

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

На правах рукописи

Ван Сюин

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ
В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ
ЦЕПЕЙ ПОСТАВОК ЭНЕРГОРЕСУРСОВ**

Специальность 5.2.3 – Региональная и отраслевая экономика
(Транспорт и логистика)

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени кандидата экономических наук

Научный руководитель –
доктор экономических наук,
доцент Смирнова Елена Александровна

Санкт-Петербург – 2024

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ЦЕПЕЙ ПОСТАВОК	10
1.1. Управление цепями поставок в глобальном тренде INDUSTRY 4.0.....	10
1.2. Стратегическое планирование и проектирование цепей поставок.....	24
1.3. Особенности проектирования логистических процессов международных цепей поставок на рынке энергоресурсов	35
2. АНАЛИЗ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ЦЕПЕЙ ПОСТАВОК НА РЫНКЕ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ	46
2.1. Анализ международного опыта производства и потребления невозобновляемых энергоресурсов	46
2.2. Сравнительный анализ международных маршрутов поставок энергоресурсов	61
2.3. Аналитическое исследование организации логистических процессов на рынке энергоресурсов при производстве электрической энергии	76
3. РАЗРАБОТКА МЕТОДИЧЕСКИХ РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ЦЕПЕЙ ПОСТАВОК НА РЫНКЕ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ.....	94
3.1. Выявление проблем проектирования логистических процессов цепей поставок на рынке энергоресурсов	94
3.2. Разработка моделей проектирования цепей поставок на рынке энергоресурсов в условиях цифровой трансформации	109
3.3. Методические рекомендации по подбору цифровых логистических технологий и сервисов в цепях поставок на рынке энергоресурсов с учетом их возобновляемости	120
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	130
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	135
ПРИЛОЖЕНИЕ А	153
ПРИЛОЖЕНИЕ Б	155

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы диссертационного исследования. Исследование мирового энергетического рынка показало, что на изменение потребности в энергоресурсах оказывает влияние изменение объемов промышленного производства и грузовых перевозок. Это утверждение относится как к возобновляемым, так и к невозобновляемым источникам энергии и связано, в первую очередь, с непредсказуемостью потребительского спроса, как самой динамичной и сложно прогнозируемой категорией в экономике.

Постоянно растущие объемы мирового товарооборота требуют все большего объема энергетических ресурсов для обеспечения деятельности промышленных предприятий, предприятий транспортной отрасли т.д. Помимо промышленного потребления наблюдается постоянный рост бытового потребления энергоресурсов.

По данным аналитических и консалтинговых агентств, в последние десятилетия наблюдается рост производства и потребления всех видов энергетических ресурсов. Этот факт, а также введение санкций против российских энергетических компаний в 2022-2023 гг., повлияло на структуру производства и потребления на мировом рынке энергоресурсов.

Чтобы нивелировать негативное воздействие от изменений потребительского спроса и прочих факторов, влияющих на изменение объемов промышленного производства и грузовых перевозок, в исследовании рассматривается концепция управления цепями поставок, как наиболее эффективная модель, способная выполнить эту задачу.

Степень разработанности научной проблемы определяется вкладом ученых в формирование и развитие теории логистики и управления цепями поставок. В работах специалистов по логистике подробно исследованы концептуальные основы логистики, выявлены закономерности устойчивого развития цепей поставок: А.Г. Аганбегяна, А.У. Альбекова, Б.А. Аникина, Д.И. Афанасенко, Д.Дж. Бауэрсокса, Л.С. Бляхмана, В.В. Борисовой, А.А. Бочкарева, В.В. Дыбской, Д.Дж. Клосса, Е.А. Королевой, М. Кристофера, Ю.Г.

Кузменко, В.С. Лукинского, В.Ф. Лукиных, Ю.В. Малевич, Л.Б. Миротина, Л.А. Мясниковой, Д.М. Ламберта, О.А. Новикова, Н.Г. Плетневой, О.Д. Проценко, И.О. Проценко, И.А. Пузановой, В.И. Сергеева, Дж.Р. Стока, Д. Уотерса, Т.Г. Шульженко, В.В. Щербакова и других.

Рассмотрены методологические и методические аспекты применения инструментов логистики для проектирования международных цепей поставок, в том числе на рынке энергоресурсов в работах: В.Б. Воронцова, А.М. Голубчика, Б.Б. Катюхи, А.В. Парфенова, О.Н. Рожко, Е.А. Смирновой, Т.С. Тасуевой, Ю.А. Щербанина и другими.

Изучению проблем цифровой трансформации логистических процессов цепей поставок посвящены работы: С.Е. Барыкина, А.Н. Брынцева, Г.В. Бубновой, Н.А. Гвилия, А.В. Дмитриева, О.В. Калининой, С.С. Кудрявцевой, И.А. Максимцева, Г.Ю. Силкиной, Т.Г. Шульженко, В.В. Щербакова и других.

Вместе с тем, ряд существенных теоретических и прикладных вопросов в области логистики и управления цепями поставок до сих пор остаются до конца непроработанными. В частности, недостаточно исследованы проблемы концептуального воплощения идей управления цепями поставок в тренде Индустрии 4.0. Исследования в этом направлении должны быть продолжены с целью осмысления новаторских идей в области логистики и управления цепями поставок. Недостаточная проработка конкретно-прикладных аспектов проектирования международных цепей поставок на рынке энергетических ресурсов с учетом специфики их логистической организации, определяет научную востребованность проводимого в диссертации исследования.

Цель диссертационного исследования – разработать управленческий подход к проектированию логистических процессов цепей поставок на рынке энергоресурсов с учетом их возобновляемости и предложить методический инструментарий его реализации с использованием потенциала логистических технологий и сервисов в тренде Индустрии 4.0.

Для достижения сформулированной цели в работе поставлены и решены следующие основные **задачи** диссертационного исследования:

- выявить объективные предпосылки внедрения цифровых логистических технологий и сервисов на рынке энергоресурсов и составить матрицу соответствия их применения при управлении логистическими потоками в цепях поставок;
- охарактеризовать предметную область и определить взаимосвязь основных логистических процессов международных цепей поставок на рынке энергоресурсов в глобальном тренде Индустрии 4.0;
- определить стратегические цели проектирования цепей поставок на рынке энергоресурсов с учетом их возобновляемости;
- провести сравнительную характеристику и установить особенности проектирования основных логистических процессов цепей поставок на рынке энергоресурсов;
- разработать модели проектирования цепей поставок возобновляемых и невозобновляемых энергоресурсов и подготовить методические рекомендации по внедрению цифровых логистических технологий и сервисов.

Объектом исследования являются логистические процессы цепей поставок, спроектированных на рынке энергоресурсов с учетом их возобновляемости.

Предметом исследования являются организационно-экономические отношения, возникающие в процессе цифровой трансформации логистических процессов цепей поставок на рынке энергоресурсов с учетом их возобновляемости.

Теоретическую и методологическую основу исследования формируют фундаментальные и прикладные труды российских, китайских и зарубежных специалистов в области логистики и управления цепями поставок, в том числе в области цифровой трансформации логистических процессов цепей поставок на рынке энергоресурсов. Решение поставленных задач основывается на применении общенаучных и специальных методов и моделей логистики для воплощения идей управления цепями поставок в тренде Индустрии 4.0. При обосновании научно-практических рекомендаций в исследовании были применены: метод обобщения и содержательной интерпретации теоретических исследований и

фактографических данных; методы статистической обработки данных; метод графического моделирования.

Информационной базой исследования послужили данные официальной мировой и отраслевой статистики, международные и национальные законодательные и другие нормативно-правовые акты, материалы периодической экономической печати, аналитические обзоры и документы, опубликованные в официальных электронных изданиях сети Интернет, а также материалы по теме диссертации, собранные лично автором.

Обоснованность и достоверность результатов исследования научно-методических положений и практических рекомендаций подтверждается:

- использованием в качестве научно-методической базы фундаментальных положений и прикладных разработок в области логистики и управления цепями поставок, направленных на исследование особенностей проектирования логистических процессов цепей поставок на рынке энергоресурсов;

- неоднократной апробацией результатов исследования на международных и национальных научно-практических конференциях, а также публикацией основных результатов исследования в ведущих российских научных изданиях, в том числе рекомендованных ВАК России.

Соответствие диссертации Паспорту научной специальности (пунктам Паспорта) – диссертация соответствует Паспорту специальностей ВАК по специальности 5.2.3. «Региональная и отраслевая экономика» (Транспорт и логистика): п. 5.10. «Моделирование, прогнозирование и оптимизация цепей поставок».

Научная новизна результатов исследования состоит в развитии научных положений и методического инструментария, направленного на формирование управленческого подхода к проектированию логистических процессов цепей поставок на рынке энергоресурсов с использованием потенциала цифровых логистических технологий и сервисов в тренде Индустрии 4.0.

Наиболее существенные результаты исследования, обладающие научной новизной и полученные лично соискателем:

- выявлены объективные предпосылки внедрения цифровых логистических технологий и сервисов на рынке энергоресурсов; составлена матрица соответствия применения наиболее востребованных цифровых технологий и сервисов при управлении материальными, информационными, финансовыми, сервисными потоками в цепях поставок;

- содержательно охарактеризована предметная область международных цепей поставок на рынке энергоресурсов в глобальном тренде Индустрии 4.0; выявлены особенности управления логистическими процессами и их координации в международных цепях поставок на рынке энергоресурсов, состоящие в системном подходе к управлению снабженческо-сбытовой деятельностью, операциями по добыче и переработке энергоресурсов, транспортно-складскими операциями, а также операциями по международному экспедированию грузов и таможенными операциями на основе современных систем мониторинга и управления транспортом и логистикой;

- определены стратегические цели проектирования цепей поставок на рынке энергоресурсов с учетом их возобновляемости, заключающиеся в создании оптимальной структуры цепи поставок, повышении экологической устойчивости и управлении рисками;

- выполнена сравнительная характеристика логистических процессов цепей поставок возобновляемых и невозобновляемых энергоресурсов; установлено, что проектирование цепей поставок возобновляемых энергоресурсов акцентируется на проектировании логистических процессов поставки оборудования для производства электрической энергии и ее распределения, полученной из возобновляемых энергоресурсов, а проектирование цепей поставок невозобновляемых энергоресурсов акцентируется на проектировании логистических процессов, направленных на обеспечение геологоразведки, разработки месторождений, добычи полезных ископаемых, их переработки и доставки через распределительную сеть потребителям;

- подготовлен трехсценарный прогноз потребления энергоресурсов, обосновывающий увеличение спроса на логистические услуги; разработаны

модели и определена этапность проектирования цепей поставок, а также бизнес-процессы, соответствующие каждому из этапов; подготовлены методические рекомендации, основанные на идее цифровой трансформации рынка энергетических ресурсов и заключающиеся в подборе наиболее востребованных цифровых логистических технологий и сервисов в международных цепях поставок с учетом возобновляемости энергоресурсов.

Теоретическая значимость исследования определяется развитием научно-методических основ проектирования цепей поставок на рынке энергетических ресурсов с учетом специфики их логистической организации в условиях цифровой трансформации.

Практическая значимость исследования заключается в предметно-содержательной направленности рекомендаций по подбору наиболее востребованных цифровых логистических технологий и сервисов в цепях поставок на рынке энергоресурсов с учетом их возобновляемости.

Апробация результатов исследования. Основные научно-методические положения, выводы и рекомендации прошли апробацию на национальных и международных конференциях: II Национальной научно-образовательной конференции Логистика: форсайт-исследования, профессия, практика (г. Санкт-Петербург 21 октября 2021 года); XVI международной научно-практической конференции «Современный менеджмент: проблемы и перспективы» (г. Санкт-Петербург, 29-30 апреля 2021 г.); XVI Международной научно-практической конференции «Логистика – евразийский мост» (г. Красноярск, г. Енисейск, 28 апреля – 01 мая 2021 г.); XVIII Международной научно-практической конференции «Логистика – евразийский мост» (г. Красноярск 27 апреля – 30 апреля 2023 г.) и др.

Публикации. По теме диссертационного исследования опубликовано 13 научных работ общим объемом 5,2 п.л (авторских 3,95 п.л.), из них 5 – в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки России.

Структура диссертации. Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, библиографического списка и приложений.

В первой главе «Теоретические основы проектирования логистических процессов цепей поставок» – охарактеризована предметная область цепей поставок на рынке энергоресурсов в глобальном тренде Индустрии 4.0; исследованы цели стратегического планирования и проектирования цепей поставок, выявлены взаимосвязи между элементами стратегического развития; сформулированы и содержательно раскрыты особенности проектирования логистических процессов международных цепей поставок на рынке энергоресурсов.

Во второй главе «Анализ функционирования логистических процессов цепей поставок на рынке энергоресурсов» – проанализирован международный опыт производства и потребления невозобновляемых энергоресурсов; выполнен сравнительный анализ международных маршрутов поставок энергоресурсов; проведено исследование организации логистических процессов на рынке энергоресурсов при производстве электрической энергии.

В третьей главе «Разработка методических рекомендаций по проектированию логистических процессов цепей поставок на рынке энергоресурсов» – выявлены проблемы проектирования логистических процессов цепей поставок на рынке энергоресурсов; разработаны модели проектирования цепей поставок на рынке энергоресурсов с учетом возобновляемости энергоресурсов; подготовлены методические рекомендации по подбору цифровых логистических технологий и сервисов в цепях поставок на рынке энергоресурсов с учетом их возобновляемости.

1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ЦЕПЕЙ ПОСТАВОК

1.1. Управление цепями поставок в глобальном тренде INDUSTRY 4.0

Концептуальное воплощение идей управления цепями поставок в современных условиях получает развитие в тренде INDUSTRY 4.0. Применение новых логистических технологий позволяет быстро и эффективно осуществлять доставку товаров до потребителя, снижая временные и финансовые затраты, но при этом оставляя высоким уровень логистического сервиса.

Для осмысления новаторских идей в области логистики и управления цепями поставок необходимо изучить накопленный теоретический и практический опыт в этой сфере.

Современная логистика как наука стала активно развиваться еще в прошлом столетии и к концу XX века получила повсеместное признание. В настоящее время наиболее эффективной концепцией логистики признана концепция управления цепями поставок, поскольку ее применение позволяет учитывать не только интересы отдельной компании, но и всех компаний, участвующих в процессе создания ценности и продвижения товаров от начального поставщика, через производство к конечному потребителю с наименьшими затратами.

Управлять цепью поставок сегодня – означает осуществление поставки по заданным параметрам с учетом интересов всех участников цепи поставок.

Китайская научная школа логистики активно вовлечена в исследовательский процесс. Этому способствуют такие организации, как Китайское логистическое общество и Китайская федерация логистики и закупок. [139, 140]

Правовую основу КНР по регулированию логистики составляют следующие нормативно-правовые документы:

1) Комплексные документы:

1. «Договорное право Китайской Народной Республики»;

2. «Морское право Китайской Народной Республики»;
3. «Закон о внешней торговле Китайской Народной Республики».

2) Профессиональные регламенты:

1. «Правила управления международными контейнерными мультимодальными перевозками»;
2. «Правила железнодорожных контейнерных перевозок»;
3. «Положение о грузовых железнодорожных перевозках»;
4. «Правила перевозки грузовых грузов»;
5. «Правила внутреннего водного грузового транспорта»;
6. «Правила грузовых операций в порту»;
7. «Международные морские правила»;
8. «Правила внутренних авиаперевозок китайских гражданских авиаперевозок»;
9. «Закон Китайской Народной Республики об инспекции импортных и экспортных товаров»;
10. «Положение Китайской Народной Республики об управлении отраслью международных экспедиторских агентств»;
11. «Меры по управлению коммерческими складами»;
12. Другие нормативно-правовые документы.

3) Международные конвенции:

1. Единые правила оформления смешанных транспортных документов 1973 г.;
2. Правила международных железнодорожных комбинированных перевозок;
3. Конвенция о международном дорожном движении;
4. Международная конвенция об унификации некоторых правовых положений о коносаментах;
5. Конвенция о договоре международной дорожной перевозки грузов;
6. Другие международные конвенции.

Научная школа логистики Китая развивает идеи Главного управления Государственного совета по активному продвижению инноваций и приложений в цепях поставок.

Китайский специалист по логистике и управлению цепями поставок Дин Цзюньфа [35], проведя серию исследований в области управления цепями поставок, особое внимание уделяет вопросам всестороннего и последовательного исследования, направленное на адаптацию к трансформации и модернизации экономики Китая в эпоху Интернета вещей, эры больших данных и управления цепочками поставок, совместных цепочек поставок.

У Цзинлянь [82, 84, 113] отмечает, что за последние 30 лет глобальное производство, распределение и сельское хозяйство претерпели революционные изменения. Основное содержание этого изменения заключается в том, что из-за высокой степени разделения труда и быстрого развития технологий информационных сетей конкуренция между предприятиями превратилась в конкуренцию между цепочками поставок, и многие предприятия превратились из организаторов производства и сбытовой деятельности одного предприятия в организатора и интегратора сети.

Чэнь Чанбинь [123], исследуя глобальные сети цепей поставок, справедливо полагает, что ценность продукта создается всей цепочкой поставок, и конкурентоспособность продукта по существу отражает общую конкурентоспособность всех звеньев всей цепочки поставок.

Фэн Ган [116, 117] особое внимание в своих исследованиях уделяет логистическим издержкам, считая, что их снижение повышает конкурентоспособность отрасли и страны.

Вэй Цзе [29] исследуя логистические решения в контексте цепей промышленных поставок, отмечает смещение акцентов от поставок только продуктов к поставкам продуктов и услуг. Сфера услуг является наиболее быстрорастущей отраслью, и все больше и больше производственных предприятий переходят от предоставления продуктов к предоставлению продуктов и услуг, а затем переходят к предоставлению сервисных решений.

Российская научная логистическая школа также активно вовлечена в исследовательский процесс.

Щербаков В.В., формируя направления и перспективную тематику научных исследований по логистике, в первую очередь, сосредотачивает внимание на следующих векторах развития [136, с. 7]:

- естественно-эволюционное развитие логистики – определяет внутренние процессы, связанные с накоплением и преобразованием критической массы знаний;

- целеориентированное – подчиняется движению спроса на «производство» новых научных знаний при обнаружении отсутствия или недостатка знаний, имеющихся в арсенале науки, для решения вновь возникающих на повестке дня практических задач.

Сергеев В.И. и Дыбская В.В. в своих исследованиях особое внимание уделяют операционной логистике, полагая, что «операционная деятельность должна интегрироваться в трех функциональных областях: логистике снабжения, производства и распределения, что дает возможность выстраивать и регламентировать сквозные логистические бизнес-процессы» [39, с. 8]

Рассмотрим различные подходы к определению понятия «цепь поставок».

По определению *Cambridge Dictionary* цепь поставок (англ. *supply chain*, также *supply network*, *logistics network*) – это система людей и вещей, которые участвуют в получении продукта от места, где он сделан до человека, который его покупает. [138]

По определению *Oxford Learner's Dictionary* цепь поставок – это серия процессов, связанных с производством и поставкой товаров, начиная с момента их первого изготовления, выращивания и т.д., пока они не будут куплены или использованы. [143]

Сергеев В.И. определяет цепь поставок как «ряд связанных договорными транзакциями организаций: от поставщика сырья до конечного пользователя». [93, с.7]

Основное деление цепей поставок он предлагает осуществлять в зависимости от количества уровней в цепи поставок:

- прямые цепи поставок;
- расширенные цепи поставок

Таким образом, выстраивается последовательная цепь взаимодействия контрагентов: поставщики второго уровня – поставщики первого уровня – фокусная компания (производственное, торговое предприятие или предприятие сферы услуг) – потребители первого уровня – потребители второго уровня (конечные потребители);

- максимальные цепи поставок – количество уровней поставщиков и потребителей не ограничено: от начальных поставщиков ресурсов до конечных потребителей готовой продукции, в том числе различного рода посредники, участвующие в продвижении товаров, а также в формировании информационных, финансовых, сервисных и т.п. потоках по цепи поставок на различных стадиях.

Пузанова И.А. и Аникин Б.А. дают следующее определение. «Цепь поставок – это сложная экономическая система, которая состоит из множества предприятий-изготовителей, поставщиков сырья и материалов 3PL и 4PL провайдеров, которые обладают определенными функциональными возможностями и взаимодействуют в материальных, финансовых и информационных потоках, а также потоков услуг от источников сырья до конечного потребителя». [86, с. 32]

Наиболее полно и всесторонне виды цепей поставок исследованы в трудах Парфенова М.А.

Предложенная им типология цепей поставок на основе эмпирико-морфологического подхода включает восемь различных признаков деления [81, с. 168]:

- по уровню сложности цепей поставок;
- по типу их сетевой структуры;
- по территориально-географическому признаку;
- по типу дистрибутивных отношений;
- по видам производимой или реализуемой конечной продукции;

- по видам материальных ресурсов, используемых для производимой или реализуемой конечной продукции;
- по назначению производимой или реализуемой конечной продукции;
- по скорости реагирования на внешние факторы.

Исследования показали, что концепция управления цепями поставок активно применяется в сфере международной торговли.

Смирнова Е.А. отмечает, что по территориально-географическому признаку цепи поставок подразделяются на внутренние (спроектированные в пределах территории одной страны) и международные (спроектированные на территориях нескольких стран). [105, с. 21]

На наш взгляд, классификация цепей поставок, предложенная Смирновой Е.А., наиболее полно отражает особенности их организации и управления (рисунок 1.1.).

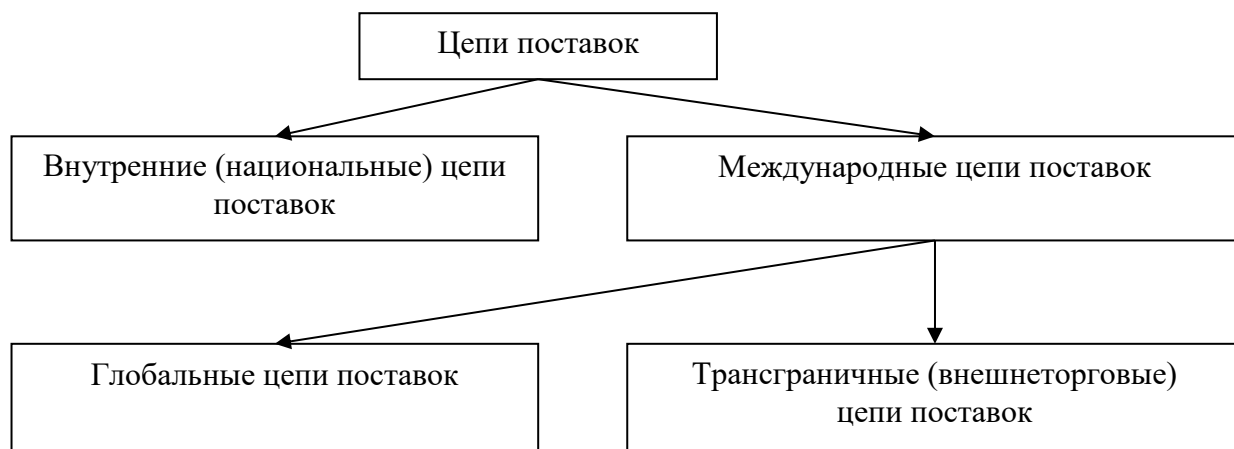


Рисунок 1.1– Типология цепей поставок [104, с. 21]

Типологическая группировка цепей поставок, предложенная Смирновой Е.А., сфокусирована на особенностях их организации и управления с учетом территориально-географического размещения звеньев цепи поставок: в пределах одной страны или выходящих за рамки территории одного государства.

Обобщая приведенные подходы, дадим следующее определение международной цепи поставок.

Международная цепь поставок – это сложная экономическая система, продвигающая товарно-материальное и нематериальные ценности от начального поставщика до конечного потребителя, независимо от их территориально-географического расположения с учетом правил международного торгового оборота.

Основной акцент в управлении международной цепью поставок, по нашему мнению, сфокусирован на выполнении таможенных операций, организации международной перевозки грузов, их экспедирования, хранения, страхования рисков и т.п.

Отдельного внимания заслуживает организация правовых отношений между контрагентами, находящимися в разных странах, поскольку необходимо учитывать как нормы международного законодательства, так и нормы национальных законодательств различных стран.

Таким образом, всю совокупность правовых отношений между контрагентами можно условно разделить на правовые отношения, подчиняющиеся международному законодательству и правовые отношения, подчиняющиеся национальному законодательству.

К международному законодательству относятся нормативно-правовые акты, договоры и соглашения, заключенные двумя и более странами и являющиеся обязательными к применению для этих стран.

К национальному законодательству относятся нормативно-правовые акты, договоры и соглашения, принятые одной страной и обязательные к применению на территории этой страны всеми участниками, независимо от их национальной принадлежности.

Исходя из этого, мы предлагаем следующее определение понятия «управление международной цепью поставок».

Управление международной цепью поставок представляет собой процесс продвижения товарно-материальных и нематериальных ценностей от

начального поставщика ресурсов до конечного потребителя готовой продукции, с учетом правил международного торгового оборота.

Цепи поставок представляют собой сложную сетевую структуру и могут включать в свой состав различные организации в зависимости от выполняемых им операций.

Традиционно цепи поставок имеют следующий состав участников, находящихся на территориях разных стран:

- фокусная компания – производственное, торговое предприятие или предприятие сферы услуг;
- поставщики;
- потребители;
- посредники, принимающие участие в организации информационных, финансовых, сервисных и т.п. потоков товаров и услуг по цепи поставок на различных стадиях, в том числе при организации процесса международной перевозки и экспедирования и при выполнении таможенных операций.

В настоящее время акценты в организации и управлении цепями поставок смещены в сторону трансформации традиционных цепей в пространство цифровой экономики.

Щербаков В.В., Силкина Г.В. и Шевченко С.Ю., исследуя особенности развития интеллектуальной логистики, приходят к выводу, что «формула» интеллектуальной логистики состоит двух ключевых компонент: «организационной и информационно-технологической: организация сетевых взаимодействий в рамках производственно-сервисных экосистем плюс технологии Индустриального интернета вещей и Искусственного интеллекта». [134, с. 352]

Влияние сетевого взаимодействия на эффективность внедрения цифровых технологий в логистику Шульженко Т.Г. рассматривает как перспективы интеллектуализации управления логистическими процессами, отмечая, что «сетевой характер современной логистики обеспечивает естественную основу для внедрения и масштабирования технологий управления с использованием элементов искусственного интеллекта». [127, с. 187]

Борисова В.В. отмечает, что «цифровые сервисы предоставляют дополнительные возможности для модельного описания логистических процессов и создания новых процессов». [16, с. 89]

Развитие различных цифровых сервисов и их интеграция в цепи поставок позволяет ускорять, упрощать и удешевлять процесс товародвижения практически на всех его стадиях. В терминах логистики все цифровые технологии и сервисы, которые совершенствуют процесс товародвижения в цепях поставок можно представить в разрезе организации и управления соответствующими логистическими потоками: материальными, информационными, финансовыми, сервисными.

Цифровизация логистических потоков и процессов затрагивает практически все стадии товародвижения. Появляются новые возможности интеллектуализации логистических процессов, ускорения и удешевления их выполнения и контроля. А сквозной характер потоков позволяет отследить эффективность внедрения логистических процессов и оценить перспективы дальнейшего применения.

Среди наиболее востребованных цифровых технологий и сервисов, которые нашли свое применение в цепях поставок, можно выделить следующие (таблица 1.1.).

Таблица 1.1. – Матрица соответствия применения наиболее востребованных цифровых технологий и сервисов при управлении логистическими потоками в цепях поставок

	Материальный поток	Информационный поток	Финансовый поток	Сервисный поток
Аддитивное производство	+	+		+
Цифровые двойники	+			+
Глобальные системы слежения	+	+		+

Интеллектуальные датчики	+	+		
Анализ больших данных	+	+	+	+
Смарт-контракты		+	+	
Мобильные приложения	+	+	+	+
Облачные сервисы		+		+
Блокчейн			+	
Дополненная реальность				+
Виртуальная реальность				+
Интернет-вещей	+	+		+

Рассмотрим подробнее возможности применения каждой цифровой технологии и сервиса из представленных в таблице.

В современной логистике проектирование цепей поставок обусловлено не только техническими и технологическими особенностями управления совокупностью логистических потоков и процессов, но и особенностями регионального развития. Несовпадение цифровых форматов получения, обработки, передачи и хранения данных, несовместимые технические характеристики применяемых технологий и сервисов и т.п. могут создавать барьеры для их эффективного использования.

Совершенствованию материального потока способствуют такие технологии и сервисы как аддитивное производство, создание цифровых двойников, различные технологии определения местонахождения.

Аддитивное производство – это процесс создания материальных объектов на основе цифрового моделирования. В промышленности 3D-печать часто используют при создании уникальных объектов сложной конфигурации. Актуально применение подобной технологии в труднодоступных и/или удаленных районах. В таких случаях транспортные расходы на доставку могут превышать затраты на производство самих материалов. На помощь приходит 3D-печать – возможность изготовить требуемое изделие в месте его потребления, что снижает транспортные издержки практически до нуля.

