставок сегодня следует считать переход от традиционного анализа на заданном отрезке времени t отраслевого валового продукта к его уточненному понятию с учетом неопределенности и рисков возникновения неблагоприятных событий.

3.2 Обоснование снижения неопределенности и уменьшение рисков в «зеленых» цепях поставок

Неопределенность является одной из главных проблем в теории управления цепями поставок. В современных условиях вопросы оптимизации решений в условиях неопределённости в задачах управления цепями поставок требуют серьезной проработки.

Методы теории принятия решений в условиях неопределенности позволяют, с одной стороны, находить наилучшие решения для каждого конкретного лица, принимающего решения (ЛПР), а с другой, учитывать временные особенности различных логистических операций в различных звеньях цепи поставок. Каждое ЛПР может иметь свое отношение к рискам или потерям в рамках анализируемых сценариев [133]. Для одной и той же задачи формирования «зеленой» цепи поставок в условиях неопределённости наилучшее решение будет разным для разных ЛПР. Поэтому в диссертации будет предложен алгоритм формирования не просто одной «зеленой» цепи поставок, а целого транспортно-логистического пространства, состоящего из множества «зеленых» цепей поставок в условиях неопределённости.

Неопределенность – многозначное понятие, характеризующееся большим количеством значений. В первой главе была предложена классификация неопределенности в ЦП в условиях возникновения «эффекта хлыста», или bullwhip-effect. Но существуют и другие классификации видов неопределенности в ЦП, например, в работе [134] выделены четыре основные группы источников неопределённости: неопределенность среды, поведенческая неопределенность, неопределенность целей и персоналистическая и логическая неопределенность. При

этом автор отметил, что предложенный вариант классификации не отражает всю сложность взаимосвязей в цепи поставок.

Современная логистическая наука обладает определенным управленческим инструментарием, позволяющим максимально снижать неопределенность в цепях поставок:

- улучшение координации и информационного обмена всех участников ЦП;
- интеграция в цепочки поставок дополнительных звеньев (склады, страховые запасы, запасы мощности),
- интеграция в ЦП систем мониторинга риска.

Анализируя эволюцию развития управленческих концепций (дополним таблицы 1.2 и 3.1, результат сведен в таблицу 3.2), мы более подробно остановились на анализе неопределенности.

Таблица 3.2

	Рыночная среда			Устойчивое развитие
Концепция управления	Менеджмент	Маркетинг	Логистика	Эко-логистика
Бизнес-цепочки	Производственные цепочки	Сбытовые цепочки	Логистические цепи поставок	«Зеленые» цепи поставок
Характеристика				
Рынка	Рынок не насыщен	Рынок стремится к насыщению	Рынок перенасыщен	Трансформация рынка
Проблемы неопределенности				
Неопределенность	Ценовая	Информационная	Координационная	Трансформационная

Как видно из таблицы 3.2, для различных состояний рынка и различных бизнес-цепочек характерен свой тип неопределенности. Так, на этапе менеджмента, при ненасыщенном рынке была ценовая неопределенность, по мере насыщения и расширения рынка, когда участники испытывали недостаток в обмене информацией, неопределенность стала информационной. В условиях перенасыщен-

ного рынка и усиления конкуренции отдельные участники логистических цепей поставок могли произвольно изменить размеры заказов, что негативно сказывалось на всей цепи (эффект хлыста, или bullwhip-effect, о котором мы говорили в главе 1), неопределенность стала носить организационно-технологический или координационный характер [135]. Все перечисленные рыночные концепции управления по-своему справлялись с решением задачи неопределенности на своем этапе развития.

В настоящее время общество находится на этапе перехода на принципы новой концепции управления – эколого-логистической, где для решения проблем неопределенности необходимы инструменты оценки факторов «время» и «экологии», что позволит перевести (трансформировать) неопределенность в зону риска, а значит, эффективней управлять «зелеными» цепями поставок.

На содержательном уровне под термином «риск» понимается возможная опасность потерь, вытекающая из специфики тех или иных явлений природы и человеческой деятельности. Риск может выступать в качестве различных категорий: это и историческая, и социально-психологическая, и экономическая категории, в том числе и формально-математическая категория.

Отметим, в частности, что риск как экономическая категория обуславливается группой случайных событий, каждое из которых может произойти или не произойти. При реализации конкретного события из указанной группы соответствующие оценки конечного результата на качественном уровне могут характеризовать три типа возможных экономических результатов:

- отрицательный (проигрыш, ущерб, убыток);
- нулевой (статус-кво);
- положительный (выигрыш, выгода, прибыль).

С понятием «риск» связывают, как правило, вероятность отрицательного (в некоторых ситуациях и нулевого) экономического результата. В зависимости от основной причины возникновения [136], риски подразделяются: на природно-

естественные, экологические, несчастных случаев, политические, транспортные, коммерческие.

Предметом научного интереса в настоящем исследовании выступают транспортные риски – риски, связанные с перевозками грузов различными видами транспорта: автомобильным, морским, речным, железнодорожным, авиационным и т. д.

Общепринятая схема учета факторов риска при организации цепей поставок включает 4 этапа: идентификацию рисков, их оценку, выработку управленческих решений и разработку систем мониторинга.

Оценкой величины риска (или просто риском) называется величина, которую далее обозначим через R (от англ. risk) и определим равенством:

$$R = P(x), \quad (3.7)$$

где $P(x)$ — вероятность события, обозначенного в скобках. Другими словами, величина риска для ситуаций рассматриваемого типа определяется как вероятность наступления соответствующего неблагоприятного события.

Применительно к «зеленым» цепям поставок количественное определение рисков $R_0(t)$ становится принципиально важным. Данные о вероятностях $P_{0i}(t)$ возникновения неблагоприятных i -ситуаций при заданном t , а также данных об ущербах $U_{0i}(t)$ от таких ситуаций [137].

$$R_0(t) = \sum_i \{P_{0i}(t) \cdot U_{0i}(t)\}. \quad (3.8)$$

Заметим, что очевидным математическим аспектом такого подхода к определению величины риска является возможность использования соответствующих методов, приемов и правил теории вероятностей, математической статистики и математической теории надежности для определения показателя величины риска применительно к анализируемым логистическим процессам в рамках конкретной системы логистики. При этом математическая теория надежности дает и соответствующие подходы и методы управления такими рисками, основанные на использовании различных видов избыточности (структурной, аппаратной, технологиче-

ской, временной, информационной и т.д.) для снижения вероятности наступления соответствующего неблагоприятного события.

Рисками можно управлять, используя различные приемы, методы, средства и подходы для перераспределения соответствующего возможного экономического результата с целью достижения наилучшего или более приемлемого баланса между ожидаемым доходом и соответствующим риском. Поскольку влияние риска на глобальную систему поставок возросло, организации прилагают большие усилия, чтобы разработать стратегии для управления этими рисками. Наилучший способ для любой организации неизбежно будет зависеть от множества факторов – от природы своей продукции и производственных процессов и ее финансовой устойчивости. Но наиболее успешные подходы разделяют некоторые общие признаки.

Многие компании прикладывают усилия по управлению рисками, пытаясь их понять (в самом простом случае – это попытки оценки рисков для количественной оценки вероятности риска и его финансовые последствия).

Такой подход может быть полезным – он помогает компаниям определить приоритетные риски в цепи поставок. Но чтобы быть действительно значимыми, эти анализы должны охватывать более полную картину характеристик риска.

Специалисты консалтинговой компании Accenture, например, рекомендуют организациям добавлять еще четыре аспекта оценки рисков системы поставок: трудность обнаружения риска наперед, ведущий интервал между обнаружением и воздействием риска, стоимость восстановления от рискового события, а также инвестиции, необходимые удерживания стратегии смягчения на месте [138].

Но риски без учета сети их влияния не могут быть полностью поняты системами поставок. Задержки на одном транспортном направлении могут мало значить в регионе с развитой транспортно-логистической инфраструктурой и множеством резервных мощностей, но они быстро становятся критическими, если такие мощности отсутствуют.

Ведущие компании разрабатывают процессы для систематического сбора и анализа данных рисков системы поставок. Лучше всего использовать марки не-

скольких источников данных – от поставщиков внешних данных, таких открытых источников, как социальные медиа, а также клиентов, поставщиков и собственных сотрудников, чтобы выявлять потенциальные проблемы на ранней стадии. Самые лучшие организации интегрируют использование этих данных в их повседневной системе управления.

Ведущие компании часто создают кросс-функциональные помещения для управления перебоями в цепочках поставок. Это также означает тесное сотрудничество с клиентами и поставщиками.

Лучшие компании свою производственно-сбытовую цепочку для снижения степени риска и содействия устойчивости настраивают с использованием стратегий двойных источников.

Сегментированные способы транспортировки позволяют производить отгрузку продукции быстрее, с высоким приоритетом клиентов в обычном режиме, например, при создании альтернативных маршрутов при возникновении проблем.

Решение вопросов комплексного повышения эффективности «зеленых» цепей поставок должно сопровождаться количественным анализом рисков. Принятие необходимых решений при этом должно ориентироваться на достижение приемлемых рисков, отвечающих заданным требованиям по безопасности и уровню развития различных видов транспорта, интегрированных в ЗЦП.

3.3 Модель взаимодействия звеньев «зеленых» цепей поставок в международном транспортно-логистическом пространстве

«Зеленая» цепь поставок (ЗЦП) – сложная система, представляет собой многоуровневую конструкцию из взаимодействующих узловых и линейных элементов (звеньев цепи поставок), функционирующих последовательно в определенном транспортно-логистическом пространстве. В зависимости от различных признаков все звенья вступают в экономические, социальные и экологические виды взаимодействия. Взаимодействия же приводят к различным эффектам. Для оценки эффекта, полученного при взаимодействии различных участников ЗЦП, ис-

пользуются показатели стоимости, экологии и времени. Выбор оптимальной «зеленой» цепи поставок является главной задачей моделирования транспортно-логистического пространства.

Представление транспортно-логистического пространства в виде сложного социально-эколого-экономического комплекса, состоящего из взаимосвязанных и взаимовлияющих объектов различных уровней, дает возможность четко проследить связь между звеньями цепи, определить характер, эффективность их взаимодействия и создать имитационные модели как отдельных «зеленых» цепочек поставок, так и всего транспортно-логистического пространства направления. Удлинение цепей поставок и увеличение числа участников и количества логистических операций серьезно усложняет алгоритм вычисления, иногда делая его громоздким и невозможным. В этом случае группу логистических операций целесообразно объединять.

Тем не менее коммерческая тайна окружает почти каждую компанию – узловое звено цепи поставок. Фокусная компания и остальные участники цепи поставок выступают по отношению друг к другу своеобразными чёрными ящиками – известны лишь тарифы на услуги и некоторые объявляемые открыто параметры сервиса. Для того чтобы эффективно планировать и управлять цепью поставок, этого явно недостаточно. Выбор пути доставки груза представляет собой задачу со многими неизвестными. Для доставки груза необходимо выполнить физико-географическое линейное перемещение груза и «точечное» транспортно-экспедиционное обслуживание, состоящее из сложных и трудоёмких операций: груз подготавливается к отправке и грузится в транспортное средство, переваливается с одного вида транспорта на другой, если требуется – хранится на складе, выгружается из транспортного средства и, наконец, сдаётся получателю. Одновременно выполняются требования различных государственных служб, инспекций и санитарно-эпидемиологического контроля.

Ужесточение требований клиентов к временным параметрам и надёжности доставки грузов потребовали от экспедиторских компаний отказаться от традиционной схемы перевозки грузов каждым видом транспорта изолированно друг от

друга и перейти к интегрированным логистическим технологиям доставки. В исследовании проведена работа по созданию и оптимизации цепи поставок на примере доставки оборудования и запчастей из Китая в Екатеринбург в условиях неопределённости по времени оказания услуг различными участниками процесса. В качестве объекта исследования выбрано направление г. Чунцын (Китай) – Екатеринбург (Россия).

Д.А. Иванов предложил кибернетическую модель планирования и управления логистическими цепями в логистической сети [139]. Основными этапами технологии управления ЦП он назвал планирование, мониторинг и регулирование (реконфигурирование). Именно эта модель взята нами за основу для создания модели формирования «зеленой» цепи поставок. Задача планирования состоит в выборе на данном множестве альтернатив наилучшей конфигурации ЗЦП с учетом всех параметров, а также характеристик доступных в данный момент компетенций предприятий (производственные мощности, затраты и т.д.). Цель мониторинга ЗЦП – отслеживание влияния возмущающих факторов на параметры функционирования ЗЦП, а цель реконфигурирования ЗЦП – компенсирование возникающих отклонений путем структурных, функциональных и других преобразований. Представим управление ЗЦП в виде схемы (рисунок 3.2).

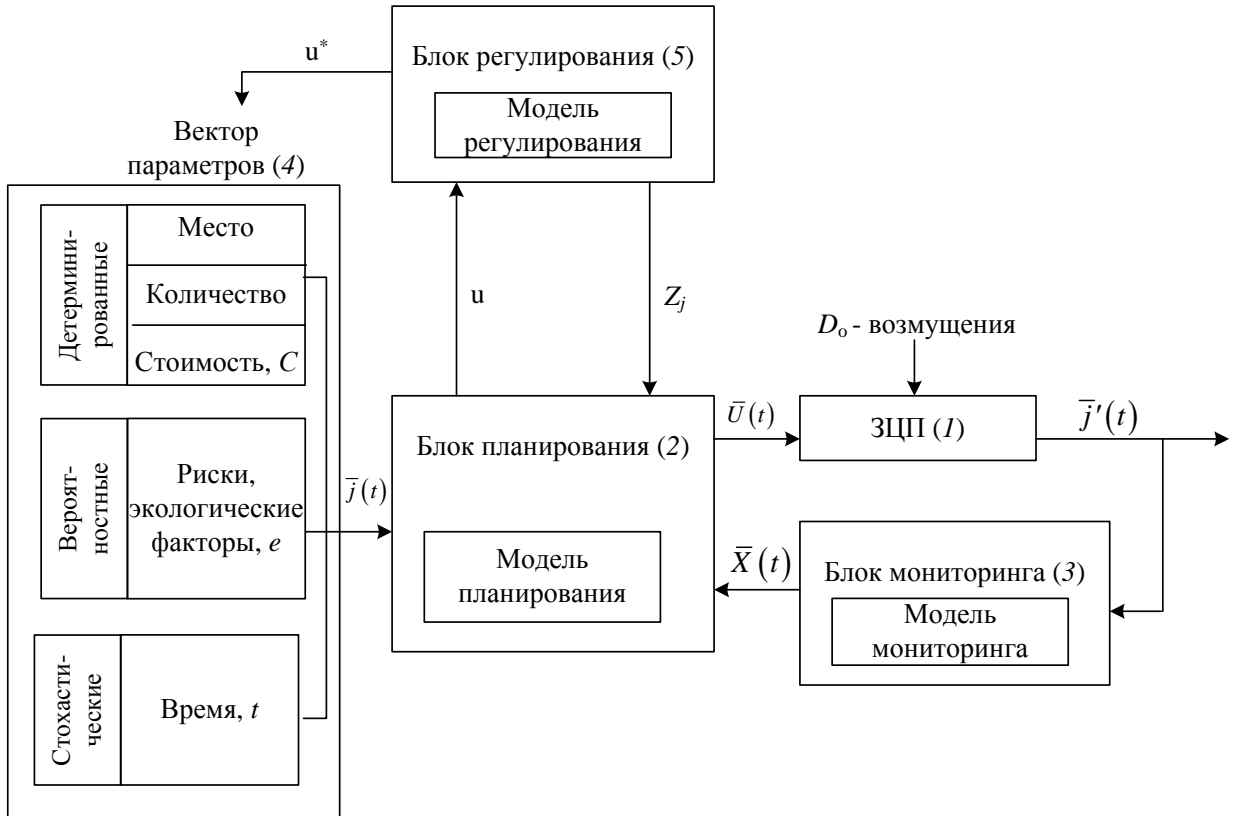


Рисунок 3.2 – Модель планирования и управления «зеленой» логистической цепью поставок

Представленная модель состоит из двух контуров управления: основного (блоки 1–2) и дополнительного (блоки 1–5). Основной контур обеспечивает функционирование логистической системы и отслеживает соответствие фактических значений параметров функционирования логистической цепи $\bar{j}'(t)$ плановым значениям $\bar{j}(t)$ так, чтобы отклонение $\delta_j = (\bar{j}'(t) - \bar{j}(t))^2$ было минимальным. Дополнительный контур служит для мониторинга выполнения процессов в ЗЦП и выработки регулирующих управляющих воздействий u и u^* в случае отклонений от планового состояния или изменений целевых установок.

Логистическая цепь (ЛЦ) состоит из множества предприятий: складских терминалов, транспортных фирм (в дальнейшем – узловой элемент). В рамках ЛЦ может выполняться множество операций. Стоимость работ определяется исходя из данных величин объема работ и средней для i -го предприятия стоимости нормо-часа.

Таким образом, формируется статическое описание ЗЦП в виде направленного (ориентированного) графа, в котором вершины – предприятия являются узловыми элементами, дугами обозначены технологические связи между ними – линейные элементы.

Применение различных вычислений, производимых на таком графе, позволяет найти кратчайший путь, спланировать оптимальный маршрут. Достоинство графов операций состоит в возможности описания в наглядной графической форме, в том числе в виде одной компоненты и сложных алгоритмов управления, обладающих параллелизмом.

Такая структура может предусматривать возможность вступления новых участников, а также возможности выйти из нее. Тогда каждый участник должен иметь определенный круг обязанностей и прав в рамках своей деятельности, что подразумевает социально-экологическую ответственность.

3.4 Верификация модели «зеленой» цепи поставок

В главе 2 предложена многокомпонентная математическая модель транспортно-логистического пространства. С точки зрения верификации модели, ее ключевыми компонентами являются:

- 1) отыскание всех путей между начальным и конечным пунктами в графе, представляющем ТЛП;
- 2) расчет параметров бета-распределений для временных характеристик всех элементов графа;
- 3) разыгрывание временных характеристик (случайных величин, имеющих бета-распределение) и построение на их основе эмпирических распределений для всех путей между начальным и конечным пунктами;
- 4) выделение множества Парето-оптимальных решений.

Для верификации модели рассмотрим детально реализацию каждой из этих компонент в отдельности и всей конструкции в целом на нескольких модельных

примерах. Все расчеты будем выполнять в системе компьютерной алгебры Wolfram Mathematica (WM). При этом будем использовать встроенные алгоритмы WM. В частности, WM содержит встроенную функцию, которая для заданного графа возвращает все пути между любыми его двумя вершинами. Также в WM есть генератор случайных чисел, позволяющий разыгрывать бета-распределение.

В качестве примера рассмотрим ТЛП, заданное таблицами 3.3 и 3.4.

Таблица 3.3

Узловые элементы (УЭ)

Узловой элемент	Стоимость	Время, min	Ожидаемое время	Время, max	Экологический ущерб
1	35	1	2	2	3
2	70	2	3	5	2
3	20	3	5	6	6
4	60	0	0	0	7
5	50	1	1	1	5

Таблица 3.4

Линейные элементы (ЛЭ)

Линейный элемент	Стоимость	Время, min	Ожидаемое время	Время, max	Экологический ущерб
(1,2)	55	12	15	20	11
(1,3)	65	7	8	10	25
(1,4)	34	3	6	10	14
(2,5)	37	4	4	4	20
(3,5)	0	0	3	7	15
(4,5)	20	5	5	10	17
(2,3)	0	0	0	0	0
(3,4)	47	8	11	14	18

Данному ТЛП соответствует граф, представленный на рисунке 3.2.

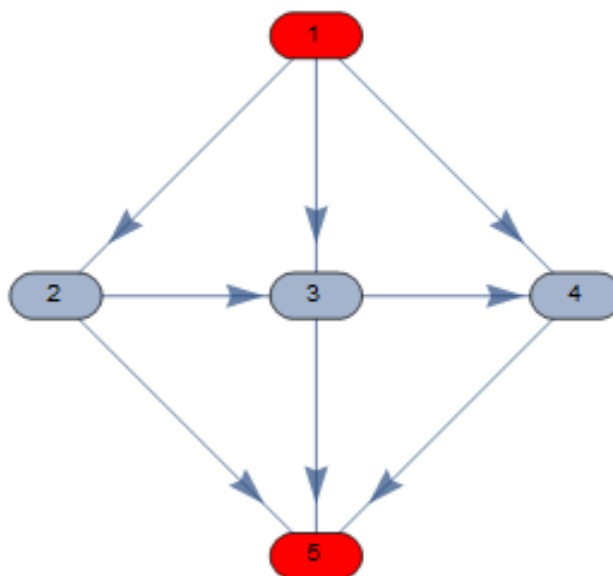


Рисунок 3.2 – Граф, порожденный ТЛП

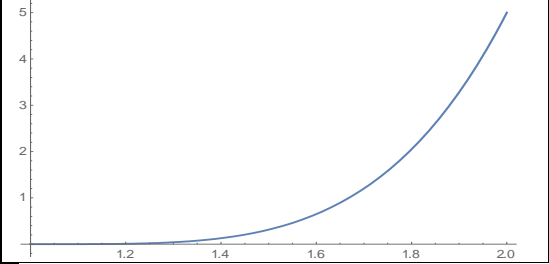
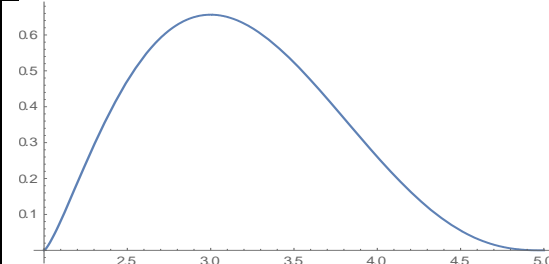
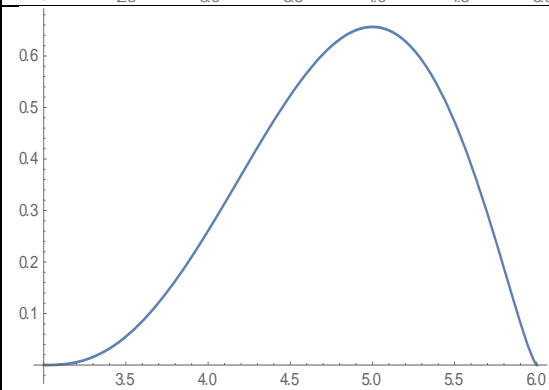
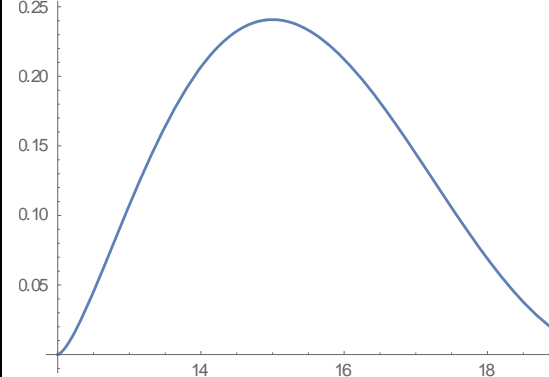
Отметим, что параметры элементов ТЛП в таблицах 3.3 и 3.4 подобраны так, чтобы охватить различные особые случаи, которые, как правило, нуждаются в тщательной проверке. В частности, в таблице 3.3 для УЭ 1 ожидаемое время совпадает с максимальным, для УЭ 4 все временные параметры равны нулю, а для УЭ 5 все временные параметры одинаковы, но отличны от нуля.