Цифровые двойники (от англ. *digital twin* цифровой близнец) – это цифровые модели реальных объектов, позволяющие удаленно решать производственные задачи. Для этого создаются виртуальные модели тех объектов, которые необходимо исследовать и транспортировка которых либо очень дорогая, либо по каким-то причинам затруднена. Виртуальные модели дублируют ключевые характеристики реальных объектов, что позволяет проводить необходимые исследования, ставить эксперименты, оценивать износ оборудования и риски, связанные с его дальнейшей эксплуатацией, исследовать влияние различных условий, техник и технологий и т.п. В сфере энергетики цифровые двойники активно применяются для создания, цифровых месторождений и цифровых заводов. Одним из примеров использования цифровых двойников является создание цифрового ядра компанией ПАО «Газпром-нефть». Ядро представляет собой часть породы, которая забирается в результате геологоразведывательных мероприятий и доставляется в лабораторию для исследования породы, после чего принимается решение о добыче. Если месторождение находится в удаленном и труднодоступном месте, то для снижения транспортных издержек создается цифровая модель (происходит сканирование породы в томографе высокого разрешения), в которой учитываются все требуемые для исследования характеристики. [41, с.19]

Достаточно активно применяются технологии определения местонахождения (от англ. *location-based service*) – это технологии, которые позволяют на основе получаемых данных о местонахождении объекта, управлять

его функциями. В России технологии определения местонахождения базируются на применении системы слежения ГЛОНАСС, в Китае применяется навигационная спутниковая система Beidou, в США используется система GPS, в Европейском союзе используется система GALILEO. Они представляют собой глобальную сеть навигации и позиционирования, которая позволяет быстро и точно определять местоположение объекта и передавать его через спутниковые каналы связи. Универсальность применения этих технологий определяют их востребованность в самых различных сферах: от отслеживания грузов в пути до предотвращения природных и техногенных аварийных ситуаций, поиска пропавших и т.д.

Интеллектуальные датчики (от англ. *Intelligent sensor*) – это технология, которая представляет собой адаптивный датчик, реагирующий на определенные действия подвижного объекта в замкнутой системе и посылающий сигнал на управляющее устройство. Интеллектуальные датчики нашли широкое применение в управляющих информационных системах, например, при отслеживании температуры двигателя, степени освещенности и т.п.

Совершенствованию информационного потока способствуют такие технологии и сервисы, которые позволяют хранить и управлять большим массивом информации и при этом обеспечивать кибербезопасность.

Кибербезопасность представляет собой процесс, цель которого - защита информационных данных, их целостности и доступности как в процессе пользования, так и в процессе хранения. В настоящее время наиболее активно применяются следующие способы защиты данных:

- применение криптографии для управления доступом к учетной записи и защиты системных файлов;
- установка брандмауэра для профилактики сетевой безопасности;
- применение систем обнаружения неавторизованного доступа – *Intrusion Detection System (IDS)*. Применение таких систем позволяет выявлять факты вторжения и оказания помощи после атаки.

Анализ больших данных – *Big Data* – представляет собой хранение, обработку и анализ большого массива данных. Эти технологии применяются в исследованиях для нахождения оптимальных решений. Сам процесс хранения и анализа большого объема данных представляет собой сложный процесс, который можно выполнить только посредством оцифровки большого объема информации. В настоящее время *Big Data* представляет собой незаменимый источник информации для принятия управленческих решений. Для аналитики больших данных создаются цифровые платформы со множеством алгоритмов для их обработки. Сфера применения аналитики больших данных очень широка: от определения влияния различных факторов на уровень продаж до выработки стратегических управленческих решений.

Облачные сервисы представляют собой инфокоммуникационные технологии хранения данных. Облачные технологии позволяют хранить и получать доступ к данным с любых устройств. Эти сервисы предполагают высокую степень автоматизации самообслуживания. Модель облачных технологий обеспечивает предоставление услуги пользования информационными ресурсами с помощью интернет-технологий. Облака могут быть публичными с разрешенным доступом для неограниченного круга лиц, так и частными с разрешенным доступом для ограниченного круга лиц, а также комбинированными. Применение облачных технологий различно. Например, торговые компании могут подключать облачные сервисы в период распродаж, чтобы наплыв клиентов не перегрузил сайт. Для этого часть ресурсов обрабатывается с помощью облачных технологий. Когда спрос снижается, то необходимость использовать дополнительные ресурсы пропадает, и компания может отключиться от этой услуги.

Мобильные приложения (англ. *Mobile app*) все активнее используются потребителями для доступа к различным сервисам. С помощью них можно инициировать и управлять любыми потоковыми процессами, в том числе финансовыми потоками. Наибольшее распространение получили банковские приложения, приложения по доставке различных товаров, сервисы для поис-

ка и заказа билетов и т.п. Покупатели, как участники цепей поставок, могут через отправку заказа посредством использования мобильных приложений инициировать процесс выполнения заказа.

Совершенствованию сервисного потока в цепях поставок способствует разработка технологий и сервисов, позволяющих осуществлять взаимодействие как человека с компьютером (разработка интерфейсов взаимодействия между человеком и компьютером), так и взаимодействие техники с техникой (интернет-вещей). Интернет-вещей – представляет собой один из наиболее востребованных цифровых сервисов, позволяющих вещам (неодушевленным предметам) взаимодействовать между собой без управленческого воздействия человека. Иными словами, одна машина может послать сигнал другой машине на выполнение определенного действия. Например, при изменении целевой температуры с датчика температуры на энергоноситель поступает сигнал о возобновлении работы по нагреванию и охлаждению помещения.

Дополненная реальность и виртуальная реальность – похожий на реальный, но созданный с помощью технических средств виртуальный мир. Технологии виртуальной и дополненной реальности активно используются в цепи поставок для взаимодействия между ее участниками, проработки различных ситуаций, которые могут произойти в будущем, в процессе обучения, а также для получения объемного представления о получаемом товаре или услуге. Так, на цифровых торговых площадках активно внедряются виртуальные примерочные. Виртуальные примерочные позволяют подобрать одежду, примерив ее виртуально на манекене. Для этого необходимо ввести свои основные параметры: рост, вес, размер и т.п. и посмотреть, как одежда будет смотреться. Такая примерка позволяет не ошибиться с выбором размера и существенно снижает количество возвратов в цепи поставок.

Перечень цифровых логистических сервисов, которые нашли свое применение в цепях поставок, довольно широк и ограничивается представленными сервисами. Постоянное эволюционное развитие технологий позволяет

предположить, что уже в ближайшем будущем ожидается появление новых сервисов, способных оптимизировать любые процессы.

1.2. Стратегическое планирование и проектирование цепей поставок

Целевой принцип логистической организации цепей поставок направлен на устранение препятствий и создание драйверов роста активности по всем основным видам логистических процессов.

Такой подход позволяет находить эффективные решения по планированию и проектированию цепей поставок, функционирование которых сопряжено с обеспечением всем его участникам устойчивости развития с возможностью постоянного реинжиниринга тех логистических процессов, которые устарели и утратили свою эффективность. В современной экономике основными инструментами совершенствования цепей поставок становятся новые технологии, которые требуют внедрения новых оценочных показателей для измерения эффективности их внедрения.

Оценка эффективности параметров логистических процессов, как правило, осуществляется по следующим направлениям:

- стоимостные параметры;
- временные параметры.

Планирование цепей поставок представляет собой форму регулирования и управления процессами, протекающими в рамках отдельной цепи поставок, через разработку временных параметров этих процессов, показывающих, как и когда они должны выполняться.

По мнению Пузановой И.А. и Аникина Б.А. интегрированное планирование цепей поставок «позволяет более четко формулировать целевые установки цепи поставок и использовать систему показателей деятельности, необходимую для последующего контроля результатов ... обеспечивает более четкую координацию совместной деятельности предприятий, синхронизацию

всех бизнес-процессов предприятий и таким образом укрепляет взаимодействие всех участников цепи поставок». [86, с.12]

Гвилия Н.А. интегрированное планирование цепей поставок понимает «как процесс разработки и реализации единого кроссфункционального, кросс-пространственного и кросс-временного плана для всех участников цепи поставок». [31, с.14]

Интегрированное планирование цепей поставок основывается на создании системы интегрированного планирования, цель которой – достигать максимального эффекта за счет использования унифицированных технических, технологических, информационных и цифровых инструментов, моделей и методов.

В основе процесса интегрированного планирования лежит разработка стратегических целей. В цепях поставок эти цели направлены на решение задач глобального управления и координации потоковых процессов всех участников х цепей поставок.

Учитывая сложность построения и управления в цепях поставок, все задачи стратегического уровня можно разделить на задачи, направленные на:

- обеспечение непрерывности управления;
- обеспечение устойчивого развития;
- обеспечения безопасности;
- обеспечения постоянного реинжиниринга.

Как известно, цели стратегического уровня соответствуют формированию стратегии долгосрочного развития цепи поставок, которая принимается руководством фокусной компании на период от 5 до 15 лет (рисунок 1.2).

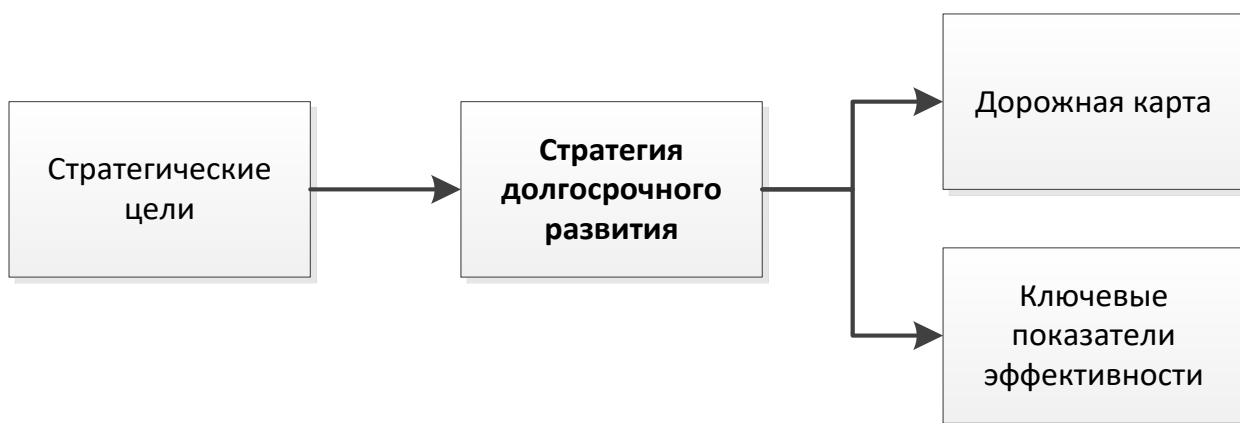


Рисунок 1.2. – Взаимосвязь элементов стратегического развития компании

Разработку стратегии долгосрочного развития международной компании можно осуществить в несколько этапов (рисунок 1.3).

На первом этапе происходит анализ текущей ситуации на рынке и положения международной компании на этом рынке.

Для того чтобы провести анализ исходного состояния международной компании на репрезентативном рынке применяется метод стратегического планирования, заключающийся в выявлении факторов внутренней и внешней среды организации и разделении их на четыре категории: Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности), Threats (угрозы). Такой метод анализа также известен как SWOT-анализ.

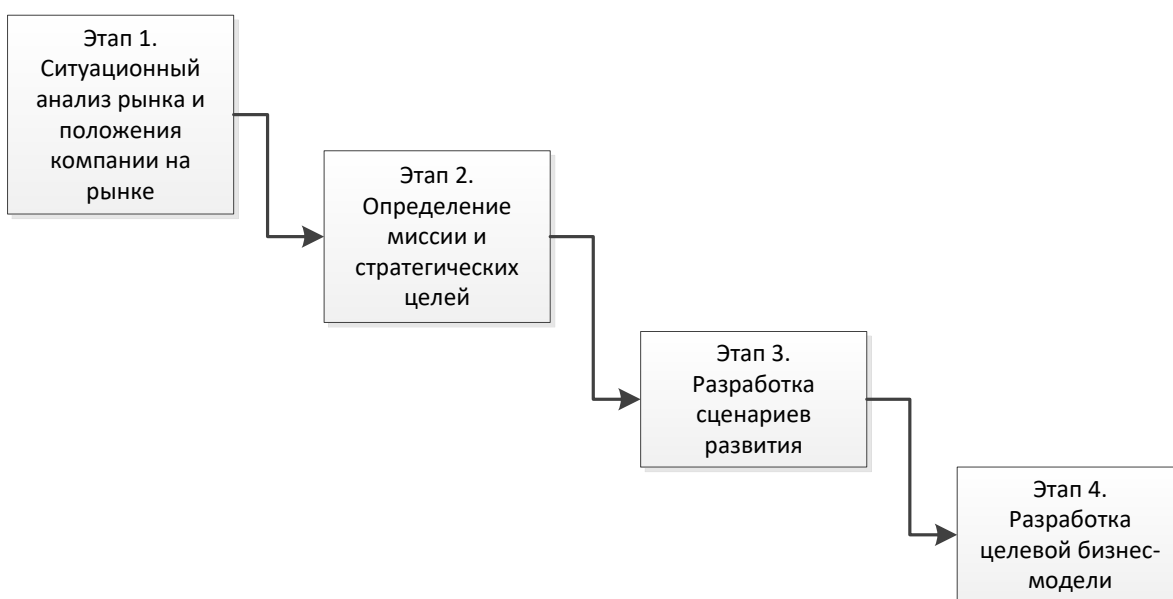


Рисунок 1.3.– Этапы разработки стратегии долгосрочного развития компании

Суть этого метода заключается в последовательном анализе всех факторов, оказывающих влияние на развитие компании. В ходе этого анализа выявляются стратегические преимущества компании, которые позволяют ей удерживать лидирующие позиции на рынке, а также недостатки и просчеты, допущенные в управленческом процессе, и способные нанести существенный ущерб деятельности как компании, так и всей цепи поставок, в которую она интегрирована.

Для устранения слабых сторон и усиления эффекта от использования стратегических преимуществ международной компании и ее интеграции в цепь поставок, анализируются барьеры и драйверы роста, возможности и угрозы, источниками которых являются как внешние, так и внутренние факторы.

Среди внешних факторов наиболее существенное и непредсказуемое воздействие оказывают:

- динамика совокупного спроса;
- изменения нормативно-правой базы международного и национальных законодательств, в зоне действия которой оказываются участники цепей поставок;
- изменение мирового политического климата, введение санкций, закрытие границ, выход из членства в международных торгово-экономических организаций и т.п.;
- изменения экологической ситуации в мире также влияет на трансформацию цепей поставок, что ведет к изменению стратегических целей и задач, стоящих перед фокусной компанией, что, в свою очередь, приводит к изменению стратегии долгосрочного развития всей цепи поставок.

В результате проведения ситуационного анализа намечаются пути развития международной компании и цепи поставок, в которую она интегрирована.

Второй этап разработки стратегии долгосрочного развития международной компании направлен на определение миссии и стратегических целей и задач.

Миссия компании формулируется, исходя из глобальной цели и общего позиционирования компании на рынке. Миссия компании реализуется через стратегические цели, которые отражают различные аспекты хозяйственной деятельности компании.

Как правило, стратегические цели включают:

- обеспечение устойчивого роста активов компании;
- сохранение или достижение лидирующих позиций компании на рынке;
- повышение уровня качества производимых товаров/ оказываемых услуг, которое способствует повышению уровня удовлетворенности клиентов;
- увеличение или удержание доли компании на рынке;
- обеспечение эффективного обслуживания цепи поставок;
- реализация проектов развития бизнеса и инфраструктурных проектов;
- обеспечить внедрение инновационных цифровых технологий и логистических сервисов для повышения стоимости активов компании и улучшения качества обслуживания потребителей;
- внедрение экологических технологий для повышения экологической безопасности цепи поставок;
- рост производительности труда и улучшение социальных условий для сотрудников и т.п.

На третьем этапе разрабатываются сценарии развития международной компании с учетом поставленных целей и выявленных ограничений.

Для этого разрабатываются количественные и качественные параметры для оценки поставленных стратегических целей, составляются долгосрочные прогнозы развития с учетом изменения потребностей рынка, нормативно-правовых документов, политической и экономической ситуации.

На базе собранной информации и данных компании, а также информации, полученной из внешних источников, разрабатываются несколько сценариев развития компании.

Первый сценарий разрабатывается, исходя из того, что все показатели деятельности компании и рыночные показатели будут развиваться, согласно линейному тренду. Такой сценарий принято называть базовым сценарием.

Второй сценарий разрабатывается, исходя из того, что все показатели деятельности компании и рыночные показатели будут развиваться максимально успешно для компании. Такой сценарий принято называть оптимистичным сценарием.

Третий сценарий разрабатывается, исходя из того, что все показатели деятельности компании и рыночные показатели будут развиваться негативно для компании. Такой сценарий принято называть пессимистичным сценарием.

Четвертый этап. С учетом эффектов разных сценариев разрабатывается целевая бизнес-модель развития компании.

Для формирования бизнес-модели деятельность компании разбивается по блокам управления. Каждый блок учитывает общие цели компании, таким образом, реализуя системный подход к построению целевой бизнес-модели.

Как правило, при построении целевой бизнес-модели выделяются следующие блоки управления:

Блок 1. Первый блок включает управление основными видами деятельности компании, позволяющие осуществлять управление всей цепью поставок.

Блок 2. Второй блок направлен на развитие взаимоотношений с потребителями и повышения клиентоориентированности как самой фокусной компании, так и цепи поставок в целом.

Блок 3. Третий блок целевой бизнес-модели задает стратегические приоритеты развития логистической инфраструктуры.

Блок 4. Четвертый блок целевой бизнес-модели направлен на решение задач международного сотрудничества и укрепления партнерских отношений с зарубежными контрагентами.

Блок 5. Пятый блок целевой бизнес-модели сосредоточен на решении задач социального развития и поддержки сотрудников компании и цепи поставок в целом. Социально-экономические эффекты от реализации стратегии

долгосрочного развития очень важны, поскольку они дают толчок для развития компании и дают дополнительную заинтересованность сотрудникам.

Блок 6. Шестой блок целевой бизнес-модели направлен на решение задач по поддержанию экологического уровня безопасности. Проблемы поддержания экологии в настоящее время выходят на первый план. Многие компании заинтересованы в том, чтобы их производственные процессы не нанесли экологического ущерба окружающей среде.

Для того чтобы стратегия долгосрочного развития компании была успешно реализована, необходимо составить программу ее поэтапной реализации – дорожную карту, которая представляет собой план реализации мероприятий с четким графиком и определением ответственности.

Дорожная карта имеет увязку со стратегией долгосрочного развития компании и показывает степень реализации запланированных мероприятий. Если стратегия разрабатывается на долгий период – 5-15 лет, то дорожная карта регулярно обновляется, таким образом, она соответствует среднесрочному плану развития – 1-5 лет.

Содержательное наполнение дорожной карты может быть представлено следующим образом:

1. Организация работы по исполнению стратегии долгосрочного развития компании. В этом разделе фиксируется внутренняя документация компании, которая регламентирует план развития. Кроме стратегии долгосрочного развития это могут быть локальные акты нормативные компании, которые устанавливают внутренний регламент, особенности взаимодействия и уровень ответственности.

2. Второй раздел дорожной карты фиксирует цели и задачи, которые установлены для заданного периода (например, на текущий год). Таким образом, цели и задачи стратегии долгосрочного развития компании каскадируются на уровень дорожной карты с разбивкой по периодам. Цели и задачи определяются с учетом уже реализованных в предыдущем периоде и текущей с учетом корректировки. На изменение целей и задач могут оказать влияние

как внешние, так и внутренние факторы. Таким образом, происходит перепланирование основных целей и перепроектирование основных бизнес-процессов как в самой компании, так и в цепи поставок в целом.

3. Третий раздел дорожной карты содержит контрольно-измерительные показатели, которые фиксируют успешность достижения поставленных целей. Для этого могут быть разработаны специальные рейтинговые показатели, которые позволят провести сравнительный анализ выполнения бизнес-процессов компании с аналогичными процессами других компаний, функционирующих на рынке. Отслеживание таких показателей в динамике позволит составить общую картину развития компании и цепи поставок в целом и оценить эффективность уже осуществленных мероприятий.

4. Для оценки эффективности уже осуществленных мероприятий в четвертом разделе дорожной карты фиксируются основные результаты, выполненные в предыдущих периодах и процент их выполнения. В случае, если эффективность выполненных мероприятий не достаточно высокая, анализируются причины, по которым запланированные результаты не были достигнуты. Невыполненные цели и задачи предыдущего периода корректируются и переносятся на следующий период.

5. Пятый раздел содержит плановые цели и задачи, которые еще предстоит выполнить. Этот раздел, также как и предыдущий, опирается на эффективность ранее выполненных мероприятий. В зависимости от того, были поставленные ранее цели и задачи достигнуты или нет, корректируются цели и задачи следующего периода. Также анализируются причины, по которым цели и задачи были реализованы не в полной мере.

6. Последний шестой раздел дорожной карты фиксирует полученные результаты и ожидаемые эффекты. В этом разделе анализируются полученные результаты, процент выполнения поставленных задач. Оцениваются достигнутые эффекты и их влияние на деятельность компании и цепи поставок в целом.

Кроме дорожной карты для оценки эффективности реализации стратегии долгосрочного развития разрабатывается система ключевых показателей эффективности.

В зависимости от того, какие цели стоят перед компанией и какова процессная и объектная декомпозиция проектируемой цепи поставок, система оценочных показателей может содержать те или иные показатели.

В настоящее время для оценки эффективности деятельности компании широко используется система сбалансированных показателей. В основе этой системы лежит разделение деятельности компании по основным проекциям. Как правило, выделяют четыре-шесть проекций, отражающих основную деятельность компании:

- управление финансами;
- управление взаимоотношениями с клиентами;
- основные бизнес-процессы, реализуемые в компании и в цепи поставок;
- управление персоналом;
- внедрение цифровых технологий и нововведений;
- управление экологичностью.

В зависимости от особенностей ведения бизнеса и рынка, на котором цепь поставок осуществляет свою деятельность, могут быть выделены другие проекции.

Для каждой проекции разрабатываются основные цели, по которым можно оценить эффективность управления. Как правило, выделяют одну-две цели для каждой проекции, чтобы система показателей не была слишком сложной и показатели могли быстро обновляться.

Такую систему показателей в привязке к проекциям принято называть стратегической картой. Для оценки достижимости каждой цели разрабатываются показатели, по которым можно судить о полученном результате. Каждой цели соответствует один-два ключевых показателя. Пример стратегической и счетной карты представлен в таблице 1.2.

Таблица 1.2. – Пример стратегической и счетной карты компании

Проекция деятельности Компании	Стратегические цели	Ключевые показатели эффективности
Управление финансами	Повышение доходности основных активов компании	Рентабельность инвестиций
Управление взаимоотношениями с клиентами	Привлечение новых клиентов	Процент новых клиентов
Основные бизнес-процессы, реализуемые в компании и в цепи поставок	Снижение времени выполнения бизнес-процесса	Время, затраченное на выполнение бизнес-процесса
	Повышение качества выполнения бизнес-процесса	Индекс повышения качества бизнес-процесса
Управление персоналом	Повышение квалификации персонала	Процент сотрудников, прошедших обучение
Внедрение цифровых технологий и нововведений	Повышение уровня автоматизации процессов	Процент снижения уровня ошибок при обработке данных
Управление экологичностью	Повышение экологической устойчивости компании	Снижения процента выброса вредных веществ в атмосферу

Сформированная система показателей одинакова для всех уровней управления: от высшего уровня до низшего. Таким образом, первичные показатели собираются на низшем уровне, затем эти данные аккумулируются на более высоком уровне. В итоге получается оценочный показатель по предприятию в целом. При необходимости показатели можно обобщить до уровня управления цепью поставок.

В зависимости от вида деятельности компании, могут использоваться разные оценочные показатели. В таблице 1.3 приведен перечень наиболее распространенных показателей для оценки эффективности деятельности компании.

Таблица 1.3. – Перечень наиболее распространенных показателей для оценки эффективности деятельности компании

Проекция деятельности	Ключевые показатели
-----------------------	---------------------

компании	эффективности
Управление финансами	Рыночная стоимость активов компании; Стоимость акций компании Рентабельность оборота компании Рентабельность инвестиций
Управление взаимоотношениями с клиентами	Доля рынка, занимаемого компанией Уровень предоставляемого сервиса Средний кассовый чек Частота покупок Процент новых клиентов Индекс лояльности клиентов
Основные бизнес-процессы, реализуемые в компании и в цепи поставок	Время, затраченное на разработку нового продукта и вывода его на рынок Время производственного цикла Время, затраченное на выполнение бизнес-процесса Доля своевременных поставок Время цикла доставки Процент повышения качества процесса Процент снижения возврата
Управление персоналом	Процент сотрудников, прошедших обучение Процент сотрудников, соответствующих профессиональным требованиям Производительность труда Доход на одного сотрудника
Внедрение цифровых технологий и нововведений	Процент снижения уровня ошибок при обработке данных Процент снижения времени на обработку данных Уровень автоматизации процессов Производительность компьютерных систем
Управление экологичностью	Процент выброса вредных веществ в атмосферу Процент использования пластикой упаковки Процент утилизации вредных веществ Эффективность работы очистных сооружений

Реализация стратегии долгосрочного развития компании зависит от многих факторов, как внешних, так и внутренних. Часть событий можно предсказать и нивелировать их негативное воздействие, или, наоборот усилить их положительное воздействие. Но, зачастую, изменения факторов внутренней и, особенно, внешней среды, бывает очень трудно предсказать. Например, пандемия коронавируса COVID-19, произошедшая в 2020-21 годах, не могла быть заранее спрогнозирована, и именно поэтому нанесла такой значительный ущерб экономикам всего мира. Ее ощутимое негативное

влияние сказалось на деятельности компаний, выполняющих свою деятельность на рынке энергоресурсов. Это потребовало переосмысления подходов к проектированию цепей поставок на рынке энергоресурсов и выявления особенностей управления такими цепями поставок в кризисный период.

1.3. Особенности проектирования логистических процессов международных цепей поставок на рынке энергоресурсов

Любая, даже самая устойчивая хозяйственная система подвержена влиянию факторов окружающей среды. Под воздействием внешних изменений происходят изменения и внутри системы. В связи с этим процесс планирования и проектирования должен осуществляться на постоянной основе: изменения условий ведения хозяйственной деятельности неизбежно приводят к реинжинирингу процессов компаний, объединенных в единую цепь поставок.

Одни и те же факторы оказывают различное воздействие на эффективность управления цепями поставок в зависимости от того, на каком рынке они спроектированы.

Отсюда можно сделать вывод о том, что особенности проектирования цепей поставок будут определяться особенностями товарных рынков или рынков услуг, на которых эти цепи поставок осуществляют свою деятельность.

Таким образом, особенности проектирования логистических процессов цепей поставок на рынке энергоресурсов будут определяться свойствами товаров, которые являются объектом управления в этих цепях поставок.

Рынок энергоресурсов или энергетический рынок (англ. *energy market*) представляет собой совокупность рынков, специализирующихся на производстве и продаже энергоресурсов.

В качестве объекта управления в цепях поставок на рынке энергоресурсов выступают материальный поток, как системообразующий поток, а также информационный, финансовый и сервисный потоки.

Материальный поток в цепях поставок на рынке энергоресурсов – это поток энергетических ресурсов, которые представляют собой любые источники энергии, используемые для промышленного или бытового потребления.

По исчерпаемости все виды источников энергии можно классифицировать на возобновляемые и невозобновляемые.

К возобновляемым источникам энергии относятся постоянно существующие источники энергии, такие как энергия солнца, ветра, воды и т.д.

К невозобновляемым относятся источники энергии, запас которых ограничен: уголь, нефть, газ, торф и т.п.

По способу добычи и переработке виды источников энергии подразделяются на традиционные и нетрадиционные.

Традиционными считаются виды источников энергии, по добыче и переработке которых накоплен богатый опыт, что позволяет повсеместно использовать эти источники энергии.

К нетрадиционным источникам энергии относятся малоизученные виды энергии, которые в настоящее время не используются в промышленных объемах.

В таблице 1.4 представлены различные виды источников энергии.

Таблица 1.4. – Классификация видов источников энергии

Классификационный признак	Виды источников энергии	Примеры
Исчерпаемость источников энергии	Возобновляемые	- энергия солнца; - энергия ветра; - энергия воды; - геотермальная энергия; - гравитационная энергия; - биотопливо и т.д.
	Невозобновляемые	- уголь; - нефть; - газ; - торф; - сланец; - уран и т.д.
Способ добычи и переработки источников энергии	Традиционные	- гидроэлектростанции - атомные электростанции; - тепловые электростанции и т.д.

	Нетрадиционные	- солнечные батареи; - ветроэлектрические установки; - микро ГЭС; - биоэнергетические установки; - газопоршневые электростанции на генераторном газе; - подводный электропреобразователь гравитационной энергии; - геотермальная энергия (энергия земли); - энергия мирового океана и т.д.
--	----------------	---

По мнению специалистов, многие страны «привлекают в промышленный оборот местные виды традиционного топлива и обязательно возобновляемого». [51] Этот факт, а также введение санкций против целого ряда российских компаний повлияло на структуру производства на рынке мировой энергетики. [45]

Исследование рынка мировой энергетики показало, что на изменение потребности в энергоресурсах оказывает влияние изменение объемов промышленного производства и грузовых перевозок. Это утверждение относится как к возобновляемым, так и к невозобновляемым источникам энергии и связано, в первую очередь, с непредсказуемостью потребительского спроса, как самой динамичной и труднопрогнозируемой категорией в экономике.

Чтобы нивелировать негативное воздействие от изменений потребительского спроса, влияющего на изменение объемов промышленного производства и грузовых перевозок, в исследовании рассматривается концепция управления цепями поставок, как наиболее эффективная модель, способная выполнить эту задачу.

Одним из вариантов применения концепции управления цепями поставок является процессный подход, позволяющий рассматривать цепь поставок как совокупность логистических процессов.

Сложившийся в логистической науке подход к понятию «логистический процесс» можно выразить через определение, данное Сергеевым В.И.: логистический процесс — это «определенным образом организованная во времени последовательность выполнения логистических операций/функций,

реализующая заданные на плановом периоде цели логистической системы или ее сетевых (функциональных) подразделений» [91, с.-15].