Аналогично, в таблице 3.4 представлены следующие особые случаи: для ЛЭ (2; 5) все временные параметры одинаковы, для ЛЭ (3; 5) стоимость и минимальное время равны нулю, для ЛЭ (4; 5) минимальное время равно ожидаемому, для ЛЭ (2; 3) значения всех параметров равны нулю.

Также отметим, что для оценок времени реализованы все возможные варианты взаиморасположения: для УЭ 3 ожидаемое время ближе к максимальному, чем к минимальному, для ЛЭ (3; 4) ожидаемое время является серединой между минимальным и максимальным временем. Для остальных элементов реализовано более естественное взаиморасположение: ожидаемое время ближе к минимальному, чем к максимальному.

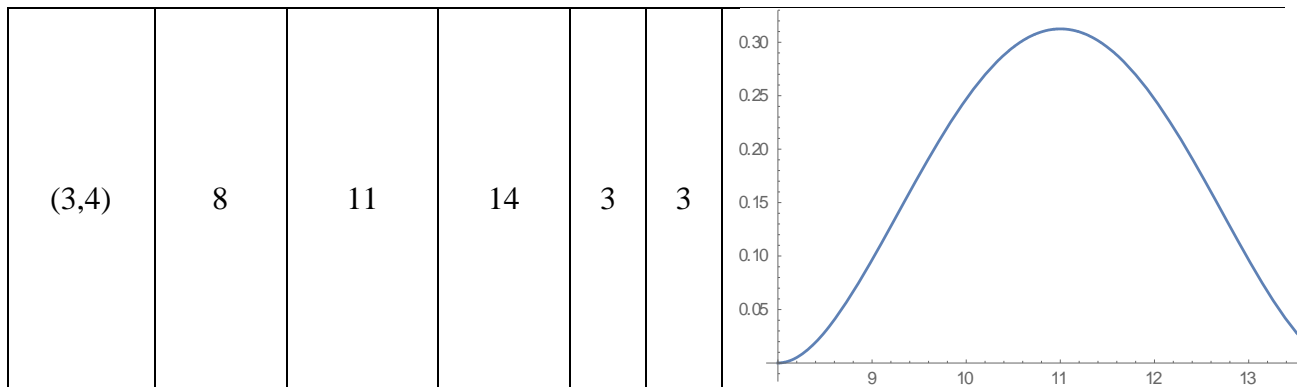
Расчет параметров бета-распределений для всех элементов графа приведен в таблице 3.5.

Расчет параметров бета-распределений

Элемент графа	Время, min	Ожидаемое время	Время, max	α	β	Плотность вероятности
1	1	2	2	5	1	
2	2	3	5	$\frac{7}{3}$	$\frac{11}{3}$	
3	3	5	6	$\frac{11}{3}$	$\frac{7}{3}$	
4	0	0	0	–	–	Время является детерминированной величиной
5	1	1	1	–	–	Время является детерминированной величиной
(1,2)	12	15	20	$\frac{5}{2}$	$\frac{7}{2}$	

Продолжение таблицы 3.5

(1,3)	7	8	10	$\frac{7}{3}$	$\frac{11}{3}$	
(1,4)	3	6	10	$\frac{19}{7}$	$\frac{23}{7}$	
(2,5)	4	4	4	—	—	Время является детерминированной величи- ной
(3,5)	0	3	7	$\frac{19}{7}$	$\frac{23}{7}$	
(4,5)	5	5	10	1	5	
(2,3)	0	0	0	—	—	Время является детерминированной величиной



Если время прохождения груза по элементу ТЛП является строго заданным и не допускает неопределенности, то в модели это реализуется как ситуация, когда минимальное время совпадает с максимальным и, соответственно, с ожидаемым. В этом случае время прохождения груза является детерминированной величиной, поэтому для нее не имеет смысла рассчитывать параметры α и β (элементы 4, 5, (2,5) и (2,3) в таблице 3.5).

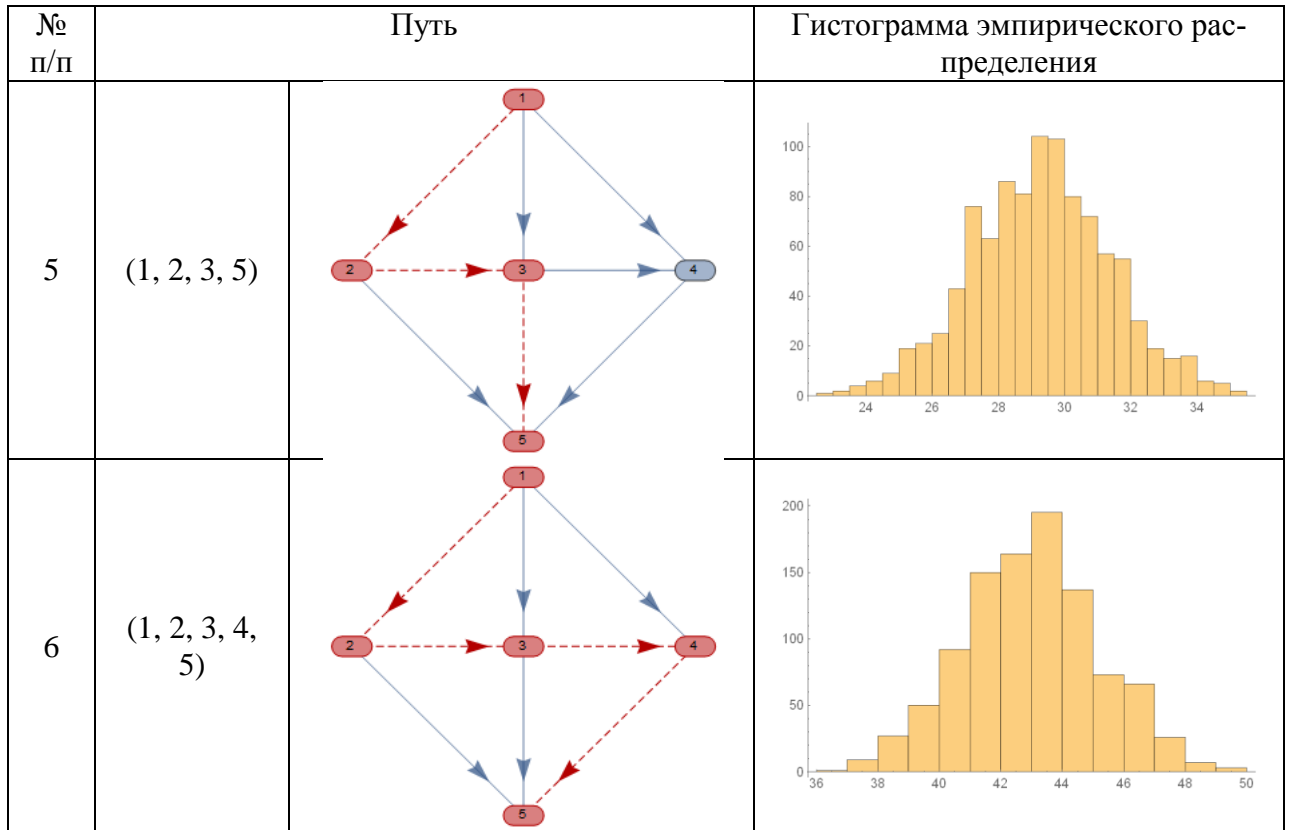
Если ожидаемое время совпадает с минимальным, то $\alpha = 1$ и $\beta = 5$. Если же ожидаемое время совпадает с максимальным, то $\alpha = 5$ и $\beta = 1$. В каждом из этих случаев плотность вероятности бета-распределения приобретает «нетипичный» вид (элементы 1 и (4,5) в таблице 3.5), который, однако, полностью соответствует эвристическим соображениям относительно вида распределения в данном случае.

В соответствии с полученными бета-распределениями производится разыгрывание случайных величин. В данном случае для каждого элемента графа было проведено 1000 розыгрышей (естественно, кроме тех элементов, где время является детерминированной величиной), на основании которых были получены эмпирические распределения времени для каждого пути в графе между вершинами 1 и 5.

Все пути между вершинами 1 и 5, а также гистограммы эмпирических распределений времени представлены в таблице 3.6.

Пути в графе между вершинами 1 и 5

№ п/п		Путь	Гистограмма эмпирического распределения
1	(1, 4, 5)		
2	(1, 3, 5)		
3	(1, 2, 5)		
4	(1, 3, 4, 5)		



В качестве $\Theta(S)$ возьмем, например, функционал, задаваемый формулой (2.20) при $\lambda = 0,95$. То есть речь идет о минимизации времени, за которое доставляется не менее 95 % грузов.

Для каждого пути рассчитываем значение функционала $\Theta(S)$, а также стоимостные и экологические характеристики $C(S)$ и $E(S)$ (по формулам (2.1) и (2.2)). Результаты представлены в таблице 3.7.

Таблица 3.7

Стоимостные, экологические и временные параметры
путей между вершинами 1 и 5

№	Путь	$C(S)$	$E(S)$	$\Theta(S)$	Оптимальность по Парето
1	(1, 4, 5)	199	46	18	+
2	(1, 3, 5)	170	54	22	+
3	(1, 2, 5)	247	41	29	+
4	(1, 3, 4, 5)	297	81	36	-
5	(1, 2, 3, 5)	230	42	33	+
6	(1, 2, 3, 4, 5)	357	69	47	-

На последнем этапе из совокупности всех путей, перечисленных в таблице 3.7, необходимо выделить Парето-оптимальное множество (соответствующие пути в таблице 3.7 отмечены знаком «+»). Дальнейшее выделение единственного решения уже лежит за пределами верифицируемой математической модели. В зависимости от целей и приоритетов, оно может быть осуществлено различными методами теории многокритериальной оптимизации.

Выводы по главе 3

1. Сформулирована концепция определения ценности или эффективности «зеленой» цепи поставок как отношение качества жизни к характеристикам ЦП – времени, затратам, экологическим факторам. При этом отмечено, что в настоящее время в мире отсутствует общепринятая методика определения качества жизни.

2. Выявлено, что в настоящее время общество находится на этапе перехода на принципы новой концепции управления – эколого-логистической концепции, где для решения проблем неопределенности необходимы инструменты оценки факторов «время» и «экологии», что позволит перевести (трансформировать) неопределенность в зону риска, а значит, более успешно управлять «зелеными» цепями поставок.

3. Отмечено, что решение вопросов комплексного повышения эффективности «зеленых» цепей поставок должно сопровождаться количественным анализом рисков. Принятие необходимых решений при этом должно ориентироваться на достижение приемлемых рисков, отвечающих заданным требованиям по безопасности и уровню развития различных видов транспорта, интегрированных в ЗЦП.

4. Разработана модель планирования и управления «зеленой» логистической цепью поставок.

5. Выполнена проверка математической модели, изложенной в главе 2. На модельном примере детально показаны все этапы реализации модели. Результаты, полученные в ходе реализации модели, полностью соответствуют ожидаемым.

6. Выполнена проверка правильности математической модели на модельном транспортно-логистическом пространстве.

4. ОРГАНИЗАЦИЯ «ЗЕЛеноЙ» ЦЕПИ ПОСТАВОК НА НАПРАВЛЕНИИ ЧУНЦИН – ЕКАТЕРИНБУРГ

4.1 Анализ существующего состояния цепей поставок на направлении Чунцин – Екатеринбург

По прогнозам экспертов, объем контейнерных перевозок в мире в ближайшие десять лет будет стабильно расти примерно на 8 % в год. Основная доля роста придется на грузопотоки между Европой и странами Азиатско-тихоокеанского региона. Ключевым транзитным маршрутом через Российскую Федерацию станет направление Восток – Запад (рисунок 4.1) [140].

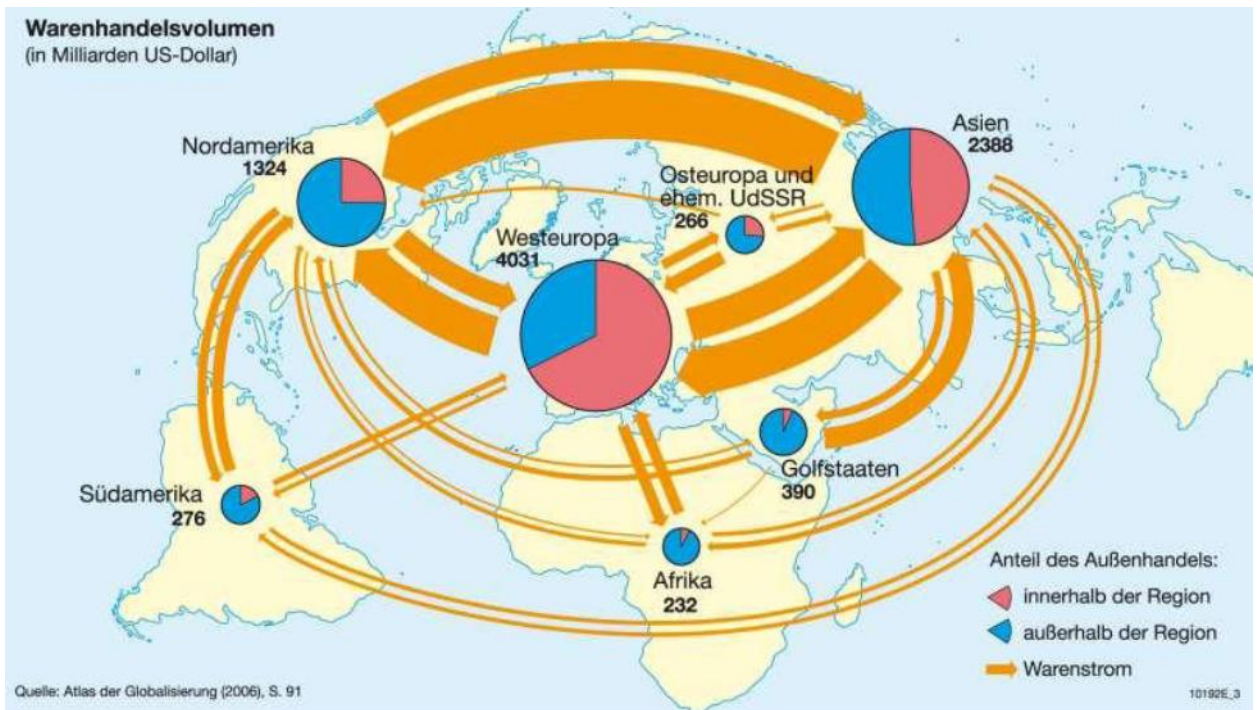


Рисунок 4.1 – Стратегически важные грузопотоки в мире

Маркетинговые исследования рынка показывают, что Китай занимает основные лидирующие позиции в мире по производству и экспорту товаров [141].

Повышенному интересу к товарному рынку Китая со стороны торговых компаний и производителей способствует развитие коммерчески перспективных

направлений, закупка товара для дальнейшего реэкспорта, общемировая тенденция перемещения производства в КНР, а также возможность размещения спецзаказов на уникальное производство по индивидуальному заказу. Правительство Китая проводит активную политику расширения территорий экспорта товаров собственного производства, поддерживает производителей и совершенствует политику экспортных налогов и пошлин (например, производителям электроники и машиностроения возвращают налог на экспорт).

Россия является для Китая стратегически важным торговым партнером, так как в связи с созданием Таможенного союза между Россией, Казахстаном и Беларусью прогнозируется большой поток китайской продукции транзитом через Казахстан. Анализ импорта между Китаем и Россией показал снижение объемов в 2014 году (рисунок 4.2).

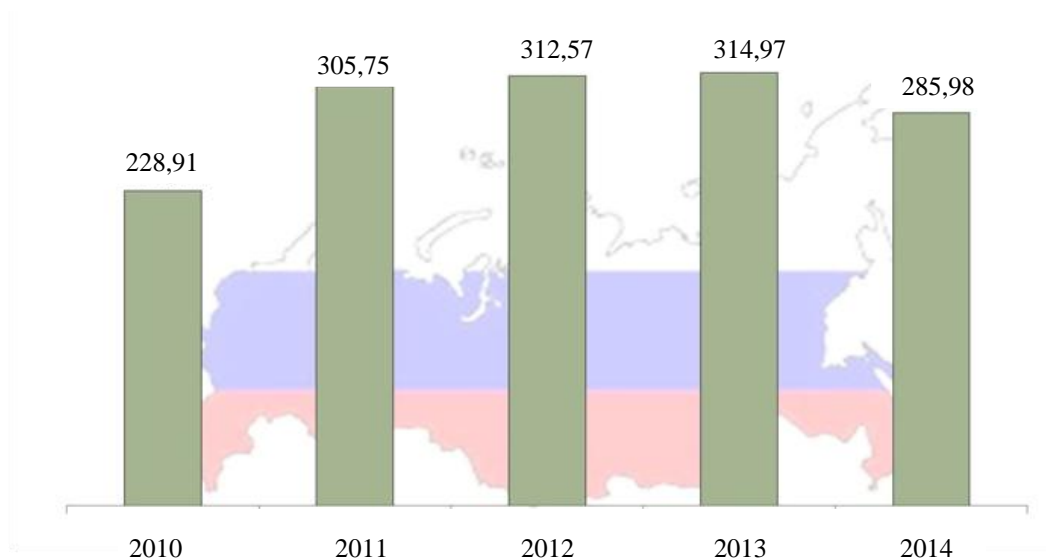


Рисунок 4.2 – Динамика импорта РФ в 2010–2014 гг., млрд долл. [142]

По данным Федеральной таможенной службы, в 2014 г. импорт товаров в Россию уменьшился на 9,2 % и составил 286 млрд долл. Спад характерен для внешней торговли России в целом, в том числе импорта из-за негативных тенденций в мировой политике и экономике. Среди основных из них стоит выделить замедление темпов роста экономик стран Европы, снижение курса рубля относи-

тельно доллара и евро, что выразилось в снижении покупательной способности российских компаний.

Но самым главным фактором, повлиявшим на падение импорта товаров в Россию, стали санкции. К ним относятся запрет на организацию долгового финансирования трех топливно-энергетических компаний России – Роснефти, Транснефти, Газпромнефти, запрет торговли облигациями этих компаний, ужесточение ограничений на предоставление займов и инвестиционных услуг для пяти российских банков – Сбербанк России, ВТБ, Газпромбанк, Внешэкономбанк, Россельхозбанк, запрет организации долгового финансирования для трех крупнейших оборонных концернов России – Уралвагонзавода, Оборонпрома, Объединённой авиастроительной корпорации. Также ряд санкций был введен США против корпораций в нефтяной отрасли, в частности Газпрома, ЛУКОЙЛа, Роснефти и т.д.

Многие страны прекратили военное сотрудничество с Россией, в результате чего снизился импорт продукции военного назначения. Американским компаниям было запрещено поставлять в РФ товары и технологии, необходимые для освоения месторождений нефти на глубоководных участках и арктическом шельфе, а также в сланцевых пластах, но, несмотря на это, США – единственная страна, для которой импорт в Россию увеличился (рисунок 4.3).

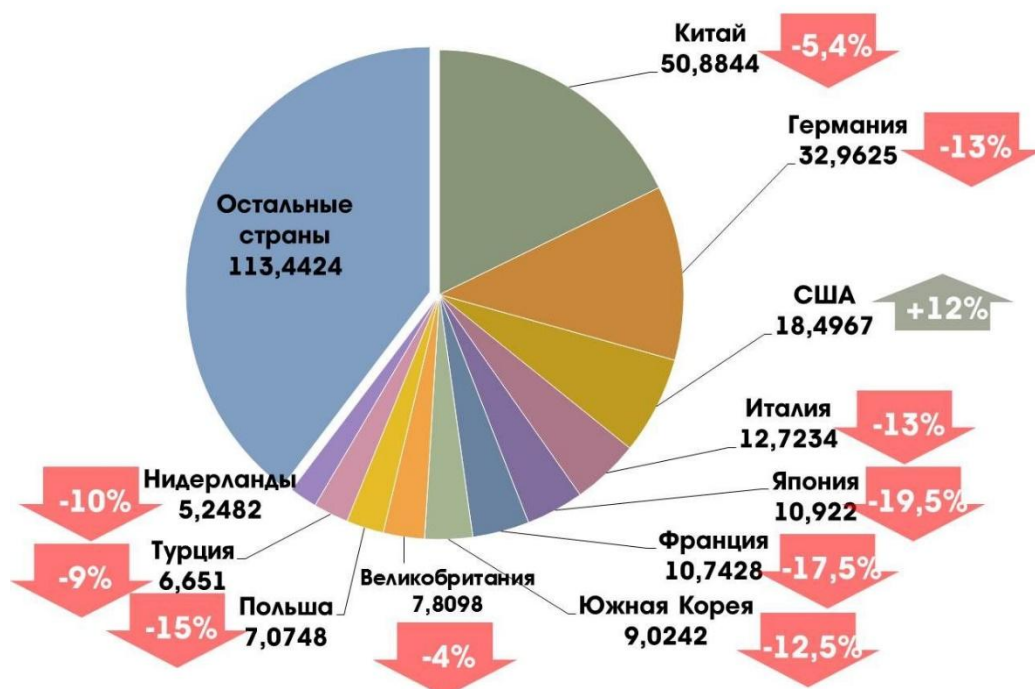


Рисунок 4.3 – Структура импорта России из стран дальнего зарубежья, 2014 г., млрд долл. [142]

Статистические данные свидетельствуют, что Россия изменила вектор развития внешней торговли. Так, импорт из Китая, в сравнении с 2013 г., сократился в меньшем стоимостном выражении, нежели из других стран. Из других стран РФ больше всего импортирует машины, оборудование и транспортные средства, продукцию химической промышленности, каучук, продовольственные товары и сельскохозяйственное сырье.

Из-за возникшей конфронтации с Евросоюзом и США в России снова заговорили о «повороте в сторону Азии», стали смещаться приоритеты в политике с Евросоюзом, Кавказом и Ближним Востоком на Южную и Восточную Азию, в частности на Китай*. КНР, который имеет в настоящее время политические и эко-

* Надо отметить, что Россия имеет большой опыт торговых отношений с Китаем. Кяхтинская торговля и выросший из нее Великий чайный путь работали более 200 лет и составляли одну из основ существования Сибири. Первое кругосветное путешествие, осуществленное русскими путешественниками Крузенштерном и Лисянским, ставило перед собой задачу: продать меха из Аляски в Китае. После развала СССР Россия и Китай вступили в новый период отношений, для их стабильного развития необходимо приложить много усилий, в том числе и в транспортно-логистической сфере.

номические цели, во многом совпадающие с российскими планами, крайне интересна для РФ.

Эффективный способ работы – сформировать цепочки поставок товаров из Китая в РФ. Анализ товаров выявил наиболее значимые для российского рынка (рисунок 4.4).

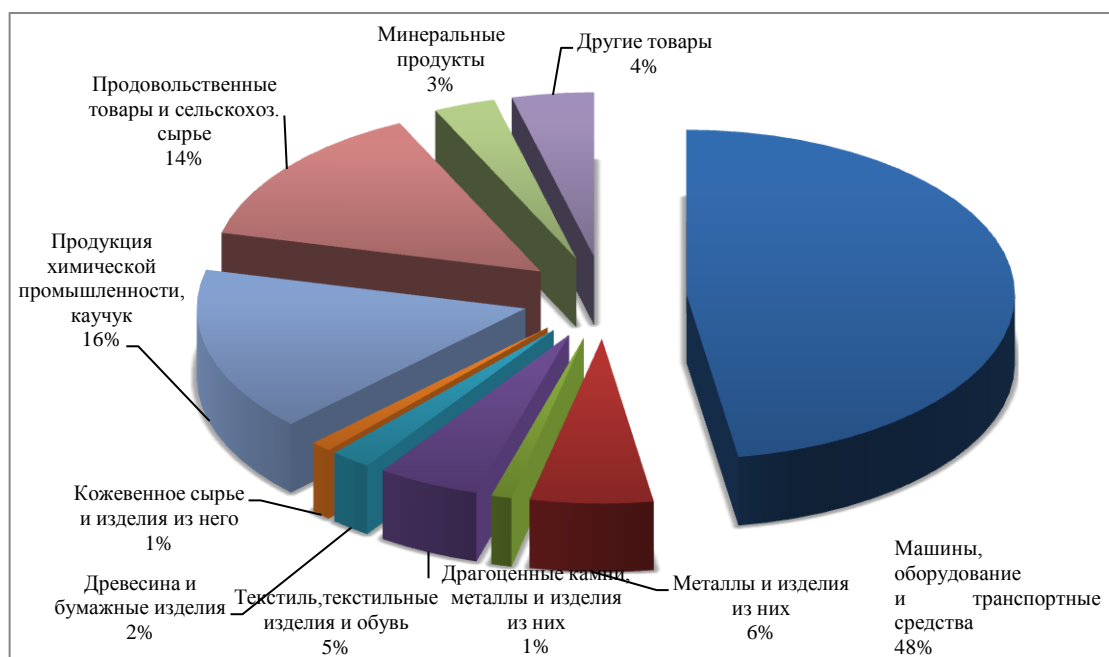


Рисунок 4.4 – Товарная структура импорта в Российскую Федерацию в 2014 г. [142]

Если рассматривать Россию в целом, то можно отметить, что импорт китайских товаров по федеральным округам РФ распределяется неравномерно. Например, больше 70 % сельскохозяйственных продуктов из Китая – фрукты и готовые продукты – импортируются на Дальний Восток. Машины и оборудование чаще всего закупают в западной части РФ и на Урале.

Сегодня в Свердловской области осуществляется международное сотрудничество с 128 странами. Основные торговые партнеры Свердловской области – США, Тайвань, Нидерланды, Индия, Турция и Германия, на которые приходится более 60 % всех экспортных операций. Что касается импортных операций, то тут основные партнеры – Германия, Китай, Польша, США, Турция и Италия (около

40 % импорта) [143]. Важно отметить, что более 35% внешней торговли приходится на страны, входящие в организацию Азиатско-Тихоокеанского экономического сотрудничества – Тайвань, США, Китай, Японию и Корею. Экономика Свердловской области характеризуется высоким уровнем развития промышленности, строительства, сельского хозяйства, транспорта торговли и услуг. Однако доминирующее положение в экономике занимает промышленное производство. В 2014 г. промышленными предприятиями произведено продукции на 10 млрд долл., получена прибыль в размере 600 млн долл. Это около 80 % всей прибыли, полученной предприятиями и организациями области [144].

Внешнеторговый оборот Свердловской области в 2014 г. увеличился на 41 %. Основные виды товаров, экспортируемых Свердловской областью в 2014 г., представлены на рисунке 4.5.

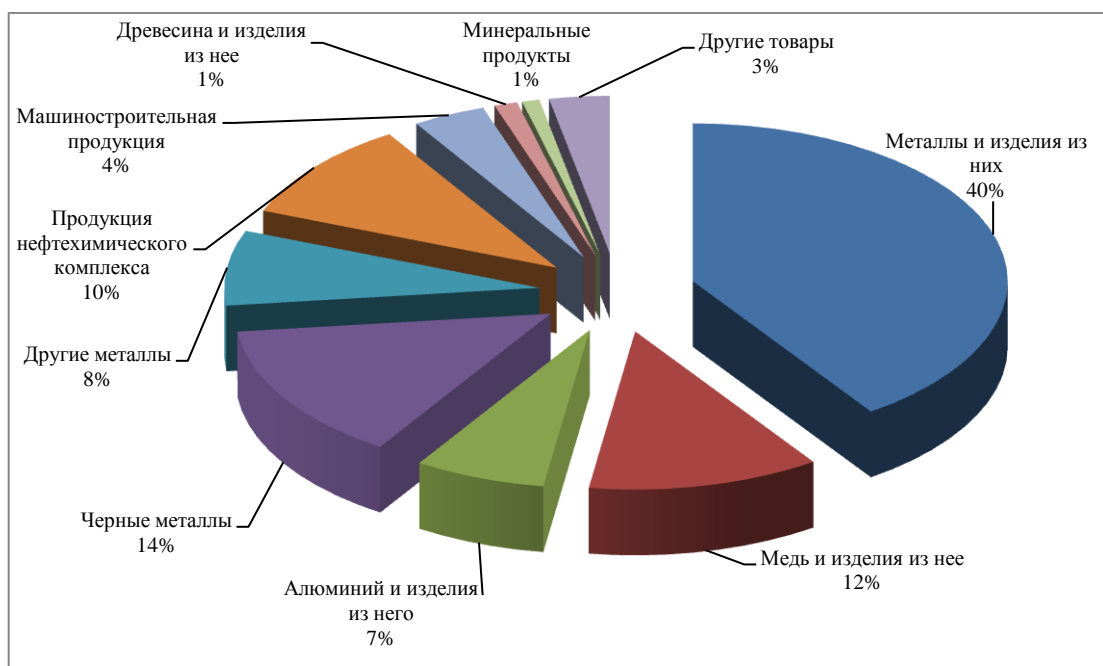


Рисунок 4.5 – Основные виды товаров, экспортируемых Свердловской областью в 2014 г. [145]

Из рисунка 4.5 видно, что металлы и изделия из них являются самыми главными товарными экспортируемыми направлениями Свердловской области. Ос-

новные виды товаров, импортируемых в Свердловскую область в 2014 г., представлены на рисунке 4.6.

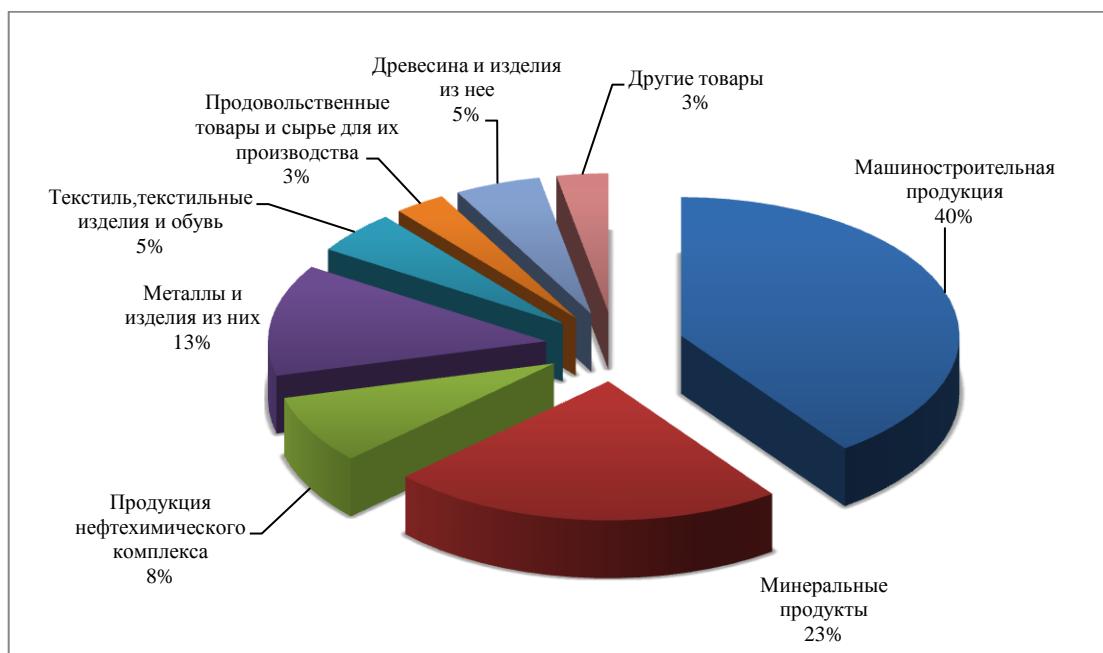


Рисунок 4.6 – Основные виды товаров, импортируемых в Свердловскую область в 2014 г. [145]

Из рисунка 4.6 видно, что машиностроительная продукция, минеральные продукты, продукция нефтехимического комплекса являются самыми главными товарными импортируемыми направлениями Свердловской области. Интерес к Свердловской области со стороны зарубежных стран постоянно растет. Опрос зарубежных компаний, работающих в регионе, проведенный Ассоциацией европейского бизнеса, показал, что 88 % из них намерены серьезно расширить свой бизнес, остальные 12 % – вести его в прежних объемах [146].

В качестве объекта исследования автором выбрано транспортное направление Чунцин (Китай) – Екатеринбург (Россия).

Города Чунцин (Китайская Народная республика) и Екатеринбург (Российская Федерация) находятся на расстоянии чуть больше 6 000 км. Население Екатеринбурга – 1,5 млн чел., Чунцина – 28,8 млн, однако плотность населения в Екатеринбурге в десять раз выше, чем в Чунцине [147]. Оба города имеют хорошие эко-

номические и социальные возможности для развития транспортных технологий и инфраструктуры, интеграции в международное транспортно-логистическое пространство, где могут функционировать «зеленые» цепи поставок.

Для организации мультимодальных перевозок проанализируем транспортно-логистическую инфраструктуру обеих стран. И Китай, и Россия имеют развитые железнодорожную систему, а также автомагистральную (на западе РФ). В Китае имеется развитая сеть морских портов; 56 % грузоперевозок осуществляется морским транспортом. Анализ основных китайских и российских портов представлен в таблице 4.1.

Таблица 4.1

Характеристика основных морских портов [148]

Порт	Грузооборот (млн т)	Территория (тыс. м ²)	Причальный фронт (км)	Причал (ед.)	Пропускная способность (млн т/год)
Шанхай	776	740	92	818	582
Гуанчжоу	345	727	51	631	213
Нинбо	873	809	43	309	463
Циндао	601	498	41	173	450
Тяньцзинь	514	295	37	159	274
Далянь	460	310	25	196	240
Ляньюньган	210	149	8	41	42
Фошань	307	130	27	92	140
Владивосток	12,9	257	5	25	21
Находка	18,7	189	21	108	26
Новороссийск	121,7	179	15	88	152

Через крупные китайские порты осуществляются экспорт, импорт и перевалка большинства товаров, имеющих значение для мирового рынка. Однако анализ грузоперевозок показал, что 90 % всего товаропотока из Китая в Екатеринбург идет всего через четыре порта Китая: Нинбо, Далянь, Ляньюньган и Фошань [149]. Этим портам нами присвоен статус узловых элементов, они включены в модель формирования «зеленых» цепей поставок. Также в модель входят пограничные переходы Достык, Наушки, Забайкальск, российские морские порты го-

родов Находка, Владивосток, Новороссийск, Санкт-Петербург, аэропорты Пекина и Екатеринбурга и т.д. (общий вид полигона обслуживания цепей поставок Чунцин – Екатеринбург приведен на рисунке 4.7).



Рисунок 4.7 – Маршруты перевозок из Чунцина в Екатеринбург [150]

Перевозки товаров из Чунцина (Китай) в Екатеринбург (Россия) могут осуществляться разными видами транспорта, в разных сочетаниях, последовательно, проходить через разные узловые элементы.

Для изучения такой мультимодальной перевозки, или «зеленой» цепи поставок требуется весь арсенал методов, проверки многочисленных эколого-логистических и управленческих нововведений. Осознав это, мы неизбежно приходим к необходимости использования имитационных игр, поскольку натурные эксперименты по изучению формирования и функционирования «зеленых» цепей поставок имеют ограниченное значение из-за возможных отрицательных социальных, экономических и экологических последствий таких проверок.

4.2 Расчет параметров «зеленой» цепи поставок на основе разработанной модели

Итак, представление мультимодальной перевозки в виде сложной социально-эколого-экономической системы, состоящей из взаимосвязанных и взаимовлияющих объектов различных уровней, дает возможность проследить связь между объектами, определить эффективность их влияния друг на друга и создать имитационные модели «зеленых» цепей поставок, а также всего транспортно-логистического пространства. Важной целью анализа формирования «зеленых» цепочек является изучение зависимости показателей при их функционировании от различных факторов; в нашем случае это стоимостные, временные и экологические факторы.

Алгоритм расчета временных параметров подробно освещен в главе 2. Напомним, что этот параметр является стохастическим и вносит большую долю неопределенности в зеленую цепь поставок. В диссертации предложено использовать β -распределение для прогнозирования поведения времени в цепи поставок.

Стоимостные или экономические факторы, наоборот, на заданном временном отрезке или в пределах действия договора на поставку являются детерминированными данными; взяты из открытых источников, в условных денежных единицах.

Расчет экологических параметров выполнен на основе предложенной во второй главе настоящего исследования классификации экологических последствий от деятельности транспортно-логистической инфраструктуры. Экологические факторы носят вероятностный характер.

Как было отмечено выше (см. п. 2.4), на транспорте традиционно выделяют два вида источников загрязнения окружающей среды: при строительстве и эксплуатации транспортно-логистической инфраструктуры (здесь загрязнения идут как от каналов (подвижной состав)), так и от бункеров (станции, терминалы, порты, предприятия по ремонту транспортной техники и т.д.). В диссертации выде-

лены три большие группы, составляющие экологический ущерб: K_{PhIm} – неблагоприятное физическое воздействие различных видов транспорта на окружающую среду (шум, выбросы, сбросы и т.д.), K_{EC} – потребление энергии и K_W – производство отходов от деятельности транспорта.

Для расчета коэффициента K_{PhIm} , который учитывает физическое воздействие вида транспорта на биосферу (выбросы в атмосферу NO_x , SO_x , разливы нефти, сбросы в почву и водоемы, шум и др.), примем в расчет выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от различных видов транспорта. Считается, что железнодорожный транспорт является одним из наиболее экологичных, т.к. характеризуется низкими удельными объемами выбросов: CH – 0,037 г/ткм, NO_x – 0,119 г/ткм, C – 0,007 г/ткм, SO_2 – 0,058 г/ткм. Удельные объемы выбросов оксида углерода CO – 0,205 г/ткм – меньше только на морском транспорте (таблица 4.2) [151].

Таблица 4.2

Удельные объемы выбросов загрязняющих веществ, г/ткм

Вид транспорта	CO	CH	NO _x	C	SO ₂
Автомобильный	15,131	2,138	2,738	0,093	0,207
Железнодорожный	0,205	0,037	0,119	0,007	0,058
Водный*	0,130	0,064	0,233	0,018	0,261
Воздушный	12,124	3,257	7,694	0,428	2,764

*В качестве водного транспорта выступает морской, т.к. мультимодальные перевозки между РФ и Китаем являются международными, и внутренние водные пути (речной транспорт) в них практически не задействованы (хотя показатели для речного транспорта несколько выше, чем для морского).

Для расчета коэффициента, учитывающего энергопотребление того или иного вида транспорта K_{EC} , обратимся к работе [152], где авторы приводят относительные затраты энергии на 1 т·км перевозок разными видами транспорта при целесообразных режимах их работы. Так, при индексе железнодорожного транспорта, равном 1, автотранспорт находится в диапазоне от 8 до 30, газопровод – 4–7, водный транспорт – 0,2–0,8. Использование относительных величин здесь

вполне уместно, т.к., в отличие от абсолютных величин, они дают более полное представление об изучаемом явлении – показывают его динамику, структуру, соотношение между частями.

Коэффициент K_w автор диссертации не рассматривает из-за сложности расчета корректной относительной оценки.

Таким образом, для экологической оценки цепи поставок в диссертации выбраны относительные оценки двух из трех факторов; оценка рассчитана по формуле (2.23).

4.3 Построение Парето-оптимального множества «зеленых» цепей поставок и выбор оптимальной цепи на основе многокритериальной оптимизации

В главе 2 разработана математическая модель выбора оптимальной «зеленой» цепи поставок на основе методов многокритериальной оптимизации, которая позволяет учесть противоречивые требования (в нашем случае – экономики, общества и окружающей среды). В настоящем разделе будет представлена реализация указанной модели для направления Чунцин – Екатеринбург и получено Парето-оптимальное множество «зеленых» цепей поставок.

Прежде чем перейти к реализации математической модели, необходимо построить ТЛП, т.е. выделить узловые и линейные элементы [153]. В соответствии с приведенными выше определениями, мы отнесем к одному узловому элементу все логистические операции, выполняемые в пределах населенного пункта от момента прибытия груза до момента его отбытия. В названии узлового элемента будем отражать название населенного пункта и характер выполняемых операций. Например, если во Владивостоке выполняется перевалка с морского транспорта на железнодорожный, то соответствующий узловой элемент будем обозначать как «Влад мор–ж.-д.», а узловой элемент, соответствующий перевалке с морского транспорта на автомобильный, – как «Влад мор–авт». Также мы введем два фиктивных узловых элемента «Чун скл» и «Ект скл», которые соответствуют началь-

ному и конечному пунктам ТЛП (их фиктивность заключается в том, что в них не осуществляются какие-либо реальные логистические операции). Линейные элементы в данном случае можно сопоставить транспортным маршрутам, соединяющим узловые элементы.

В соответствии с описанным выше общим подходом, мы представляем ТЛП в виде графа G , т.е. интерпретируем узловые элементы как вершины, линейные элементы – как ребра и приписываем всем элементам графа в качестве весов показатели стоимости, экологичности и временные оценки (приложения А и Б); граф G имеет 42 вершины и 160 ребер (рисунок 4.8).