Козлов В.К. отмечает, что «категория «логистический процесс» позволяет в определённой мере разрешить и устранить сложившуюся в теории и практике современной отечественной логистики диадку «поточковый процесс», системным образом соединив потоковый характер современной экономической деятельности со сложной, комплексной, структурой составляющих её процессов» [47, с.-84].

Смирнова Е.А. предлагает представить логистический процесс товародвижения как «функциональный логистический контур, включающий закупки (снабжение), перемещение (транспортировку), складирование (запасы) и сбыт (продажи), объединенных с помощью управления» [111, с.-56].

Критически оценивая подходы к пониманию сущности логистических процессов, в исследовании предлагается следующий вариант установления взаимосвязей между логистическими процессами в международных цепях поставок на рынке энергоресурсов (рисунок 1.4.).

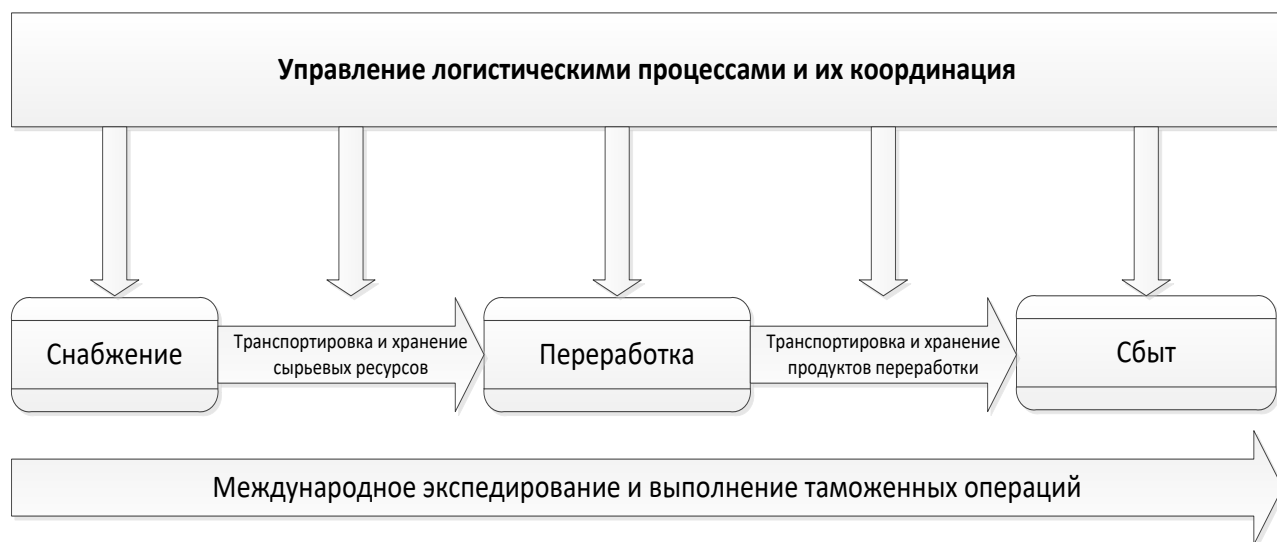


Рисунок 1.4. – Взаимосвязь основных логистических процессов международных цепей поставок на рынке энергоресурсов

Управление логистическими процессами в международных цепях поставок на рынке энергоресурсов представляет собой системный подход к

управлению снабженческо-сбытовой деятельностью, обусловленный выполнением внутрипроизводственных операций и сопровождающийся выполнением транспортно-складских операций, а также операций по международному экспедированию грузов и выполнению таможенных операций.

Рассмотрим особенности управления представленными логистическими процессами международных цепей поставок на рынке энергоресурсов.

Снабжение как логистический процесс представляет собой организацию материально-технического обеспечения процесса производства (переработки). Началом этого (входом) процесса является запрос от производителя на поставку ресурсов и материалов от поставщика (добывающей компании). Сформированный запрос обрабатывается и инициируется формирование партии отправки. Ресурсы, подготовленные к отправке, загружаются в транспортное средство. Выходом процесса снабжения является процесс транспортировки и хранения сырьевых ресурсов.

Основной задачей процесса транспортировки и хранения сырьевых ресурсов является поставка ресурсов заказчику в установленные сроки с определенным уровнем логистического сервиса. Началом этого процесса является загрузка ресурсов, подготовленных к отправке в транспортное средство. Сформированная партия отправки доставляется в место их дальнейшей переработки и передается по акту приемки-передачи. Выходом процесса транспортировки и хранения сырьевых ресурсов является процесс переработки.

Процесс переработки представляет собой комплекс технических и технологических операций, направленных на производство готовой продукции. Началом этого процесса является подготовка сырья и материалов к дальнейшей переработке. На этом этапе происходит оценка качества полученного сырья. Если полученные ресурсы удовлетворяют требованиям производственного процесса, то начинается процесс переработки. Полученные продукты переработки отправляются на склад готовой продукции. Выходом процесса переработки является процесс транспортировки и хранения продуктов переработки.

Основной задачей процесса транспортировки и хранения продуктов переработки является поставка готовой продукции в сбытовую сеть в установленные сроки с определенным уровнем логистического сервиса. Началом этого процесса является загрузка продуктов переработки, подготовленных к отправке в транспортное средство. Сформированная партия отправки доставляется в распределительный центр или на склад получателя, где и передается по акту приемки-передачи. Выходом процесса транспортировки и хранения продуктов переработки является процесс сбыта.

Сбыт как логистический процесс представляет собой организацию операций, направленных на продвижение товарного потока от производителя до конечного потребителя по каналам распределения. Началом этого (входом) процесса является запрос от потребителя на поставку энергоресурсов от компании-производителя. Сформированный запрос обрабатывается и инициируется формирование партии отправки. Энергоресурсы, подготовленные к отправке, загружаются в транспортное средство. Выходом процесса сбыта является доставка энергоресурсов до конечного потребителя по установленным каналам сбыта.

Товаропереместительные операции осуществляются в форме международной перевозки грузов на основе установленных норм международного права и в соответствии с взаимно согласованными условиями поставки.

Выбор видов транспорта, способов транспортировки и хранения энергоресурсов определяется целым рядом особенностей:

- объектом управления (видами энергоресурсов);
- местоположением контрагентов;
- уровнем развития логистической инфраструктуры;
- и др.

Например, нефть и нефтепродукты перемещаются по трубопроводам, морским, железнодорожным или автомобильным транспортом. Хранение нефти и нефтепродуктов осуществляется как на самих транспортных средствах, так и в специальных нефтехранилищах. Для перемещения газа также

используется трубопроводный транспорт или морской транспорт с применением технологии сжижения (дросселирование) для уменьшения объемов перевозимого газа. Применение этой технологии требует создания специальной инфраструктуры: в местах производства строится завод по сжижению газа, непосредственное перемещение осуществляется путем поддержания определенного температурного режима и уровня давления. Хранится газ в специальных криоцистернах. По прибытии в место доставки требуется процедура регазификации.

Произведенная электрическая энергия перемещается по линиям электропередач, что требует развития распределительных сетей и применения технологий для создания системы накопителей энергии (сетевого резерва) и ее хранения. Основная задача – развитие технологий длительного хранения электрической энергии без потерь (криогенные системы накопления и хранения энергии).

При управлении международной поставкой энергоресурсов важную роль играет процесс международного экспедирования и выполнения таможенных операций. Организация международного экспедирования энергоресурсов осуществляется согласно международным правилам поставки ИНКОТЕРМС. Управление процессом международного экспедирования и выполнения таможенных операций имеет свою специфику, связанную с нормативно-правовым регулированием импортно-экспортных поставок, пересечением границ, сопровождением груза, уплатой таможенных пошлин и выполнением целого комплекса таможенных операций. Организация международного экспедирования регулируется договором на оказание услуг по экспедированию грузов согласно базисам поставки ИНКОТЕРМС и правилам международной перевозки грузов. Этот процесс сопровождается оформлением товаросопроводительных документов, технических документов на груз, страхованием груза и ответственности и т.д.

Товаропереместительные операции осуществляются в форме международной перевозки грузов на основе установленных норм международного права и в соответствии с взаимно согласованными условиями поставки.

При осуществлении процесса международного экспедирования особое внимание необходимо уделять правилам выполнения таможенных операций.

Нормы международного права и национально законодательства государств устанавливают правилам выполнения таможенных операций. В их основе лежит помещение перемещаемых через границу товаров под процедуру таможенного контроля с целью их декларирования. Стандартная процедура декларирования предполагает предъявление товаров и документов уполномоченным лицом для проведения осмотра и проверки соответствия заявленных сведений в таможенной декларации. При перемещении энергоресурсов процедура декларирования может отклоняться от стандартной, что обуславливается свойствами товаров и способами их перемещения.

Например, при перемещении нефти, нефтепродуктов, природного газа и газопродуктов по путепроводам (нефтепроводам, нефтепродуктопроводам или газопроводам) невозможно предъявить товар к осмотру. Количество и качество перемещаемых товаров определяется на основании показаний приборов учета и актов приемки-передачи.

При перемещении электроэнергии по линиям электропередач также невозможно предъявить товар к осмотру. Поэтому объем перемещаемой через границу электроэнергии также определяется на основании показаний приборов учета и актов приемки-передачи.

Еще одной особенностью перемещения энергоресурсов через таможенную границу является определение таможенной стоимости товаров, заявленных в декларации. Поскольку нефть является биржевым товаром, то его цена постоянно меняется и отслеживается по биржевым котировкам. Так как декларация на товары готовится заранее, то в нем указывается та цена товара, которая была установлена на день момент оформления документов. При этом таможенные платежи будут уплачиваться от той цены,

которая будет на день регистрации декларации. По объективным причинам эти суммы могут не совпадать, что требует проведения корректировки таможенной стоимости товара.

Процесс международного экспедирования и выполнения таможенных операций завершается передачей энергоресурсов и сопроводительной документации получателю груза в месте, определенным договором международной перевозки.

Управление логистическими процессами международных цепей поставок направлено на координацию действий контрагентов и предполагает системный подход к выполнению всех операций, который заключается в согласовании условий поставки между контрагентами и снижении всей совокупности издержек процесса поставки от поставщика через производителя до потребителя при требуемом уровне качества и сроков поставки.

Резюмируя научные идеи первой главы необходимо отметить, что проектирование цепей поставок в современных условиях получает развитие в тренде Индустрии 4.0., который отражает эффективность внедрения новых логистических технологий и сервисов. Акценты в организации и управлении цепями поставок смещены в сторону трансформации традиционных цепей в пространство цифровой экономики. Развитие различных цифровых сервисов и их интеграция в цепи поставок позволяет ускорять, упрощать и удешевлять процесс товародвижения практически на всех его стадиях. Среди наиболее востребованных цифровых технологий и сервисов, которые нашли свое применение в цепях поставок, можно выделить следующие: аддитивное производство, цифровые двойники, глобальные системы слежения, интеллектуальные датчики, анализ больших данных, технологии смарт-контрактов, мобильные приложения, облачные сервисы, блокчейн, дополненная и виртуальная реальность, интернет-вещей и т.д.

Постоянное эволюционное развитие цифровых технологий и сервисов позволяет оптимизировать различные процессы в цепях поставок, которые внедряются в результате проектирования и реинжиниринга.

Проектирование цепей поставок опирается на разработку стратегии долгосрочного развития, формирование которой начинается с определения целей стратегического уровня. Учитывая сложность построения и управления в цепях поставок, цели стратегического уровня могут быть направлены на обеспечение непрерывности управления, обеспечение устойчивого развития, обеспечения безопасности и обеспечения постоянного реинжиниринга.

Разработка стратегии долгосрочного развития международной компании можно осуществить в несколько этапов, которые предполагают: проведение ситуационного анализа рынка и положения компании на рынке, определение миссии и стратегических целей, а также разработку сценариев развития и целевой бизнес-модели.

Для того чтобы стратегия долгосрочного развития компании была успешно реализована, необходимо составить программу ее поэтапной реализации – дорожную карту, которая представляет собой план реализации мероприятий с четким графиком и определением ответственности.

В зависимости от того, какие цели стоят перед компанией и какова процессная и объектная декомпозиция проектируемой цепи поставок, система оценочных показателей может содержать те или иные показатели.

Концептуальное воплощение идей проектирования цепей поставок нашло свое отражение в применении системного подхода к организации процесса товародвижения, а выявленные особенности этого процесса определяются спецификой товарного рынка, на котором они спроектированы, а также свойствами товаров, которые являются объектом управления в этих цепях поставок.

Управление логистическими процессами в международных цепях поставок на рынке энергоресурсов представляет собой системный подход к управлению снабженческо-сбытовой деятельностью, обусловленный выполнением внутрипроизводственных операций и сопровождающийся выполнением транспортно-складских операций, а также операций по международному экспедированию грузов и выполнению таможенных операций.

Анализ функционирования цепей поставок на рынке энергоресурсов, выполненный во второй главе позволит выявить основные тенденции развития рынка энергетических ресурсов и определить направления его совершенствования.

2. АНАЛИЗ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ЦЕПЕЙ ПОСТАВОК НА РЫНКЕ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ

2.1. Анализ международного опыта производства и потребления невозобновляемых энергоресурсов

Особенности управления логистическими процессами в цепях поставок зависят от видов энергоресурсов, являющихся объектами товародвижения.

Для невозобновляемых энергоресурсов управление логистическими процессами в поставок будет включать такие процессы как разведка, добыча, переработка, транспортировка и хранение, сбыт готовой продукции. В нефтегазовой отрасли цепь поставок состоит из следующих блоков (рисунок 2.1).

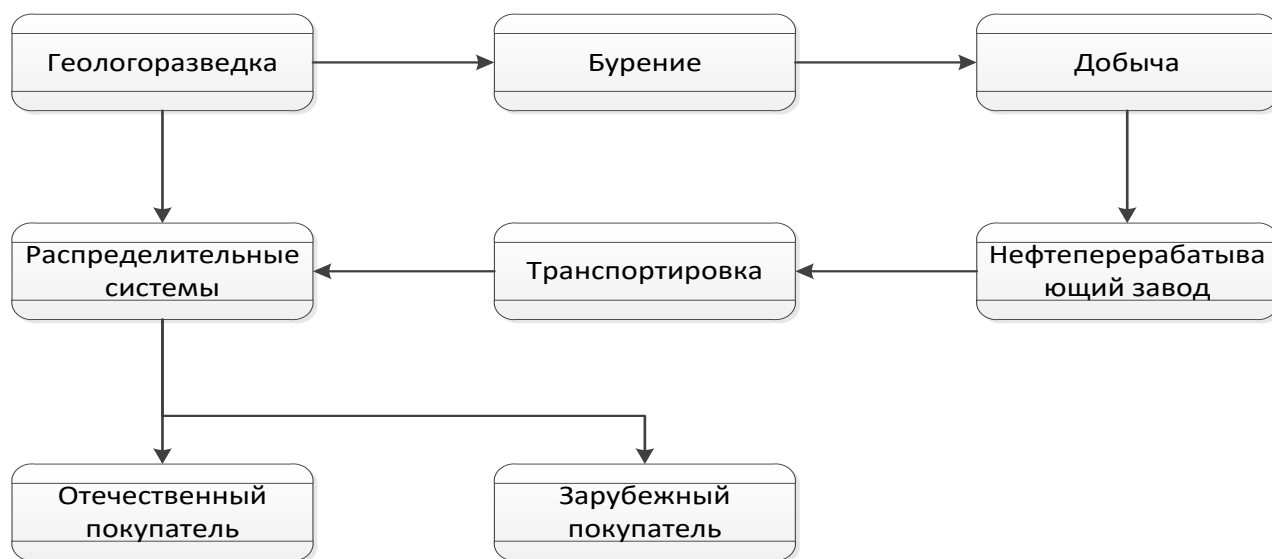


Рисунок 2.9 – Логистическая цепь в нефтегазовой отрасли [128]

Представленные на рисунке логистические процессы объединены в цепь поставок и представляют собой логистический контур, включающий в себя все процессы, направленные на обеспечение товародвижения в соответствии с семью правилами логистики.

Таким образом, управление логистическими процессами в цепях поставок на рынке энергоресурсов основано на применении системного подхода

для каждого этапа товародвижения: от разведки и разработки месторождения, к добыче ресурсов и их переработке и заканчивая сбытом готовой продукции.

Невозобновляемые энергоресурсы в настоящее время являются основными источниками энергии. Постоянно растущие объемы мирового товарооборота требуют все большего объема энергетических ресурсов для обеспечения деятельности промышленных предприятий и предприятий транспортной отрасли. Помимо промышленного потребления наблюдается постоянный рост бытового потребления энергоресурсов.

По данным аналитических и консалтинговых агентств в последние десятилетия наблюдается рост производства и потребления всех видов энергетических ресурсов.

Если сравнивать мировое потребление энергоресурсов с их производством, то можно отметить, что на протяжении всего рассматриваемого периода предложение всегда превышало спрос (рисунок 2.2, 2.4).

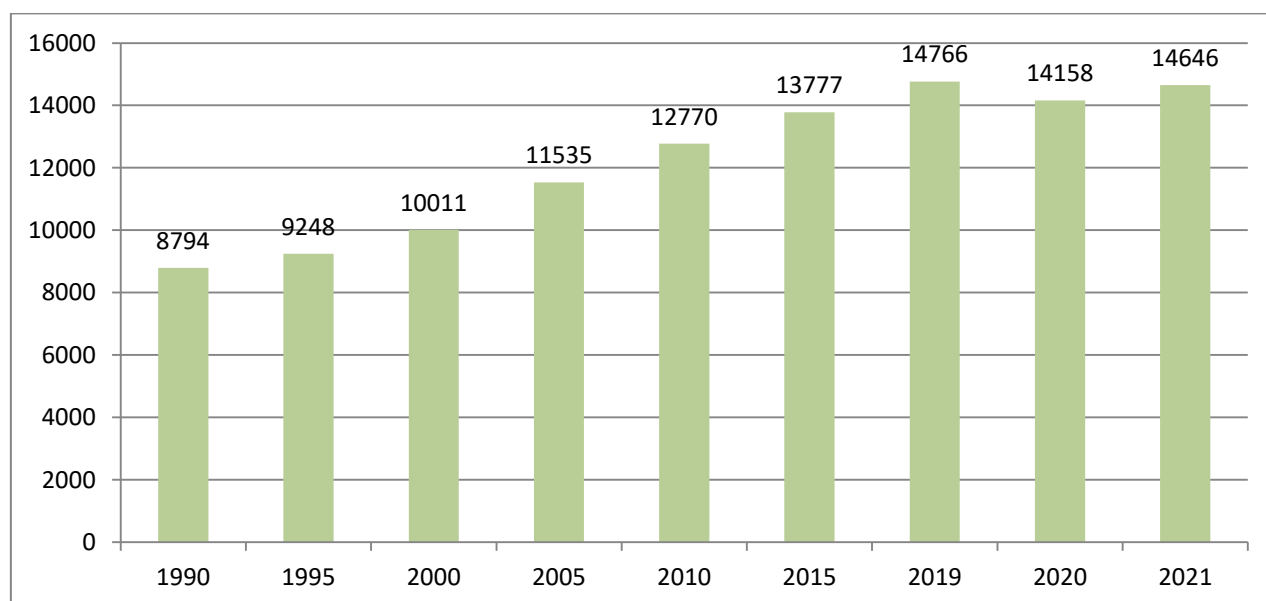


Рисунок 2.2 – Мировое производство энергоресурсов в 1990-2021 гг. (в Мтое) (составлено по данным [107, 108, 145, 146])

В разбивке по регионам наибольшая доля производителей находится в странах Азии (32%), Северной Америки (19%), Ближнего Востока (13%) и СНГ (13%) (рисунок 2.3).

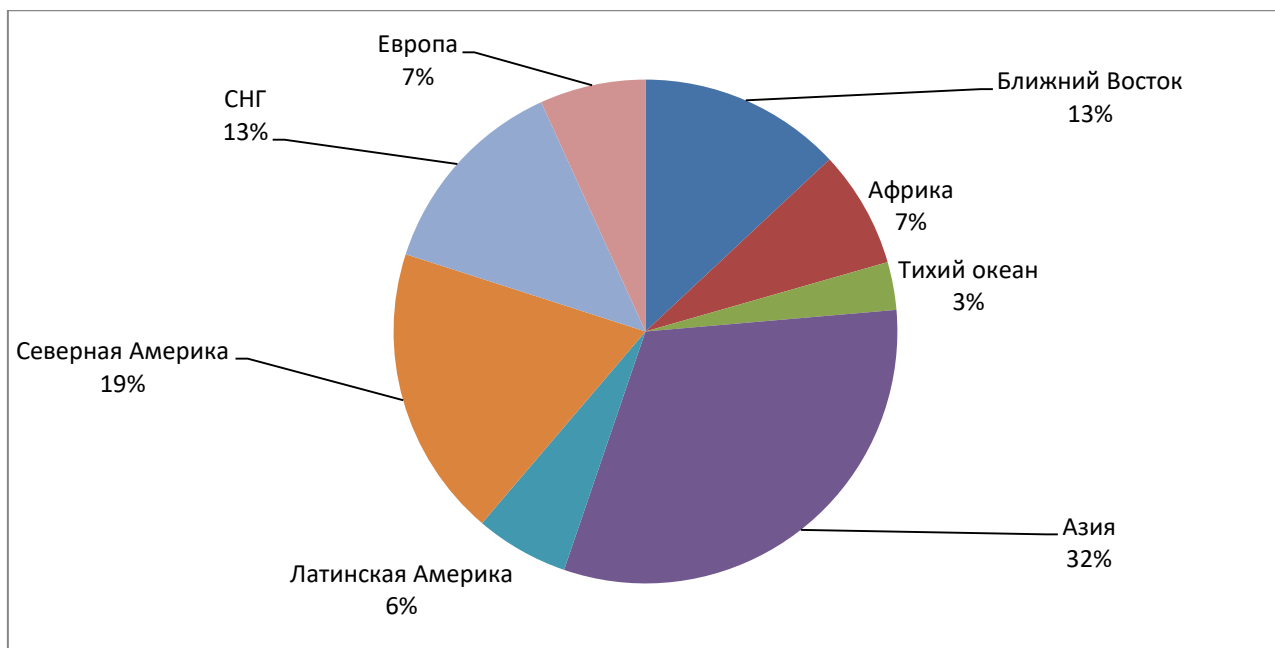


Рисунок 2.3 – Мировое производство энергоресурсов по регионам в 2021 г., в процентах (составлено по данным [145])

Если рассматривать потребление всех видов энергии в динамике, то в целом за последние годы оно имеет положительную тенденцию (рисунок 2.3).

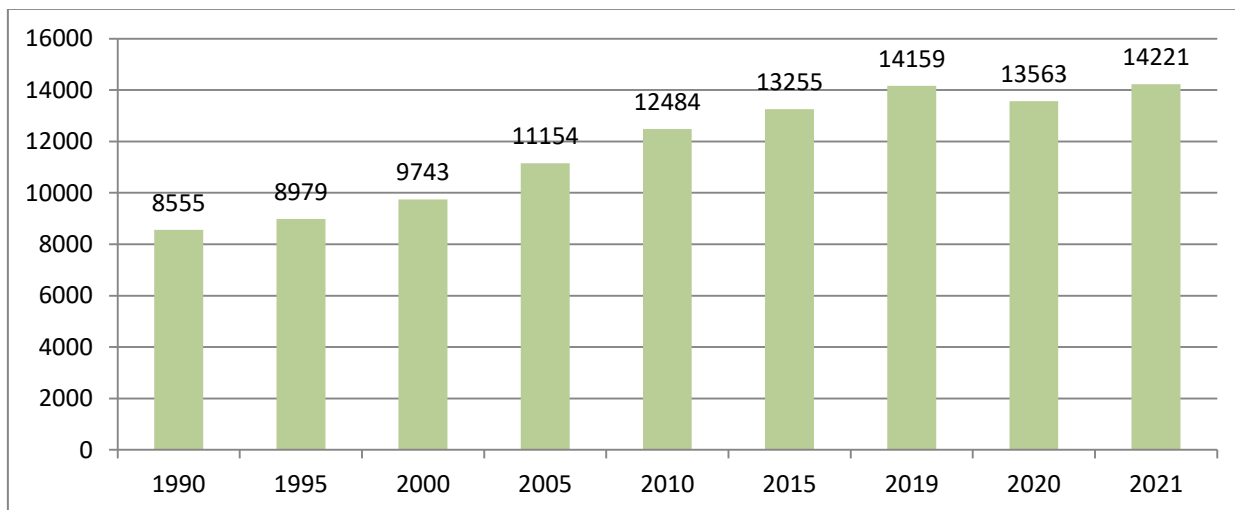


Рисунок 2.4 – Мировое потребление энергоресурсов в 1990-2021 гг. (в Мтое¹) (составлено по данным [107, 108, 145, 146])

В разбивке по регионам наибольшая доля потребителей находится в странах Азии (44%), Северной Америки (18%), Европы (13%) и СНГ (8%) (рисунок 2.5).

¹ Мтое – это единица измерения энергии (от англ. *Megaton of oil equivalent* – Мегатонна нефтяного эквивалента)

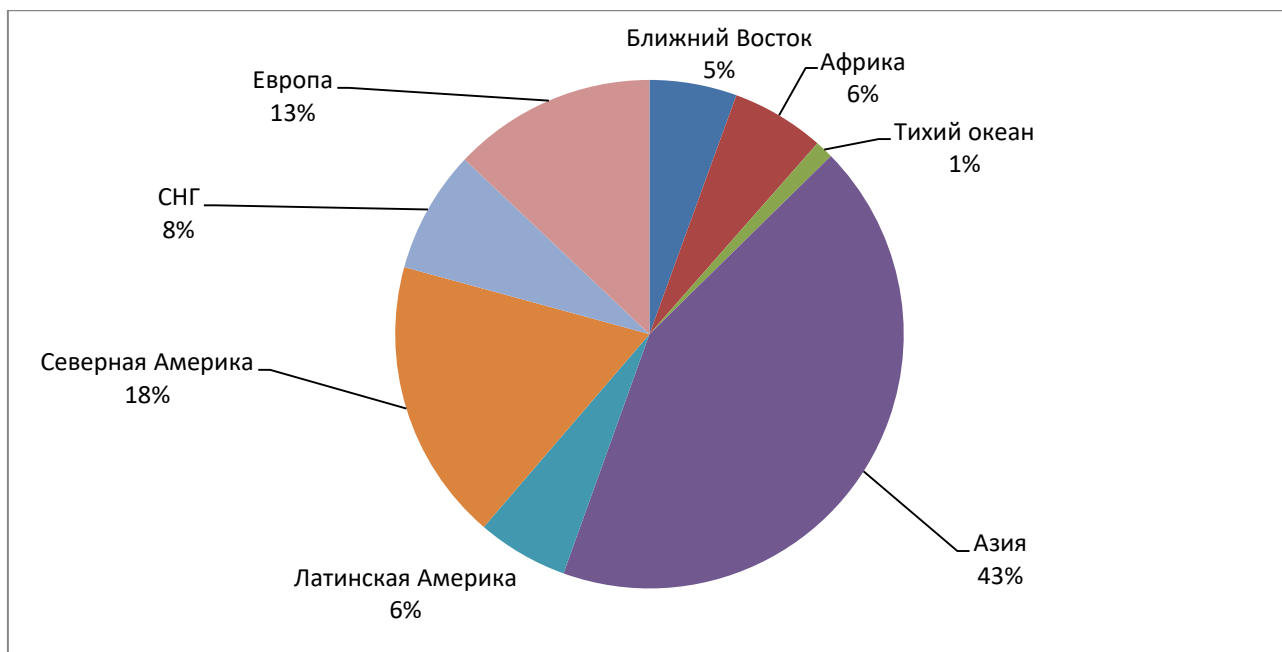


Рисунок 2.5 – Мировое потребление энергоресурсов по регионам в 2021 г., в процентах (составлено по данным [145])

Как известно, к основным видам невозобновляемых энергетических ресурсов относят уголь, нефть и нефтепродукты, газ, торф, сланец, уран и т.д.

Рассмотрим динамику мирового потребления и производства этих видов энергоресурсов.

В 2020 году основным фактором развития рынка энергоресурсов признана пандемия коронавируса COVID-19. В тоже время в 2021 и 2022 годах основным фактором развития рынка энергоресурсов стала тенденция на восстановление мировой промышленности.

В 2019 году среди основных тенденций мирового потребления и производства энергоресурсов можно отметить следующие [107]:

- в общем росте мирового энергопотребления доля стран БРИКС составила 67%;
- на рынке сырой нефти резко увеличился объем добычи в США +11%;
- на рынке нефтепродуктов отмечается сокращение потребления в Венесуэле на 2,7%;
- существенно вырос спрос на природный газ в США и странах ЕС +3,1% на фоне резкого падения спроса на уголь странах ЕС -18%;

- за 2010-2019 гг. рост глобального потребления электроэнергии в странах БРИКС на 78%.

Одним из наиболее востребованных видов невозобновляемых энергетических ресурсов является нефть и продукты ее переработки.

Несмотря на снижение спроса на нефть в 2020 году, в целом динамика производства нефти в мире имеет положительную тенденцию. В 2021 году наметилась тенденция к восстановлению объемов производства нефти в мире: 4189 Мтое в 2021 году по сравнению с 4150 Мтое в 2020 году (рисунок 2.6).