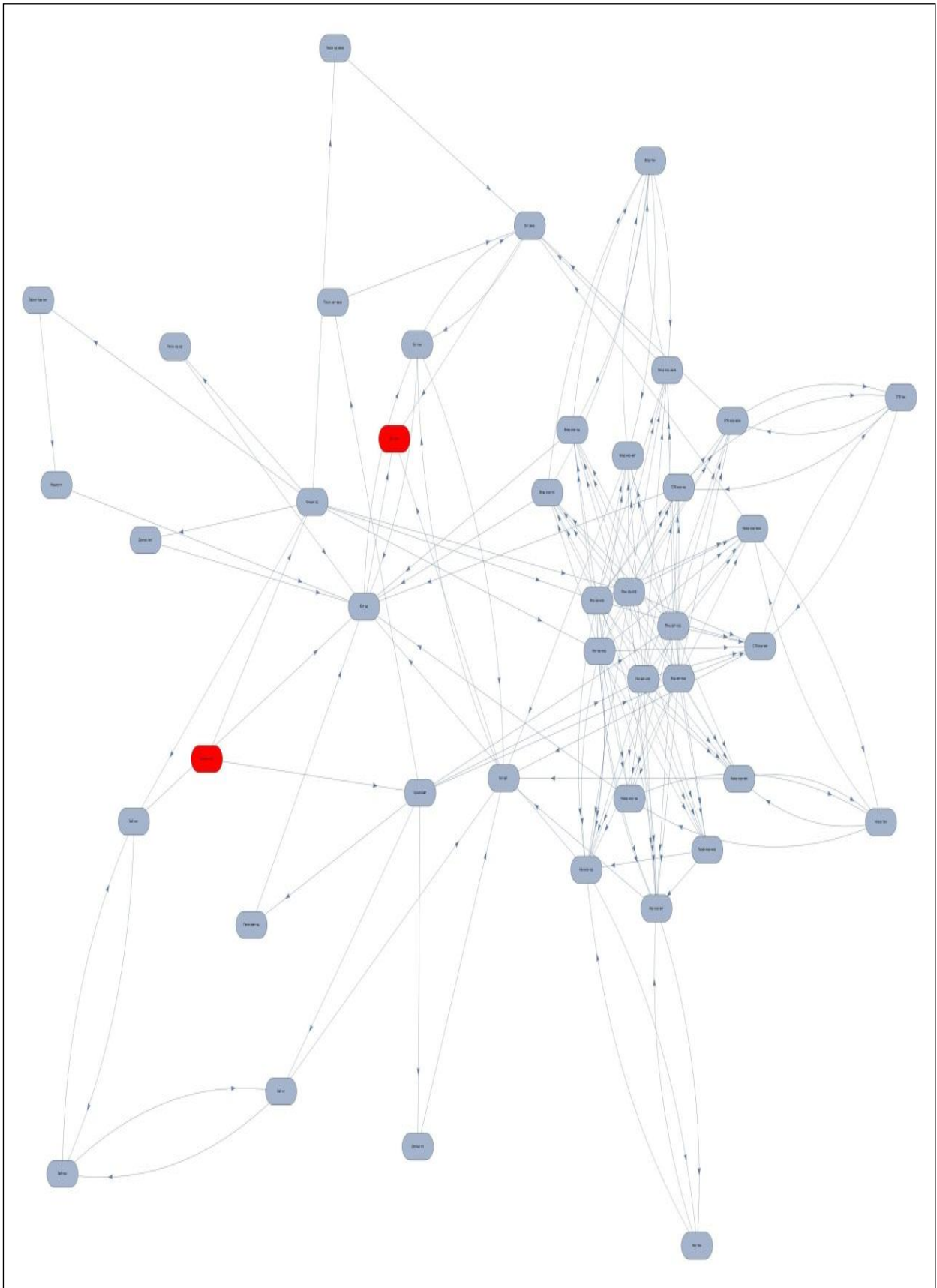


Рисунок 4.8 – Транспортно-логистическое пространство на направлении Чунцин – Екатеринбург

Количество различных путей между вершинами «Чунцин» и «Екатеринбург» равно 179. Для каждого пути S рассчитаем значения $C(S)$ и $E(S)$. Для расчета воспользуемся формулами (2.1) и (2.2). По выборке (2.16) найдем эмпирический закон распределения случайной величины $T(S)$. В качестве $\Theta(S)$ возьмем, например, функционал, определяемый формулой (2.20) при $\lambda = 95\%$. Все пути между вершинами «Чунцин» и «Екатеринбург» вместе со стоимостными, временными и экологическими характеристиками представлены в приложении В.

Таким образом, мы получили множество допустимых решений задачи (2.4) и соответствующих им значений вектора целевых функций $\{C(S), E(S), \Theta(S)\}$. Решение задачи (2.4) сводится к тому, чтобы выбрать путь с минимальным вектором значений целевых функций. Разумеется, необходимо уточнить, как именно понимать минимальность вектора целевых функций, поскольку целевые функции, как правило, изменяются разнонаправлено (например, уменьшение $C(S)$ приводит к увеличению $\Theta(S)$ и наоборот). В теории многокритериальной оптимизации разработано много различных подходов, которые позволяют свести многокритериальную задачу к однокритериальной или уменьшить множество допустимых решений так, чтобы было возможно осуществить выбор решения на основе экспертного заключения.

В частности, на первом этапе удобно сузить множество допустимых решений при помощи выделения множества Парето-оптимальных решений $\text{Par} \subset W$. Оптимальность по Парето мы понимаем в общепринятом смысле: решение $S_0 \in W$ сильно оптимально по Парето, если не существует $S \in W$ такого, что $C(S) \leq C(S_0)$, $E(S) \leq E(S_0)$, $\Theta(S) \leq \Theta(S_0)$ и хотя бы в одном из этих условий имеет место строгое неравенство.

Множество решений для ТЛП на направлении Чунцин – Екатеринбург представлено в таблице 4.3.

Множество Парето-оптимальных решений

Цепочка поставок	Стоимость, долл.	Время доставки 95 % грузов, дн.	Эколог. ущерб, эко-км
{«Чунцин скл», «Чунцин авт», «Пекин авт-авиа», «Ект авиа», «Ект там», «Ект авиа», «Ект скл»}	13340	26	290687
{«Чунцин скл», «Чунцин авт», «Достык пп», «Ект авт», «Ект там», «Ект авт», «Ект скл»}	2520	31	244330
{«Чунцин скл», «Чунцин жд», «Пекин жд-авиа», «Ект авиа», «Ект там», «Ект авиа», «Ект скл»}	13470	26	75943
{«Чунцин скл», «Чунцин жд», «Достык пжп», «Ект жд», «Ект там», «Ект жд», «Ект скл»}	1370	35	30059
{«Чунцин скл», «Чунцин жд», «Фош жд-мор», «Влад мор-жд», «Влад там», «Влад мор-жд», «Ект жд», «Ект скл»}	1360	59	47639

Из таблицы 4.3 видно, что Парето-оптимизация существенно сократила множество допустимых решений (от 179 решений мы пришли к пяти), поэтому лицо, принимающее решение (ЛПР), может непосредственно выбрать оптимальное решение из Par . Если же множество Par велико и ЛПР сложно осуществить свой выбор, то можно воспользоваться методом идеальной точки (см. [153, 154]). Для этого найдем идеальную точку:

$$A^{ID} = \{C^{ID}, \Theta^{ID}, E^{ID}\} = \left\{ \min_{S \in Par} C(S), \min_{S \in Par} \Theta(S), \min_{S \in Par} E(S) \right\} = \{1360, 26, 30059\}.$$

Для любой другой точки $A = \{C(S), \Theta(S), E(S)\}$, $S \in Par$ введем «расстояние» до точки A^{ID} :

$$F(S) = \left(\frac{C(S) - C^{ID}}{C(S)} \right)^2 + \left(\frac{\Theta(S) - \Theta^{ID}}{\Theta(S)} \right)^2 + \left(\frac{E(S) - E^{ID}}{E(S)} \right)^2.$$

Метод идеальной точки заключается в том, что решение задачи (2.4) сводится к минимизации функционала $F(S)$, значения которого для всех Парето-оптимальных решений представлены в таблице 4.4.

Значения функционала $F(S)$ для Парето-оптимальных решений

Цепочка поставок	Расстояние до идеальной точки $F(S)$
{«Чунцин скл», «Чунцин авт», «Пекин авт-авиа», «Ект авиа», «Ект там», «Ект авиа», «Ект скл»}	1,803879
{«Чунцин скл», «Чунцин авт», «Достык пп», «Ект авт», «Ект там», «Ект авт», «Ект скл»}	1,795098
{«Чунцин скл», «Чунцин жд», «Пекин жд-авиа», «Ект авиа», «Ект там», «Ект авиа», «Ект скл»}	1,365046
{«Чунцин скл», «Чунцин жд», «Достык пжп», «Ект жд», «Ект там», «Ект жд», «Ект скл»}	1,066122
{«Чунцин скл», «Чунцин жд», «Фош жд-мор», «Влад мор-жд», «Влад там», «Влад мор-жд», «Ект жд», «Ект скл»}	1,449021

В данном случае, получаем $\min_{S \in \text{Par}} F(S) = 1,066$, и этот минимум достигается на цепочке поставок {«Чунцин скл», «Чунцин жд», «Достык пжп», «Ект жд», «Ект там», «Ект жд», «Ект скл»}.

Таким образом, с учетом всех критериев (стоимость, время, экологичность) оптимальная цепочка поставок представляет собой железнодорожную перевозку из Чунцина в Екатеринбург через Достык.

Итак, с помощью вычислительного эксперимента выявлена лучшая модель «зеленой» цепи поставок. Модель может применяться для средне- и долгосрочного прогнозирования цепей поставок в условиях экологизации общества.

4.4 Приоритетные направления развития «зеленых» цепей поставок в направлении Китай – Россия (Чунцин – Екатеринбург)

С целью выявления обстоятельств, способствующих и препятствующих оптимальной организации мультимодальных перевозок в направлении Китай (Чунцин) – Россия (Екатеринбург), в настоящем исследовании определены факторы, в определяющей степени влияющие на формирование «зеленых» цепей поставок: фактор времени (T), фактор логистических затрат (C) и экологические факторы (E).

Для разработки мероприятий, позволяющих развивать идею «зеленых» цепей поставок на китайско-российском направлении, были проанализированы сфе-

ры устойчивого развития: «экономика» – «общество» – «окружающая среда» с позиции влияния на них вышеперечисленных факторов. Так, в экономике обеих стран самое большое смещение должно произойти в сторону экологических показателей. Время – важный фактор для окружающей среды, т.к. необходим временной период для ее восстановления. Затраты же лягут на общество; если человек стремится повысить качество своей жизни, то он должен не просто забирать у природы, но и платить за «зеленые» технологии и инновации. Схематично эта мысль представлена на рисунке 4.9.

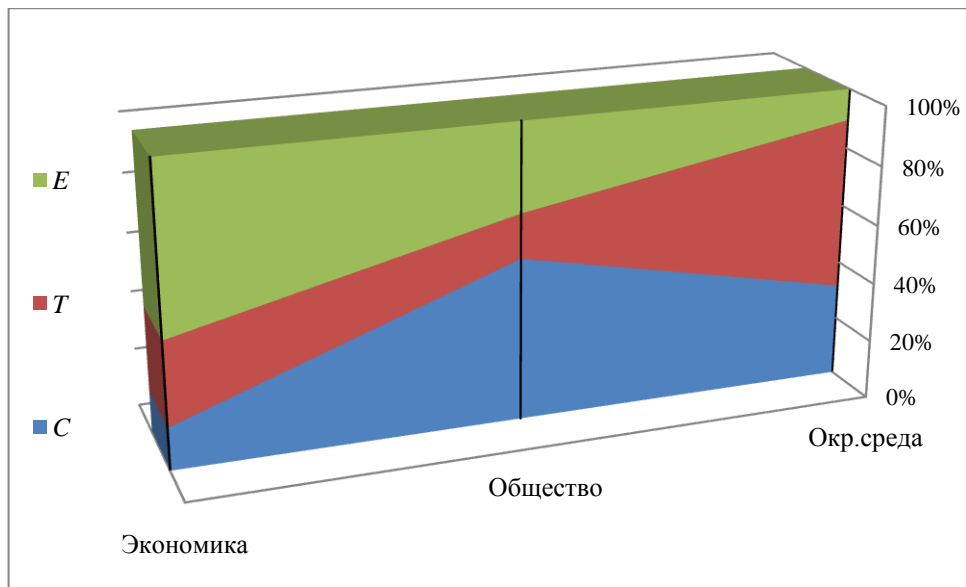


Рисунок 4.9 – Влияние факторов «время» (T), «затраты» (C) и «экология» (E) на экономику, общество и окружающую среду

Остановимся чуть подробнее на мероприятиях, позволяющих развить качество «зеленых» цепей поставок.

Мероприятия, связанные с фактором «время» T

В логистике нет принципа «быстро», а есть принцип «точно в срок» [154], поэтому чтобы не оперировать средними цифрами и снизить временную неопределенность, в настоящем исследовании предлагается время на выполнение логистической операции в любом звене «зеленой» цепи рассматривать как случайную величину, для определения которой использовать β -распределение. Параметры распределения рассчитывать по исходным данным: минимальному, максимальному и ожидаемому времени осуществления логистической операции.

Мероприятия, связанные с фактором «затраты» C

К экономическим инструментам, которые обычно используют для борьбы с загрязнением окружающей среды, относится обеспечение соблюдения стандартов и нормативных положений с помощью финансовых стимулов в сочетании с соответствующими санкциями.

Автором настоящего исследования с целью регулирования зоны эффективного действия вида транспорта предлагается ввести систему штрафов и поощрений GreenS (Green Strafe – зеленый штраф или Green Start – зеленая премия).

У каждого вида транспорта существует свой оптимальный диапазон действия. Так, на коротких расстояниях (150–200 км) и при небольшом грузопотоке железнодорожному транспорту трудно, а зачастую невозможно конкурировать с автотранспортом [155, 156]. Диапазон эффективного действия автотранспорта определяется точкой смены сценария транспортного обслуживания CP (change point), которая рассчитывается по формуле (4.1):

$$CP = \frac{F_1 - F_2}{V_2 - V_1}, \quad (4.1)$$

где F_1 и F_2 – постоянные затраты первого и второго видов транспорта соответственно; V_1 и V_2 – переменные затраты этих же видов транспорта (рисунок 4.10).

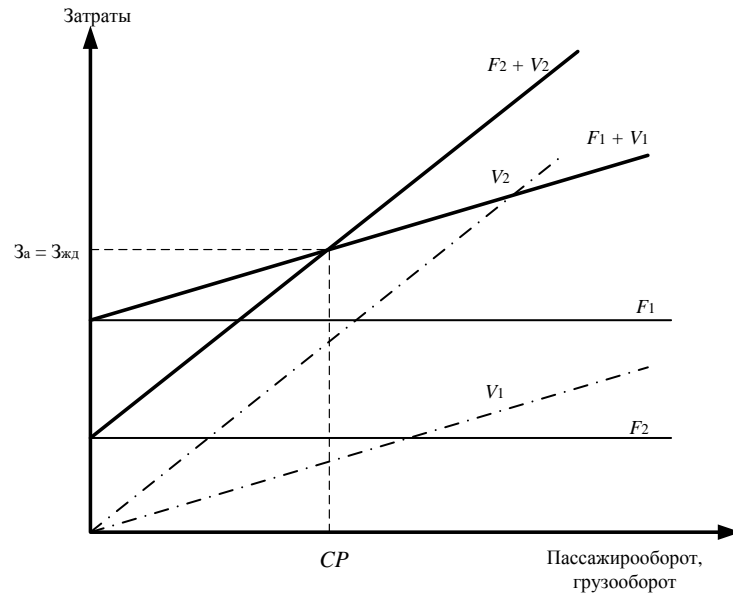


Рисунок 4.10 – Зависимость между объемами отправок и издержками перевозки при выборе вида транспорта [48]

Из рисунка 4.10 видно, что грузопоток, попадающий в диапазон от 0 до точки CP , экономически выгодно перевозить именно автотранспортом. Задача «зеленой» логистики по снижению неблагоприятного воздействия автотранспорта на городскую среду трансформируется в задачу интеграции различных видов транспорта, осуществления их взаимодействия с минимальным участием автотранспорта, то есть в задачу организации мультимодальных или интермодальных перевозок.

$GreenS$ (штраф) будет иметь значение больше 1, а $GreenS$ (премия-преимущество) находится в диапазоне от 0 до 1:

$$\begin{cases} GreenS > 1 \Rightarrow \text{Strafe,} \\ 0 < GreenS \leq 1 \Rightarrow \text{Start.} \end{cases} \quad (4.2)$$

Сумма штрафов-преимуществ по каждому виду транспорта даст некий коэффициент, назовем его «зеленый»; результаты расчета представим в виде таблицы 4.5 (разработка системы $GreenS$ является темой отдельного исследования и в настоящей диссертации не рассматривается).

Расчет коэффициентов для определения зоны эффективного действия различных видов транспорта

GreenS		Постоянные затраты, F_i	Переменные затраты, V_i
Преимущество (green start)	GreenS ₁
	GreenS _{<i>j-1</i>}
Штраф (green strafe)	GreenS _{<i>j</i>}
	GreenS _{<i>k</i>}
Итого		a_i	b_i

Тогда формула (4.1) примет вид

$$CP = \frac{a_1 F_1 - a_2 F_2}{b_2 V_2 - b_1 V_1}, \quad (4.3)$$

где a_1, a_2 – «зеленый» коэффициент постоянных затрат 1-го (например, железнодорожного) и 2-го (например, автомобильного) видов транспорта:

$$a_{1,2} = \sum_{j=1}^k \text{GreenS}_j, \quad (4.4)$$

b_1, b_2 – зеленый коэффициент переменных затрат 1-го и 2-го видов транспорта:

$$b_{1,2} = \sum_{j=1}^k \text{GreenS}_j. \quad (4.5)$$

Наглядно представить, как изменится точка смены сценария транспортного обслуживания CP с введением системы GreenS, можно с помощью графика (рисунок 4.11). С введением системы GreenS зона эффективного действия автотранспорта (рисунок 4.11, транспорт 2) резко сокращается, а зона действия железнодорожного транспорта (рисунок 4.11, транспорт 1) увеличивается.

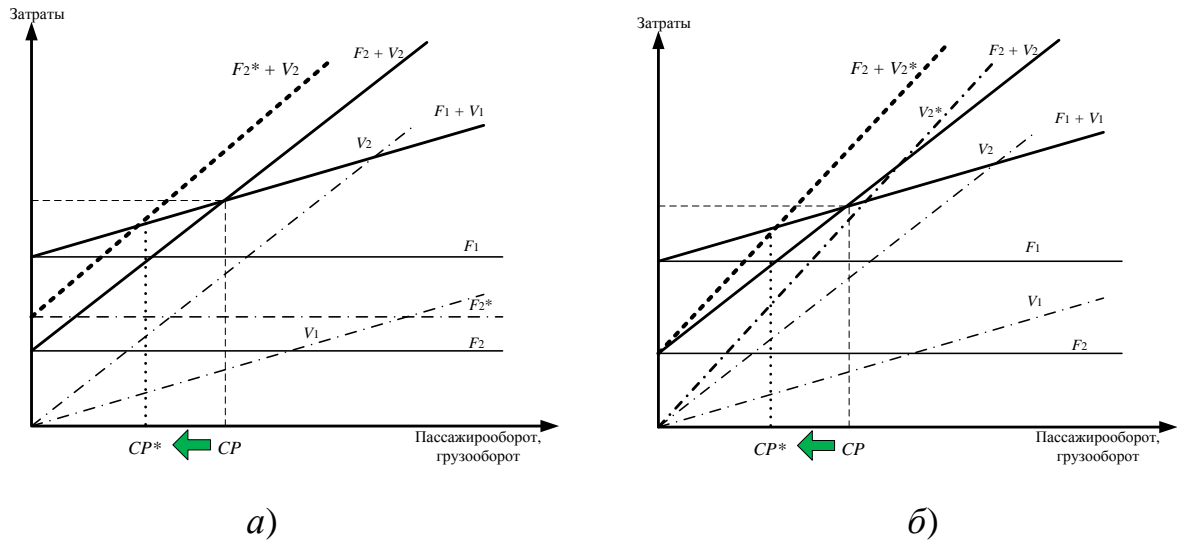


Рисунок 4.11 – Смещение точки смены сценария транспортного обслуживания при введении зеленых штрафов для постоянных затрат (а) и переменных затрат автотранспорта (б)

— транспорт 1-го вида, 1; ---- транспорт второго вида, 2

Такой подход оценивания видов транспорта в условиях их интеграции в логистические цепочки не только справедлив, но и эффективен, так как использование принципов «зеленой» логистики – не просто возможность, а обязательный путь развития как отдельного вида транспорта, так и всей транспортной отрасли.

Мероприятия, связанные с фактором «экология» E

Защита атмосферного воздуха. Первоочередной проблемой является переход на экологически чистое топливо: природный газ, метанол, этанол, аммиак, водород [157]. В портах суда должны переходить на использование топлива с содержанием серы не более 0,1 % или использовать альтернативные технологии [158].

Защита гидросферы. Для очистки сточных вод используют реагентные и физико-химические методы. Устанавливают водосборные системы, улавливаю-

щие смываемые сточной водой с причалов отходы и препятствующие их попаданию в море или реку.

Защита почв. Существуют два подхода к санации почв: с помощью растений или путем перевода тяжелых металлов в нерастворимые в воде формы.

Защита от шума. Принятие нормативных положений, ограничивающих шумные виды деятельности дневным рабочим временем.

Энергосбережение. Использование возобновляемых источников энергии.

Отходы. Рециклинг и управление отходами.

В настоящее время у каждого из видов транспорта есть своя ведомственная система производственного экологического контроля и мониторинга, собственная долгосрочная программа развития по защите окружающей среды. Однако эколого-логистические проблемы ставят перед транспортной отраслью задачу: интегрировать решение этих проблем в единую систему, чтобы эколого-логистические требования в равной степени распространялись на все виды транспорта.

Таким образом, в настоящее время наметились новые тенденции, связанные с формированием логистического сервиса в транспортной индустрии, – это формирование «зеленых» цепей поставок и их постепенный перевод в русло требований международных стандартов.

Выводы по главе 4

1. Проанализировано направление Чунцин – Екатеринбург с точки зрения возможности формирования «зеленых» цепей поставок, сделан вывод, что направление обладает необходимой транспортно-логистической инфраструктурой.

2. Обоснован механизм расчета параметров «зеленой» цепи поставок: времени – с использованием β -распределения, стоимости – на основе реальных данных (из открытых источников), экологических параметров – на основе относительных оценок разных видов транспорта по потреблению энергоресурсов и выхлопам вредных веществ.

3. Построено транспортно-логистическое пространство (ТЛП) на направлении Чунцин – Екатеринбург и определено Парето-оптимальное множество «зеленых» цепей поставок. На основе метода идеальной точки из полученного Парето-оптимального множества предложен алгоритм выделения оптимальной «зеленой» цепи поставок.

4. Перечислены приоритетные направления развития зеленых цепей поставок с точки зрения экономики, общества и окружающей среды.

5. Предложена единая система штрафов и поощрений GreenS для разных видов транспорта, которые интегрируются в ЗЦП для организации мультимодальных перевозок.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Подводя итоги диссертационного исследования, отметим, что в соответствии с поставленной целью в нем были получены следующие *основные результаты*.

1. В работе выполнен системный анализ отечественных и зарубежных научных трудов по вопросу формирования «зеленых» цепей поставок. Особое внимание уделено работам китайских ученых. Установлено, что интерес к проблематике диссертации резко вырос в течение последних двух лет: треть всех научных трудов по данной теме написана в Китае именно в этот период, четверть – в России. Выявлено, что в странах и регионах с высокой плотностью населения интерес к «зеленым» или экологически чистым технологиям, включая транспортно-логистическую сферу, значительно выше.

2. Создана классификация цепей поставок с учетом транспортной составляющей, которая позволила уточнить и дополнить понятие «"зеленая" цепь поставок (ЗЦП)». Установлено, что за рубежом «зеленой» цепью поставок принято называть цепь, в которой хотя бы одно звено использует экологически чистые технологии (например, «зеленое» производство или «зеленая» закупка или сбыт, ориентированный на экологический маркетинг и др.). При этом выявлена нехватка научных трудов, где бы изучался вопрос интеграции в ЗЦП транспортно-логистического сервиса, основанного на «зеленых» технологиях. Автором определено, что не учитывать роль транспорта в «зеленых» цепочках можно только на начальном этапе их развития. Для России и Китая, с их огромной транспортной работой, пренебрегать ролью транспорта в «зеленых» цепях поставок нельзя.

3. В условиях перехода общества на принципы устойчивого развития, когда крайне важно взаимодействие общества, экономики и окружающей среды, в диссертационном исследовании предложена дискриптивная модель (матрица) «зеленой» цепи поставок.

4. На основе результатов имитационного моделирования времени выполнения различных логистических операций в цепях поставок разработана мето-

дика определения времени прохождения материальных потоков по различным узловым и линейным элементам, позволяющая снижать временную неопределенность в ЗЦП.

5. Поставлена многокритериальная задача выбора оптимальной «зеленой» ЦП, где в качестве критериев цепи поставок выступают: время, затраты, экологическая оценка. Предложено решение поставленной задачи на основе Парето-оптимального множества и метода идеальной точки.

Научная новизна теоретических положений и результатов экспериментальных исследований, полученных автором:

1. Для системного решения задач исследования автором создана и впервые представлена классификация неблагоприятных экологических последствий при формировании и функционировании объектов транспортно-логистической инфраструктуры, позволяющая разработать интегральную экологическую оценку деятельности различных звеньев цепей поставок.

2. Впервые представлены теоретические положения по определению концепции управления бизнесом в переходном периоде от рынка с «коричневой» экономикой (характеризующейся высоким уровнем загрязнения окружающей среды) к устойчивому развитию, предлагается эколого-логистическая концепция управления, основанная на аналогичной роли логистики и экологии в современном обществе, а ее эффективным инструментом должны стать «зеленые» цепочки поставок.

3. Впервые проанализированы эколого-логистические требования к видам транспорта, участвующим в цепях поставок, и предложена система их поощрений или штрафов – GreenS. Главным принципом такой системы стал принцип справедливости и отказ от инвестиций у природы.

4. Впервые предложено использовать имитационную модель, основанную на бета-распределениях времени выполнения логистических операций, для оценки времени прохождения материальных потоков по ЗЦП.

Методы исследования, достоверность и обоснованность результатов диссертационной работы

Разработка теоретических положений и создание на их основе методики оценки времени выполнения логистических операций и модели формирования «зеленой» цепи поставок в условиях временной неопределенности стали возможными благодаря комплексному использованию теоретических и экспериментальных методов исследования. Решение ряда новых задач теории логистики и управления цепями поставок, поставленных в работе, стало возможным благодаря достижениям фундаментальных и прикладных наук – математическому анализу, математической статистике, теории оптимизации, математическим и эвристическим методам организации перевозок грузов в смешанном сообщении и др., не противоречит их положениям и базируется на их выводах.

Практическая и научная полезность результатов диссертационной работы

Разработанные в диссертационной работе новые положения теории формирования «зеленых» цепей поставок позволяют повысить эффективность научно-исследовательских работ при создании транспортных коридоров с участием РФ в международном транспортно-логистическом пространстве.

Полученное автором решение задачи расчета времени выполнения логистических операций позволяют существенно снизить неопределенность продвижения материальных потоков по логистической цепи. Кроме этого, отдельные теоретические результаты, например, определение интегральной экологической оценки, являются определенным вкладом в общую теорию таких наук, как логистика и управление цепями поставок в условиях экологизации общества.

Результаты имитационного моделирования представляют практический интерес при проектировании новых и трансформации существующих цепей поставок в «зеленые» цепи поставок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. WWF: РФ – единственная крупная экономика с растущими биоресурсами [Электронный ресурс]. – Всемирная Россия. – 2014. Режим доступа: [http : //vseruss.com/index.php?catId=1&newsId=19942&p=4](http://vseruss.com/index.php?catId=1&newsId=19942&p=4).
2. «Экологический след» России [Электронный ресурс]. – Метеовести. – Новости от ФОБОС. – 2014. Режим доступа: [http : //www.meteovesti.ru/news.n2?item=63549483872](http://www.meteovesti.ru/news.n2?item=63549483872).
3. Цветков, А.В. Управление цепями поставок с учетом экологического фактора (на примере использования автомобильного транспорта) : автореф. дис. канд. эк. наук : 08.00.05 / Цветков Андрей Владимирович. – М. : 2010.
4. Журавская, М.А. Организационно-технологический механизм формирования транспортных мезологистических систем : дис. канд. техн. наук : 05.22.01 / Журавская Марина Аркадьевна. – Екатеринбург, 2007. – 176 с.
5. Уотерс, Д. Логистика. Управление цепью поставок : учебник / Доналд Уотерс. – М. : Юнити-Дана, 2003. – 504 с.
6. Джонсон, Д. Современная логистика / Д. Джонсон, Д. Вуд, Д. Вордлоу, М. Поль. – М. : Изд. дом «Вильямс», 2005. – 624 с.
7. Harrington, J. Value Chain Management : Collaboration and the Internet / Harrington, J. – Logility inc, 1999. – 31–35 p.
8. Peter, M. Sunil, C. Supply Chain Management : Upper Saddle River / Peter, M. Sunil, C. – New Jersey, 2012. – P. 14–17.
9. Появление и развитие концепции «Цепь поставок» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http : //www.xzbu.com/2/view-6731117.htm](http://www.xzbu.com/2/view-6731117.htm).
10. Martin, C. Менеджмент логистики и цепи поставок. – Пекин : Изд-во электронной промышленности / Martin Christopher, 2006. № 3. – P. 37–42.
11. Транспортные перевозки и логистическая услуга [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.iolt.org.uk.
12. Ван, В. Происхождение концепции цепочки поставок её перспектива развития // Китайский рынок. 2015. №2. – С. 21–25.

13. Фан, Н., Хуан, Л. Исследование менеджмента цепи поставок // Современная экономика. 2014. №9. – С. 7–17.
14. Ма, Ш. Новое управление цепочками поставок : сб. статей / Пекин : Изд-во Китайского народного университета. – 2013. № 8. – С. 2–5.
15. Шань, М. Менеджмент цепи поставок и её прикладное исследование / На кит. яз. // Научный журнал Центрально-южного университета Китая. 2011. №14. – С. 202–204.
16. Лань, Б. Стратегическое значение менеджмента цепи поставок : сб. статей / Лань Босюн / На кит. яз. – Пекин. – 2004. – №15. –С. 11–14.
17. Ван Ц. Развитие и исследовательские рамки менеджмента цепи поставок / Ван Цзиньшэн / На кит. яз. // Научный журнал Юго-восточного университета. – 2014. – №1. – С. 3–7.
18. Терминология логистики – Китайский государственный стандарт : учебник. – Транспортное строительство и управление. 2007 . – С. 106–120.
19. Маликов, О.Б. Перевозки и складирование товаров в цепях поставок : монография / О.Б. Маликов. – М. : ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте». – 2014. – 536 с.
20. Модели и методы теории логистики : учебное пособие / под ред. В.С. Лукинскогo. – СПб : Питер. – 2-е изд. – 2008. – 448 с.
21. Сергеев, В.И. Логистика : информационные системы и технологии : учебно-практическое пособие./ В.И. Сергеев, М.Н. Григорьев, С.А. Уваров. – М. : Изд-во «Альфа-Пресс». – 2008. – 608 с.
22. Гвилия, Н.А. Интегрированное планирование цепей поставок /Н.А. Гвилия. – СПб : СПбГЭУ. – 2013. – 58 с.
23. Миротин, Л.Б., Некрасов, А.Г. Логистика интегрированных цепочек поставок : учебник / Л.Б. Миротин, А.Г. Некрасов. – М. : Изд-во «Экзамен». – 2003. – 256 с.
24. Козлова, В.П. Распределенные транспортно-складские системы с логистической организацией грузопотоков // Транспорт : наука, техника, управление / В.П. Козлова, Н.В. Якушев. – 2007. – № 10. – С. 30–32.

25. Законы Гермеса Трисмеиста [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http : //www.ansmed.ru/books/elektronnaya-enciklopediya-narodnoy-mediciny/chast-8-poznay-sebya-i-ty-poznaesh-bogov-i-0](http://www.ansmed.ru/books/elektronnaya-enciklopediya-narodnoy-mediciny/chast-8-poznay-sebya-i-ty-poznaesh-bogov-i-0).
26. Zhuravskaya M., Anashkina N. Ecological and logistic concept as a new management approach in a modern society : Book «News of Science and Education» / M. Zhuravskaya, N. Anashkina. – Екатеринбург. – 2015. – № 1(25). – P. 21–28.
27. Alexandrova, K. The links of one Chain, The RZD Partner International / K. Alexandrova // Вестник УрГУПС. – № 3(39) . – 2014. – P. 38–39.
28. Günter, E. Ökologieorientiertes Management / E. Günter // Lucius und Lucius, 2008. – 388 p.
29. Sladkowski, A. Actual problems of logistics / A. Sladkowski. – Katowice. – 2012 . – P. 28–29.
30. Angheluta, A. Sustainable go-green logistics solutions for Istanbul metropolis / A. Angheluta // Transport problems. – 2011. – № 4. – P. 59–67.
31. Воронков, А.Н. Направления применения «зеленых» технологий в логистике / А.Н. Воронков, А.Г. Точков, Р.Я. Вакуленко // Вестник СамГУПС. – 2012. – № 2. – С. 21–25.
32. Кизим, А. Современные тренды «Зеленой логистики в условиях глобализации» / А. Кизим, Д. Кабертай // Логистика. – 2013. – №1. – С. 48–51.
33. Эльяшевич, И.П. Перспективы развития экологической логистики в России / И.П. Эльяшевич, Е.Р. Эльяшевич // Логистика и управление цепями поставок. – 2011. № 2. – С. 19–27.
34. The United States-Asia Environmental Partnership (US-AEP) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http : //www.usaep.org/programmms/industry/rod-greening.html](http://www.usaep.org/programmms/industry/rod-greening.html).
35. Дань, Б., Лю, Ф. Исследование зелёной цепи поставок и её структуры : сборник / Дань Бинь, Лю Фэй / На кит. яз. – Пекин : Изд-во промышленного инжинеринга. – 2000. – №11(11). – С. 1232–1235.

36. Чжу, Ц. Менеджмент зелёной цепи поставок : сборник / Чжу Цзиньхуа / На кит. яз. – Пекин : Изд-во химической промышленности. – 2003. – №8. – С. 11–15.
37. Цзян, Х., Хань, В. Менеджмент зелёной цепи поставок и стратегия её внедрения / Цзян Хунвэй, Хань Вэнсю / На кит. яз. // Научн. журнал Тяньцзиньского университета. – 2002. – №4(2). – С. 97–100.
38. Дичун, У. Исследование зелёной цепи поставок : учебное пособие / У. Дичун / На кит. яз. – 2002. – №19(2). – С. 15–17.
39. Чуньюу, У, Чжу Ц. Менеджмент зелёной цепи поставок и её устойчивое развитие : учебник / У Чуньюу, Чжу Цзиньхуа / На кит. яз. – 2001. – № 3. – С. 67–70.
40. Yong, Z. Analyzing the promoting factors for adopting green logistics practices : a case study of road freight industry / Yong Zhang, Russell G., Thompson J., Bao Xiangtai, Jiang Yunjian // Nanjing. –125 (2014). – P. 432 –444.
41. Deutsche Post DHL Group [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http : //www.dhl.ru/ru.html](http://www.dhl.ru/ru.html).
42. Управление цепями поставок в транспортном комплексе : учебное пособие для вузов. – М. : Горячая линия – Телеком. – 2012. – 262 с.
43. Проект транспортной стратегии Российской Федерации на период до 2030 года // Гудок. – 9 сентября. – 2008.
44. Распоряжение об экологической стратегии ОАО «РЖД» на период до 2015 года и на перспективу до 2030 года // Гудок. – 13 февраля. – 2009.
45. Гаврюшков, Е.Н. Методические основы выработки управленческих решений при управлении процессом организации мультимодальных перевозок грузов : дисс. ... на соиск. уч. ст. канд. техн. наук : 05.22.19 / Евгений Николаевич Гаврюшков. – Владивосток. – 2006. – 228 с.
46. Сосунова, Л.А. Организация цепей поставок на принципах «зеленой логистики» / Л.А. Сосунова, Н.С. Кузнецова // Вестник Самарского государственного экономического университета. – 2015. – № 11. – С. 61–63.

47. Центр международных исследований факультета международных отношений Белорусского государственного университета [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http : //www.mfa.gov.by/](http://www.mfa.gov.by/).
48. Журавская, М.А. Зеленая логистика – стратегия успеха в развитии современной транспортной отрасли / М.А. Журавская // Вестник УрГУПС. – 2015. – №1(25). – С. 37–47.
49. Соболев, В. Зеленой, а то проиграешь / В. Соболев // РЖД-Партнер. – 2014. – № 22. – С. 16–28.
50. Журавская, М.А. Роль и задачи железнодорожного транспорта при организации мультимодальных перевозок (на примере лесных грузов) / М.А. Журавская, И.А. Макаренко // Инновационный транспорт. – 2012. – №3(4). – С. 47–52.
51. Журавская, М.А. Контрейлерные перевозки как точка роста логистического бизнеса ОАО «Российские железные дороги» / М.А. Журавская, И.А. Макаренко // Транспорт Урала. – 2013. – № 3 (38). – С. 74–79.
52. Мещанкина, Т.Е. Эффект хлыста или мнимые колебания спроса [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http : //greencar.at.ua/news/ehffekt_khlysta_ili_mnimye_kolebanija_sprosa/2012-01-12-890](http://greencar.at.ua/news/ehffekt_khlysta_ili_mnimye_kolebanija_sprosa/2012-01-12-890).
53. Дыбская В.В. Проблемы межорганизационной координации в цепи поставок и эффект хлыста : учебник / В.В. Дыбская. – М., 2012. – С. 24–27.
54. Ярыгин, О.Н. Математическая модель цепи поставок для исследования bullwhip-эффекта / О.Н. Ярыгин // Вектор науки ТГУ. – 2011. – №1(15). – С. 63–66.
55. Калабанова, В.М. Необходимость изучения bullwhip-эффекта для менеджеров и экономистов / В.М. Калабанова // Вектор науки ТГУ. – 2013. – №2. – С. 30–33.
56. Фетисов, В.А., Головцов, Д.Л. Проблемы синхронизации потоковых процессов в цепях поставок / В.А.Фетисов, Д.Л. Головцов // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. – 2012. – № 3 (79). – С. 136–149.

57. Воронцова, Е.В. Проблемы появления эффекта «бычьего кнута» в процессе управления потоковыми процессами на предприятии / Е.В. Воронцова // Вестник Волжского университета им. В.Н. Татищева. – 2010. – № 15. – С. 1–7.
58. Minnich D. Efficiency and Responsiveness of Supply Chains in the High-Tech Electronics Industry / D. Minnich. – М. – 2007. – P. 12–13.
59. United States Environmental Protection Agency, office of Pollution Prevention and Toxics, the lean and green supply chain : a practical guide for materials managers and supply chain manager to reduce costs and improve environmental performance : official.text / Washington. – 2001. – 28 p.
60. Narasimhan, R., Carter, J.R. Environmental Supply Chain Management / R. Narasimhan, J.R. Carter. – Arizona : Center for Advanced Purchasing Studies. – 1998. – 34 p.
61. Lee, H.L., Padmanabhan, V., Whang, S. Information distortion in a supply chain, the bullwhip effect / H.L. Lee, V. Padmanabhan, S. – Whang. – 1997. – P. 546–558.
62. Lee, H.L., Padmanabhan, V., Whang, S. The Bullwhip effect in supply chains / H.L. Lee, V. Padmanabhan, S. Whang. – 1997. – P. 93–102.
63. Kahneman, D., Slovic, P., Tversky, A. Judgment under Uncertainty / D. Kahneman, P. Slovic, A. Tversky // Journal of Cambridge University Press. – 1982. – 555 p.
64. Carlsson, C., Fuller, R. Reducing the bullwhip effect by means of intelligent, soft computing methods [Электронный ресурс] / C. Carlsson, R. Fuller // 34th Hawaii International Conference on System Sciences. – 2001. – №3. – Режим доступа: [http : //portal.acm.org/citation.cfm?id.](http://portal.acm.org/citation.cfm?id.)
65. Cannella, S., Ciancimino, E. On the Bullwhip avoidance phase – supply chain collaboration ad order smoothing / S. Cannella, E. Ciancimino // International Journal of Production Research. – 2009. – 27 p.
66. Фу, Е, Чжэн, Ш. Эффект хлыста в цепях поставок – причина и контмеры : учебник / Фу Е, Чжэн Шаолиань / На кит. яз. – Шанхай. – 2002. – С. 82–84.

67. Чжу, Цюлун, Тао, Сяонань, Ван, Шицзюнь. Анализ эффекта хлыста в цепях поставок : учебник / Цюлун Чжу, Сяоиань Тао, Шицзюнь Ван / На кит. яз. – Нанькин : Изд-во «Промышленность Китая». – 2004. – С. 10–13.
68. Сю, Шэню. Эффект хлыста в цепях поставок : учебник / Шэню Сю / На кит. яз. – Шанхай : Изд-во «Китайские экономики и финансы» – 2005. – С. 40–44.
69. Цзя, Хюбо. Влияние эффекта хлыста на цепи поставок и анализ его решения : учебник / Хюбо Цзя / На кит. яз. – Сиань: издательство «Сианьский транспортный университет» – 2006. – С. 5–10.
70. Чжан, Синь, Лю, Вэпэй. Анализ снижения эффекта хлыста на основе обмена информации : учебник / Синь Чжан, Вэпэй Лю / На кит. яз. – Пекин : Изд-во «Пекинский университет» – 2009. – С. 184–187.
71. Ю, Цзян, Чу, Фэн. Метод уменьшения эффекта при обмене информации : учебное пособие / Цзян Ю, Фэн Чу / На кит. яз. – Нанькин : Изд-во «Электронная промышленность Китая», 2004. №27. – С. 40–44.
72. Шао, Сяофэн, Цзи, Цифнхуа, Хуан, Пэйшин. Анализ эффекта хлыста в цепях поставок : учебное пособие / Сяофэн Шао, Цианхуа Цзи, Пэйцин Хуан / На кит. яз. – Шицзячжуан : Изд-во «Коммерция и лоистика», 2001. № 4. – С. 184–187.
73. Тан, Сяндун. Анализ эффекта хлыста цепи поставок на технологическом уровне : учебник / Сяндун Тан / На кит. яз. – Гуанчжоу: Изд-во «Чжоуншанский университет». – 2008. – С. 65–69.
74. Тан, Сяндун. Анализ влияния эффекта хлыста цепи поставок на срок поставки : учебник / Сяндун Тан / На кит. яз. – Фошань : Изд-во «Гуандунский университет финансов». – 2010. – С. 46–47.
75. Чжоу, Чжэньхуа. Эмпирическое исследование явления эффекта хлыста в цепях поставок / Чжэньхуа Чжоу / на кит. яз. – Шанхай : Изд-во «Шанхайский университет». – 2009. – С. 13–16.

76. Цзя, Сихун, Хю, Ваньли. Решение эффекта хлыста в цепях поставок / Сихун Цзя, Ваньли Хю / На кит. яз. – Чжэнчжоу : Изд-во «Управление транспорта». – 2009. – С. 36–38.
77. Ху, Циньюн. Анализ явления эффекта хлыста / Циньюн Ху / На кит. яз. – Шанхай : Изд-во «Основа логистический цепей поставок». – 2009. – С. 17–18.
78. Козлов, П.А. Поток и бункер-канал в транспортной системе / П.А. Козлов // Мир транспорта. – 2014. – №2. – С. 30–37.
79. Александров, А. Э. Расчет и оптимизация транспортных систем с использованием моделей (теоретические основы, методология) : автореф. дисс. ... на соиск. уч. ст. д-ра техн. наук / Александров Александр Эрнстович. – Екатеринбург, 2008. – 48 с.
80. Warren, H. Hausman, Hau, L. Lee, U., Subramanian. Global Logistics Indicators, Supply Chain Metrics, and Bilateral Trade Patterns / Warren H. Hausman, HauL. Lee, U. Subramanian // World Bank. – 2005. Doing Business in 2006 : Creating Jobs. – New York : Oxford University Press.
81. Сергеев, В.И. Управление цепями поставок : учебник для бакалавров и магистров / В.И. Сергеев. – М. : Изд-во Юрайт, 2015. – 479 с.
82. Оре, О. Теория графов / О. Оре. – М. : УРСС, 2008. – 352 с.
83. Лукинский, В.С. Моделирование временных составляющих логистического цикла при реализации технологии «точно в срок» / В.С. Лукинский, Т.Г. Шульженко // V Всероссийская научно-практическая конференция по имитационному моделированию и его применению в науке и промышленности «Имитационное моделирование. Теория и практика», Т. II. – СПб. – 2011. – С. 145–151.
84. Андронов, А. Обоснование расписаний логистических циклов средствами имитационного моделирования / А. Андронов // Системный анализ и логистика. – №11(11). – 2014. – С. 41–48.
85. Зайцев, Е.И. Экономико-математические методы и модели в логистике / Е.И. Зайцев // Иллюстрации и информационные материалы. – М. : НИУ-ВШЭ. – 2009. – 245 с.