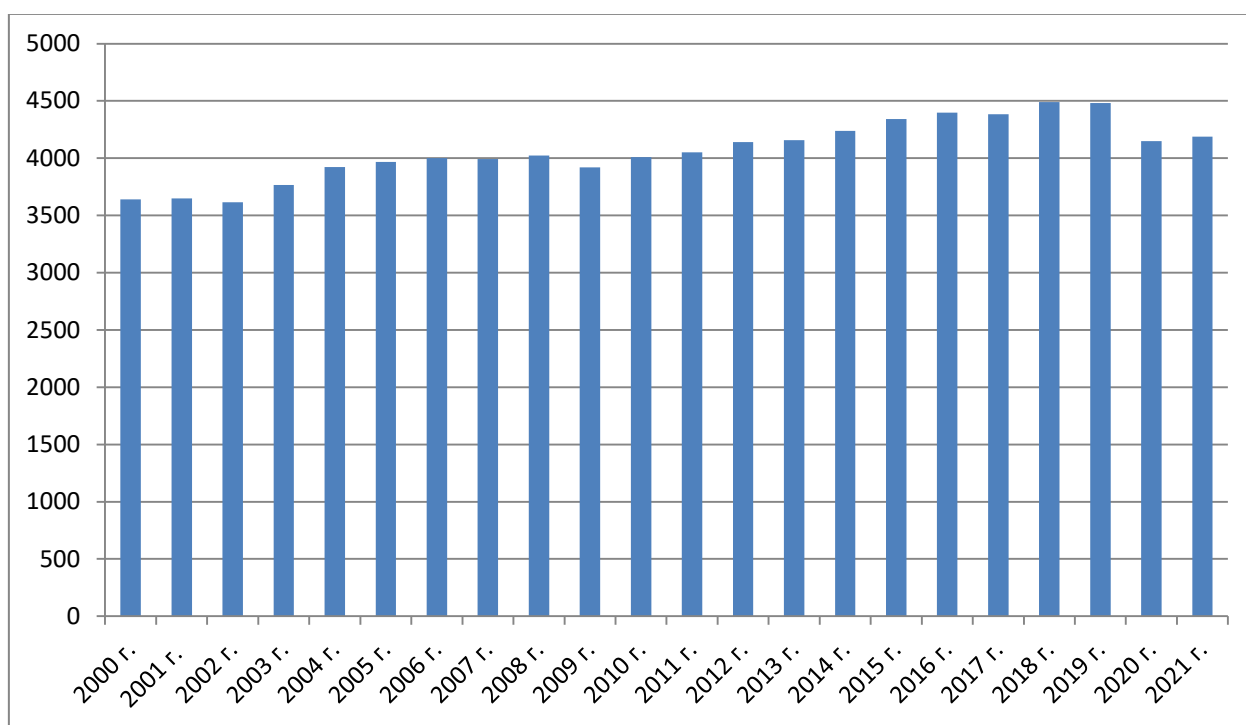


Рисунок 2.6 – Динамика мирового производства сырой нефти в 2000-2021 гг. (в Мтое) (составлено по данным [107, 108, 145, 146])

Особенно заметным влияние пандемии коронавируса COVID-19 было заметным на рынке нефти.

По данным международного аналитического агентства International Energy Agency (IEA) средние значения цен на импорт сырой нефти в 1997-2020 гг. менялись следующим образом (рисунок 2.7).

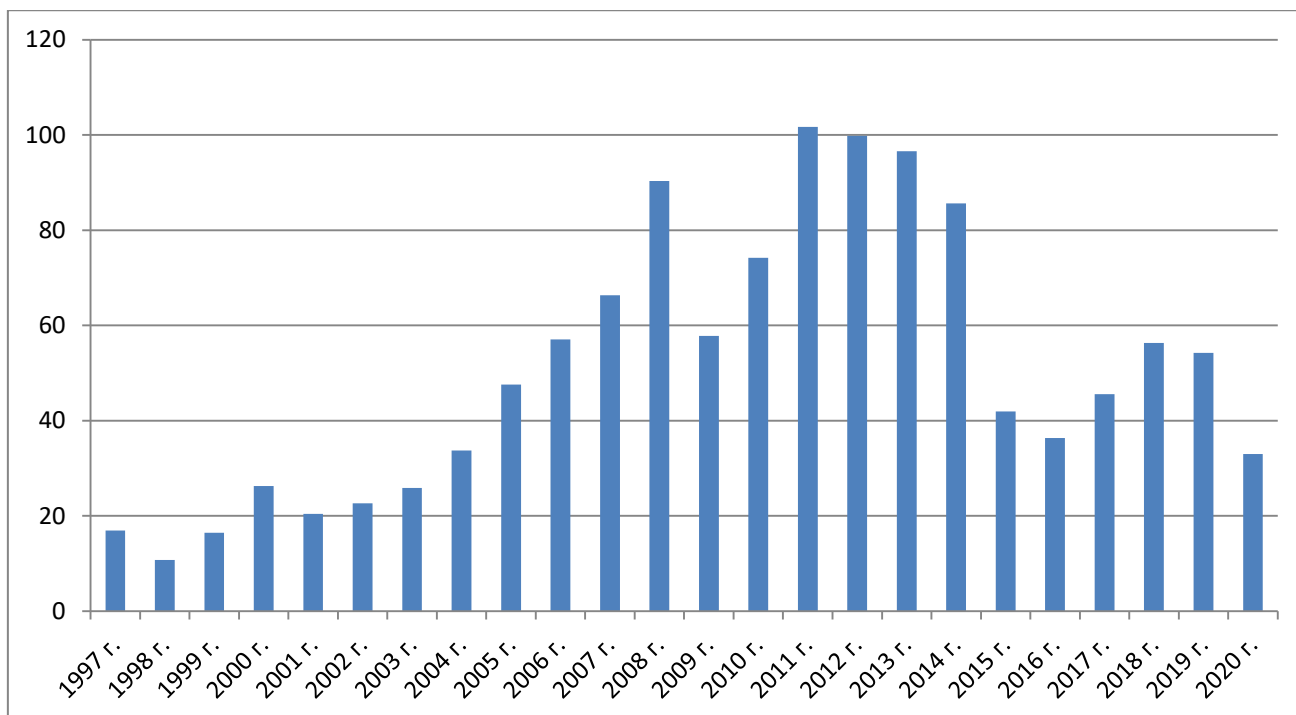


Рисунок 2.7 – Средние значения цен на импорт сырой нефти в 1997-2020 гг., в долларах за баррель [144]

Можно отметить достаточно существенные колебания уровня цен на нефть: наименьшее среднее значение пришлось на 1998 год – 10,76 долларов за баррель, а наибольшее среднее значение отмечалось в 2011 году – 101,66 долларов за баррель. Разница между наибольшим и наименьшим значением составляет 90,9 долларов за баррель (почти десятикратное изменение цен).

На развитие рынка нефтепродуктов оказывали влияние те же факторы, что и на рынок сырой нефти. В целом за период с 1999 г. по 2021 год отмечается медленный рост мирового производства нефтепродуктов (рисунок 2.8).

Рост мирового производства нефтепродуктов за период с 2000 г. по 2021 год составил 0,6%. При этом рост объемов мирового производства нефтепродуктов в 2021 году по сравнению с 2020 годом составил 4,5%. Это говорит о наметившейся тенденции к восстановлению рынка.

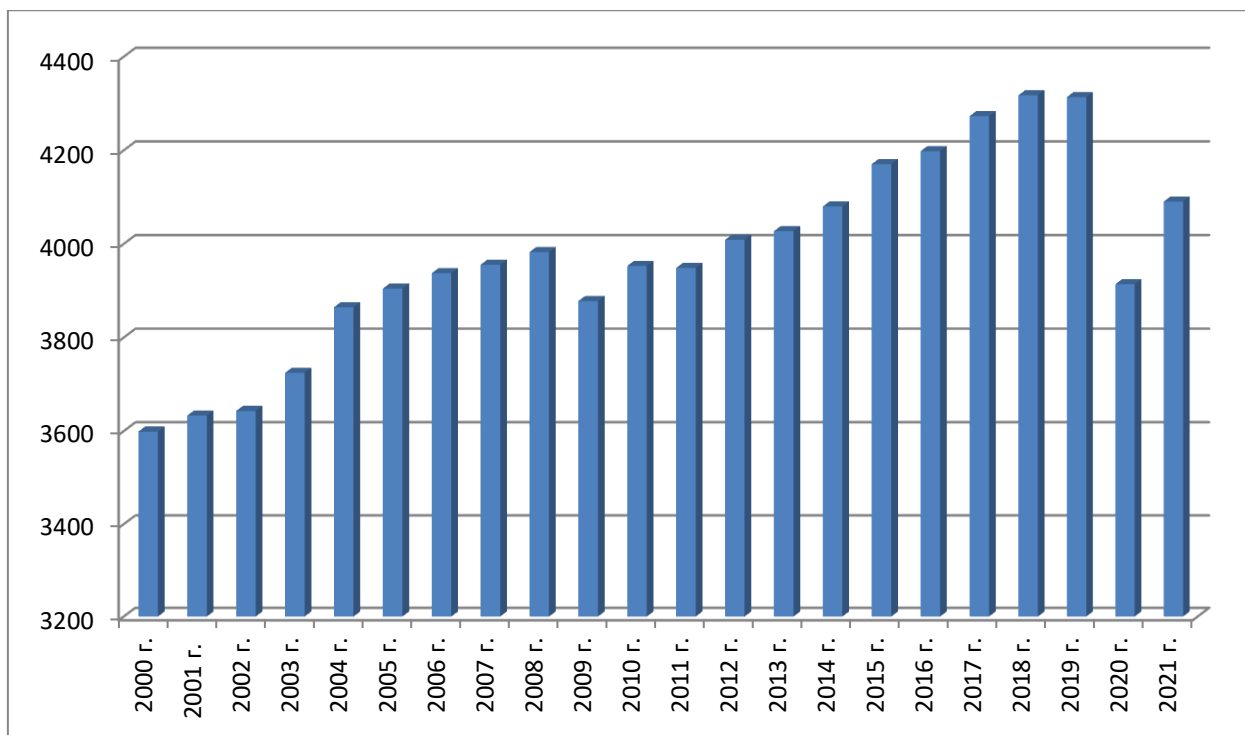


Рисунок 2.8 – Динамика мирового производства нефтепродуктов в 2000-2021 гг. (в Мтое) (составлено по данным [107, 108, 145, 146])

Наиболее существенный рост объемов производства нефтепродуктов в 2000-2021 гг. наблюдался в странах БРИКС: Бразилия +0,8%, Россия +2,1%, Индия + 4,4%, Китай +5,3%, ЮАР -1,4%.

В целом, если рассматривать изменение объемов производства нефтепродуктов по регионам, то наибольший прирост в 2000-2021 гг. пришелся на страны Азии + 2,4%, СНГ + 1,8% и Ближнего Востока + 1,4%.

Постепенно снижались объемы производства нефтепродуктов в странах Европы (– 0,9% за период с 2000 г. по 2021 год). Наиболее существенное падение отмечалось во Франции – 4,1%, Великобритании – 2,8% и Италии – 1,7% за период с 2000 г. по 2021 год. Это объясняется активным переходом европейских стран на зеленую энергетику.

Среди стран других регионов наиболее существенное падение объемов производства нефтепродуктов отмечалось в Нигерии – 15,3%, Узбекистане – 3,8%, Австралии – 3,1%, Украине – 9,7% и Мексике – 2,1%.

Наряду с ростом производства в мире наблюдалось увеличение потребления нефтепродуктов за период с 1999 г. по 2019 год. Рост составил 1%.

Наиболее существенный рост объемов потребления нефтепродуктов в 1999-2019 гг. наблюдался в Китае + 5,1% Объединенных Арабских Эмиратах + 4,7% и в Алжире +4,3%. В целом, если рассматривать изменение объемов потребления нефтепродуктов по регионам, то наибольший прирост пришелся на страны Африки + 3,1% и Азии + 2,5%.

Постепенно снижались объемы потребления нефтепродуктов в странах Европы (– 2,5% за период с 1999 г. по 2019 год). Наиболее существенное падение отмечалось в Италии – 2,6%, Португалии – 2,3% и Швеции – 1,7% за период с 1999 г. по 2019 год. Это объясняется активным переходом европейских стран на зеленую энергетику.

Среди стран других регионов наиболее существенное падение объемов потребления нефтепродуктов отмечалось в Узбекистане – 5,4%, Японии – 2,2%, Венесуэле – 1,5%, США – 0,7% и Украине – 0,5%.

Аналогичная ситуация складывалась и на рынке газа (рисунок 2.9).

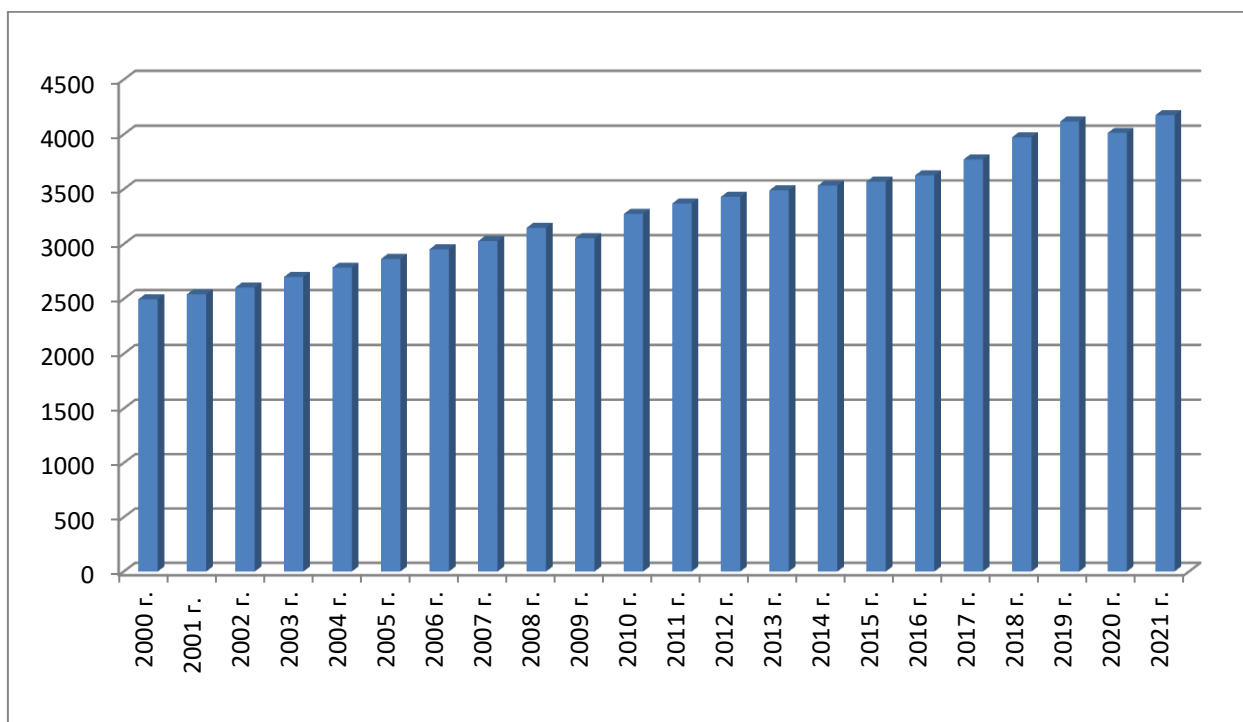


Рисунок 2.9 – Динамика мирового производства газа в 2000-2021 гг. (в Мтое) (составлено по данным [107, 108, 145, 146])

Рост мирового производства газа за период с 2000 г. по 2021 год составил 2,5%. При этом рост объемов мирового производства газа в 2021 году по сравнению с 2020 годом составил 4,0%. Это говорит о наметившейся тенденции к восстановлению рынка.

Наиболее существенный рост объемов производства нефтепродуктов в 2000-2021 гг. наблюдался в странах БРИКС +2,4%.

На развитие рынка угля оказывали влияние те же факторы, что и на рынок сырой нефти, нефтепродуктов и газа.

За последние двадцать лет динамика цен на уголь в China Qinhuangdao выглядит следующим образом (рисунок 2.9).

За указанный период цены на уголь колебались в диапазоне от 27,52 долларов США за тонну в 2000 г. до максимального значения в 127,27 доллара США за тонну в 2011 г. В последующие годы цены на уголь постепенно снижались. В 2019 г. цена на уголь составила 85,89 доллара США за тонну. Это связано с развитием потребления других видов топлива.

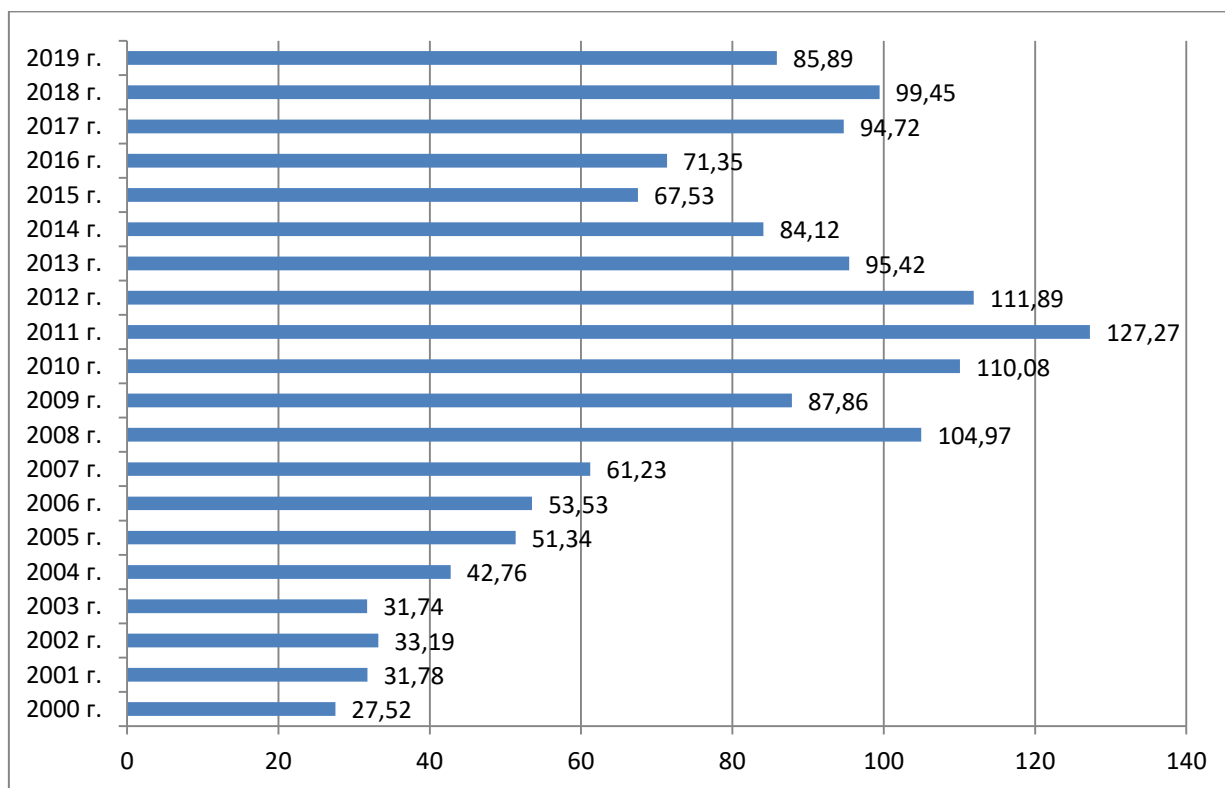


Рисунок 2.10 – Спотовые цены на уголь China Qinhuangdao в 2000-2019 гг. (в долларах США за тонну) [145]

Тем не менее, за период с 2000 г. по 2021 год отмечается медленный рост мирового производства и потребления угля, не смотря на то, что многие страны стали отказываться от использования угля из-за высокого процента вредных выбросов в атмосферу (рисунок 2.11).

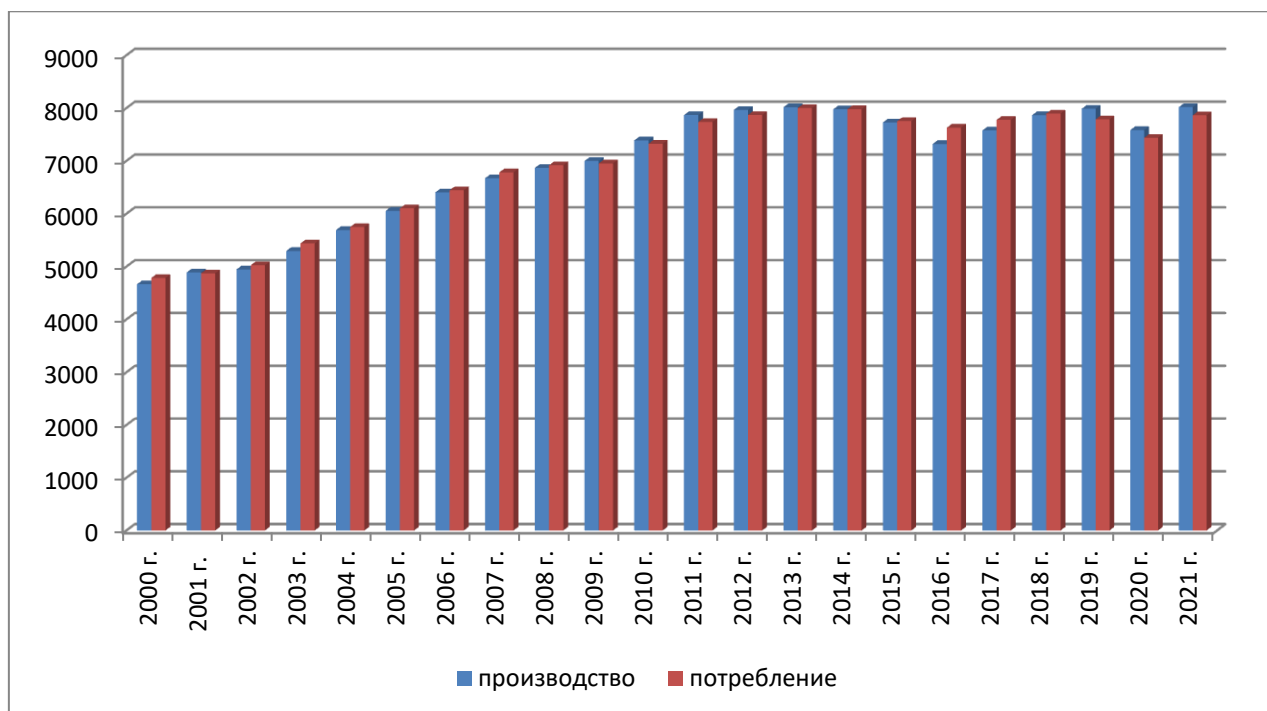


Рисунок 2.11 – Динамика мирового производства и потребления угля в 2000-2021 гг. (в Mtoe) (составлено по данным [107, 108, 145, 146])

Рост мирового производства угля за период с 2000 г. по 2021 год составил 5,7%. Наиболее существенный рост объемов производства угля в 2000-2021 гг. наблюдался Малайзии + 8,7% , Индонезии +10% и в Нигерии +15,0%. При этом в 2021 году Нигерия полностью отказалась от производства угля на своей территории.

В целом, если рассматривать изменение объемов производства угля по регионам, то наибольший прирост пришелся на страны Азии + 5,4%, Австралии и Океании + 1,9% и СНГ + 1,9%. Существенное снижение производства угля произошло в странах Европы из-за активного перехода европейских стран на зеленую энергетику. (– 1,8% за период с 1999 г. по 2019 год). В первую очередь, это произошло из-за полного отказа от производства угля во

Франции – 100%, Испании – 100%, Нидерландах – 100%, Португалии – 100% и Италии – 100% за период с 1999 г. по 2019 год.

К 2021 году многие страны Европы отказались от производства угля на своей территории. В 2021 году его объем составил 126 Мтое. Это больше, чем в 2020 году – 107 Мтое, но меньше, чем в 2019 году – 131 Мтое. В 2022 году некоторые страны Европы стали увеличивать добычу угля из-за санкций в отношении энергоресурсов из России. Среди стран других регионов полный отказ от производства угля в 2021 году отмечен в Аргентине – 100%, Чили – 100%, Тайване – 100%, Египте – 100%, Алжире – 100%, Нигерии – 100% и странах Ближнего Востока – 100%.

Наряду с ростом производства в мире наблюдалось увеличение потребления угля за период с 2000 г. по 2021 год. Рост составил 2,4%. Наиболее существенный рост объемов потребления угля в 2000-2021 гг. наблюдался в Малайзии + 11,4%, Индонезии + 8,6% Китае + 5,6% и в Индии +5,0%. Таким образом, если рассматривать изменение объемов потребления угля по регионам, то наибольший прирост пришелся на страны Азии + 5,2%.

Постепенно снижались объемы потребления угля в странах Европы (– 1,7% за период с 2000 г. по 2021 год). Наиболее существенное падение отмечалось в Великобритании – 9,6%, Испании – 8,5%, Португалии – 5,5% и Бельгии – 5,0% за период с 1999 г. по 2021 год. Среди стран других регионов наиболее существенное падение объемов потребления угля отмечалось в Канаде – 4,9%, США – 3,2% и Алжире – 2,6%.

В целом можно отметить, что потребление углеводородных ресурсов увеличивается из-за роста объемов промышленного производства и транспортировки грузов.

При изучении основных направлений международного товародвижения на рынке углеводородов определяются следующие основные страны-потребители углеродного сырья из РФ в 2021-22 гг. (таблица 2.1).

Таблица 2.1 - Основные страны-потребители углеродного сырья из РФ в 2021-22 гг. [146, 147]

Страны	2021 г.				2022 г.				Темп прироста 2022 г. к 2021 г.			
	Нефть (млн т)	Газ (млрд м ³)		Уголь (млн т)	Нефть (млн т)	Газ (млрд м ³)		Уголь (млн т)	Нефть (млн т)	Газ (млрд м ³)		Уголь (млн т)
		Трубопр.	СПГ			Трубопр.	СПГ			Трубопр.	СПГ	
США	9,9				1,0	1,0			-89,90			
<i>Страны Европы</i>	138,7	167,0	17,4	2,11	116,9	116,9	85,4	19,6	-15,72	-48,86	12,64	-29,86
Страны СНГ	15,7	27,1			15,9	15,9	25,3		1,27	-6,64		
<i>Китай (включая Тайвань)</i>	79,6	7,6	8,8	1,46	86,2	86,2	14,7	7,6	8,29	93,42	-13,64	22,60
Индия	4,5				37,0	37,0			722,22			
<i>Япония</i>	4,4		8,8		1,9	1,9		9,2	-56,82			
Южная Корея			3,9					2,7			-30,77	
<i>Ост. Страны мира</i>	10,8	0	0,7	2,42	5,8	5,8	0	1,1	-46,30		57,14	-13,64
Всего	263,6	201,7	39,6	5,99	264,7	264,7	125,4	40,2	0,42	-37,83	1,52	-10,52

Формирование рынка углеводородов происходило на протяжении многих десятилетий. Дестабилизация равновесного состояния рынка продавца и потребителя, как правило, определялась изменением объемов производства и потребления ресурсов, что влекло за собой изменение цен. Чем выше спрос, тем выше и цена на ресурсы и, наоборот, чем ниже спрос, тем ниже и цена на ресурсы. Если цены на ресурсы высоки, то заинтересованные в получении сверхприбыли производители начинают увеличивать добычу. Предложение и спрос выравниваются, и рынок приходит в равновесие.

В последние годы также наблюдается дестабилизация равновесного состояния рынка, но причинами этой дестабилизации являются не только рыночные механизмы, но и геополитические. Решения о закупках ресурсов принимаются, исходя из принадлежности того или иного поставщика к определенному политическому лагерю. Эти выводы подтверждаются аналитической оценкой динамики товародвижения углеводородов.

В частности, основными странами-потребителями углеродного сырья из РФ в 2022 году становятся страны СНГ, Китай и Индия.

Многолетние партнерские отношения РФ со странами Европы подвергаются, в настоящее время, политическому давлению, что негативно сказывается на их развитии. По-прежнему оставаясь основным партнером России, страны Европы, тем не менее, заметно снизили объемы закупаемых углеводородов. За исключением поставок СПГ, где видны положительные темпы прироста (+12,64% в 2022 г. по отношению к 2021 г.), по всем остальным видам углеводородных ресурсов наблюдается отрицательная динамика. В первую очередь, это проявилось на рынке трубопроводного газа (-48,86% в 2022 г. по отношению к 2021 г.), что является прямым следствием взрыва газопровода Северный поток в 2022 г. Рынок нефти также показывает отрицательную динамику (-15,72% в 2022 г. по отношению к 2021 г.).

Среди основных партнеров Китая на рынке углеводородных ресурсов также произошли некоторые сдвиги, хотя они и не так существенны, как для России (таблица 2.2).