86. Филлипс, Д., Гарсиа-Диас, А. М. Методы анализа сетей / Д. Филлипс, А. М. Гарсиа-Диас / пер. с англ. – Мир. – 1984. – 496 с.
87. Голенко-Гинзбург, Д.И. Стохастические сетевые модели планирования и управления разработками : монография / Д.И. Голенко-Гинзбург. – Воронеж : «Научная книга». – 2010. – 284 с.
88. Королюк, В.С., Портенко, Н.И., Скороход, А.В., Турбин, А.Ф. Справочник по теории вероятностей и математической статистике / В.С. Королюк, Н.И. Портенко, А.В. Скороход, А.Ф. Турбин. – М. : Наука, 1985. – 640 с.
89. Мартыненко, А.В. Оценка времени транспортировки грузов в логистической цепи поставок / А.В. Мартыненко, М.А. Журавская, Ц. Цун // Вестник УрГУПС. – 2016. – № 3(31). – С. 38–48.
90. Baumann, H., Boons, F., Bragd, A. Mapping the green product development field : engineering, policy and business perspectives / H. Baumann, F. Boons, A. Bragd // Journal of Cleaner Production. – 2002. – V.10. – P. 409–425.
91. Abukhader, S.M., Jönson, G. Logistics and the environment : is it an established subject? / S.M. Abukhader, G. Jönson // International Journal of Logistics : Research and Applications. – 2004. – V.7. – P. 137–149.
92. Григорьев, В.А., Огородников, И.А. Экологическое домостроение : проблемы градостроительства в мире, России, Сибири / В.А. Григорьев, И.А. Огородников // Аналитический обзор. Сер. : «Экология». – Вып. 63. – Новосибирск : ГПНТБ СО РАН. – 2001. 152 с.
93. Кошкаров, В.Е., Неволин, Д.Г., Кошкаров, Вас. Е. Разработка технологии обеспыливания карьерных автодорог на основе битумно-полимерных материалов / В.Е. Кошкаров, Д.Г. Неволин, Вас. Е. Кошкаров // Инновационный транспорт. – 2015. – № 2. – С. 65–71.
94. Журавская, М.А. Функционирование транспортно-логистических систем с учетом оценки экологических последствий / М.А. Журавская, А.А. Лемперт, А.М. Маслов, Л.В. Гашкова // Инновационный транспорт. – 2015. – № 4(18). – С. 31–37.

95. Litman, T. Well Measured : Developing Indicators for Sustainable and Livable Transport Planning / T. Litman. – Victoria Transport Policy Institute. 2015. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.vtpi.org/wellmeas.pdf>.
96. Elkington, J. Cannibals with Forks / J. Elkington. – The Triple Bottom Line of 21st Century Business. – Capstone : Oxford. – 1997. – 402 p.
97. Zhuravskaya, M. Green Logistics as the basis for Improving Environmental Efficiency of Transport / Marina A. Zhuravskaya // EcoProduction. Efficiency in Sustainable supply chain : Springer Verlag, Berlin Heidelberg. – 2016. – 25 p.
98. Василенко, В.А. Экологическое обоснование хозяйственных решений / В.А. Василенко // Экология. – Сер. аналитических обзоров мировой литературы. – 2001. – № 60. – 138 с.
99. Rodrigue, J. & Comtois, C. & Slack, B. The Geography of Transport Systems / J. & Comtois Rodrigue, C. & Slack B. – USA : Routledge, Taylor & Francis Group. – 2013.
100. Kayikci, Y. A conceptual model for intermodal freight logistics center location decisions / Y. Kayikci. – Procedia Social and Behavioral Sciences. – 2010. – Vol. 2. – Issue 3. – P. 6297–6311.
101. Gundogar, E., ErKayman, B. A fuzzy TOPSIS approach for logistics center location selection. Journal of Business Case Studies / E. Gundogar, B. ErKayman // Journal of Business Case Studies. – 2012. – Vol. 7. – № 3. – P. 49–55.
102. Кайгородцев, А.А., Рахмангулов, А.Н. Система методов выбора места размещения логистического распределительного центра / А.А. Кайгородцев, А.Н. Рахмангулов // Современные проблемы транспортного комплекса России. – 2012. – Т. 2. – С. 23–37.
103. Петров, М.Б., Тарасян, В.С., Журавская, М.А. Моделирование оптимальной сети железных дорог с учетом развития транспортно-логистической системы региона / М.Б. Петров, В.С. Тарасян, М.А. Журавская // Экономика региона. – 2013. – №4. – С. 181–189.
104. Андрианова, Е, Логистическая поддержка ресурсосберегающей деятельности промышленных структур / Е. Андрианова // «РИСК : ресурсы, инфор-

мация, снабжение, конкуренция». – 2012. – №1 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.beintrend.ru/2012-10-03-15-03-12>.

105. Zhuravskaya, M. Forming of the regional core transport network taking into account the allocation of alternative energy sources based on artificial intelligence methods / M. Zhuravskaya, V. Tarasyan // *Transport problems*. – 2014. – Vol. 9. – Issue 4. – P. 121–130.

106. Петина В.И. Интегральная оценка экологической ситуации и охрана окружающей среды Белгородской области : автореф. дисс. на соиск. канд. географ. наук : 11.00.11 / В.И. Петина. – Воронеж, 1999. – 24 с.

107. Чернова, Т.В. Экономическая статистика : учебное пособие / Т.В. Чернова. – Таганрог : Изд-во ТРТУ. 1999. – 306 с.

108. Энергоэффективная Россия – пути снижения энергоемкости и выбросов парниковых газов [Электронный ресурс]. Copyright © McKinsey & Company – Режим доступа: <http://www.mckinsey.com/>.

109. Аралбаева, Ф. З. Технология оценки региона как системы, обеспечивающей развитие муниципального образования / Ф. З. Аралбаева // *Проблемы современной экономики*. – № 2 (26). – 2008. – С. 64–78.

110. Перфильева, Е. В. Оценка воздействия на окружающую среду и экологическая экспертиза / Е. В. Перфильева // *ЭКО-бюллетень ИНЭКА*. – № 9 (92). – С. 123–147.

111. Немчинов, М.В. Охрана окружающей природной среды при проектировании и строительстве автомобильных дорог : учебное пособие / М.В. Немчинов, В.Г. Систер, В.В. Силкин, В.В. Рудакова. – М. : Изд-во Ассоциации строительных вузов. – 2009. – 280 с.

112. Крупенко, Н.Н. Экологический мониторинг и контроль транспортных систем : учебное пособие для вузов ж.-д. транспорта / Н.Н. _ Крупенко. – М. : Маршрут, 2006. – 113 с.

113. Плотникова, Л.В. Экологическое управление качеством городской среды на высокоурбанизированных территориях : автореф дисс. на соиск. уч. ст. д-ра экон. наук : 08.00.05 / Л.В. Плотникова. – М. – 2008. – 48 с.

114. ГОСТ Р 56267–2014/ISO/TR 14069 : 2013 Газы парниковые. Определение количества выбросов парниковых газов в организациях и отчетность. Руководство по применению стандарта ИСО 14064-1. [Электронный ресурс]. Режим доступа: – <http://docs.cntd.ru/document/1200118638>.
115. Друкер, П. Практика менеджмента / П. Друкер. – М. : Изд-во «Вильямс», 2009. – 70 с.
116. Абдикеримов, Г.С. Логистическое управление грузовыми перевозками и терминально-складской деятельностью: учебное пособие / Г.С. Абдикеримов. М. : Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2013. – 428 с.
117. Koliński, A. Ecological and logistic concept as a new management approach in a modern society : Modern economic and logistic / A. Koliński. – Springer Verlag. – Berlin Heidelberg. – 2014. – P. 24–37.
118. Koliński, A. The role of production efficiency regarding ecological aspects, in : Eco Production and Logistics, Golinska P. (ed.) / A. Koliński. – Springer Verlag. – Berlin Heidelberg. – 2013. – P. 93–102.
119. Koliński, A. The evaluation method of transport processes efficiency in supply chains / A. Koliński, M. Zhuravskaya // Инновационный транспорт. – 2015. – № 4(18). – P. 25–30.
120. Плотникова, Л. В. Экологическое управление качеством городской среды на высокоурбанизированных территориях : автореф дисс. на соиск. уч. ст. д-ра экон. наук : 08.00.05 / Л. В. Плотникова. – М., 2008. – 48 с.
121. Мартынов, А.С. Экологическая эффективность предприятий России и Казахстана : сравнительный анализ / А.С. Мартынов // Евразийская экономическая интеграция. – 2010. – №3 (8). – С. 33–56.
122. Сураева, М.О. Методические подходы к оценке эффективности инновационных процессов на железнодорожном транспорте / М.О. Сураева // Вопросы экономики и права. – 2011. – № 3. – С. 189–192.

123. Мифтяхетдинов, И. Эффективность функционирования международных логистических систем / И. Мифтяхетдинов // Ресурсы. Информация. Снабжение. Конкуренция. – 2010. – №1. – С. 38–42.

124. Цена и Стоимость. От ценовых решений: учебное пособие [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.knowthis.com/pricing-decisions/price-vs-value>.

125. Лукинский, В.С. Лукинский, В.В. Плетнева, Н.Г. Логистика и управления цепями поставок : учебник / В.С. Лукинский В.В. Лукинский Н.Г. Плетнева. – М. : Изд-во Юрайт, 2016. – 359 с.

126. Доля логистических издержек в себестоимости товаров [Электронный ресурс]. – Портал логистической промышленности КНР. – Режим доступа: <http://www.xd56b.com/zhuzhan/news20140922001/20151231/37136.html>.

127. Малышев, А.И. Логистическая индустрия в Северной Америке / А.И. Малышев // Склад и техника. – М. – № 5. – 2005. – С. 14–16.

128. SF-36 Health Status Survey [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/SF-36>.

129. Методика оценки качества жизни (SF-36 health status survey) [Электронный ресурс]. – Первый медицинский портал. – Режим доступа: <http://5psy.ru/testi/metodika-ocenki-kachestva-jizni.html>.

130. Индексы качества жизни [Электронный ресурс] – Эффективнее политики для улучшения качества жизни. – Режим доступа: <http://www.oecd.org/statistics/datalab/bli.htm>.

131. Социологические инструменты для измерения оценки качества жизни [Электронный ресурс] – Портал благополучие, 2015 – Режим доступа: http://www.gallup.com/topic/category_wellbeing.aspx?ref=logo.

132. Наиболее весомый интегральный показатель для оценки качества жизни [Электронный ресурс] – Оценка перспектив экономического роста в России. – Режим доступа: http://www.fa.ru/chair/priklsoc/Documents/Economics_mood_2014_08.pdf.

133. Гришина, И.В., Польшев, А.О., Тимонин.А. Качество жизни населения регионов России: методология исследования и результаты комплексной оценки : учебник / И.В. Гришина, А.О. Польшев, А. Тимонин. – М., 2012. – С. 70–83.

134. Бродецкий, Г.Л. Системный анализ в логистике: выбор в условиях неопределенности / Г.Л. Бродецкий. – М. : Изд. центр «Академия», 2010. – 336 с.

135. Хашман, Т.Т. Управление цепочками поставок [Электронный ресурс] / Т.Т. Хашман // Гуманитарный вестник. – Режим доступа: <http://hmbul/bmstu.ru/catalog/econom/log/114.html>.

136. Вохмянина, А.В. Анализ влияния эффекта хлыста на уровень обслуживания в логистической цепи поставок // Транспорт: наука, техника, управление / А.В. Вохмянина, М.А. Журавская, Ц. Цяо. –2015. – №.9 – С. 38–45.

137. Научное обеспечение инновационного развития и повышения эффективности деятельности железнодорожного транспорта : коллективная монография членов и научных партнеров Объединенного ученого совета ОАО «РЖД» / под. ред. Б.М. Лapidуса. – М. : Mittel Press. – 2014. – 288 с.

138. Гришина, И.В., Польшев, А.О., Тимонин, А. Качество жизни населения регионов России: методология исследования и результаты комплексной оценки / И.В. Гришина, А.О. Польшев, А. Тимонин // Современные производительные силы. – 2012. –№ 1. – С. 70–83.

139. Бродецкий Г.Л. Системный анализ в логистике : выбор в условиях неопределенности / Г.Л. Бродецкий. – М. : Изд. центр «Академия». – 2010. – 336 с.

140. “ТрансКонтейнер” открыл новый терминал в Екатеринбурге [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL : [http : // http://www.tks.ru/logistics/2013/02/19/0006](http://www.tks.ru/logistics/2013/02/19/0006).

141. Арутюнова, Д.В. Инновационный менеджмент : учебное пособие / Д.В. Арутюнова. – Ростов-на-Дону : Изд-во ЮФУ. – 2014. – 152 с.

142. Данные Уральского таможенного управление по анализу внешнеэкономической деятельности Свердловской области за 2014 год [Электронный ресурс]. – Режим доступа – <http://utu.customs.ru/>.

143. Козьева, И.А., Кузьбожев, Э.Н. Экономическая география и регионалистика : учеб.пособ. / И.А. Козьева, Э.Н. Кузьбожев. – М. : КНОРУС, 2007. – 32 с.
144. Иванов, Д.А. Логистика. Стратегическая кооперация / Д. Иванов. – М. : Вершина. – 2006. – 176 с.
145. Статистические данные по деятельности иностранных организаций в Свердловской Области [Электронный ресурс]. – М. : Ассоциация Европейского бизнеса. – Режим доступа: <http://www.aebrus.ru/>.
146. Социально-географическое сведение о Екатеринбурге и Чунцине [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.abirus.ru/>.
147. Характеристика основных морских портов [Электронный ресурс] – Портал управляющей организации АО «Восточный Порт». – 2014. – Режим доступа: <http://www.vostport.ru>.
148. Zhuravskaya. M.A. Importance of Russian Medial Regions in Development of International Transport Corridors: Journal of Dalian Jiaotong University / M.A. Zhuravskaya, Qiao Cong, E.A.Derkach. – 2015. –V. 36. – №.1. – P. 6–9.
149. Маршруты перевозок из Чунцина в Екатеринбург [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.Chinalogistic.com.
150. Соколов, Ю.И. Менеджмент качества на железнодорожном транспорте: учеб.пособие. – М. : ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте». 2014. – 196 с.
151. Козлов, Л.Н., Беляков, А.А. Транспортно-энергетическая водная система (ТЭВС) Евразии и ее первоочередные проекты : учебник / Л.Н. Козлов, А.А. Беляков. – М., 2008. – 600 с.
152. Балалаев, А.С., Леонтьев, Р.Г. Транспортно-логистическое взаимодействие при мультимодальных перевозках / А.С. Балалаев, Р.Г. Леонтьев // М. : УМЦ ЖДТ. – 2012. – 268 с.
153. Журавская, М.А., Казаков, А.Л., Парсюрова, П.А. О размещении остановочных пунктов при осуществлении мультимодальных пассажирских перевозок / М.А. Журавская, А.Л. Казаков, П.А. Парсюрова // Транспорт Урала. – 2012. – № 4 (35). – С. 50–53.

154. Журавская, М.А. Оптимизация «зеленых» цепей поставок в условиях неопределенности / М.А. Журавская, А.В. Мартыненко, Ц. Цяо // Транспорт Урала. – 2016. – № 3 (50). – С. 17–22.

155. Брусянин, Д.А., Сай, В.М., Вихарев, С.В. Обоснование транспортных средств на маршрутной сети регулярных автомобильных и железнодорожных пассажирских перевозок / Д.А. Брусянин, В.М. Сай, С.В. Вихарев // Вестник УрГУПС. – 2013. – № 1 (17). – С. 50–64.

156. Зубрев, Н.И., Журавлева, М.А. Предотвращение загрязнения биосферы тяжелыми металлами при эксплуатации высокоскоростного транспорта / Н.И. Зубрев, М.А. Журавлева. – М. : УМЦ ЖДТ. – 2012. – 272 с.

157. Защита атмосферного воздуха учетом использования чистого транспортного средства [Электронный ресурс] – China Transportation Association. – 2013. – Режим доступа: <http://www.56times.com>.

158. Мировая конкуренция с использованием экологии // Морские вести России. – Режим доступа: <http://morvesti.ru/analitics/detail.php?ID=23626>.

**Стоимостные, временные и экологические параметры
узловых элементов транспортно-логистического пространства
по направлению Чунцин – Екатеринбург**

Узловой элемент	Стоимость, условн. ден. ед.	Время, min, дн.	Время ожидаемое, дн.	Время, max, дн.	Эколог. ущерб, эко-км
Чунцин скл	90	2	3	5	0
Чунцин авт	100	1	2	4	28470
Чунцин жд	80	2	3	4	8000
Достык пжп	180	0,2	1	1	8000
Достык пп	180	1	1	2	28470
Ект авт	150	1	1	3	28470
Ект жд	120	2	2	4	8000
Ект авиа	300	0	0	1	52850
Ект там	200	1	3	4	0
Ект скл	100	2	3	5	0
Пекин авт-жд	150	3	5	7	28470
Пекин жд-жд	120	3	5	7	8000
Пекин авт-авиа	150	2	4	6	28470
Пекин жд-авиа	200	1	2	4	8000
Замин-Уде пжп	180	1	1	2	8000
Наушки пп	180	1	1	2	28470
Заб пжп	180	1	1	2	8000
Заб пп	165	1	1	2	28470
Заб там	150	3	4	5	0
Лянь авт-мор	140	3	3	5	28470
Лянь жд-мор	140	3	5	7	8000
Влад мор-авт	125	2	4	6	11500
Влад мор-жд	110	3	4	7	11500
Влад мор-авиа	200	3	5	7	11500
Влад там	180	3	3	5	0
Влад мор-кп	150	2	3	6	11500
Новор мор-авт	150	3	6	11	11500
Новор мор-жд	130	3	6	11	11500
Новор мор-авиа	200	3	6	11	11500
Новор там	150	7	8	10	0
СПб мор-авт	150	4	5	7	11500
СПб мор-жд	130	4	6	8	11500
СПб мор-авиа	200	3	5	7	11500
СПб там	100	2	3	6	0
Нах мор-авт	150	2	4	6	11500
Нах мор-жд	140	3	4	7	11500
Нах там	180	3	4	6	0
Фош авт-мор	150	2	3	5	28470
Фош жд-мор	130	3	4	7	8000
Нин авт-мор	130	3	4	6	28470
Нин жд-мор	140	2	3	6	8000
Пусан мор-мор	150	2	3	5	11500

**Стоимостные, временные и экологические параметры
линейных элементов транспортно-логистического пространства
по направлению Чунцин – Екатеринбург**

Начало линейного элемента	Конец линейного элемента	Стоимость, усл. ден. ед.	Время, min, дн.	Время ожидания, дн.	Время, max, дн.	Эколог. ущерб, эко-км
Чунцин скл	Чунцин авт	0	0	0	0	911,04
Чунцин скл	Чунцин жд	0	0	0	0	41
Чунцин жд	Достык пжп	350	5	6	7	3497
Чунцин авт	Достык пп	1150	5	5	7	94292,64
Ект авт	Ект скл	0	1	1	2	56,94
Ект жд	Ект скл	0	1	1	2	4
Ект авиа	Ект скл	0	0	0	0	199,29
Ект там	Ект авиа	0	1	1	3	199,29
Ект там	Ект жд	0	2	3	5	4
Ект там	Ект авт	0	1	2	5	56,94
Ект авт	Ект там	0	1	2	4	85,41
Ект жд	Ект там	0	2	3	5	4
Ект авиа	Ект там	0	1	2	4	199,29
Достык пжп	Ект жд	250	3	3	5	2509
Достык пп	Ект авт	550	3	3	5	63516,57
Чунцин авт	Пекин авт-жд	400	1	1	2	55060,98
Чунцин жд	Пекин жд-жд	380	1	1	2	2079
Чунцин авт	Пекин авт-авиа	400	1	1	2	55060,98
Чунцин жд	Пекин жд-авиа	500	1	2	4	2079
Пекин авт-авиа	Ект авиа	12000	2	3	4	124328,5
Пекин жд-жд	Ект жд	550	5	6	8	5463
Пекин авт-жд	Ект жд	550	6	7	9	155531,6
Пекин жд-авиа	Ект авиа	12000	2	3	4	4376
Чунцин жд	Замин-Уде пжп	250	2	3	4	2465
Замин-Уде пжп	Наушки пп	100	1	2	4	1050
Наушки пп	Ект жд	400	2	3	5	116727
Чунцин авт	Заб пп	1200	4	5	6	101040
Чунцин жд	Заб пжп	1200	13	13	15	3801
Заб пп	Ект авт	1800	10	11	14	131873
Заб пжп	Ект жд	480	8	8	10	4872
Заб пп	Заб там	0	1	1	3	85,41
Заб пжп	Заб там	0	1	2	4	3
Заб там	Заб пп	0	1	2	3	85,41
Заб там	Заб пжп	0	1	2	4	3
Лянь авт-мор	Влад мор-авт	700	7	8	10	1633
Лянь авт-мор	Влад мор-жд	700	7	8	10	1633
Лянь авт-мор	Влад мор-авиа	700	7	7	9	1633
Лянь авт-мор	Влад мор-кп	700	7	8	10	1633
Лянь жд-мор	Влад мор-авт	700	7	8	10	1633
Лянь жд-мор	Влад мор-жд	700	7	8	10	1633
Лянь жд-мор	Влад мор-авиа	700	7	8	10	1633

Лянь жд-мор	Влад мор-кп	700	7	8	10	1633
Влад мор-авт	Влад там	0	2	3	4	56,94
Влад мор-жд	Влад там	0	3	4	5	3
Влад мор-авиа	Влад там	0	2	2	3	142,35
Влад мор-кп	Влад там	0	2	3	5	85,41
Влад там	Влад мор-авт	0	1	2	4	56,94
Влад там	Влад мор-жд	0	2	3	5	3
Влад там	Влад мор-авиа	0	1	2	5	142,35
Влад там	Влад мор-кп	0	1	1	1	85,41
Влад мор-авт	Ект авт	0	7	7	9	208542,8
Влад мор-жд	Ект жд	0	7	8	10	7681
Влад мор-авиа	Ект авиа	0	2	3	5	113712,1
Влад мор-кп	Ект жд	700	7	8	9	7681
Лянь жд-мор	Новор мор-авт	550	32	33	35	9619,75
Лянь жд-мор	Новор мор-жд	550	32	34	37	9619,75
Лянь жд-мор	Новор мор-авиа	550	32	33	35	9619,75
Лянь авт-мор	Новор мор-авт	550	31	32	36	9619,75
Лянь авт-мор	Новор мор-жд	550	33	35	38	9619,75
Лянь авт-мор	Новор мор-авиа	550	31	33	34	9619,75
Новор мор-авт	Новор там	0	2	2	4	56,94
Новор мор-жд	Новор там	0	2	3	5	3
Новор мор-авиа	Новор там	0	1	1	2	113,88
Новор там	Новор мор-авт	0	1	2	4	56,94
Новор там	Новор мор-жд	0	2	3	5	3
Новор там	Новор мор-авиа	0	1	2	3	113,88
Новор мор-авт	Ект авт	900	15	16	18	75844,08
Новор мор-жд	Ект жд	280	18	19	20	2802
Новор мор-авиа	Ект авиа	5500	2	3	5	44076,9
Лянь авт-мор	СПб мор-авт	710	38	40	47	15534,2
Лянь авт-мор	СПб мор-жд	710	40	44	52	15557,2
Лянь авт-мор	СПб мор-авиа	710	38	42	49	15583,65
Лянь жд-мор	СПб мор-авт	710	38	40	47	15534,2
Лянь жд-мор	СПб мор-жд	710	40	44	52	15557,2
Лянь жд-мор	СПб мор-авиа	710	38	40	47	15583,65
СПб мор-авт	СПб там	0	2	3	4	56,94
СПб мор-жд	СПб там	0	1	2	4	4
СПб мор-авиа	СПб там	0	2	2	4	170,82
СПб там	СПб мор-авт	0	2	3	5	56,94
СПб там	СПб мор-жд	0	3	3	5	4
СПб там	СПб мор-авиа	0	1	2	4	170,82
СПб мор-авт	Ект авт	555	4	5	8	63288,81
СПб мор-жд	Ект жд	295	5	7	10	2950
СПб мор-авиа	Ект авиа	4800	2	2	4	51217,53
Лянь авт-мор	Наход мор-авт	510	7	8	10	1771
Лянь авт-мор	Наход мор-жд	510	7	9	11	1771
Лянь жд-мор	Наход мор-авт	510	7	7	10	1771
Лянь жд-мор	Наход мор-жд	510	7	8	10	1771
Наход мор-авт	Наход там	0	1	3	4	56,94
Наход мор-жд	Наход там	0	2	4	6	3
Наход там	Наход мор-авт	0	1	3	5	56,94
Наход там	Наход мор-жд	0	2	3	5	3
Наход мор-авт	Ект авт	3200	8	9	12	212130
Наход мор-жд	Ект жд	760	8	11	15	7613
Фош жд-мор	Наход мор-авт	410	10	11	14	3284,4

Фош жд-мор	Наход мор-жд	410	10	12	15	3284,4
Фош жд-мор	Влад мор-авт	410	9	11	14	3284,4
Фош жд-мор	Влад мор-жд	410	10	13	16	3284,4
Фош жд-мор	Влад мор-авиа	410	8	11	14	3284,4
Фош жд-мор	Влад мор-кп	410	10	12	15	3284,4
Фош жд-мор	Новор мор-авт	410	25	28	30	8285,75
Фош жд-мор	Новор мор-жд	410	27	31	33	8285,75
Фош жд-мор	Новор мор-авиа	410	23	27	31	8285,75
Фош жд-мор	Наход мор-авт	410	10	11	14	3418,95
Фош жд-мор	Нах мор-жд	410	10	12	15	3418,95
Фош жд-мор	СПб мор-авт	625	33	38	47	11540,25
Фош жд-мор	СПб мор-жд	625	37	43	52	11540,25
Фош жд-мор	СПб мор-авиа	625	34	40	50	11540,25
Фош авт-мор	Наход мор-авт	410	10	11	14	3578,8
Фош авт-мор	Наход мор-жд	410	10	12	15	3578,8
Фош авт-мор	Влад мор-авт	430	9	11	14	3397,1
Фош авт-мор	Влад мор-жд	430	10	13	16	3397,1
Фош авт-мор	Влад мор-авиа	430	8	11	14	3397,1
Фош авт-мор	Влад мор-кп	430	10	12	15	3397,1
Фош авт-мор	Новор мор-авт	550	25	28	30	8285,75
Фош авт-мор	Новор мор-жд	550	27	31	33	8285,75
Фош авт-мор	Новор мор-авиа	550	23	27	31	8285,75
Фош авт-мор	СПб мор-авт	625	33	38	47	11540,25
Фош авт-мор	СПб мор-жд	625	37	43	52	11540,25
Фош авт-мор	СПб мор-авиа	625	34	40	50	11540,25
Нин жд-мор	Нах мор-авт	585	7	9	12	2020,55
Нин жд-мор	Нах мор-жд	585	8	10	13	2020,55
Нин жд-мор	Влад мор-авт	580	7	8	10	1994,1
Нин жд-мор	Влад мор-жд	580	7	8	11	1994,1
Нин жд-мор	Влад мор-авиа	580	7	7	10	1994,1
Нин жд-мор	Влад мор-кп	580	8	9	11	1994,1
Нин жд-мор	Новор мор-авт	615	29	31	34	9165,5
Нин жд-мор	Новор мор-жд	615	30	33	37	9165,5
Нин жд-мор	Новор мор-авиа	615	30	31	35	9165,5
Нин жд-мор	Нах мор-авт	585	7	9	12	2020,55
Нин жд-мор	Нах мор-жд	585	8	10	13	2020,55
Нин жд-мор	СПб мор-авт	650	38	44	52	12652,3
Нин жд-мор	СПб мор-жд	650	40	46	55	12652,3
Нин жд-мор	СПб мор-авиа	650	37	44	52	12652,3
Нин авт-мор	Наход мор-авт	585	7	9	12	2020,55
Нин авт-мор	Нах мор-жд	585	8	10	13	2020,55
Нин авт-мор	Влад мор-авт	580	7	8	10	1994,1
Нин авт-мор	Влад мор-жд	580	7	8	11	1994,1
Нин авт-мор	Влад мор-авиа	580	7	7	10	1994,1
Нин авт-мор	Влад мор-кп	580	8	9	11	1994,1
Нин авт-мор	Новор мор-авт	615	29	31	34	9165,5
Нин авт-мор	Новор мор-жд	615	30	33	37	9165,5
Нин авт-мор	Новор мор-авиа	615	30	31	35	9165,5
Нин авт-мор	СПб мор-авт	650	38	44	52	12652,3
Нин авт-мор	СПб мор-жд	650	40	46	55	12652,3
Нин авт-мор	СПб мор-авиа	650	37	44	52	12652,3
Пусан мор-мор	Наход мор-авт	500	3	4	7	1052,25
Пусан мор-мор	Наход мор-жд	500	3	4	8	1052,25
Нин жд-мор	Пусан мор-мор	520	5	6	8	1059,15

Нин авт-мор	Пусан мор-мор	520	4	5	8	1059,15
Фош жд-мор	Пусан мор-мор	390	8	10	15	2469,05
Фош авт-мор	Пусан мор-мор	390	8	10	13	2469,05
Лянь жд-мор	Пусан мор-мор	500	4	5	7	1010,85
Лянь авт-мор	Пусан мор-мор	500	3	4	7	1010,85
Чунцин авт	Лянь авт-мор	430	1	2	3	38320,62
Чунцин жд	Лянь жд-мор	430	2	2	3	1519
Чунцин авт	Фош авт-мор	140	1	1	2	27843,66
Чунцин жд	Фош жд-мор	140	1	2	3	1123
Чунцин авт	Нин авт-мор	240	2	2	4	41395,38
Чунцин жд	Нин жд-мор	155	2	3	4	1571

Цепочки поставок между Чунцином и Екатеринбургом

Цепочка поставок	Стоимость, усл.ден.ед.	Время доставки 95 % грузов, дн.	Экол. ущерб, эко-км
{«Чунцин скл», «Чунцин авт», «Пекин авт-авиа», «Ект авиа», «Ект там», «Ект авиа», «Ект скл»}	13340	26	290687
{«Чунцин скл», «Чунцин авт», «Пекин авт-жд», «Ект жд», «Ект там», «Ект жд», «Ект скл»}	1710	38	276456
{«Чунцин скл», «Чунцин авт», «Достык пп», «Ект авт», «Ект там», «Ект авт», «Ект скл»}	2520	31	244330
{«Чунцин скл», «Чунцин жд», «Пекин жд-авиа», «Ект авиа», «Ект там», «Ект авиа», «Ект скл»}	13470	26	75943
{«Чунцин скл», «Чунцин жд», «Пекин жд-жд», «Ект жд», «Ект там», «Ект жд», «Ект скл»}	1640	38	31595
{«Чунцин скл», «Чунцин жд», «Достык пжп», «Ект жд», «Ект там», «Ект жд», «Ект скл»}	1370	35	30059
{«Чунцин скл», «Чунцин авт», «Заб пп», «Ект авт», «Ект там», «Ект авт», «Ект скл»}	3805	39	319433
{«Чунцин скл», «Чунцин авт», «Заб пп», «Заб там», «Заб пп», «Ект авт», «Ект скл»}	3755	39	319461
{«Чунцин скл», «Чунцин жд», «Заб пжп», «Ект жд», «Ект там», «Ект жд», «Ект скл»}	2450	48	32726
{«Чунцин скл», «Чунцин жд», «Заб пжп», «Заб там», «Заб пжп», «Ект жд», «Ект скл»}	2400	47	32724
{«Чунцин скл», «Чунцин жд», «Замин-Уде пжп», «Наушки пп», «Ект жд», «Ект там», «Ект жд», «Ект скл»}	1700	36	172765
{«Чунцин скл», «Чунцин авт», «Лянь авт-мор», «Наход мор-жд», «Ект жд», «Ект там», «Ект жд», «Ект скл»}	2590	55	125068
{«Чунцин скл», «Чунцин авт», «Лянь авт-мор», «Наход мор-жд», «Наход там», «Наход мор-жд», «Ект жд», «Ект скл»}	2570	57	125066
{«Чунцин скл», «Чунцин авт», «Лянь авт-мор», «Наход мор-авт», «Ект авт», «Ект там», «Ект авт», «Ект скл»}	5070	49	350242
{«Чунцин скл», «Чунцин авт», «Лянь авт-мор», «Наход мор-авт», «Наход там», «Наход мор-авт», «Ект авт», «Ект скл»}	5050	52	350214
{«Чунцин скл», «Чунцин авт», «Лянь авт-мор», «СПб мор-авиа», «Ект авиа», «Ект там», «Ект авиа», «Ект скл»}	7070	75	227921
{«Чунцин скл», «Чунцин авт», «Лянь авт-мор», «СПб мор-авиа», «СПб там», «СПб мор-авиа», «Ект авиа», «Ект скл»}	6970	76	227865
{«Чунцин скл», «Чунцин авт», «Лянь авт-мор», «СПб мор-жд», «Ект жд», «Ект там», «Ект жд», «Ект скл»}	2315	90	134191
{«Чунцин скл», «Чунцин авт», «Лянь авт-мор», «СПб мор-жд», «СПб там», «СПб мор-жд», «Ект жд», «Ект скл»}	2215	89	134191
{«Чунцин скл», «Чунцин авт», «Лянь авт-мор», «СПб мор-авт», «Ект авт», «Ект там», «Ект авт», «Ект скл»}	2625	79	215164
{«Чунцин скл», «Чунцин авт», «Лянь авт-мор», «СПб мор-авт», «СПб там», «СПб мор-авт», «Ект авт», «Ект скл»}	2525	82	215136
{«Чунцин скл», «Чунцин авт», «Лянь авт-мор», «Новор мор-авиа», «Ект авиа», «Ект там», «Ект авиа»,	7610	67	214816

«Ект скл»}			
{«Чунцин скл», «Чунцин авт», «Лянь авт-мор», «Новор мор-авиа», «Новор там», «Новор мор-авиа», «Ект авиа», «Ект скл»}	7560	72	214646
{«Чунцин скл», «Чунцин авт», «Лянь авт-мор», «Новор мор-жд», «Ект жд», «Ект там», «Ект жд», «Ект скл»}	2140	91	128106
{«Чунцин скл», «Чунцин авт», «Лянь авт-мор», «Новор мор-жд», «Новор там», «Новор мор-жд», «Ект жд», «Ект скл»}	2090	97	128104
{«Чунцин скл», «Чунцин авт», «Лянь авт-мор», «Новор мор-авт», «Ект авт», «Ект там», «Ект авт», «Ект скл»}	2810	83	221805
{«Чунцин скл», «Чунцин авт», «Лянь авт-мор», «Новор мор-авт», «Новор там», «Новор мор-авт», «Ект авт», «Ект скл»}	2760	88	221777
{«Чунцин скл», «Чунцин авт», «Лянь авт-мор», «Влад мор-кп», «Ект жд», «Ект там», «Ект жд», «Ект скл»}	2730	49	124998
{«Чунцин скл», «Чунцин авт», «Лянь авт-мор», «Влад мор-кп», «Влад там», «Влад мор-кп», «Ект жд», «Ект скл»}	2710	47	125160
{«Чунцин скл», «Чунцин авт», «Лянь авт-мор», «Влад мор-авиа», «Ект авиа», «Ект там», «Ект авиа», «Ект скл»}	2260	39	276464
{«Чунцин скл», «Чунцин авт», «Лянь авт-мор», «Влад мор-авиа», «Влад там», «Влад мор-авиа», «Ект авиа», «Ект скл»}	2240	40	276350
{«Чунцин скл», «Чунцин авт», «Лянь авт-мор», «Влад мор-жд», «Ект жд», «Ект там», «Ект жд», «Ект скл»}	1990	51	124998
{«Чунцин скл», «Чунцин авт», «Лянь авт-мор», «Влад мор-жд», «Влад там», «Влад мор-жд», «Ект жд», «Ект скл»}	1970	52	124996
{«Чунцин скл», «Чунцин авт», «Лянь авт-мор», «Влад мор-авт», «Ект авт», «Ект там», «Ект авт», «Ект скл»}	2035	47	346517
{«Чунцин скл», «Чунцин авт», «Лянь авт-мор», «Влад мор-авт», «Влад там», «Влад мор-авт», «Ект авт», «Ект скл»}	2015	48	346489
{«Чунцин скл», «Чунцин авт», «Фош авт-мор», «Наход мор-жд», «Ект жд», «Ект там», «Ект жд», «Ект скл»}	2210	58	116399
{«Чунцин скл», «Чунцин авт», «Фош авт-мор», «Наход мор-жд», «Наход там», «Наход мор-жд», «Ект жд», «Ект скл»}	2190	60	116397
{«Чунцин скл», «Чунцин авт», «Фош авт-мор», «Наход мор-авт», «Ект авт», «Ект там», «Ект авт», «Ект скл»}	4690	51	341573
{«Чунцин скл», «Чунцин авт», «Фош авт-мор», «Наход мор-авт», «Наход там», «Наход мор-авт», «Ект авт», «Ект скл»}	4670	54	341545
{«Чунцин скл», «Чунцин авт», «Фош авт-мор», «СПб мор-авиа», «Ект авиа», «Ект там», «Ект авиа», «Ект скл»}	6705	74	213400
{«Чунцин скл», «Чунцин авт», «Фош авт-мор», «СПб мор-авиа», «СПб там», «СПб мор-авиа», «Ект авиа», «Ект скл»}	6605	75	213344
{«Чунцин скл», «Чунцин авт», «Фош авт-мор», «СПб мор-жд», «Ект жд», «Ект там», «Ект жд», «Ект скл»}	1950	88	119697
{«Чунцин скл», «Чунцин авт», «Фош авт-мор», «СПб	1850	88	119697

мор-жд», «СПб там», «СПб мор-жд», «Ект жд», «Ект скл»}			
{«Чунцин скл», «Чунцин авт», «Фош авт-мор», «СПб мор-авт», «Ект авт», «Ект там», «Ект авт», «Ект скл»}	2260	77	200693
{«Чунцин скл», «Чунцин авт», «Фош авт-мор», «СПб мор-авт», «СПб там», «СПб мор-авт», «Ект авт», «Ект скл»}	2160	80	200665
{«Чунцин скл», «Чунцин авт», «Фош авт-мор», «Новор мор-авиа», «Ект авиа», «Ект там», «Ект авиа», «Ект скл»}	7330	61	203005
{«Чунцин скл», «Чунцин авт», «Фош авт-мор», «Новор мор-авиа», «Новор там», «Новор мор-авиа», «Ект авиа», «Ект скл»}	7280	66	202835
{«Чунцин скл», «Чунцин авт», «Фош авт-мор», «Новор мор-жд», «Ект жд», «Ект там», «Ект жд», «Ект скл»}	1860	86	116295
{«Чунцин скл», «Чунцин авт», «Фош авт-мор», «Новор мор-жд», «Новор там», «Новор мор-жд», «Ект жд», «Ект скл»}	1810	91	116293
{«Чунцин скл», «Чунцин авт», «Фош авт-мор», «Новор мор-авт», «Ект авт», «Ект там», «Ект авт», «Ект скл»}	2530	78	209994
{«Чунцин скл», «Чунцин авт», «Фош авт-мор», «Новор мор-авт», «Новор там», «Новор мор-авт», «Ект авт», «Ект скл»}	2480	83	209966
{«Чунцин скл», «Чунцин авт», «Фош авт-мор», «Влад мор-кп», «Ект жд», «Ект там», «Ект жд», «Ект скл»}	2180	53	116285
{«Чунцин скл», «Чунцин авт», «Фош авт-мор», «Влад мор-кп», «Влад там», «Влад мор-кп», «Ект жд», «Ект скл»}	2160	51	116447
{«Чунцин скл», «Чунцин авт», «Фош авт-мор», «Влад мор-авиа», «Ект авиа», «Ект там», «Ект авиа», «Ект скл»}	1710	42	267751
{«Чунцин скл», «Чунцин авт», «Фош авт-мор», «Влад мор-авиа», «Влад там», «Влад мор-авиа», «Ект авиа», «Ект скл»}	1690	44	267637
{«Чунцин скл», «Чунцин авт», «Фош авт-мор», «Влад мор-жд», «Ект жд», «Ект там», «Ект жд», «Ект скл»}	1440	55	116285
{«Чунцин скл», «Чунцин авт», «Фош авт-мор», «Влад мор-жд», «Влад там», «Влад мор-жд», «Ект жд», «Ект скл»}	1420	56	116283
{«Чунцин скл», «Чунцин авт», «Фош авт-мор», «Влад мор-авт», «Ект авт», «Ект там», «Ект авт», «Ект скл»}	1485	49	337804
{«Чунцин скл», «Чунцин авт», «Фош авт-мор», «Влад мор-авт», «Влад там», «Влад мор-авт», «Ект авт», «Ект скл»}	1465	50	337776
{«Чунцин скл», «Чунцин авт», «Нин авт-мор», «Наход мор-жд», «Ект жд», «Ект там», «Ект жд», «Ект скл»}	2465	58	128392
{«Чунцин скл», «Чунцин авт», «Нин авт-мор», «Наход мор-жд», «Наход там», «Наход мор-жд», «Ект жд», «Ект скл»}	2445	60	128390
{«Чунцин скл», «Чунцин авт», «Нин авт-мор», «Наход мор-авт», «Ект авт», «Ект там», «Ект авт», «Ект скл»}	4945	51	353566
{«Чунцин скл», «Чунцин авт», «Нин авт-мор», «Наход мор-авт», «Наход там», «Наход мор-авт», «Ект авт», «Ект скл»}	4925	54	353538
{«Чунцин скл», «Чунцин авт», «Нин авт-мор», «СПб мор-авиа», «Ект авиа», «Ект там», «Ект авиа», «Ект скл»}	6810	79	228063