Таблица 2.2 - Основные страны-поставщики углеродного сырья в КНР в 2021-22 гг. [146, 147]

Страны	2021 г.				2022 г.				Темп прироста 2022 г. к 2021 г.			
	Нефть (млн т)	Газ (млрд м ³)		Уголь (млн т)	Нефть (млн т)	Газ (млрд м ³)		Уголь (млн т)	Нефть (млн т)	Газ (млрд м ³)		Уголь (млн т)
		Трубопр.	СПГ			Трубопр.	СПГ			Трубопр.	СПГ	
США	11,50		12,40		7,90		2,60		-31,30		-79,03	
<i>Страны Латин- ской Аме- рики</i>	57,60				37,30				-35,24			
Страны Европы	21,20				8,20				-61,32			
<i>РФ</i>	79,60	7,60	6,20	1,46	86,20	14,70	6,10	1,79	8,29	93,42	-1,61	22,60
Казахстан		5,90				4,40				-25,42		
<i>Туркмени- стан</i>		31,50				32,90				4,44		
Узбеки- стан		4,30				2,50				-41,86		
<i>Ирак</i>	54,10				55,50				2,59			
Кувейт	30,20				33,30				10,26			
<i>Саудов- ская Ара- вия</i>	87,60				87,50				-0,11			

Катар			12,30				24,80				101,63	
<i>ОАЭ</i>	<i>31,90</i>		<i>1,00</i>		<i>42,80</i>		<i>0,30</i>		<i>34,17</i>		<i>-70,00</i>	
Остальные страны Ближнего Востока	53,90				48,70				-9,65			
<i>Египет</i>			<i>1,70</i>				<i>0,40</i>				<i>-76,47</i>	
Нигерия			2,10				0,60				-71,43	
<i>Осталь- ные стра- ны Африки</i>	<i>67,30</i>		<i>1,40</i>		<i>50,80</i>		<i>1,50</i>		<i>-24,52</i>		<i>7,14</i>	
Индонезия				3,23				2,61				-19,20
<i>Мьянма</i>		<i>3,90</i>				<i>3,90</i>				<i>0,00</i>		
Остальные страны Азии и Тихого океана	21,70				37,90				74,65			
<i>Осталь- ные стра- ны мира</i>	<i>9,40000 000000 009</i>	<i>0</i>	<i>72,4</i>	<i>1,85</i>	<i>12,1</i>	<i>0</i>	<i>56,9</i>	<i>1,43</i>	<i>28,72</i>	<i>0</i>	<i>-21,41</i>	<i>-22,70</i>
Всего	526,00	53,20	109,5 0	6,54	508,20	58,40	93,20	5,83	-3,38	9,77	-14,89	-10,86

При этом если в целом оценивать объемы углеводородных ресурсов, которые реализует РФ на мировом рынке, в том числе и в КНР, то можно увидеть небольшой рост объемов поставляемой нефти и СПГ, в то время как для трубопроводного газа из России и угля эти показатели имеют отрицательную тенденцию. И если снижение объемов поставок трубопроводного газа объясняется разрушением газопровода Северный поток, то снижение объемов поставок угля, прежде всего, связано с ужесточением экологических требований к потребляемым ресурсам.

Основными поставщиками Китая на рынке нефти по-прежнему остаются Саудовская Аравия (87,5 млн тонн в 2022 г.), Российская Федерация (86,2 млн тонн в 2022 г.) и Ирак (55,5 млн тонн в 2022 г.). Заметное снижение наблюдается для поставок нефти из:

- стран Европы (-61,32% в 2022 г. по отношению к 2021 г.);
- США (-31,30% в 2022 г. по отношению к 2021 г.);
- стран Латинской Америки (-35,24% в 2022 г. по отношению к 2021 г.);
- стран Африки (-24,52% в 2022 г. по отношению к 2021 г.).

Аналогичные тенденции наблюдаются и на рынках газа и угля. В 2022 году Китай предпочитал закупать СПГ из Катара, России и США. При этом в целом закупки СПГ из всех стран мира снизились на 14,89%.

Уголь Китай по-прежнему закупает в России и Индонезии, но соотношение поставляемых ресурсов изменилось. Если в 2021 г. Россия поставляла в Китай 1,46 млн тонн угля, а Индонезия – 3,23 млн тонны, то в 2022 г. объемы поставок угля из России увеличились на 22,6%, а из Индонезии, наоборот, снизились на 19,2%.

2.2. Сравнительный анализ международных маршрутов поставок энергоресурсов

При изучении основных направлений международного товародвижения на рынке сырой нефти определяются следующие основные импортеры и экспортеры (таблица 2.3).

Таблица 2.3 – Направления международного товародвижения сырой нефти в 2021 году (млн тонн) [146]

ОТКУДА	КУДА															
	Ка- нада	Мек- сика	СШ А	Латин- ская Амери- ка	Ев- ропа	Рос- сия	Осталь- ные страны СНГ	Ближ- ний Восток	Аф- рика	Австра- лия	Ки- тай	Ин- дия	Япо- ния	Синга- пур	Осталь- ные страны Азии и Тихого океана	Все- го
Канада	–	–	187, 1	0,7	4,1	–	–	† ²	†	–	3,9	0,6	–	†	1,0	197,4
Мексика	–	–	29,9	0,1	7,6	–	–	0,1	–	–	0,4	7,9	0,1	–	7,7	52,9
США	15,5	–	–	8,3	51,4	†	†	0,4	0,4	0,6	11,5	20,5	0,9	3,9	25,1	138,5
Латин- ская Америка	0,6	†	29,2	–	11,2	†	–	1,1	0,4	–	57,6	10,5	2,5	6,0	5,0	124,1
Европа	0,1	–	4,4	0,5	–	†	0,1	0,2	0,2	†	21,2	3,6	0,2	0,3	5,6	36,4
Россия	–	–	9,9	0,7	138,7	–	15,7	–	–	0,3	79,6	4,5	4,4	0,6	9,1	263,6
Осталь- ные страны СНГ	0,6	–	0,9	0,1	67,0	†	–	3,5	1,0	0,2	4,8	1,2	0,1	†	7,7	87,1
Ирак	–	–	7,6	0,7	47,5	†	†	0,9	1,3	–	54,1	52,0	0,4	0,8	10,8	176,1
Кувейт	–	–	1,0	–	†	–	–	†	2,6	0,1	30,2	13,6	10,5	0,5	29,8	88,4
Саудов- ская Аравия	3,5	–	17,7	3,2	28,5	–	0,1	10,9	8,9	–	87,6	34,3	48,7	4,7	75,3	323,2
ОАЭ	–	–	0,8	†	0,1	†	–	†	0,5	4,2	31,9	23,0	41,6	13,2	30,6	146,1

² † – значение менее 0,05 млн тонн

Остальные страны Ближнего Востока	–	–	0,1	†	1,0	–	†	†	†	†	53,9	7,4	10,8	7,3	16,4	97,0
Северная Африка	0,1	–	5,4	1,6	57,8	–	0,1	0,9	†	0,4	6,7	4,5	0,5	0,5	7,0	85,4
Западная Африка	3,5	–	9,7	5,6	51,7	†	†	3,5	6,6	1,5	59,9	24,5	–	3,1	17,6	187,4
Восточная и Южная Африка	†	–	0,4	0,1	0,9	†	–	†	†	–	0,7	1,7	0,2	0,1	0,5	4,8
Австралия	†	–	–	†	†	–	–	0,2	†	–	0,5	–	0,2	2,5	5,7	9,2
Китай	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0,1	–	0,1	1,4	1,6
Индия	–	–	–	†	†	–	–	†	†	†	–	–	–	†	†	0,1
Япония	†	–	–	†	†	–	–	–	†	–	–	0,1	–	–	0,3	0,4
Сингапур	–	–	–	†	†	–	–	†	†	0,6	–	–	–	–	0,4	1,0
Остальные страны Азии и Тихого океана	†	–	1,2	†	0,1	–	–	0,2	0,1	6,9	21,7	3,7	1,0	3,3	–	38,2
Всего	23,9	†	304,7	21,8	467,7	†	15,9	21,8	22,1	14,9	526,0	213,7	122,1	47,0	257,1	2058,9

Таблица 2.4 – Направления международного товародвижения сырой нефти в 2022 году (млн тонн) [146]

ОТКУДА	КУДА															
	Ка- нада	Мек- сика	СШ А	Латин- ская Амери- ка	Ев- ропа	Рос- сия	Осталь- ные страны СНГ	Ближ- ний Восток	Аф- рика	Австра- лия	Ки- тай	Ин- дия	Япо- ния	Синга- пур	Осталь- ные страны Азии и Тихого океана	Все- го
Канада	–	–	188,9	0,3	6,3	–	–	† ³	†	–	4,0	0,2	–	†	0,5	200,3
Мексика	–	–	31,7	0,1	6,1	–	–	0,1	–	–	–	5,1	0,6	–	5,7	49,4
США	16,8	–	–	10,6	77,7	†	†	0,4	0,4	1,1	7,9	16,9	1,3	10,6	30,0	172,9
Латин- ская Америка	0,6	†	35,1	–	22,8	†	–	2,6	0,6	–	37,3	6,9	2,8	3,5	5,0	117,2
Европа	0,3	–	2,9	0,6	–	†	0,1	0,1	0,2	†	8,2	4,2	–	0,8	2,1	19,6
Россия	–	–	1,0	0,7	116,9	–	15,9	–	–	0,4	86,2	37,0	1,9	0,1	4,4	264,7
Осталь- ные страны СНГ	†	–	1,1	0,3	62,7	†	–	3,8	0,7	0,2	6,0	0,8	0,1	0,2	9,7	85,7
Ирак	–	–	12,2	–	53,4	†	†	0,2	1,3	–	55,5	52,4	–	1,3	14,7	191,0
Кувейт	–	–	1,3	–	†	–	–	†	3,2	–	33,3	11,7	11,2	–	29,6	90,3
Саудов- ская Аравия	4,0	–	22,7	4,7	38,8	–	0,1	11,7	5,4	–	87,5	40,2	52,5	5,3	91,9	364,8
ОАЭ	–	–	0,6	†	1,5	†	–	†	0,1	1,2	42,8	22,5	49,2	12,4	42,6	172,9

³ † – значение менее 0,05 млн тонн

Осталь- ные страны Ближне- го Во- стока	–	–	0,1	†	0,6	–	†	†	†	†	48,7	7,2	11,5	4,5	18,1	92,2
Северная Африка	–	–	4,8	1,1	54,1	–	0,1	0,3	†	1,1	3,9	4,0	0,1	0,6	6,5	76,5
Западная Африка	2,0	–	10,0	6,0	59,5	†	†	1,3	4,1	0,5	46,5	19,4	0,1	1,0	19,3	169,7
Восточ- ная и Южная Африка	†	–	–	–	0,7	†	–	†	†	–	0,4	–	0,1	0,1	0,3	1,7
Австра- лия	†	–	0,1	†	†	–	–	0,2	†	–	2,0	–	0,3	2,5	3,8	8,9
Китай	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1,3	1,3
Индия	–	–	–	†	†	–	–	†	†	†	–	–	–	†	†	†
Япония	†	–	–	†	†	–	–	–	†	–	†	–	–	–	0,4	0,4
Синга- пур	–	–	–	†	†	–	–	†	†	–	0,1	–	–	–	0,4	0,5
Осталь- ные страны Азии и Тихого океана	†	–	0,2	†	0,1	–	–	0,2	0,1	5,8	37,9	2,5	0,8	1,4	–	49,0
Всего	23,7	†	312, 6	24,4	501,3	0,1	16,2	22,2	15,8	10,3	508, 2	231,2	132,5	44,4	286,3	2129, 1

Наиболее существенные направления международного товародвижения соединяют основных поставщиков и потребителей на рынке сырой нефти.

Крупнейшими мировыми экспортерами сырой нефти в настоящее время являются:

- Саудовская Аравия;
- Россия;
- Канада;
- США.

Крупнейшими мировыми импортерами сырой нефти в настоящее время являются:

- страны Европы;
- Китай;
- Индия;
- США.

При изучении основных направлений международного товародвижения на рынке сырой нефти определяются следующие основные маршруты (таблица 2.5).

Крупнейшие маршруты товародвижения сырой нефти в 2021 году были зафиксированные между следующими странами:

- Россия – Страны Европы (214,6 млн тонн);
- Страны Ближнего Востока – Китай (277,8 млн тонн);
- Канада – США (215,0 млн тонн);
- Страны Ближнего Востока – Индия (130,0 млн тонн);
- Страны Ближнего Востока – Страны Европы (203,2 млн тонн);
- Страны Юго-Восточной Азии – Страны Юго-Восточной Азии (229,8 млн тонн);
- Россия – Китай (82,9 млн тонн);
- Туркмения – Страны Европы (80,8 млн тонн);
- Северная Африка – Страны Европы (88,6 млн тонн);

- США – Страны Европы (77,8 млн тонн);
- США – Латинская Америка (79,3 млн тонн);
- Бразилия – Китай (56,6 млн тонн).

Таблица 2.5 – Основные маршруты товародвижения сырой нефти в 2019-2021 гг. (млн тонн) (составлено по данным [107, 145, 146])

Маршруты	Объем перевезенной сырой нефти			Темпы прироста 2021 г. к 2019 г., %
	2019 г.	2020 г.	2021 г.	
Россия – Страны Европы	259,1	195,7	214,6	-17,1748
Россия – США	24,9	26,0	32,5	30,52209
Россия – Китай	80,8	86,4	82,9	2,59901
Россия – Страны Юго-Восточной Азии	20,6	20,1	0	-100
Страны СНГ – Страны Средней Азии	22,6	-	20,4	-9,73451
Страны Юго-Восточной Азии – Китай	48,4	49,8	68,6	41,73554
Страны Юго-Восточной Азии – Страны Юго-Восточной Азии	99,3	85,7	86,0	-13,3938
Страны Юго-Восточной Азии – Австралия	21,6	19,1	0	-100
Китай – Страны Юго-Восточной Азии	34,6	32,8	34,0	-1,7341
Страны Европы – США	30,7	19,6	27,6	-10,0977
Страны Европы – Центральная Африка	44,2	44,0	42,4	-4,0724

Страны Европы – Китай	-	-	22,5	
Северная Африка – Страны Европы	69,4	44,4	88,6	27,66571
США – Канада	50,6	45,8	40,5	-19,9605
США – Мексика	55,6	49,9	55,6	0
США – Латинская Америка	91,1	80,3	79,3	-12,9528
США – Страны Европы	69,4	82,6	77,8	12,10375
США – Страны Юго-Восточной Азии	58,2	52,5	43,3	-25,6014
США – Китай	-	28,3	25,9	-8,48057*
США – Индия	-	-	30,1	
Канада – США	218,9	204,8	215,0	-1,78164
Мексика – США	32,3	37,2	35,2	8,978328
Венесуэла – США	49,2	36,4	35,8	-27,2358
Бразилия – Китай	68,5	73,2	56,6	-17,3723
Туркмения – Страны Европы	76,3	72,7	80,8	5,897772
Страны Ближнего Востока – Страны Европы	137,7	114,9	203,2	47,56718
Страны Ближнего Востока – США	48	38,3	21,3	-55,625
Страны Ближнего Востока – Китай	244,8	274,3	277,8	13,48039
Страны Ближнего Востока – Индия	158,8	157,5	130,0	-18,136
Страны Ближнего Востока – Япония	141,2	122,8	96,3	-31,7989
Страны Ближнего Востока – Страны	310,1	280,3	229,8	-25,8949

Юго-Восточной Азии				
Страны Ближнего Востока – Восточная Африка	45,2	42,0	21,3	-52,8761
Западная Африка – Страны Европы	67,2	67,3	53,2	-20,8333
Западная Африка – Китай	79,5	73,2	62,6	-21,2579
Западная Африка – Индия	30,2	21,5	24,5	-18,8742

* - темпы прироста 2021 г. к 2020 г.

При изучении основных направлений международного товародвижения по газопроводам определяются следующие основные маршруты (таблица 2.6).

Крупнейшие маршруты товародвижения на рынке СПГ в 2021 году были зафиксированные между следующими странами:

Россия – Страны Европы (167,0 млн тонн);

Страны Европы – Страны Европы (112,9 млн тонн);

Туркмения – Китай (41,7 млн тонн);

США – Мексика (58,7 млн тонн);

Канада – США (79,9 млн тонн);

Страны Северной Африки – Страны Европы (34,1 млн тонн).

До 2022 года крупнейшим потребителем трубопроводного газа в мире оставались страны Европы, а крупнейшим поставщиком – Россия.

В 2022 году ситуация кардинально изменилась из-за разрушения логистической инфраструктуры, предназначенной для подачи трубопроводного газа из России в страны Европы на фоне усиливающегося санкционного давления на Россию. В результате чего, объемы поставок трубопроводного газа из России в страны Европы сократились почти в два раза.

В связи с изменившимися геополитическими условиями в настоящее время Россия не является основным поставщиком газа в страны Европы.

Таблица 2.6 – Основные маршруты товародвижения трубопроводного газа в 2019-2021 гг. (млн тонн) (составлено по данным [107, 145, 146])

Маршруты	Объем перевезенного трубопроводного газа			Темпы прироста 2021 г. к 2019 г., %
	2019 г.	2020 г.	2021 г.	
Россия – Страны Европы	173,4	152,1	167,0	-3,69089
Россия – Белоруссия	28,9	26,1	27,1	-6,22837
Россия – Турция	14,6	15,6	н/д	6,849315
Россия – Китай	-	3,9	7,6	94,87179*
Казахстан – Россия	26,8	11,0	15,1	-43,6567
Страны Европы – Страны Европы	109,1	106,9	112,9	3,483043
Туркмения – Китай	43,3	37,3	41,7	-3,69515
Азербайджан – Турция	11,2	11,1	19,5	74,10714
Страны Юго-Восточной Азии – Китай	4,4	3,9	-	-11,3636**
Страны Юго-Восточной Азии – Страны Юго-Восточной Азии	14,5	14,2	14,2	-2,06897
Страны Юго-Восточной Азии – Австралия	5,2	4,4	-	-15,3846**
Страны Ближнего Востока – Страны Ближнего Востока	21,5	21,8	21,1	-1,86047
Страны Ближнего Востока – Турция	7,4	5,1	9,1	22,97297
Страны Ближнего Востока – Страны Северной Африки			6,7	
Боливия – Бразилия	6,4	6,2	7,0	9,375

Боливия – Аргентина	4,9	5,2	-	6,122449**
США – Канада	24,6	21,8	25,5	3,658537
США – Мексика	50,8	54,3	58,7	15,55118
Канада – США	73,2	68,2	79,9	9,153005
Страны Северной Африки – Страны Европы	21,4	25,2	34,1	59,34579
Страны Северной Африки – Страны Северной Африки	5,2	5,2	-	0**
Страны Южной Африки – Страны Южной Африки	3,8	3,7	-	-2,63158**

* - темпы прироста 2021 г. к 2020 г.

** - темпы прироста 2020 г. к 2019 г.

При изучении основных направлений международного товародвижения на рынке сжиженного природного газа (СПГ) определяются следующие основные маршруты (таблица 2.7).

Крупнейшие маршруты товародвижения на рынке СПГ в 2021 году были зафиксированные между следующими странами:

- Страны Ближнего Востока – Страны Азии (72,2 млн тонн);
- Австралия – Страны Юго-Восточной Азии (56,7 млн тонн);
- Страны Юго-Восточной Азии – Страны Юго-Восточной Азии (46,6 млн тонн);
- Австралия – Китай (39,8 млн тонн);
- Страны Ближнего Востока – Страны Европы (32,2 млн тонн);
- Страны Юго-Восточной Азии – Китай (20,9 млн тонн);
- Россия – Страны Европы (20,5 млн тонн);
- Страны Западной Африки – Страны Европы (19,3 млн тонн);
- США – Страны Европы (18,3 млн тонн);
- США – Страны Юго-Восточной Азии (17,8 млн тонн).

Таблица 2.7 – Основные маршруты товародвижения СПГ в 2019-2021 гг.
(млн тонн) (составлено по данным [107, 145, 146])

Маршруты	Объемы перевезенного СПГ			Темпы прироста 2021 г. к 2019 г., %
	2019 г.	2020 г.	2021 г.	
Россия – Страны Европы	20,5	17,2	17,4	-15,122
Россия – Китай	3,4	6,9	6,2	82,35294
Россия – Страны Юго-Восточной Азии	11,8	11,1	15,3	29,66102
Страны Европы – Страны Европы	5,9	4,1	-	-30,5085**
Страны Юго-Восточной Азии – Китай	20,9	20,8	23,7	13,39713
Страны Юго-Восточной Азии – Страны Юго-Восточной Азии	46,6	44,3	40,6	-12,8755
Австралия – Страны Юго-Восточной Азии	57,7	57,3	57,8	0,17331
Австралия – Китай	39,8	40,6	43,6	9,547739
Страны Ближнего Востока – Страны Европы	32,2	30,2	22,5	-30,1242
Страны Ближнего Востока – Страны Ближнего Востока	4,0	4,0	-	0**
Страны Ближнего Востока – Китай	13,1	13,1	15,6	19,08397
Страны Ближнего Востока – Страны Юго-Восточной Азии	46,4	42,6	79,4	71,12069
Страны Ближнего Востока – Индия	18,2	20,6	-	13,18681**
Страны Ближнего Востока – Пакистан	8,0	7,8	-	-2,5**
США – Страны Латинской Америки	5,8	7,1	16,8	189,6552

США – Мексика	3,9	-	-	0
США – Страны Европы	18,3	25,6	30,8	68,30601
США – Страны Юго-Восточной Азии	17,8	26,4	45,8	157,3034
Бразилия – Страны Европы	7,8	5,8	-	-25,641**
Бразилия – Страны Юго-Восточной Азии	5,3	6,1	-	15,09434**
Бразилия – Страны Латинской Америки	5,5	4,6	-	-16,3636**
Страны Северной Африки – Страны Европы	15,2	13,9	17,9	17,76316
Страны Западной Африки – Страны Европы	19,3	17,2	14,8	-23,3161
Страны Западной Африки – Китай	4,5	4,5	5,7	26,66667
Страны Западной Африки – Индия	8,9	8,4	8,4	-5,61798

** - темпы прироста 2020 г. к 2019 г.

Существующие различия в организации логистических процессов при организации поставок трубопроводного газа и СПГ определяют потребности в различных инфраструктурных объектах: сети трубопроводов, станций обслуживания, хранилищах, пунктах перегрузки, терминалах, транспортных средствах и т.п.

Особую роль при организации логистических процессов играют комплексы по сжижению и переработке газа.

При изучении основных направлений международного товародвижения на рынке угля определяются следующие основные импортеры и экспортеры (таблица 2.8).

Таблица 2.8 – Направления международного товародвижения угля в 2021 году (млн тонн) [146]

	КУДА													
ОТКУДА	Канада	Мек-сика	США	Латин-ская Аме-рика	Европа	Россия и стра-ны СНГ	Ближ-ний Восток	Афри-ка	Китай	Индия	Япо-ния	Южная Корея	Осталь-ные страны Азии и Тихого океана	Всего
Канада	–	†	0.02	0.03	0.11	–	† ⁴	†	0.10	0.08	0.26	0.33	0.11	1.03
США	0.15	0.07	–	0.28	0.85	†	†	0.23	0.03	0.32	0.36	0.10	†	2.39
Колумбия	0.05	0.13	0.12	0.54	0.84	†	0.13	0.01	0.05	0.03	0.03	0.14	0.03	2.10
Европа	†	†	†	†	–	0.08	†	0.03	†	0.08	†	0.01	0.01	0.23
Россия	†	0.04	†	0.07	2.41	0.17	0.10	0.14	0.82	0.22	0.54	0.78	0.58	5.87
Осталь-ные стра-ны СНГ	–	–	–	–	0.13	0.41	†	–	0.01	†	†	–	†	0.54
Южная Африка	–	–	†	0.02	0.09	–	0.07	0.15	†	1.20	0.01	0.11	0.54	2.20
Осталь-ные стра-ны Афри-ки	–	–	†	0.01	0.07	–	†	0.02	†	0.12	0.03	0.03	†	0.28

⁴ † – значение менее 0,05 млн тонн

Австра- лия	—	†	—	0.15	0.65	—	†	0.05	2.06	0.83	2.88	1.36	1.71	9.69
Китай	†	†	†	0.01	0.02	†	0.01	0.01	—	0.03	0.07	0.06	0.14	0.34
Индоне- зия	—	—	0.02	†	0.07	—	0.01	†	2.19	2.61	0.70	0.80	2.78	9.18
Монголия	—	—	—	—	—	†	—	—	1.02	—	—	†	—	1.02
Осталь- ные стра- ны Азии и Тихого океана	†	†	†	†	0.02	†	†	†	0.13	0.13	0.02	0.02	0.04	0.35
Осталь- ные стра- ны мира	†	†	†	†	0.02	†	†	†	†	0.04	†	†	†	0.07
Всего	0.21	0.24	0.17	1.12	5.25	0.65	0.32	0.64	6.40	5.69	4.90	3.73	5.96	35.28

Наиболее существенные направления международного товародвижения соединяют основных поставщиков и потребителей на рынке угля.

На сегодняшний день наибольшие разведанные запасы угля находятся в США, России, Австралии и Китае. Суммарно на долю этих стран приходится около 65% от совокупного объема в мире: в США – 23%, в России – 15%, в Австралии – 14%, в Китае – 33%. Этих запасов при текущем уровне производства и потребления может хватить на 132 года.

При этом, крупнейшими мировыми экспортерами угля в настоящее время являются: Австралия, Индонезия и Россия.

Крупнейшими мировыми импортерами угля в настоящее время являются: Китай, Индия и страны Европы.

В последние годы объемы добычи и потребления угля практически не меняются при постоянном росте объемов производства и потребления энергоресурсов в целом. Таким образом, доля угля на мировом рынке энергоресурсов снижается относительно производства и потребления других видов энергоресурсов. Это объясняется тем, что уголь является одним из самых неэкологичных видов энергоресурсов. Многие страны переходят на другие виды, в том числе и на возобновляемые, при производстве электроэнергии.

2.3. Аналитическое исследование организации логистических процессов на рынке энергоресурсов при производстве электрической энергии

Востребованность поставок углеводородных ресурсов объясняется ростом объемов мировой промышленности, увеличением объемов транспортировки грузов и пассажиров, а также ростом производства электрической энергии, которая используется как промышленными и транспортными компаниями, так и для бытовых нужд населения.

В отличие от рынка углеводородных ресурсов, развитие рынка энергоресурсов, получаемых из возобновляемых источников энергии, в первую

очередь, направлено на производство электрической энергии для бытовых нужд населения.

При производстве и потреблении электроэнергии управление логистическими процессами в цепях поставок будет включать управляющие и основные бизнес-процессы (рисунок 2.12).

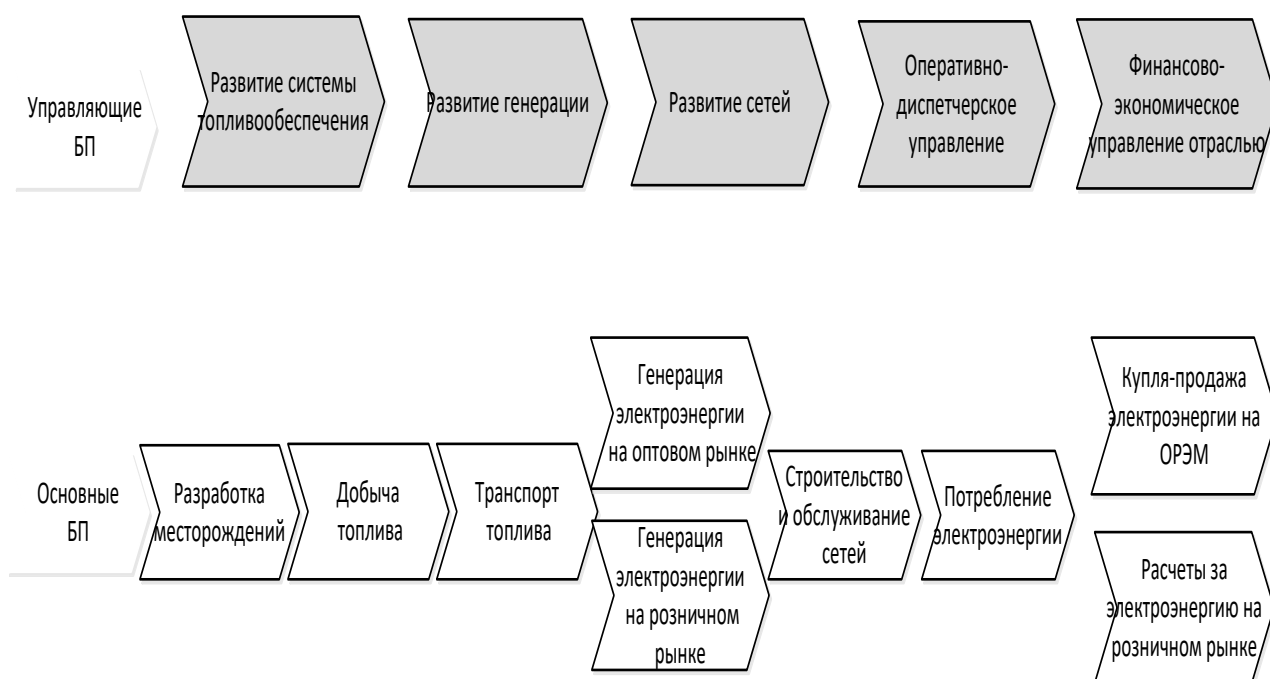


Рисунок 2.12 – Содержание управления цепями поставок в электроэнергетике [13]

Представленные на рисунке бизнес-процессы объединены в цепь поставок и представляют собой логистический контур, включающий в себя все процессы, направленные на обеспечение товародвижения от поставщика к потребителю.

К управляющим бизнес-процессам в цепях поставок в электроэнергетике относятся: развитие системы топливообеспечения, развитие генерации, развитие сетей, оперативно-диспетчерское управление и финансово-экономическое управление отраслью.

К основным бизнес-процессам в цепях поставок в электроэнергетике относятся: разработка месторождений, добыча топлива и его транспортиров-

ка, генерация электроэнергии на оптовом и розничном рынках, строительство и обслуживание сетей, потребление электроэнергии, а также купля-продажа электроэнергии на оптовом и розничном рынках.

Таким образом, управление бизнес-процессами в цепях поставок в электроэнергетике основано на применении системного подхода для каждого этапа товародвижения: от разработки месторождения, к добыче ресурсов, их транспортировке для генерации электроэнергии и заканчивая сбытом готовой продукции.

При изучении основных направлений международного товародвижения в электроэнергетике определяются следующие основные страны-экспортеры (рисунок 2.13).