{«Чунцин скл», «Чунцин авт», «Нин авт-мор», «СПб мор-авиа», «СПб там», «СПб мор-авиа», «Ект авиа», «Ект скл»}	6710	80	228007
{«Чунцин скл», «Чунцин авт», «Нин авт-мор», «СПб мор-жд», «Ект жд», «Ект там», «Ект жд», «Ект скл»}	2055	93	134360
{«Чунцин скл», «Чунцин авт», «Нин авт-мор», «СПб мор-жд», «СПб там», «СПб мор-жд», «Ект жд», «Ект скл»}	1955	93	134360
{«Чунцин скл», «Чунцин авт», «Нин авт-мор», «СПб мор-авт», «Ект авт», «Ект там», «Ект авт», «Ект скл»}	2365	85	215356
{«Чунцин скл», «Чунцин авт», «Нин авт-мор», «СПб мор-авт», «СПб там», «СПб мор-авт», «Ект авт», «Ект скл»}	2265	88	215328
{«Чунцин скл», «Чунцин авт», «Нин авт-мор», «Новор мор-авиа», «Ект авиа», «Ект там», «Ект авиа», «Ект скл»}	7475	67	217436
{«Чунцин скл», «Чунцин авт», «Нин авт-мор», «Новор мор-авиа», «Новор там», «Новор мор-авиа», «Ект авиа», «Ект скл»}	7425	72	217266
{«Чунцин скл», «Чунцин авт», «Нин авт-мор», «Новор мор-жд», «Ект жд», «Ект там», «Ект жд», «Ект скл»}	2005	91	130726
{«Чунцин скл», «Чунцин авт», «Нин авт-мор», «Новор мор-жд», «Новор там», «Новор мор-жд», «Ект жд», «Ект скл»}	1955	96	130724
{«Чунцин скл», «Чунцин авт», «Нин авт-мор», «Новор мор-авт», «Ект авт», «Ект там», «Ект авт», «Ект скл»}	2675	83	224425
{«Чунцин скл», «Чунцин авт», «Нин авт-мор», «Новор мор-авт», «Новор там», «Новор мор-авт», «Ект авт», «Ект скл»}	2625	88	224397
{«Чунцин скл», «Чунцин авт», «Нин авт-мор», «Влад мор-кп», «Ект жд», «Ект там», «Ект жд», «Ект скл»}	2410	52	128433
{«Чунцин скл», «Чунцин авт», «Нин авт-мор», «Влад мор-кп», «Влад там», «Влад мор-кп», «Ект жд», «Ект скл»}	2390	50	128595
{«Чунцин скл», «Чунцин авт», «Нин авт-мор», «Влад мор-авиа», «Ект авиа», «Ект там», «Ект авиа», «Ект скл»}	1940	41	279899
{«Чунцин скл», «Чунцин авт», «Нин авт-мор», «Влад мор-авиа», «Влад там», «Влад мор-авиа», «Ект авиа», «Ект скл»}	1920	42	279785
{«Чунцин скл», «Чунцин авт», «Нин авт-мор», «Влад мор-жд», «Ект жд», «Ект там», «Ект жд», «Ект скл»}	1670	52	128433
{«Чунцин скл», «Чунцин авт», «Нин авт-мор», «Влад мор-жд», «Влад там», «Влад мор-жд», «Ект жд», «Ект скл»}	1650	53	128431
{«Чунцин скл», «Чунцин авт», «Нин авт-мор», «Влад мор-авт», «Ект авт», «Ект там», «Ект авт», «Ект скл»}	1715	48	349952
{«Чунцин скл», «Чунцин авт», «Нин авт-мор», «Влад мор-авт», «Влад там», «Влад мор-авт», «Ект авт», «Ект скл»}	1695	49	349924
{«Чунцин скл», «Чунцин жд», «Лянь жд-мор», «Наход мор-жд», «Ект жд», «Ект там», «Ект жд», «Ект скл»}	2570	57	46456
{«Чунцин скл», «Чунцин жд», «Лянь жд-мор», «Наход мор-жд», «Наход там», «Наход мор-жд», «Ект жд», «Ект скл»}	2550	59	46454
{«Чунцин скл», «Чунцин жд», «Лянь жд-мор», «Наход мор-авт», «Ект авт», «Ект там», «Ект авт», «Ект скл»}	5050	51	271630

{«Чунцин скл», «Чунцин жд», «Лянь жд-мор», «Наход мор-авт», «Наход там», «Наход мор-авт», «Ект авт», «Ект скл»}	5030	53	271602
{«Чунцин скл», «Чунцин жд», «Лянь жд-мор», «СПб мор-авиа», «Ект авиа», «Ект там», «Ект авиа», «Ект скл»}	7050	76	149309
{«Чунцин скл», «Чунцин жд», «Лянь жд-мор», «СПб мор-авиа», «СПб там», «СПб мор-авиа», «Ект авиа», «Ект скл»}	6950	77	149253
{«Чунцин скл», «Чунцин жд», «Лянь жд-мор», «СПб мор-жд», «Ект жд», «Ект там», «Ект жд», «Ект скл»}	2295	93	55579
{«Чунцин скл», «Чунцин жд», «Лянь жд-мор», «СПб мор-жд», «СПб там», «СПб мор-жд», «Ект жд», «Ект скл»}	2195	92	55579
{«Чунцин скл», «Чунцин жд», «Лянь жд-мор», «СПб мор-авт», «Ект авт», «Ект там», «Ект авт», «Ект скл»}	2605	82	136552
{«Чунцин скл», «Чунцин жд», «Лянь жд-мор», «СПб мор-авт», «СПб там», «СПб мор-авт», «Ект авт», «Ект скл»}	2505	84	136524
{«Чунцин скл», «Чунцин жд», «Лянь жд-мор», «Новор мор-авиа», «Ект авиа», «Ект там», «Ект авиа», «Ект скл»}	7590	70	136204
{«Чунцин скл», «Чунцин жд», «Лянь жд-мор», «Новор мор-авиа», «Новор там», «Новор мор-авиа», «Ект авиа», «Ект скл»}	7540	75	136034
{«Чунцин скл», «Чунцин жд», «Лянь жд-мор», «Новор мор-жд», «Ект жд», «Ект там», «Ект жд», «Ект скл»}	2120	93	49494
{«Чунцин скл», «Чунцин жд», «Лянь жд-мор», «Новор мор-жд», «Новор там», «Новор мор-жд», «Ект жд», «Ект скл»}	2070	99	49492
{«Чунцин скл», «Чунцин жд», «Лянь жд-мор», «Новор мор-авт», «Ект авт», «Ект там», «Ект авт», «Ект скл»}	2790	87	143193
{«Чунцин скл», «Чунцин жд», «Лянь жд-мор», «Новор мор-авт», «Новор там», «Новор мор-авт», «Ект авт», «Ект скл»}	2740	92	143165
{«Чунцин скл», «Чунцин жд», «Лянь жд-мор», «Влад мор-кп», «Ект жд», «Ект там», «Ект жд», «Ект скл»}	2710	52	46386
{«Чунцин скл», «Чунцин жд», «Лянь жд-мор», «Влад мор-кп», «Влад там», «Влад мор-кп», «Ект жд», «Ект скл»}	2690	50	46548
{«Чунцин скл», «Чунцин жд», «Лянь жд-мор», «Влад мор-авиа», «Ект авиа», «Ект там», «Ект авиа», «Ект скл»}	2240	43	197852
{«Чунцин скл», «Чунцин жд», «Лянь жд-мор», «Влад мор-авиа», «Влад там», «Влад мор-авиа», «Ект авиа», «Ект скл»}	2220	44	197738
{«Чунцин скл», «Чунцин жд», «Лянь жд-мор», «Влад мор-жд», «Ект жд», «Ект там», «Ект жд», «Ект скл»}	1970	53	46386
{«Чунцин скл», «Чунцин жд», «Лянь жд-мор», «Влад мор-жд», «Влад там», «Влад мор-жд», «Ект жд», «Ект скл»}	1950	55	46384
{«Чунцин скл», «Чунцин жд», «Лянь жд-мор», «Влад мор-авт», «Ект авт», «Ект там», «Ект авт», «Ект скл»}	2015	49	267905
{«Чунцин скл», «Чунцин жд», «Лянь жд-мор», «Влад мор-авт», «Влад там», «Влад мор-авт», «Ект авт», «Ект скл»}	1995	50	267877
{«Чунцин скл», «Чунцин жд», «Фош жд-мор», «Наход мор-жд», «Ект жд», «Ект там», «Ект жд», «Ект скл»}	2170	61	47708

{«Чунцин скл», «Чунцин жд», «Фош жд-мор», «Наход мор-жд», «Наход там», «Наход мор-жд», «Ект жд», «Ект скл»}	2150	63	47706
{«Чунцин скл», «Чунцин жд», «Фош жд-мор», «Наход мор-авт», «Ект авт», «Ект там», «Ект авт», «Ект скл»}	4650	54	272882
{«Чунцин скл», «Чунцин жд», «Фош жд-мор», «Наход мор-авт», «Наход там», «Наход мор-авт», «Ект авт», «Ект скл»}	4630	57	272854
{«Чунцин скл», «Чунцин жд», «Фош жд-мор», «СПб мор-авиа», «Ект авиа», «Ект там», «Ект авиа», «Ект скл»}	6665	77	144869
{«Чунцин скл», «Чунцин жд», «Фош жд-мор», «СПб мор-авиа», «СПб там», «СПб мор-авиа», «Ект авиа», «Ект скл»}	6565	78	144813
{«Чунцин скл», «Чунцин жд», «Фош жд-мор», «СПб мор-жд», «Ект жд», «Ект там», «Ект жд», «Ект скл»}	1910	91	51166
{«Чунцин скл», «Чунцин жд», «Фош жд-мор», «СПб мор-жд», «СПб там», «СПб мор-жд», «Ект жд», «Ект скл»}	1810	91	51166
{«Чунцин скл», «Чунцин жд», «Фош жд-мор», «СПб мор-авт», «Ект авт», «Ект там», «Ект авт», «Ект скл»}	2220	81	132162
{«Чунцин скл», «Чунцин жд», «Фош жд-мор», «СПб мор-авт», «СПб там», «СПб мор-авт», «Ект авт», «Ект скл»}	2120	83	132134
{«Чунцин скл», «Чунцин жд», «Фош жд-мор», «Новор мор-авиа», «Ект авиа», «Ект там», «Ект авиа», «Ект скл»}	7150	64	134474
{«Чунцин скл», «Чунцин жд», «Фош жд-мор», «Новор мор-авиа», «Новор там», «Новор мор-авиа», «Ект авиа», «Ект скл»}	7100	69	134304
{«Чунцин скл», «Чунцин жд», «Фош жд-мор», «Новор мор-жд», «Ект жд», «Ект там», «Ект жд», «Ект скл»}	1680	89	47764
{«Чунцин скл», «Чунцин жд», «Фош жд-мор», «Новор мор-жд», «Новор там», «Новор мор-жд», «Ект жд», «Ект скл»}	1630	94	47762
{«Чунцин скл», «Чунцин жд», «Фош жд-мор», «Новор мор-авт», «Ект авт», «Ект там», «Ект авт», «Ект скл»}	2350	81	141463
{«Чунцин скл», «Чунцин жд», «Фош жд-мор», «Новор мор-авт», «Новор там», «Новор мор-авт», «Ект авт», «Ект скл»}	2300	86	141435
{«Чунцин скл», «Чунцин жд», «Фош жд-мор», «Влад мор-кп», «Ект жд», «Ект там», «Ект жд», «Ект скл»}	2120	55	47641
{«Чунцин скл», «Чунцин жд», «Фош жд-мор», «Влад мор-кп», «Влад там», «Влад мор-кп», «Ект жд», «Ект скл»}	2100	54	47803
{«Чунцин скл», «Чунцин жд», «Фош жд-мор», «Влад мор-авиа», «Ект авиа», «Ект там», «Ект авиа», «Ект скл»}	1650	45	199107
{«Чунцин скл», «Чунцин жд», «Фош жд-мор», «Влад мор-авиа», «Влад там», «Влад мор-авиа», «Ект авиа», «Ект скл»}	1630	47	198993
{«Чунцин скл», «Чунцин жд», «Фош жд-мор», «Влад мор-жд», «Ект жд», «Ект там», «Ект жд», «Ект скл»}	1380	58	47641
{«Чунцин скл», «Чунцин жд», «Фош жд-мор», «Влад мор-жд», «Влад там», «Влад мор-жд», «Ект жд», «Ект скл»}	1360	59	47639
{«Чунцин скл», «Чунцин жд», «Фош жд-мор», «Влад мор-авт», «Ект авт», «Ект там», «Ект авт», «Ект скл»}	1425	52	269160

{«Чунцин скл», «Чунцин жд», «Фoш жд-мор», «Влад мор-авт», «Влад там», «Влад мор-авт», «Ект авт», «Ект скл»}	1405	53	269132
{«Чунцин скл», «Чунцин жд», «Нин жд-мор», «Наход мор-жд», «Ект жд», «Ект там», «Ект жд», «Ект скл»}	2370	59	46758
{«Чунцин скл», «Чунцин жд», «Нин жд-мор», «Наход мор-жд», «Наход там», «Наход мор-жд», «Ект жд», «Ект скл»}	2350	61	46756
{«Чунцин скл», «Чунцин жд», «Нин жд-мор», «Наход мор-авт», «Ект авт», «Ект там», «Ект авт», «Ект скл»}	4850	52	271932
{«Чунцин скл», «Чунцин жд», «Нин жд-мор», «Наход мор-авт», «Наход там», «Наход мор-авт», «Ект авт», «Ект скл»}	4830	55	271904
{«Чунцин скл», «Чунцин жд», «Нин жд-мор», «СПб мор-авиа», «Ект авиа», «Ект там», «Ект авиа», «Ект скл»}	6715	80	146429
{«Чунцин скл», «Чунцин жд», «Нин жд-мор», «СПб мор-авиа», «СПб там», «СПб мор-авиа», «Ект авиа», «Ект скл»}	6615	81	146373
{«Чунцин скл», «Чунцин жд», «Нин жд-мор», «СПб мор-жд», «Ект жд», «Ект там», «Ект жд», «Ект скл»}	1960	94	52726
{«Чунцин скл», «Чунцин жд», «Нин жд-мор», «СПб мор-жд», «СПб там», «СПб мор-жд», «Ект жд», «Ект скл»}	1860	94	52726
{«Чунцин скл», «Чунцин жд», «Нин жд-мор», «СПб мор-авт», «Ект авт», «Ект там», «Ект авт», «Ект скл»}	2270	86	133722
{«Чунцин скл», «Чунцин жд», «Нин жд-мор», «СПб мор-авт», «СПб там», «СПб мор-авт», «Ект авт», «Ект скл»}	2170	88	133694
{«Чунцин скл», «Чунцин жд», «Нин жд-мор», «Новор мор-авиа», «Ект авиа», «Ект там», «Ект авиа», «Ект скл»}	7380	68	135802
{«Чунцин скл», «Чунцин жд», «Нин жд-мор», «Новор мор-авиа», «Новор там», «Новор мор-авиа», «Ект авиа», «Ект скл»}	7330	73	135632
{«Чунцин скл», «Чунцин жд», «Нин жд-мор», «Новор мор-жд», «Ект жд», «Ект там», «Ект жд», «Ект скл»}	1910	92	49092
{«Чунцин скл», «Чунцин жд», «Нин жд-мор», «Новор мор-жд», «Новор там», «Новор мор-жд», «Ект жд», «Ект скл»}	1860	97	49090
{«Чунцин скл», «Чунцин жд», «Нин жд-мор», «Новор мор-авт», «Ект авт», «Ект там», «Ект авт», «Ект скл»}	2580	84	142791
{«Чунцин скл», «Чунцин жд», «Нин жд-мор», «Новор мор-авт», «Новор там», «Новор мор-авт», «Ект авт», «Ект скл»}	2530	89	142763
{«Чунцин скл», «Чунцин жд», «Нин жд-мор», «Влад мор-кп», «Ект жд», «Ект там», «Ект жд», «Ект скл»}	2315	52	46799
{«Чунцин скл», «Чунцин жд», «Нин жд-мор», «Влад мор-кп», «Влад там», «Влад мор-кп», «Ект жд», «Ект скл»}	2295	50	46961
{«Чунцин скл», «Чунцин жд», «Нин жд-мор», «Влад мор-авиа», «Ект авиа», «Ект там», «Ект авиа», «Ект скл»}	1845	41	198265
{«Чунцин скл», «Чунцин жд», «Нин жд-мор», «Влад мор-авиа», «Влад там», «Влад мор-авиа», «Ект авиа», «Ект скл»}	1825	42	198151
{«Чунцин скл», «Чунцин жд», «Нин жд-мор», «Влад мор-жд», «Ект жд», «Ект там», «Ект жд», «Ект скл»}	1575	53	46799
{«Чунцин скл», «Чунцин жд», «Нин жд-мор», «Влад мор-жд», «Влад там», «Влад мор-жд», «Ект жд», «Ект скл»}	1555	54	46797

{«Чунцин скл», «Чунцин жд», «Нин жд-мор», «Влад мор-авт», «Ект авт», «Ект там», «Ект авт», «Ект скл»}	1620	49	268318
{«Чунцин скл», «Чунцин жд», «Нин жд-мор», «Влад мор-авт», «Влад там», «Влад мор-авт», «Ект авт», «Ект скл»}	1600	49	268290
{«Чунцин скл», «Чунцин авт», «Лянь авт-мор», «Пусан мор-мор», «Наход мор-жд», «Ект жд», «Ект там», «Ект жд», «Ект скл»}	3230	59	136860
{«Чунцин скл», «Чунцин авт», «Лянь авт-мор», «Пусан мор-мор», «Наход мор-жд», «Наход там», «Наход мор-жд», «Ект жд», «Ект скл»}	3210	61	136858
{«Чунцин скл», «Чунцин авт», «Лянь авт-мор», «Пусан мор-мор», «Наход мор-авт», «Ект авт», «Ект там», «Ект авт», «Ект скл»}	5710	53	362034
{«Чунцин скл», «Чунцин авт», «Лянь авт-мор», «Пусан мор-мор», «Наход мор-авт», «Наход там», «Наход мор-авт», «Ект авт», «Ект скл»}	5690	56	362006
{«Чунцин скл», «Чунцин авт», «Фош авт-мор», «Пусан мор-мор», «Наход мор-жд», «Ект жд», «Ект там», «Ект жд», «Ект скл»}	2840	64	127841
{«Чунцин скл», «Чунцин авт», «Фош авт-мор», «Пусан мор-мор», «Наход мор-жд», «Наход там», «Наход мор-жд», «Ект жд», «Ект скл»}	2820	66	127839
{«Чунцин скл», «Чунцин авт», «Фош авт-мор», «Пусан мор-мор», «Наход мор-авт», «Ект авт», «Ект там», «Ект авт», «Ект скл»}	5320	58	353015
{«Чунцин скл», «Чунцин авт», «Фош авт-мор», «Пусан мор-мор», «Наход мор-авт», «Наход там», «Наход мор-авт», «Ект авт», «Ект скл»}	5300	61	352987
{«Чунцин скл», «Чунцин авт», «Нин авт-мор», «Пусан мор-мор», «Наход мор-жд», «Ект жд», «Ект там», «Ект жд», «Ект скл»}	3050	61	139982
{«Чунцин скл», «Чунцин авт», «Нин авт-мор», «Пусан мор-мор», «Наход мор-жд», «Наход там», «Наход мор-жд», «Ект жд», «Ект скл»}	3030	63	139980
{«Чунцин скл», «Чунцин авт», «Нин авт-мор», «Пусан мор-мор», «Наход мор-авт», «Ект авт», «Ект там», «Ект авт», «Ект скл»}	5530	55	365156
{«Чунцин скл», «Чунцин авт», «Нин авт-мор», «Пусан мор-мор», «Наход мор-авт», «Наход там», «Наход мор-авт», «Ект авт», «Ект скл»}	5510	58	365128
{«Чунцин скл», «Чунцин жд», «Лянь жд-мор», «Пусан мор-мор», «Наход мор-жд», «Ект жд», «Ект там», «Ект жд», «Ект скл»}	3210	62	58248
{«Чунцин скл», «Чунцин жд», «Лянь жд-мор», «Пусан мор-мор», «Наход мор-жд», «Наход там», «Наход мор-жд», «Ект жд», «Ект скл»}	3190	65	58246
{«Чунцин скл», «Чунцин жд», «Лянь жд-мор», «Пусан мор-мор», «Наход мор-авт», «Ект авт», «Ект там», «Ект авт», «Ект скл»}	5690	57	283422
{«Чунцин скл», «Чунцин жд», «Лянь жд-мор», «Пусан мор-мор», «Наход мор-авт», «Наход там», «Наход мор-авт», «Ект авт», «Ект скл»}	5670	59	283394
{«Чунцин скл», «Чунцин жд», «Фош жд-мор», «Пусан мор-мор», «Наход мор-жд», «Ект жд», «Ект там», «Ект жд», «Ект скл»}	2800	67	59310
{«Чунцин скл», «Чунцин жд», «Фош жд-мор», «Пусан мор-мор», «Наход мор-жд», «Наход там», «Наход мор-жд», «Ект жд», «Ект скл»}	2780	69	59308
{«Чунцин скл», «Чунцин жд», «Фош жд-мор», «Пусан мор-мор», «Наход мор-авт», «Ект авт», «Ект	5280	62	284484

там», «Ект авт», «Ект скл»}			
{«Чунцин скл», «Чунцин жд», «Фош жд-мор», «Пусан мор-мор», «Наход мор-авт», «Наход там», «Наход мор-авт», «Ект авт», «Ект скл»}	5260	64	284456
{«Чунцин скл», «Чунцин жд», «Нин жд-мор», «Пусан мор-мор», «Наход мор-жд», «Ект жд», «Ект там», «Ект жд», «Ект скл»}	2955	62	58348
{«Чунцин скл», «Чунцин жд», «Нин жд-мор», «Пусан мор-мор», «Наход мор-жд», «Наход там», «Наход мор-жд», «Ект жд», «Ект скл»}	2935	65	58346
{«Чунцин скл», «Чунцин жд», «Нин жд-мор», «Пусан мор-мор», «Наход мор-авт», «Ект авт», «Ект там», «Ект авт», «Ект скл»}	5435	57	283522
{«Чунцин скл», «Чунцин жд», «Нин жд-мор», «Пусан мор-мор», «Наход мор-авт», «Наход там», «Наход мор-авт», «Ект авт», «Ект скл»}	5415	59	283494