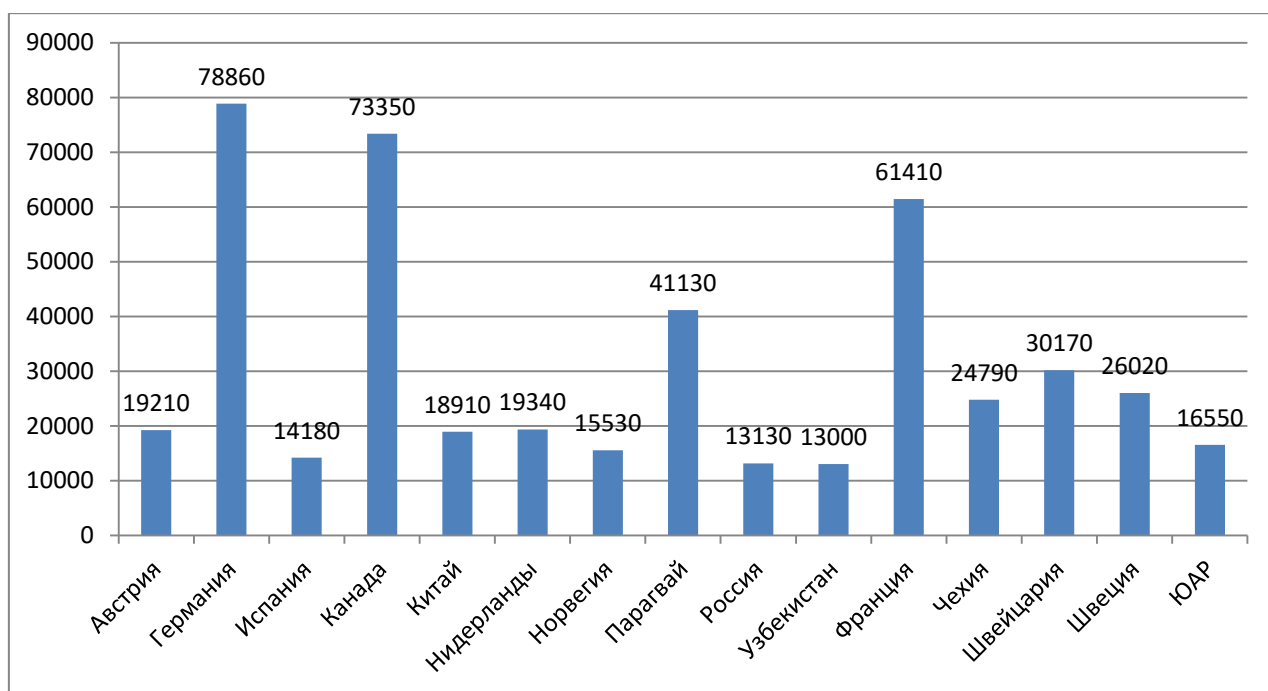


Рисунок 2.13 – Крупнейшие страны-экспортеры электроэнергии в 2019 году (млн ГВт/ч) [84]

В число крупнейших стран-экспортеров входят такие страны, как Германия (78860 ГВт/ч), Канада (73350 ГВт/ч) и Франция (61410 ГВт/ч). Производство электроэнергии в этих странах растет с каждым годом. Эта тенденция во многом объясняется стремлением использовать экологичные источни-

ки энергии, как для бытового потребления, так и для промышленных и транспортных предприятий.

Эти и другие страны являются основными поставщиками электроэнергии в следующие государства: США (72720 ГВт/ч), Италия (43180 ГВт/ч) и Бразилия (41310 ГВт/ч) (рисунок 2.14).

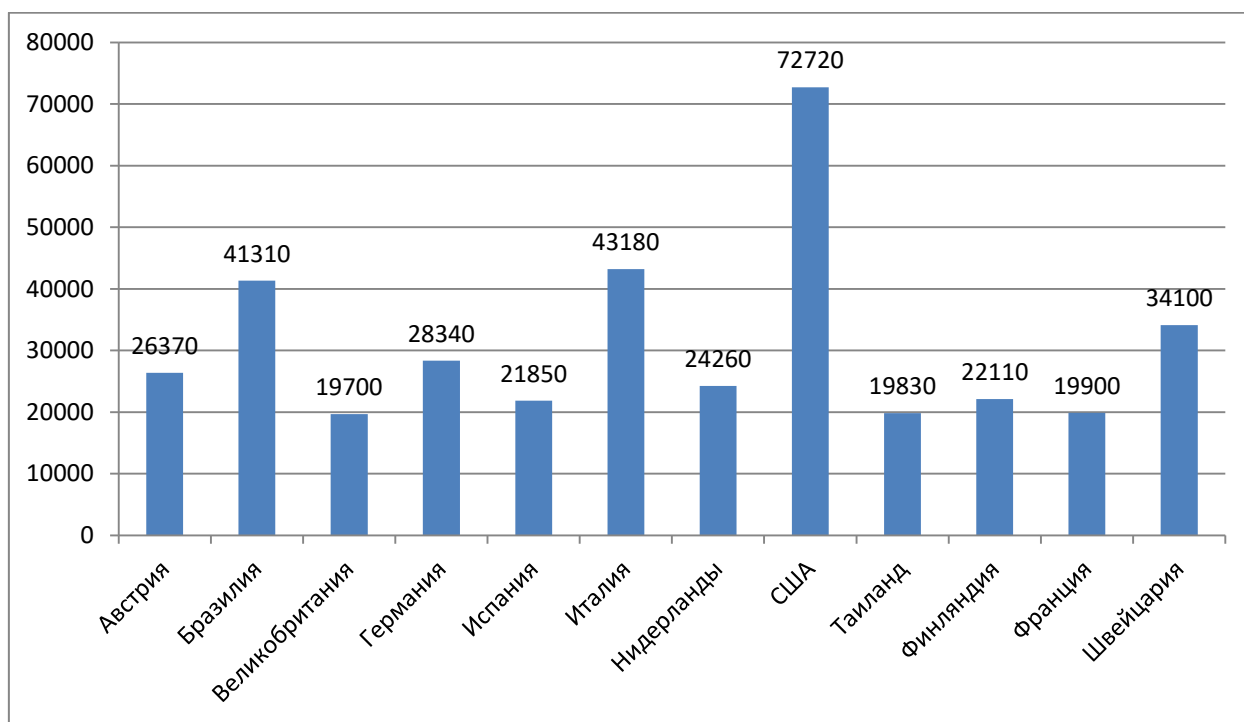


Рисунок 2.14 – Крупнейшие страны-импортеры электроэнергии в 2019 году
(млн ГВт/ч) [84]

Опираясь на проведенный анализ представленных данных, можно отметить, что в настоящее время объемы импорта и экспорта электрической энергии достаточно высоки и в перспективе продолжат свой рост.

При производстве электроэнергии используются различные источники энергии. Основными видами топлива, которые используются при производстве электроэнергии, являются: нефть, природный газ, уголь, атомная энергия, гидроэнергия, возобновляемые источники энергии и некоторые другие.

На рисунке 2.15 представлены доли различных видов топлива, используемого при производстве электроэнергии.

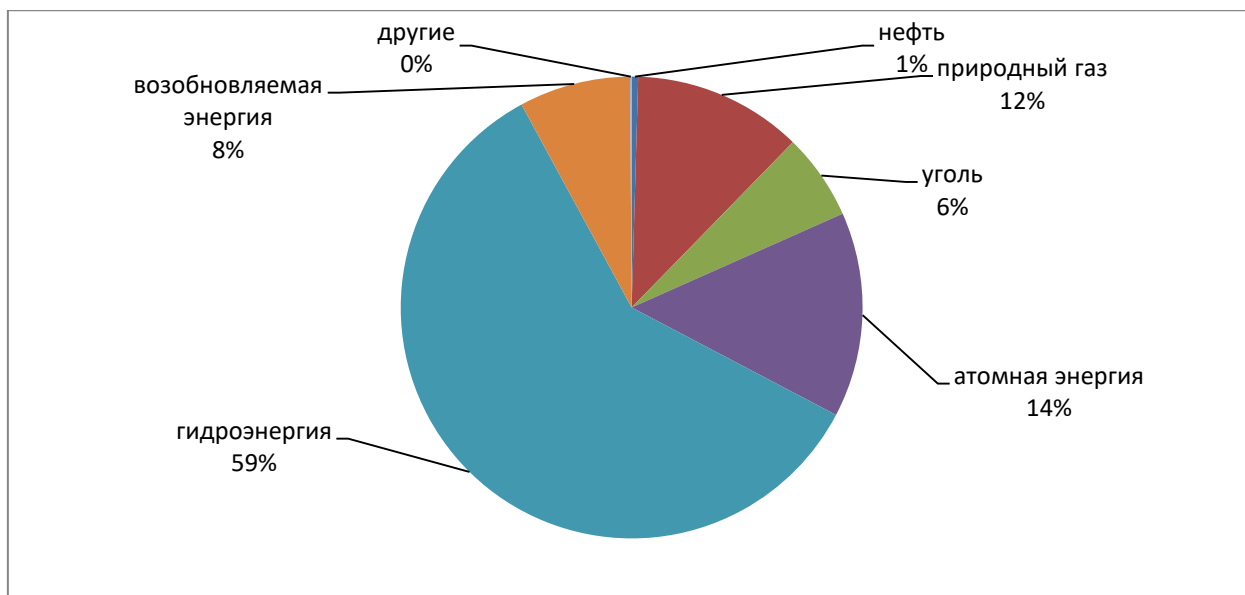


Рисунок 2.15 – Доли различных видов топлива, используемого при производстве электроэнергии в 2021 году (%) [146]

Основными видами топлива при производстве электроэнергии в 2021 году стали гидроэнергия – 59%, атомная энергия – 14% и природный газ – 12%. Суммарно они составили 85% от всего объема используемого топлива. На долю возобновляемых источников энергии при производстве электрической энергии приходилось 8%.

В разбивке по регионам при производстве электроэнергии приоритеты в выборе вида топлива выглядели следующим образом (таблицы 2.9, 2.10).

В России, странах СНГ, Северной Америке, странах Ближнего Востока и Африки основным видом топлива при производстве электроэнергии является природный газ. В Центральной и Южной Америке основным видом топлива при производстве электроэнергии является гидроэнергия. В странах Азии основным видом топлива при производстве электроэнергии является уголь. В странах Европы при производстве электроэнергии равномерно используются несколько видов топлива: атомная энергия, уголь, природный газ, а также возобновляемые источники энергии и гидроэнергетика.

Таблица 2.9 – Использование различных видов топлива для производства электроэнергии по регионам мира в 2020 году (%) [145]

	Нефть	Природ- ный газ	Уголь	Атомная энергия	Гидро- энергия	Возобнов- ляемая энергия	Другие	Всего
Северная Америка	1	39	17	18	13	12	0	100
Центральная и Южная Америка	6	18	6	2	53	15	0	100
Европа	1	20	15	21	17	24	2	100
СНГ	1	46	18	16	19	0	0	100
Ближний Восток	23	71	2	1	2	1	0	100
Африка	1	39	28	2	17	5	1	100
Азия и Океания	1	12	57	5	14	10	1	100
Всего	2	24	35	10	16	12	1	100

Таблица 2.10 – Использование различных видов топлива для производства электроэнергии по регионам мира в 2021 году (%) [146]

	Нефть	Природ- ный газ	Уголь	Атомная энергия	Гидро- энергия	Возобнов- ляемая энергия	Другие виды энергии	Всего
Северная Америка	1	37	19	17	13	13	0	100
Центральная и Южная Америка	7	21	5	2	48	17	0	100
Европа	1	20	16	22	16	23	2	100
СНГ	1	46	19	15	18	1	0	100
Ближний Восток	24	71	1	1	2	1	0	100
Африка	8	40	28	1	17	5	1	100
Азия и Океания	1	11	57	5	13	12	1	100
Всего	2	23	36	10	15	13	1	100

Возобновляемые энергоресурсы представляют собой альтернативные источники энергии. Растущие объемы мирового производства и потребления возобновляемых энергетических ресурсов требуют детального изучения особенностей проектирования и управления цепями поставок таких ресурсов, поскольку, помимо бытового потребления возобновляемых энергоресурсов наблюдается постоянный рост их промышленного потребления.

По данным аналитических и консалтинговых агентств в последние десятилетия наблюдается рост мирового производства и потребления возобновляемых энергетических ресурсов.

Так, в странах ЕС рост доли возобновляемых энергетических ресурсов в общем энергетическом в период с 20200 г. по 2021 г. составила 28,1% и превысила значение в 2019 году 26,3%.

На развитие рынка возобновляемых энергоресурсов оказывали влияние те же факторы, что и на рынок невозобновляемых энергоресурсов:

- рост потребностей как промышленного, так и бытового потребления;
- развитие электротранспорта;
- внедрение современных цифровых технологий;
- забота об окружающей среде.

Под влиянием перечисленных факторов за период с 2000 г. по 2021 год отмечается перманентный рост мирового производства и потребления электрической энергии (рисунок 2.16).

В целом, можно отметить, что рост мирового производства и потребления электрической энергии отражает общую динамику развития промышленности, транспорта и бытового потребления. Заинтересованность производственных компаний и государственных структур в увеличении производства и потребления электрической энергии говорит о том, что это одно перспективных направлений развития рынка энергетики.

Рост мирового производства электрической энергии за период с 2000 г. по 2021 год составил 2,9%. При этом прирост мирового производства электрической энергии за 2020-2021 гг. составил 4,5%.

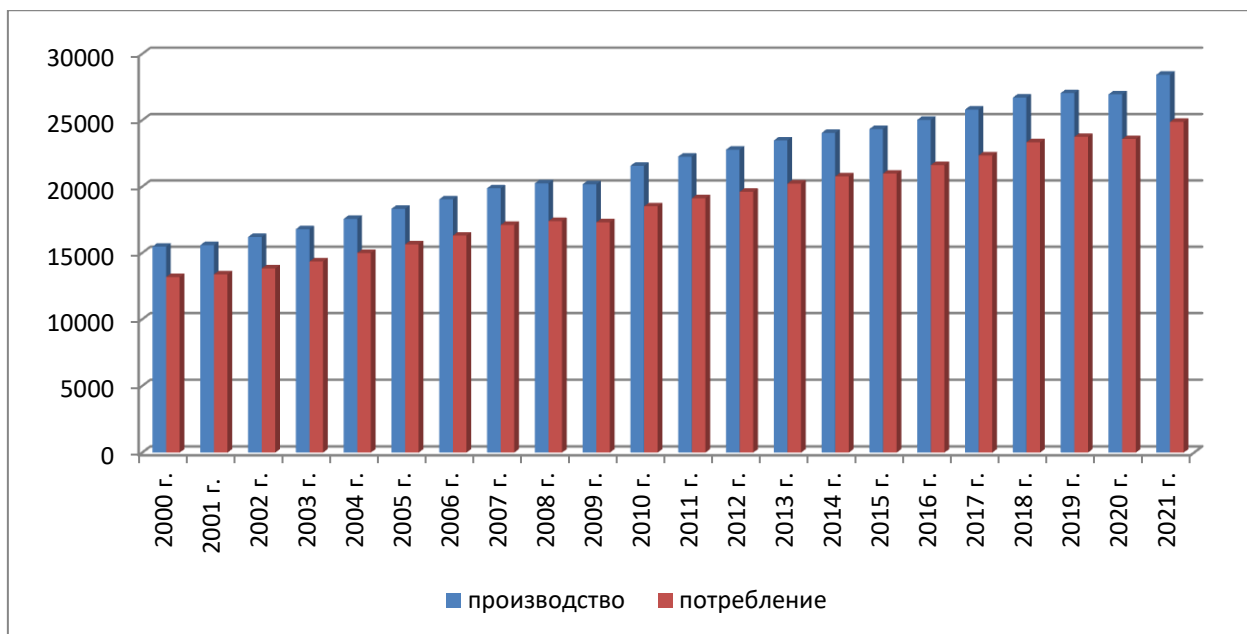


Рисунок 2.16 – Динамика мирового производства и потребления электрической энергии в 2000-2021 гг. (в Мтое) (составлено по данным [107, 108, 145, 146])

Наиболее существенный рост объемов электрической энергии в 2000-2021 гг. наблюдался в странах Азии +6,1%, Ближнего Востока +5,2% и Африки +3,5% (рисунок 2.17).

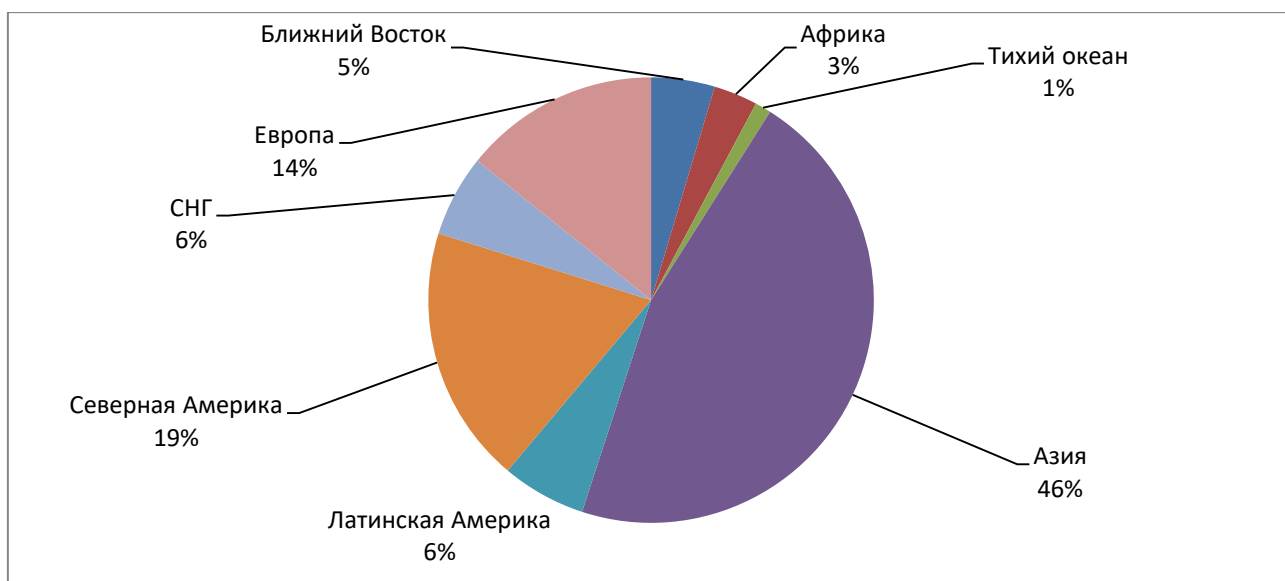


Рисунок 2.17 – Мировое производство электрической энергии по регионам в 2021 г., в процентах (составлено по данным [145])

В азиатских странах наибольший прирост производства электрической энергии наблюдался в Китае +9,4%, Индонезии +5,9% и Индии +5,5%.

В странах Ближнего Востока наибольший прирост производства электрической энергии наблюдался в Объединенных Арабских Эмиратах +6,7%, Саудовской Аравии +5,5% и Иране +5,2%.

В странах Африки наибольший прирост производства электрической энергии наблюдался в Алжир +6,4%, Египет +4,9% и Нигерия +4,1%.

Постепенно растут объемы производства электрической энергии в странах Европы (+ 0,6% за период с 2000 г. по 2021 год). Наиболее существенный рост отмечался в Турции +4,8%, Нидерландах +1,5% и Испании +1,1% за период с 2000 г. по 2021 год. Это объясняется активным переходом европейских стран на зеленую энергетику.

Наряду с ростом производства в мире наблюдалось увеличение потребления электрической энергии за период с 1997 г. по 2019 год. Рост составил 3%.

Наиболее существенный рост объемов потребления электрической энергии в 2000-2021 гг. наблюдался в Китае + 9,6%. В целом, если рассматривать изменение объемов потребления электрической энергии по регионам, то наибольший прирост пришелся на страны Азии +6,3%, Ближнего Востока +4,9% и Африки +3,2% (рисунок 2.18).

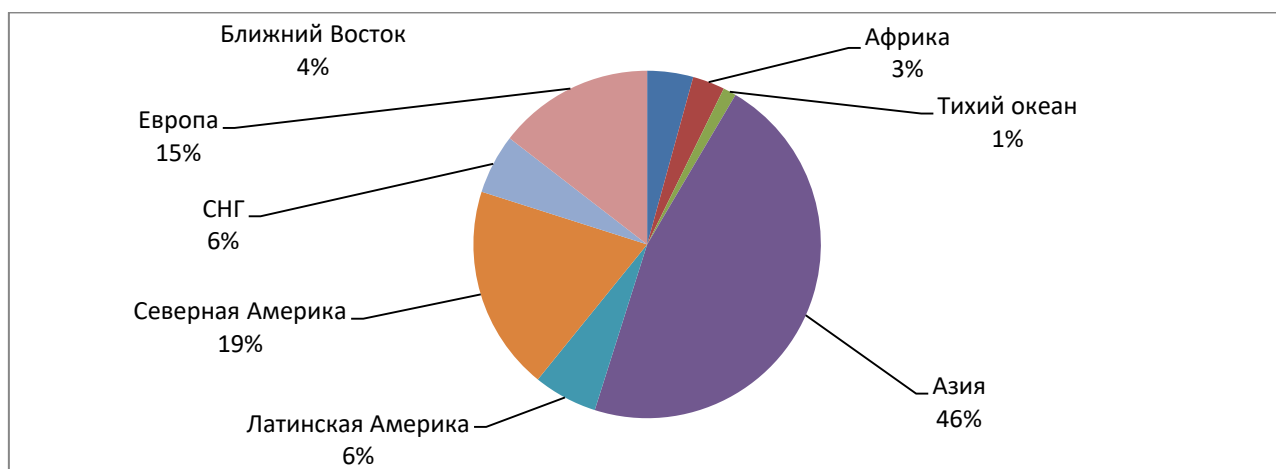


Рисунок 2.18 – Мировое потребление электрической энергии по регионам в 2021 г., в процентах (составлено по данным [145])

Постепенно растут объемы потребления электрической энергии в странах Европы (+0,7% за период с 2000 г. по 2021 год). Наиболее существенный рост отмечался в Турции +5,1%, Польше + 1,6%, Португалии и Испании – по +1,1% за период с 1997 г. по 2019 год. Это объясняется активным переходом европейских стран на зеленую энергетику.

Среди стран других регионов наиболее существенный рост объемов потребления электрической энергии отмечался, помимо Китая, в Алжире + 6,5%, Индии + 6,4%, Объединенных Арабских Эмиратах + 6,2%, США + 0,7% и Индонезии + 6,1%.

В целом можно отметить, что наиболее динамично развивающимися регионами, как по производству, так и по потреблению электрической энергии являются Азия, Ближний Восток и Африка. При этом по абсолютным значениям лидерами по производству и потреблению электрической энергии являются страны Азии, Северной Америки и Европы. Суммарно на эти три региона приходится 79% мирового производства и 80% мирового потребления электрической энергии.

При производстве электрической энергии используются различные источники энергии, в частности, такие как:

- атомная энергия;
- энергия воды;
- энергия солнца;
- энергия ветра и др.

Если оценивать долю возобновляемых источников энергии в производстве электрической энергии, то можно отметить ее постоянный рост (рисунок 2.19).

Начиная с 2000 года, наблюдается постоянный рост доли возобновляемых источников энергии в производстве электрической энергии. Если в 2000 году доля возобновляемых источников энергии в производстве всей электрической энергии составляла менее 20%, то в 21 г. ее доля составила более 28%.



Рисунок 2.19 – Доля возобновляемых источников энергии в производстве электрической энергии в 2000-2021 гг., в процентах (составлено по данным [107, 108, 145, 146])

Наибольшая доля возобновляемых источников энергии в производстве электрической энергии, в настоящее время, приходится на страны Латинской Америки, Европы и Тихого океана (рисунок 2.20).

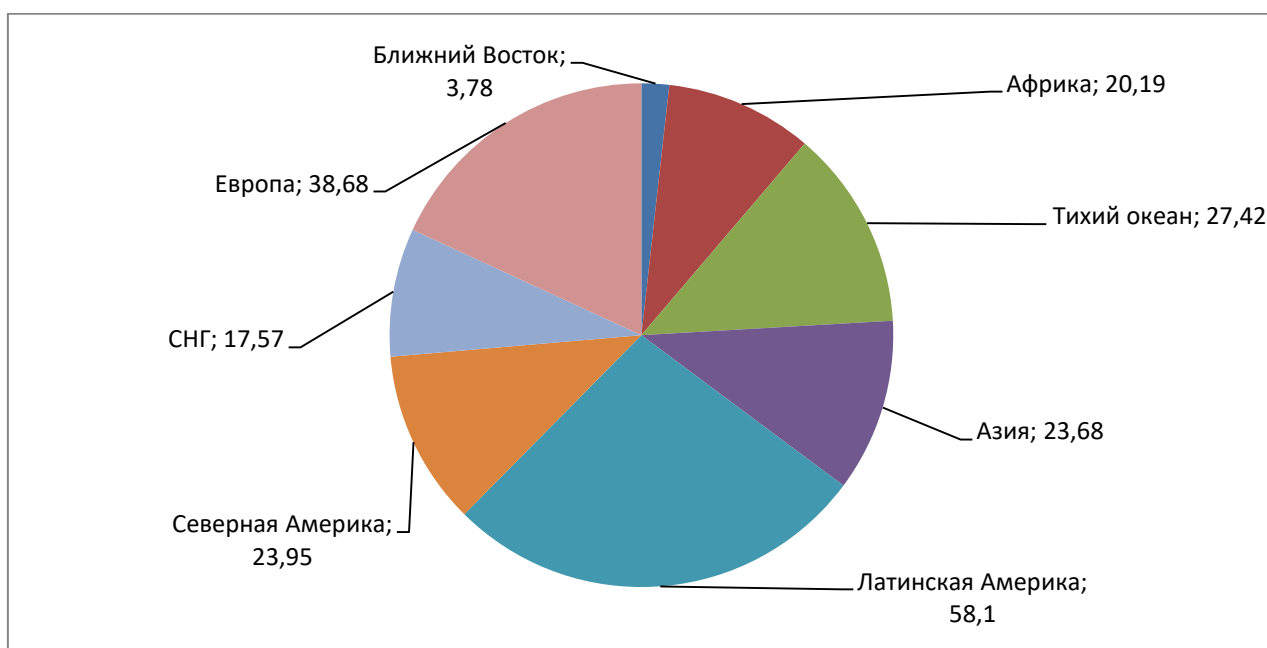


Рисунок 2.20 – Доля возобновляемых источников энергии в производстве электрической энергии в 2021 г., по регионам (составлено по данным [145])

Рост мирового производства электрической энергии за период с 2000 г. по 2021 год составил 2,9%.

Наиболее существенный рост объемов электрической энергии в 2000-2021 гг. наблюдался в странах Азии +6,1%, Ближнего Востока +5,2% и Африки +3,5% (рисунок 2.15).

В азиатских странах наибольший прирост производства электрической энергии наблюдался в Китае +9,4%, Индонезии +5,9% и Индии +5,5%.

В странах Ближнего Востока наибольший прирост производства электрической энергии наблюдался в Объединенных Арабских Эмиратах +6,7%, Саудовской Аравии +5,5% и Иране +5,2%.

В странах Африки наибольший прирост производства электрической энергии наблюдался в Алжир +6,4%, Египет +4,9% и Нигерия +4,1%.

Постепенно растут объемы производства электрической энергии в странах Европы (+ 0,6% за период с 2000 г. по 2021 год). Наиболее существенное рост отмечался в Турции +4,8%, Нидерландах +1,5% и Испании +1,1% за период с 2000 г. по 2021 год. Это объясняется активным переходом европейских стран на зеленую энергетику.

Рассмотрим структуру мирового производства электрической энергии по типам электростанций (рисунок 2.21).

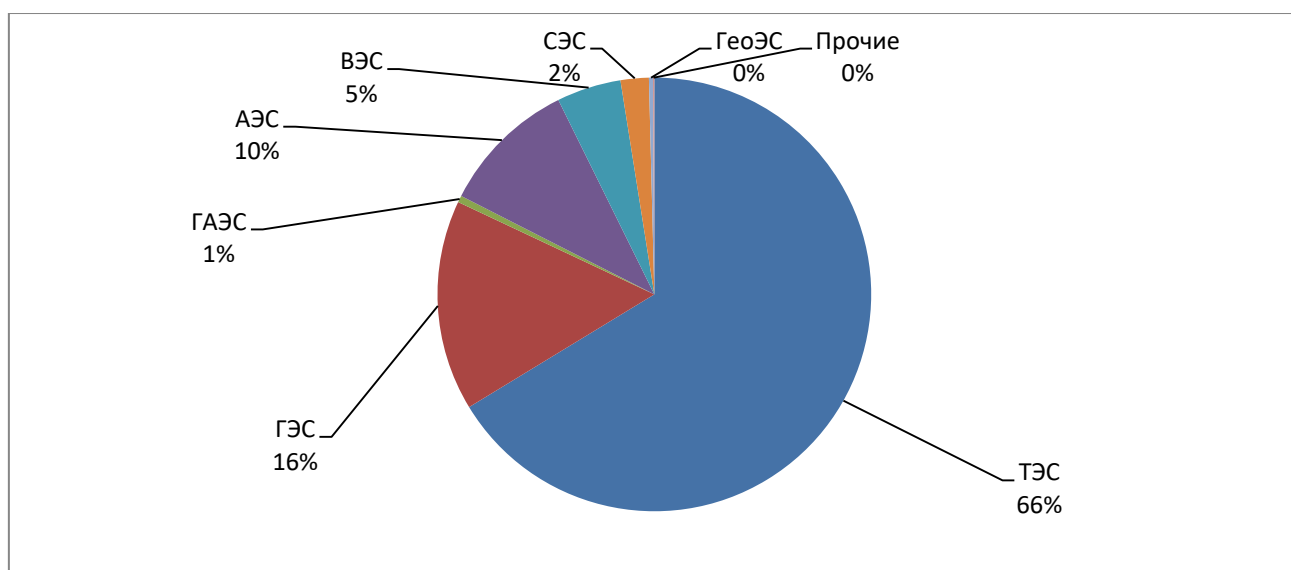


Рисунок 2.21 – Структура мирового производства электрической энергии по типам электростанций, в процентах [64]

Как видно из представленного рисунка наибольший объем производства электрической энергии осуществляется на тепловых электростанциях (ТЭС) (66% в 2018 году). Для сравнения в 1992 году этот показатель был равен 63,7%. Значительные объемы электрической энергии производятся на гидроэлектростанциях (ГЭС) (16% в 2018 году) и атомных электростанциях (АЭС) (10% в 2018 году). Доля ветряных электростанций (ВЭС) составила в 2018 году 5%. Доля солнечных электростанций (СЭС) составила в 2018 году 2%. На долю остальных видов электростанций в 2018 году пришлось около 1%.

Если рассматривать структуру производства электрической энергии по типам электростанций по регионам мира, то можно увидеть существенные различия (рисунок 2.22).

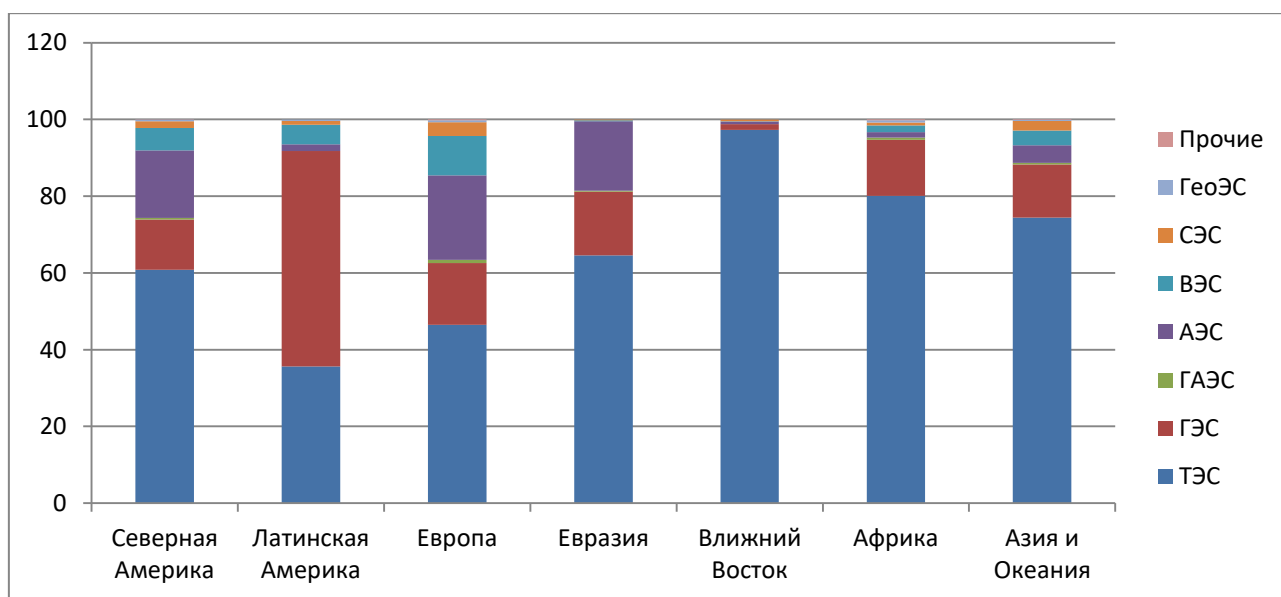


Рисунок 2.22 – Структура мирового производства электрической энергии по типам электростанций по регионам мира, в процентах [64]

Так, в странах Северной Америки основными видами электростанций являются тепловые электростанции (60,8%), атомные электростанции (17,6%), гидроэлектростанции (13,1%) и ветряные электростанции (5,9%).

Для стран Латинской Америки основными видами электростанций являются гидроэлектростанции (56,2%), тепловые электростанции (35,6%), и ветряные электростанции (5,1%).

В странах Европы структура производства электрической энергии по типам электростанций выглядит следующим образом: тепловые электростанции (46,5%), атомные электростанции (22,0%), гидроэлектростанции (16,1%), ветряные электростанции (10,3%) и солнечные электростанции (3,6%).

Для стран Евразии (страны бывшего СССР) основными видами электростанций являются тепловые электростанции (64,6%), атомные электростанции (18,1%) и гидроэлектростанции (16,6%).

В странах Ближнего Востока подавляющее количество электростанций приходится тепловые электростанции (97,3%), на остальные виды электростанций приходится менее 2%.

Для стран Африки основными видами электростанций являются тепловые электростанции (80,1%) и гидроэлектростанции (14,6%).

В странах Азии и Океании структура производства электрической энергии по типам электростанций выглядит следующим образом: тепловые электростанции (74,4%), гидроэлектростанции (13,9%), атомные электростанции (4,6%), ветряные электростанции (3,8%) и солнечные электростанции (2,5%).

Рассмотрим долю энергии солнца и ветра, используемых при производстве электрической энергии.

Основываясь на данных Статистического Ежегодника мировой энергетики за 2022г., использование энергии солнца и ветра при производстве электрической энергии ежегодно увеличивается (рисунок 2.23).

Как видно на представленном рисунке доля энергии солнца и ветра в производстве электрической энергии постоянно растет. В рассматриваемом периоде этот рост составил около 8% (с 0,7% в 2000 году до 10,77% в 2021 году.). Помимо этого специалисты отмечают рост доли энергии солнца и ветра в производстве электрической энергии в 2020 году, который связывают не

столько с ростом доли энергии солнца и ветра в производстве электрической энергии, сколько со снижением доли прочих источников энергии.

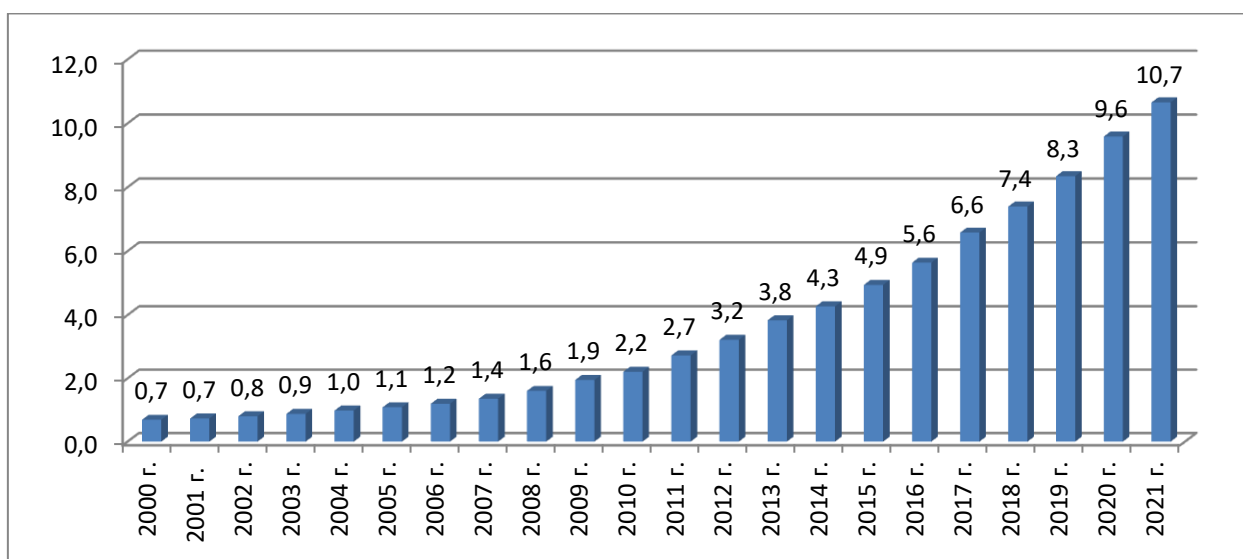


Рисунок 2.23 – Доля энергии солнца и ветра в производстве электрической энергии в 2000-2021 гг., в процентах(составлено по данным [107, 108, 145, 146])

Если рассматривать динамику использования энергии солнца и ветра в производстве электрической энергии в разрезе по странам, то наиболее существенный рост объемов использования энергии солнца и ветра в производстве электрической энергии в 20001-2021 гг. наблюдался в странах Европы +15,8%, Тихого океана +15,3% и Америки +8,6% (рисунок).

В европейских странах наибольший прирост использования энергии солнца и ветра в производстве электрической энергии наблюдался в Португалии +28,3%, Германии +27,3%, Великобритании +23,6% и Испании +23,5%.

В странах Тихого океана наибольший прирост использования энергии солнца и ветра в производстве электрической энергии наблюдался в Новой Зеландии +15,6% и Австралии +12,1%.

В странах Америки наибольший прирост использования энергии солнца и ветра в производстве электрической энергии наблюдался в Бразилии +10,1%, США +9,3% и Мексике +7,2%.

Постепенно растут объемы использования энергии солнца и ветра в производстве электрической энергии в странах Азии (+ 6,4% за период с 2000 г. по 2021 год). Наиболее существенный рост отмечался в Китае +8,6%, Японии +8,4% и Индии +6,6% за период с 2000 г. по 2021 год. Это объясняется активным переходом азиатских стран на зеленую энергетику.

Наряду с ростом производства в мире наблюдалось увеличение потребления электрической энергии за период с 2000 г. по 2021 год. Рост составил 3,1%.

Наиболее существенный рост объемов потребления электрической энергии в 1997-2019 гг. наблюдался в Китае + 9,6%. В целом, если рассматривать изменение объемов потребления электрической энергии по регионам, то наибольший прирост пришелся на страны Азии +6,3%, Ближнего Востока +4,9% и Африки +3,2%.

Постепенно растут объемы потребления электрической энергии в странах Европы (+0,7% за период с 2000 г. по 2021 год). Наиболее существенный рост отмечался в Турции +5,1%, Польше + 1,6%, Португалии и Испании – по +1,1% за период с 2000 г. по 2021 год. Это объясняется активным переходом европейских стран на зеленую энергетику.

Среди стран других регионов наиболее существенный рост объемов потребления электрической энергии отмечался, помимо Китая, в Алжире + 6,5%, Индии + 6,4%, Объединенных Арабских Эмиратах + 6,2%, США + 0,7% и Индонезии + 6,1%.

Проведя аналитическое исследование энергоресурсов, получаемых из возобновляемых источников энергии можно отметить, что в последние десятилетия наблюдается постоянный рост мирового производства и потребления возобновляемых энергетических ресурсов. Эта тенденция объясняется ростом потребностей как промышленного, так и бытового потребления всех видов энергии. При этом рост производства и потребления возобновляемых энергетических ресурсов объясняется заботой об окружающей среде.

Обобщая результаты проведенного во второй главе анализа функционирования цепей поставок на рынке энергоресурсов необходимо отметить следующее.

1. В настоящее время основными видами энергии, используемыми как в бытовом потреблении, так и в промышленном, являются невозобновляемые источники энергии, такие как нефть, природный газ и уголь.

2. Во всем мире наблюдается постоянный рост потребления энергии в промышленном и бытовом секторах, и, как следствие, рост ее производства.

3. Решения о закупках ресурсов принимаются, основываясь как на рыночных механизмах, так и исходя из стремления снизить негативное воздействие на экологию (экологические факторы), а также из геополитических предпочтений (политические факторы).

4. Проектирование цепей поставок во многом обусловлено видами энергоресурсов, являющихся объектами товародвижения:

- при проектировании цепей поставок, объектом товародвижения в которых являются невозобновляемые источники энергии, выделяются логистические процессы: разведка, добыча, переработка, транспортировка и хранение, сбыт готовой продукции;

- при проектировании цепей поставок, объектом товародвижения в которых являются электроэнергия, полученная из различных источников, выделяются логистические процессы: разработка месторождений, добыча топлива и его транспортировка, генерация электроэнергии на оптовом и розничном рынках, строительство и обслуживание сетей, потребление электроэнергии, а также купля-продажа электроэнергии на оптовом и розничном рынках.

3. РАЗРАБОТКА МЕТОДИЧЕСКИХ РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ЦЕПЕЙ ПО- СТАВОК НА РЫНКЕ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ

3.1. Выявление проблем проектирования логистических процессов цепей поставок на рынке энергоресурсов

Рынок энергоресурсов является одним из самых востребованных и динамично развивающихся в мире. В настоящее время можно выделить следующие тренды его развития:

- изменение в потребностях промышленных, транспортных и логистических компаний влияет на динамику мировых цен на энергоресурсы;
- повсеместное внедрение современных цифровых технологий (например, технологии определения местонахождения, интеллектуальные датчики, цифровые двойники, анализ больших данных, облачные сервисы, мобильные приложения, Интернет-вещей, технологии виртуальной и дополненной реальности и т.п.) для обслуживания логистических процессов переводит потребление энергоресурсов на новый уровень;
- стремление поддержать уровень экологии увеличивает интерес к возобновляемым источникам энергии;
- изменение ценовой политики крупнейших производителей энергоресурсов в области логистики влияет на стоимость товаров и услуг во всем мире, поскольку «интеграция контрагентов позволяет повышать эффективность процесса товародвижения и снижает затраты, связанные с этим процессом». [30]

В сфере поставок энергоресурсов мировая практика опирается на нормы регулирования правовых отношений между поставщиками и потребителями ресурсов на базе контрактной системы. Законодательством стран закреплены условия проведения торгов и заключения контрактов, а также основные условия контрактов.

На национальном уровне каждая страна вправе устанавливать собственные нормы в сфере торговли на территории суверенного государства, если они не противоречат ратифицированным данной страной международным соглашениям в сфере торговли.

Например, в РФ действует Гражданский кодекс, который определяет виды договорных отношений, особенности проведения и заключения сделок между контрагентами, прочие важнейшие условия, в том числе порядок урегулирования спорных ситуаций. Кроме этого в РФ действует Федеральный закон № 44, который устанавливает основные требования в сфере закупок для государственных нужд, поскольку именно государственные учреждения зачастую являются участниками торгов на рынке энергоресурсов.

В Китае действует закон «О внешней торговле». Это нормативно-правовой акт определяет основные положения, касающиеся порядка осуществления внешнеторговых сделок импорта и экспорта товаров, технологий или услуг. Помимо этого, в Китае есть ряд законов, регулирующих деятельность предприятий, устанавливающих порядок заключения договоров, определяющих степень ответственности за нарушение условий договорных отношений и т.д.

На международном уровне действует система международных соглашений, направленных на создание и поддержание условий торговли, облегчающих взаимодействие между торговыми партнерами разных стран. Международное торговое право опирается на универсальные источники - международные обычаи ведения торгового оборота и международных договоров. Кроме этого, в настоящее время в мире существует несколько международных организаций, способствующих ведению международной торговли. Прежде всего, к таким организациям относятся: Всемирная торговая организация, Всемирная таможенная организация, Всемирный почтовый союз и т.п.

На отраслевом уровне также действуют различные международные соглашения. Например, рынок нефти и нефтепродуктов регулируется соглашением стран ОПЕК и ОПЕК+, которые определяют квоты на добычу нефти.

В настоящее время в число стран ОПЕК входят 13 стран-основных поставщиков нефти на мировом рынке. Это страны Ближнего Востока: ОАЭ, Саудовская Аравия, Кувейт, Иран и Ирак. Кроме этого в состав стран ОПЕК входят страны Африки: Нигерия, Алжир, Ливия, Ангола, Конго, Габон и Экваториальная Гвинея. А также страна Латинской Америки Венесуэла.

Расширенное соглашение ОПЕК+ кроме перечисленных стран включает еще 10 стран: Россию и страны бывшего СССР (Азербайджан и Казахстан), страны Азиатско-тихоокеанского региона Малайзию и Бруней, страны Африки: Судан и Южный Судан, страны Америки: Мексика, страны Ближнего Востока: Бахрейн и Оман.

С точки зрения логистического подхода проблемы проектирования цепей поставок на рынке энергоресурсов можно представить в разрезе управления соответствующими основными логистическими процессами: снабжения, переработки, сбыта, транспортировки и хранения.

Опираясь на процессный подход, суть которого изложена в параграфе 1.3, среди наиболее существенных и актуальных на данный момент проблем, которые оказывают влияние на эффективность проектирования и управления цепями поставок, можно выделить следующие блоки:

1. Проблемы проектирования цепей поставок на рынке энергоресурсов, влияющие на эффективность управления процессом снабжения.
2. Проблемы проектирования цепей поставок на рынке энергоресурсов, отражающие эффективность управления процессом переработки.
3. Проблемы проектирования цепей поставок на рынке энергоресурсов, влияющие на эффективность управления процессом сбыта.
4. Проблемы проектирования цепей поставок на рынке энергоресурсов, отражающие эффективность управления процессами транспортировки и хранения.

Рассмотрим особенности проектирования цепей поставок возобновляемых и невозобновляемых энергоресурсов.

Логистический подход предполагает системное решение всей совокупности проблем, поскольку автономное решение одной из проблем может привести к усугублению ситуации для других проблемных аспектов. Поэтому в исследовании предлагается подробно рассмотреть каждый блок проблем и подобрать комплексную методику для их решения.

Особую роль при проектировании цепей поставок на рынке энергоресурсов играет процесс снабжения.

Ведущей задачей проектирования цепей поставок на этапе снабжения является работа с поставщиками. В настоящее время можно выделить следующие компоненты таких взаимоотношений:

- определение потребности в закупаемых ресурсах;
- поиск потенциальных поставщиков;
- определение критериев отбора поставщиков;
- выбор поставщика по результатам отбора, проведения конкурса, участия в тендерах и т.п.
- согласование всех условий контракта с поставщиком;
- организация поставки;
- оценка эффективности работы поставщика.

При рассмотрении этапов товародвижения в цепи поставок возобновляемых энергоресурсов выявлено, что процесс снабжения материально-техническими ресурсами обусловлен особенностями производства, доставки, инсталляции, а также эксплуатации и дальнейшей утилизации оборудования, необходимого для производства электрической энергии из возобновляемых энергоресурсов. Основная задача: поставка компонентов для инсталляции оборудования.

Внутрипроизводственные процессы таких цепей поставок связаны с установкой, подготовкой к эксплуатации и эксплуатацией оборудования, необходимого для выработки электрической энергии:

- управление запасами комплектующих, технологических узлов оборудования, расходных материалов и т.п.;

- внутрипроизводственное хранение и транспортировка комплектующих, технологических узлов оборудования, расходных материалов и т.п.;
- планирование, контроль и прогнозирование потребления оборудования и его комплектующих с учетом износа;
- и т.д.

Сбытовые процессы связаны с непосредственной организацией сбыта выработанной электрической энергии через распределительную сеть конечным потребителям. При этом основными потребителями являются домохозяйства.

При рассмотрении этапов товародвижения в цепи поставок невозобновляемых энергоресурсов выявлено, что процесс снабжения материальными ресурсами востребован практически на всех этапах: от геологоразведки и начала разработки месторождения до промышленной переработки и сбыта готовой продукции.

На начальных этапах товародвижения требуется развитие логистической инфраструктуры на территориях потенциальных месторождений. Именно на этих этапах организация и управление процессом снабжения являются наиболее затратными. Это связано с тем, что, как правило, месторождения находятся в промышленно неразвитых районах, где отсутствуют объекты технической и социальной инфраструктуры или они слабо развиты и не подходят для промышленного использования.

Проведение геологоразведки (пробное бурение) требует подготовки минимальной логистической инфраструктуры. В первую очередь, требуется создание подъездных путей, которые необходимы для доставки техники и оборудования для проведения геологоразведывательных работ. Также необходимо создание инфраструктурных объектов для обеспечения коммуникации и связи. Еще одна немаловажная группа инфраструктурных объектов – это объекты социальной инфраструктуры для обеспечения жизнедеятельности работающего персонала.

Таким образом, при организации материально-технического снабжения месторождения на этапе его разработки необходимо решить следующие задачи:

- создание объектов материальной инфраструктуры, включающие создание новой или развитие существующей дорожной инфраструктуры (подъездные пути, дорожные коммуникации и т.п.), складской инфраструктуры, административные здания и сооружения и т.п.;
- создание объектов технической инфраструктуры, включающие системы и средства связи, обеспечивающие получение, накопление, обработку и передачу информации;
- создание объектов социальной инфраструктуры, предназначенных для обеспечения жизнедеятельности работающего персонала: жилые помещения, столовая, медпункт и т.п.

Проведение пробного бурения направлено на получение проб грунта для выполнения анализа на наличие полезных ископаемых. Пробу грунта необходимо доставить в лабораторию для исследования. Поскольку на этом этапе разработки месторождения логистическая инфраструктура по-прежнему неразвита из-за того, что решение о развитии логистической инфраструктуры принимается только после того, как будет известно о наличии полезных ископаемых, т.е. после проведения лабораторных испытаний, доставка проб грунта затруднена.

Складывается ситуация, при которой решение о развитии логистической инфраструктуры принимается после того, как проводится геологоразведка, но само проведение геологоразведки уже требует наличия логистической инфраструктуры, хотя бы на минимальном уровне.

После решения перечисленных задач и проведения пробного бурения принимается решение о дальнейшей разработке месторождения. В случае если это решение положительное, начинается следующий этап – промышленная разработка месторождения и добыча ресурсов.

Добытые ресурсы подвергаются переработке, что требует создание внутрипроизводственной инфраструктуры, а также зон хранения и транспортной инфраструктуры, которая позволит осуществлять перевозки в промышленных масштабах. Перемещение продуктов переработки от мест их добычи и первичной переработки до мест потребления проводится в режиме постоянного отслеживания грузов в пути. Поэтому на данном этапе требуется внедрение средств коммуникации и связи, которые смогут обеспечить этот процесс.

Подробная сравнительная характеристика проектирования основных логистических процессов цепей поставок на рынке энергоресурсов с учетом их возобновляемости представлена ниже в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Сравнительная характеристика проектирования основных логистических процессов цепей поставок на рынке энергоресурсов с учетом их возобновляемости

Логистические процессы	Цепи поставок невозобновляемых энергоресурсов	Цепи поставок возобновляемых энергоресурсов
Снабжение	Снабжение материально-техническими ресурсами обусловлено особенностями процессов добычи и первичной переработки природных ископаемых. Основная задача: поставка материально-технических ресурсов, необходимых для добычи и первичной переработки природных ископаемых.	Снабжение материально-техническими ресурсами обусловлено особенностями производства, доставки, инсталляции, а также эксплуатации и дальнейшей утилизации оборудования, необходимого для производства электрической энергии из возобновляемых энергоресурсов. Основная задача: поставка компонентов для инсталляции оборудования.
Производство	Переработка полезных ископаемых (очищение от примесей, дробление, сортировка, обогащение и т.п.) представляет собой совокупность технологических процессов, требующих выполнения внутрипроизводственных логистических опера-	Внутрипроизводственные процессы связаны с установкой, подготовкой к эксплуатации и эксплуатацией оборудования: - управление запасами комплектующих, технологических узлов оборудования, расходных материалов и т.п.;

	ций: - управление запасами минерального сырья; - внутрипроизводственное хранение и транспортировка; - планирование, нормирование, контроль и прогнозирование потребления минерального сырья в производственном процессе; - и т.д.	- внутрипроизводственное хранение и транспортировка комплектующих, технологических узлов оборудования, расходных материалов и т.п.; - планирование, контроль и прогнозирование потребления оборудования и его комплектующих с учетом износа; - и т.д.
Сбыт	Сбыт готовой продукции в виде переработанного минерального сырья через распределительную сеть потребителям. Основной вид потребления: промышленное потребление производственными предприятиями, транспортными компаниями и т.п.	Сбыт выработанной электрической энергии через распределительную сеть конечным потребителям. Основной вид потребления: бытовое потребление домохозяйств.
Транспортировка и хранение готовой продукции	Основными видами транспорта для перевозки минерального сырья являются: водный, железнодорожный, автомобильный и трубопроводный. Хранение минерального сырья (длительное или краткосрочное) осуществляется как на открытых площадках, так и на территориях закрытых специально оборудованных хранилищ. Также хранение возможно на транспортных средствах (танкерах, вагонах и т.п.) и в природных хранилищах (пещерах, резервуарах и т.п.).	Транспортировка выработанной электрической энергии выполняется по линиям электропередачи. Краткосрочное хранение электрической энергии осуществляется в распределенных системах накопителей энергии.

Анализ представленных в таблице 3.1 особенностей проектирования основных логистических процессов цепей поставок на рынке энергоресурсов позволяют сделать следующие выводы:

- проектирование цепей поставок возобновляемых энергоресурсов в части управления логистикой снабжения и внутрипроизводственной логистикой трансформируется в проектирование логистических процессов поставки оборудования для производства электрической энергии и ее распределения. Сбытовая логистика направлена на доставку выработанной электрической

энергии через распределительную сеть конечным потребителям. Основной вид потребления: бытовое потребление домохозяйств.

- проектирование цепей поставок невозобновляемых энергоресурсов трансформируется в проектирование логистических процессов, направленных на обеспечение геологоразведки, разработки месторождений, добычи полезных ископаемых, их переработки и доставки через распределительную сеть потребителям. Основной вид потребления: промышленное потребление производственными предприятиями, транспортными компаниями и т.п.

Экономический кризис в энергетической отрасли стал следствием мирового экономического кризиса, вызванного замедлением темпов роста экономики из-за пандемии коронавируса COVID-19. Падение спроса на энергоресурсы привело к резкому снижению цен на мировых рынках.

На рисунке 3.1 представлены колебания цен на сырую нефть для импортных поставок за 2019-20 гг.

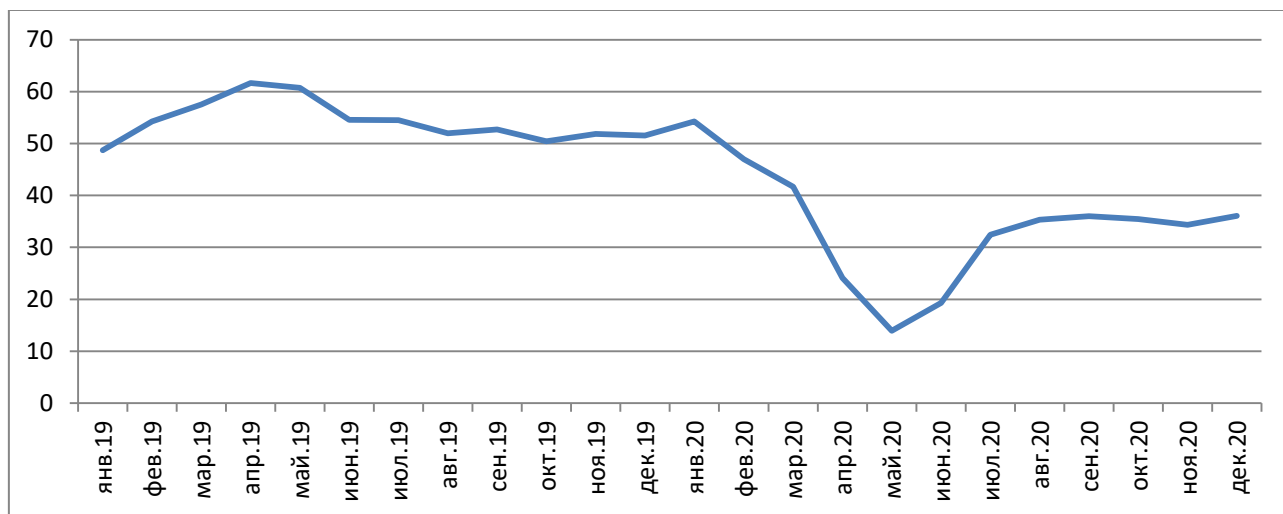


Рисунок 3.1 – Динамика цен на сырую нефть для импортных поставок за 2019-20 гг. по месяцам, в долларах за баррель [144]

При этом наихудшие значения цен на сырую нефть были отмечены в мае 2020 года – 13,93 долларов за баррель. Резкое снижение цен было вызвано снижением спроса на перевозки и остановкой производства во многих странах из-за эпидемии коронавируса. Снижение объемов грузовых и пассажирских перевозок, а также полная или частичная остановка производства в

марте-июне 2020 года привели к накоплению уже произведенного топлива. Одним из факторов, усугубивших ситуацию, стало отсутствие договоренностей о снижении производства между странами ОПЕК+.

Резкое снижение спроса на нефть, вызванное совокупностью этих факторов, привело к тому, что в цепях поставок стали накапливаться невостребованные запасы добытой нефти. Это привело к резкому росту спроса на услуги хранения, поскольку существующие нефтехранилища были переполнены.

Как резервы были задействованы возможности морского хранения нефти в плавучих хранилищах и на танкерах. По некоторым данным в мае 2020 года объемы накопленных запасов нефти втрое превышали возможности размещения топлива в существующих нефтехранилищах.

Таким образом, пандемия коронавируса COVID-19 выявила еще одну проблему в области логистики – проблему хранения избыточных запасов.

В этой связи интересен опыт стран Северной Европы. Так, в Швеции для увеличения площадей для временного хранения нефти были использованы природные пещеры.

Хранение излишков нефти на морских судах, привело к развитию еще одной проблемы – росту ставок фрахта. Так, по данным агентства Bloomberg ставка фрахта из стран Ближнего Востока в Китай выросла на 700% – до 243000 долларов в сутки. Стоимость фрахта из стран Европы в Индию выросла до 400000 долларов в сутки. [137]

С конца 2020 года медленное восстановление спроса на энергоресурсы снизило остроту проблемы, но не решила ее полностью. Некоторые специалисты полагают, что это стало одной из целого ряда причин, приведшей к росту потребностей в других видах энергоресурсов.

Например, в Китае в 2020 году увеличилось производство электроэнергии на газе на 2% по сравнению с аналогичным периодом 2020 года. Одновременно с ростом производства электроэнергии выросло и потребление

также на 2%. При этом производство и потребление угля, наоборот, снизилось также в среднем на 2%.

В Индии производство газа и потребление в 2020 году увеличилось на 9% за счет более низких спотовых цен, а производство и потребление угля, наоборот, снизилось на 5%.

В РФ в 2020 году произошло падение производства и потребления тепловой электроэнергии на 3,7%, электроэнергии на угле – на 13%, электроэнергии на газе – на 10%. При этом производство и потребление гидроэнергии, напротив, выросло на 12%.

Крупнейшие в мире покупатели СПГ – Китай и Индия – с долями рынка 20% и 11% в 2020 году соответственно, в период пандемии коронавируса COVID-19 увеличили объемы закупаемого газа. В Китае объемы закупаемого газа были увеличены более чем на 50% по сравнению с объемами закупаемого газа 2019 году. Рост произошел за счет наращивания объемов закупаемого трубопроводного газа из России по новому газопроводу «Сила Сибири» до 4,1 млрд м³ в 2020 году. Напротив, поставки газа из Туркменистана в Китай существенно снизились. Поставки газа в Китай из стран Юго-Восточной Азии упали на 14% (около 6 млрд м³ в 2020 году).

Такое перераспределение интенсивности товарных потоков в Китае отражает переориентацию в китайских цепях поставок на рынке энергоресурсов в пользу увеличения потребительского спроса на закупаемый в России трубопроводный газ, поставляемый по газопроводу «Сила Сибири».

Аналогично были увеличены объемы закупаемого газа более чем на 50% в Турции за счет увеличения поставок из Ирана трубопроводного газа.

Поставки газа из стран Северной Африки в целом увеличились на 8% во второй половине 2020 года.

В странах Европы объемы закупаемого трубопроводного газа в 2020 году были снижены на 13% в основном за счет снижения объемов поставок газа из стран Северной Африки и России.

Многие страны-производители газа в условиях снижения спроса в период пандемии коронавируса COVID-19 сократили объемы производства в первой половине 2020 года. Среди таких стран Малайзия, Оман, Тринидад, Египет, Индонезия и некоторые другие страны. В конце 2020 года и в 2021 году объемы производства были сначала восстановлены, а затем увеличены в среднем на 25% за счет увеличения спроса.

Произошло перераспределение интенсивности товародвижения в цепях поставок на рынке энергоресурсов из-за колебаний потребительского спроса и цен на энергоресурсы.

Таким образом, в 2020 году основным фактором развития рынка энергоресурсов признана пандемия коронавируса COVID-19. Некоторые специалисты отмечают, что «в начале 2020 года перед началом мирового кризиса нетто-экспортеры топливно-энергетических товаров не приняли соответствующих мер по стабилизации рынка, несмотря на очевидные издержки и потери национальных бюджетов, вызванные пандемией коронавируса». [30]

Международное аналитическое агентство International Energy Agency (IEA) отмечает, что пандемия коронавируса COVID-19 стала причиной почти 5%-ого сокращения мирового спроса на энергоресурсы в 2020 году. [75]

По оценкам экспертов [47] мировой рынок энергетики в посткоронавирусную эпоху предположительно будет развиваться поэтапно, согласно следующему сценарию (рисунок 3.2):

1. На первом этапе согласно оптимистическому сценарию *Stated Policies Scenario (STEPS)*, рынок производства и потребления энергоресурсов будет взят под контроль правительствами стран и стабилизируется в 2021 году.

2. На втором этапе согласно сценарию постепенного восстановления *Delayed Recovery Scenario (DRS)* мировая экономика сможет выйти на докризисный уровень производства и потребления энергоресурсов к 2023 году.

3. На третьем этапе будет применен сценарий устойчивого развития *Sustainable Development Scenario (SDS)*, который основан на регулировании

рынка в условиях соблюдения международных соглашений по контролю вредных выбросов в атмосферу, таких как Парижское соглашение об изменении климата.

4. На четвертом этапе реализация сценария *Net Zero Emissions by 2050 case (NZE2050)* должна привести к глобальному снижению вредных выбросов до нуля к 2050 году.

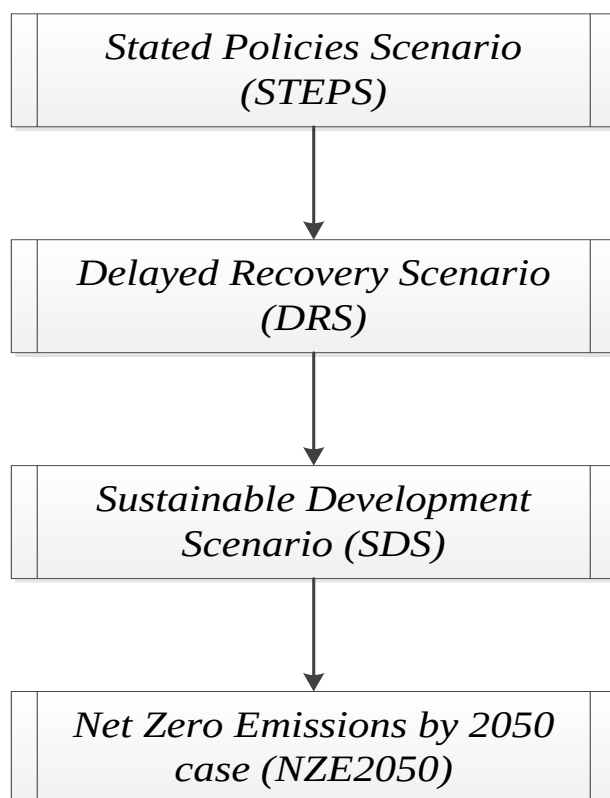


Рисунок 3.2 – Этапы развития мирового рынка энергетики до 2050 года [75]

Изучение основных трендов развития мирового рынка энергетики в условиях пандемии коронавируса COVID-19 показало, что, не смотря на резкое падение спроса на энергоресурсы из-за санитарного кризиса, экспертные оценки будущих потребностей в энергии достаточно оптимистичны. Предполагается, что в посткоронавирусную эпоху спрос на энергоресурсы выйдет на докризисный уровень к 2024 году. При этом общемировой тенденцией в производстве и потреблении энергии станет тенденция к глобальному снижению

вредных выбросов в атмосферу до нуля уже к 2050 году благодаря соблюдению международных соглашений, в частности Парижского соглашения об изменении климата, а также тенденция оптимизации затрат на обслуживание логистических процессов за счет внедрения современных цифровых технологий.

В исследовании составлен прогноз производства и потребления энергоресурсов. При его составлении был применен метод прогнозирования FORECAST, преимуществом которого является создание нескольких сценариев развития – базового, позитивного и консервативного.

Полученные прогнозные данные представлены на рисунках 3.3, 3.4, 3.5.

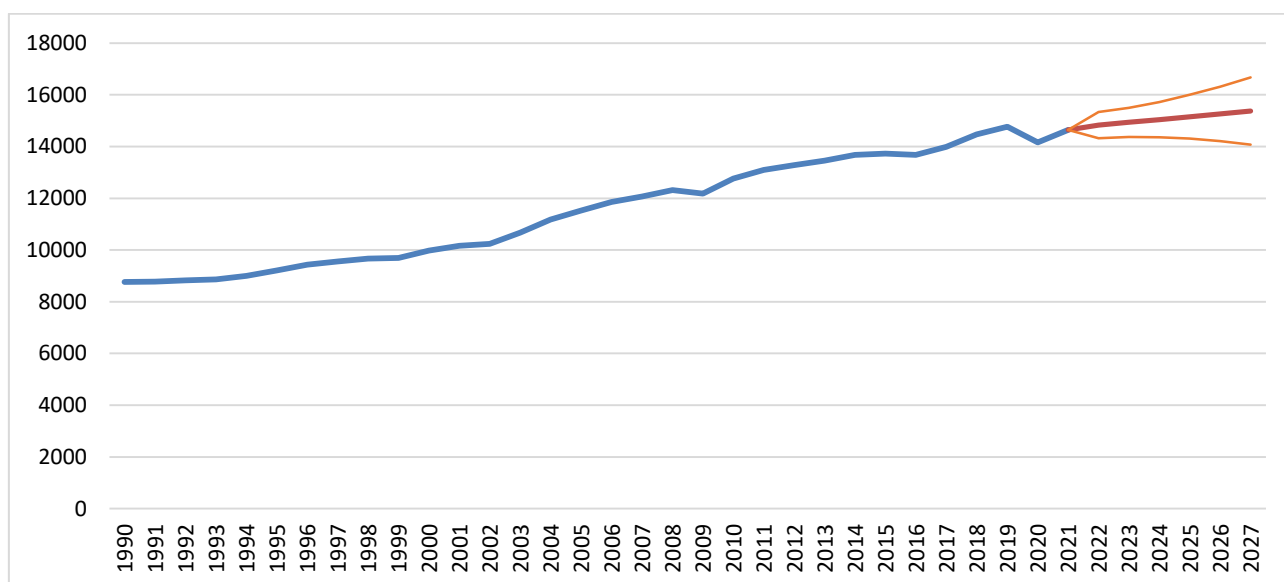


Рисунок 3.3 – Прогноз мирового производства энергоресурсов до 2027 года методом FORECAST (в Mtoe)

Сопоставление результатов прогнозирования показали, что мировое производство и потребление энергоресурсов имеют положительную динамику для всех вариантов развития – базового, позитивного и консервативного. Это подтверждает предположение о том, что дальнейшее развитие мировой экономики невозможно без производства и потребления энергоресурсов.

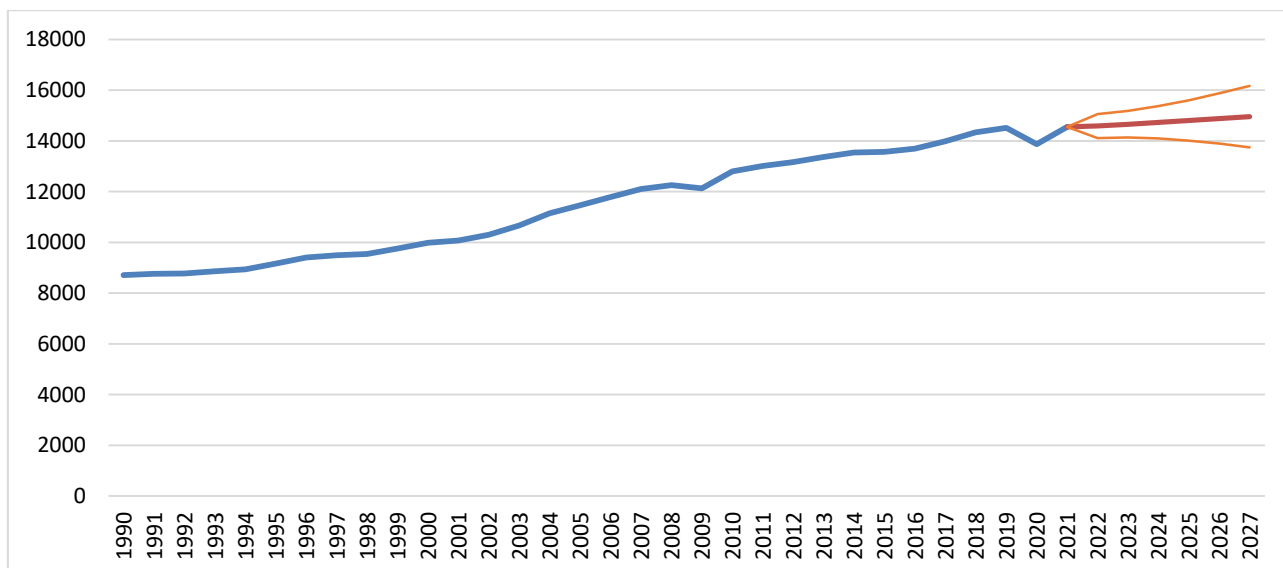


Рисунок 3.4 – Прогноз мирового потребления энергоресурсов до 2027 года методом FORECAST (в Mtoe)

Поскольку спрос и предложение на энергоресурсы в различных регионах отличается по объемам производства и потребления, то возникает необходимость в перемещении энергоресурсов, а, следовательно, в развитии логистических цепей поставок. Согласно полученным прогнозам, объемы производства и потребления будут расти, а, следовательно, будет увеличиваться и спрос на логистику.

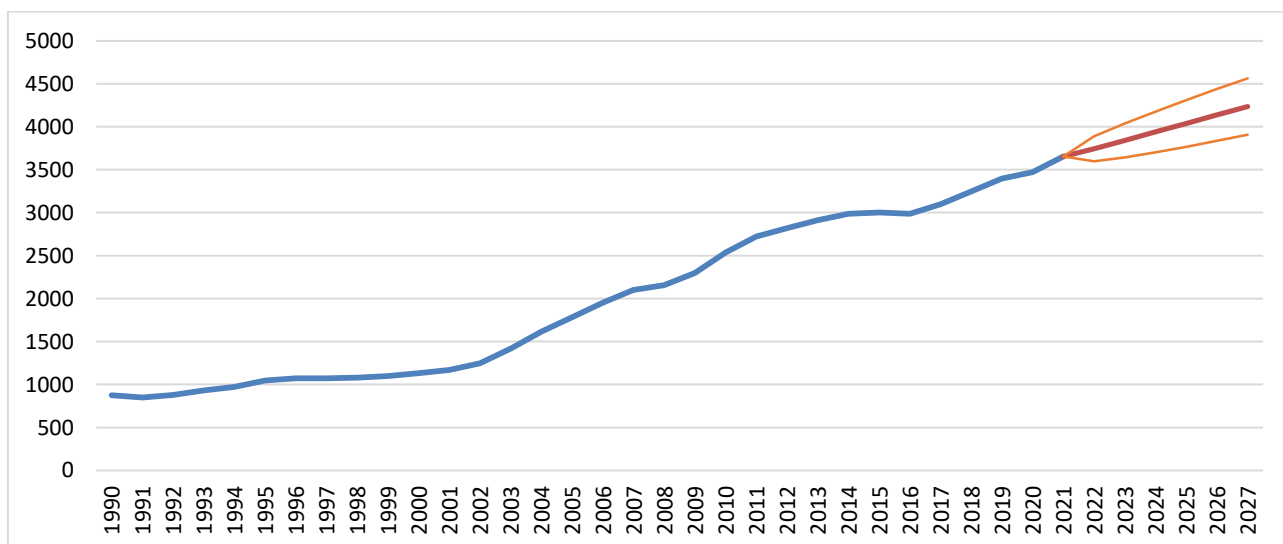


Рисунок 3.5 – Прогноз потребления энергоресурсов в Китае до 2027 года методом FORECAST (в Mtoe)

Так, по данным экспертов «мировой рынок цифровой логистики, включающий в себя системы управления складом, трудовыми ресурсами и транспортом, в 2021 г. оценивается в \$18,1 млрд, а к 2030 г. он вырастет до \$77,52 млрд. Среднегодовой темп роста в этот период составит 17,5%» [65].

Если оценивать потребление энергоресурсов в Китае, то наблюдается тенденция к еще большему росту потребления, что может быть объяснено ростом ВВП страны и увеличением доли промышленного производства в ВВП. Также на рост потребления энергоресурсов в Китае оказывает влияние увеличение объемов затрат на транспортно-логистическое обслуживание.

3.2. Разработка моделей проектирования цепей поставок на рынке энергоресурсов в условиях цифровой трансформации

Различия в проектировании цепей поставок на рынке энергоресурсов с учетом их возобновляемости обусловлены объектом управления материального потока.

В цепях поставок невозобновляемых источников энергии объектом управления являются сами ресурсы (уголь, нефть и нефтепродукты, газ и продукты газохимии и т.п.) и процессы, направленные на их разведку, добычу, переработку, транспортировку, хранение и потребление.

В цепях поставок возобновляемых источников энергии объектом управления являются не сами ресурсы, а выработанная электрическая энергия, а также оборудование и технологии для их производства и хранения – турбины для атомных и гидроэлектростанций, ветряные генераторы, солнечные батареи, накопители для хранения электрической энергии и т.п.

Эффективность функционирования цепей поставок на рынке энергоресурсов зависит от влияния многих факторов как внешних, так и внутренних.

По своей сути, цепь поставок невозобновляемых источников энергии представляет собой последовательность выполнения логистических процес-

сов, начиная от добычи ресурсов, их переработки, транспортировки и хранения, и, заканчивая сбытом готовой продукции. При этом структура цепи поставок будет различной в зависимости от того, какие энергоресурсы перерабатываются.

Проектирование цепи поставок начинается с выработки стратегических целей, которые должны быть реализованы в результате организации процесса товародвижения по цепи.

В соответствие с заявленными трендами развития мирового рынка энергоресурсов стратегические цели цепи поставок формулируются следующим образом:

1. Создание оптимальной структуры и оптимизация производительности цепи поставок.
2. Повышение экологической устойчивости цепи поставок.
3. Управление рисками цепи поставок с целью их минимизации.

С учетом возобновляемости энергоресурсов, стратегические цели цепи поставок будут трансформироваться следующим образом (таблица 3.2).

Трансформация стратегических целей проектирования цепей поставок на рынке энергоресурсов будет зависеть от объекта управления. Поскольку в цепях поставок невозобновляемых источников энергии объектом управления являются сами ресурсы, оптимизация цепи поставок обусловлена тем, что размещение производства для добычи и первичной переработки тяготеет к местам добычи ресурсов. Это требует развития транспортно-логистической инфраструктуры, способной обеспечить потребности производственной системы в доставке сырья и комплектующих к производственным площадкам и доставке готовой продукции по цепи поставок к местам их непосредственного потребления.

Таблица 3.2 – Трансформация стратегических целей проектирования цепей поставок на рынке энергоресурсов с учетом их возобновляемости

Цели проектирования цепей поставок	Цепи поставок невозобновляемых энергоресурсов	Цепи поставок возобновляемых энергоресурсов
Создание оптимальной структуры и оптимизация производительности цепи поставок	Оптимизация цепи поставок обусловлена тем, что размещение производства по добыче и первичной переработке тяготеет к местам добычи ресурсов	Оптимизация цепи поставок обусловлена тем, что размещение производства ориентировано на наличие дешевых факторов (труда, земли, технологий), а также тяготеет к местам потребления готовой продукции
Повышение экологической устойчивости цепи поставок	Экологическая устойчивость обусловлена видом добываемого ресурса	Экологическая устойчивость цепи поставок возобновляемых энергоресурсов обусловлена особенностями производства, доставки, инсталляции, а также эксплуатации и дальнейшей утилизации оборудования, необходимого для производства энергии
Управление рисками цепи поставок с целью их минимизации	Профили риска: - колебания спроса и предложения на энергоресурсы; - особенности формирования и развития производственной и транспортно-логистической инфраструктуры; - степень негативного воздействия потребления энергоресурсов на окружающую среду	Профили риска: - влияние природных факторов (освещённости, силе ветра и т.д.) на изменения объемов производства энергоресурсов; - особенности хранения электрической энергии; - стоимость и доступность материально-технических ресурсов и технологий для производства, доставки, инсталляции, а также эксплуатации и дальнейшей утилизации оборудования, необходимого для производства энергии

Экологическая устойчивость цепи поставок невозобновляемых энергоресурсов обусловлена видом добываемого ресурса. Учитывая такие факторы как истощение энергоресурсов, уровень загрязнения окружающей среды и т.п. экологическая устойчивость цепи поставок должна быть направлена на создание технологий, позволяющих выполнять все виды логистических операций с наименьшим ущербом для окружающей среды.

Система управления рисками цепи поставок невозобновляемых энергоресурсов должна соответствовать проектируемым бизнес-процессам.

Профили риска будут определяться колебаниями спроса и предложения на энергоресурсы, особенностями формирования и развития производственной и транспортно-логистической инфраструктуры, степенью негативного воздействия потребления энергоресурсов на окружающую среду.

Стратегическая ориентация целей проектирования цепей поставок на рынке возобновляемых источников энергии будет несколько иной.

Так как цепях поставок возобновляемых источников энергии объектом управления являются не сами ресурсы, а выработанная электрическая энергия, а также оборудование и технологии для их производства и хранения, то трансформация стратегических целей проектирования таких цепей поставок будет обусловлена тем, что размещение производства ориентировано на наличие дешевых факторов (труда, земли, технологий), а также тяготеет к местам потребления готовой продукции.

Экологическая устойчивость цепи поставок возобновляемых энергоресурсов обусловлена особенностями производства, доставки, инсталляции, а также эксплуатации и дальнейшей утилизации оборудования, необходимого для производства энергии. Экологическая устойчивость цепи поставок должна быть направлена на создание технологий, позволяющих выполнять все виды логистических операций с наименьшим ущербом для окружающей среды.

Система управления рисками цепи поставок возобновляемых энергоресурсов должна соответствовать проектируемым бизнес-процессам. Про-

фили риска будут определяться изменением в производстве энергоресурсов, которое зависит от природных факторов (освещённости, силе ветра и т.д.), особенностями хранения электрической энергии, стоимостью и доступностью материально-технических ресурсов и технологий для производства, доставки, инсталляции, а также эксплуатации и дальнейшей утилизации оборудования, необходимого для производства энергии.

Рассмотрим особенности проектирования цепей поставок на рынке энергоресурсов с учетом их возобновляемости.

Если проектируется цепь поставок невозобновляемых энергоресурсов (нефти, газа, угля и т.д.), то процесс товародвижения в цепи поставок будет выглядеть следующим образом (рисунок 3.6).

Для достижения поставленных целей вырабатывается алгоритм проектирования цепи поставок, который состоит из следующих этапов:

Этап 1. Разведка. Проектирование цепей поставок невозобновляемых энергоресурсов начинается с составления карты местности, где планируется проводить поиск месторождений. Далее осуществляется геологоразведка, которая представляет собой комплекс работ, направленных на обнаружение месторождения и его подготовку к промышленному освоению. Принимается решение о разработке месторождения. В случае принятия положительного решения, проектирование цепи поставок переходит на второй этап.

Этап 2. Разработка месторождения. Разработка месторождения начинается с подготовки логистической инфраструктуры: подготовки подъездных путей к месторождению, доставки и установки оборудования, создания необходимой социальной инфраструктуры, системы связи и т.д. Добываются образцы породы, организуется их доставка для проведения лабораторных исследований. На основании проведенных исследований принимается решение о добыче в промышленных масштабах. В случае принятия положительного решения, проектирование цепи поставок переходит на третий этап.

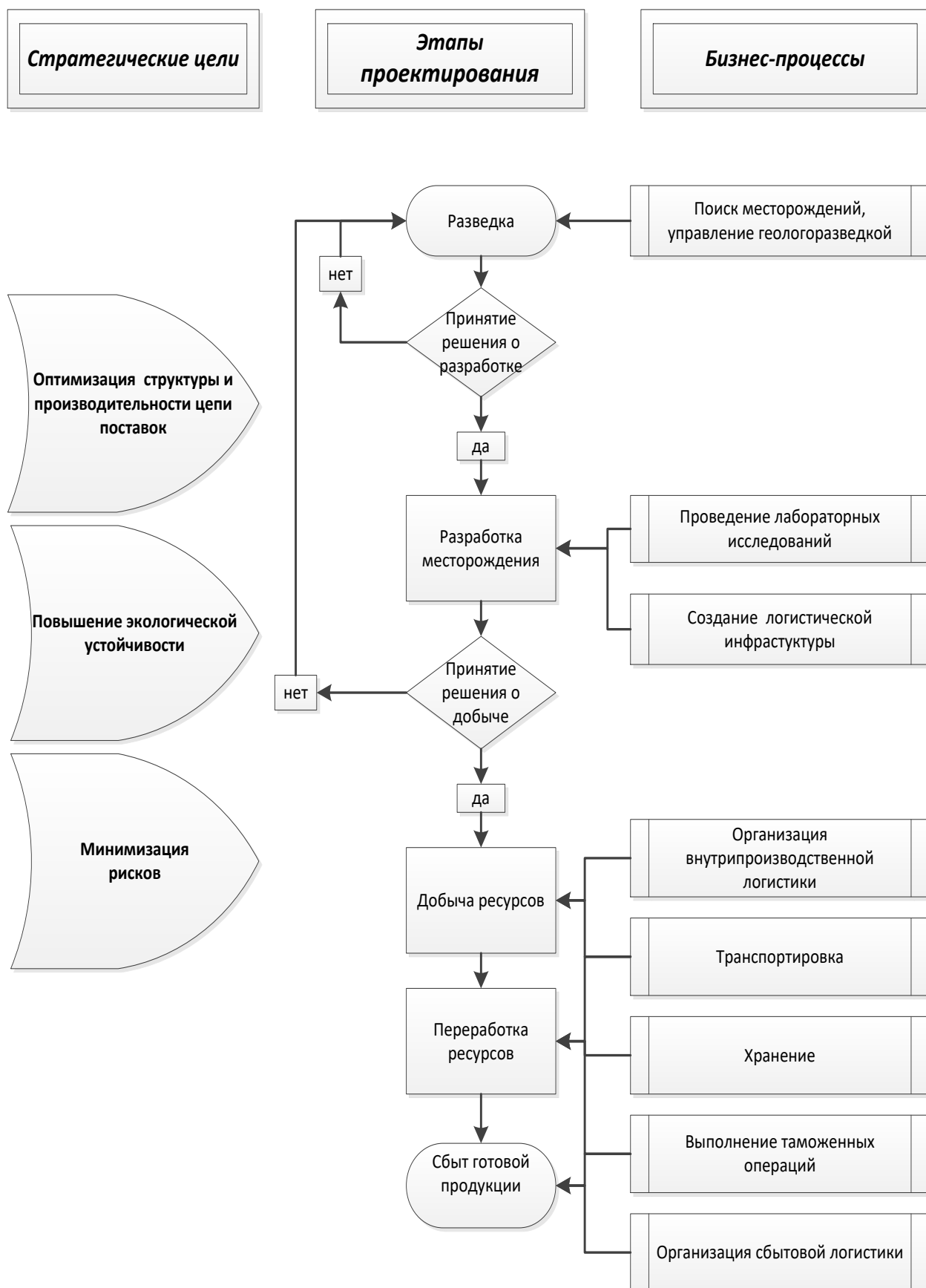


Рисунок 3.6 – Модель проектирования цепей поставок невозобновляемых энергоресурсов

Этап 3. Добыча ресурсов. Процесс добычи ресурсов заключается в разработке месторождения, извлечения ресурсов, первичной переработки и их дальнейшей транспортировки к местам переработки или полезного использования. Это составляет основу организации процесса внутрипроизводственной логистики.

Этап 4. Переработка ресурсов. Доставленные с места добычи ресурсы подвергаются переработке. Переработка энергоресурсов представляет собой последовательность операций, направленных на отделение полезных компонентов от примесей (процесс обогащения). Этот процесс в России регулируется на законодательном уровне. Регламент добычи и переработки полезных ископаемых изложен в Модельном кодексе о недрах и недропользовании для государств-участников СНГ от 07.12.2020 г. №20-8. В результате добычи полезных ископаемых и их последующей переработки образуются вредные вещества, которые загрязняют окружающую среду. Поэтому при переработке добываемых ресурсов необходимо вести калькуляцию и контроль вредных выбросов. В России этот процесс регулируется системой национальных стандартов. В мире меры по снижению вредных выбросов в атмосферу регулируется Рамочной конвенцией ООН об изменении климата, принятой в Париже и вступившей в силу 04.11.2016 года. К настоящему времени договор ратифицировали 186 страны.

Этап 5. Сбыт готовой продукции. Организация сбыта готовой продукции начинается с поиска потенциальных покупателей, установления с ними партнерских отношений и последующего заключения с ними договора на поставку продукции, согласно условиям сделки. Особенности осуществления поставки зависят от условий контракта. Как правило, оговаривается выполнение операций по транспортировке, хранению, экспедированию. При проектировании международной цепи поставок энергоресурсов требуется согласование выполнения таможенных операций, процесса международного экспедирования и перехода обязательств и рисков от продавца к покупателю со-

гласно условиям поставки ИНКОТЕРМС. В типовой перечень операций по сбыту энергоресурсов входят:

- предпродажная и послепродажная подготовка товаров;
- экспертиза товаров;
- подготовка товаров к отправке;
- выбор транспорта и способа доставки груза;
- маршрутизация;
- отслеживание грузов в пути;
- консолидация грузов;
- калькуляция и контроль вредных выбросов, связанных с транспортировкой грузов;
- организация хранения грузов в пути;
- выполнение таможенных операций для экспортных, импортных и транзитных грузов;
- страхование груза и ответственности.

Если проектируется цепь поставок энергоресурсов, получаемых из возобновляемых источников энергии (энергия солнца, ветра, воды и т.д.), то процесс товародвижения в цепи поставок будет выглядеть следующим образом (рисунок 3.7).

Алгоритм проектирования цепи поставок энергоресурсов, получаемых из возобновляемых источников энергии состоит из следующих этапов:

Этап 1. Поиск места для установки энергооборудования. Проектирование цепей поставок начинается с поиска вариантов мест для установки энергооборудования, проводится первичный анализ физико-географические и климатические особенности местности. По результатам этого анализа определяется источник энергии (энергия солнца, ветра воды и т.п.) и способ добычи. Оценивается доступность получения энергии выбранным способом. В случае принятия положительного решения, проектирование цепи поставок переходит на второй этап.

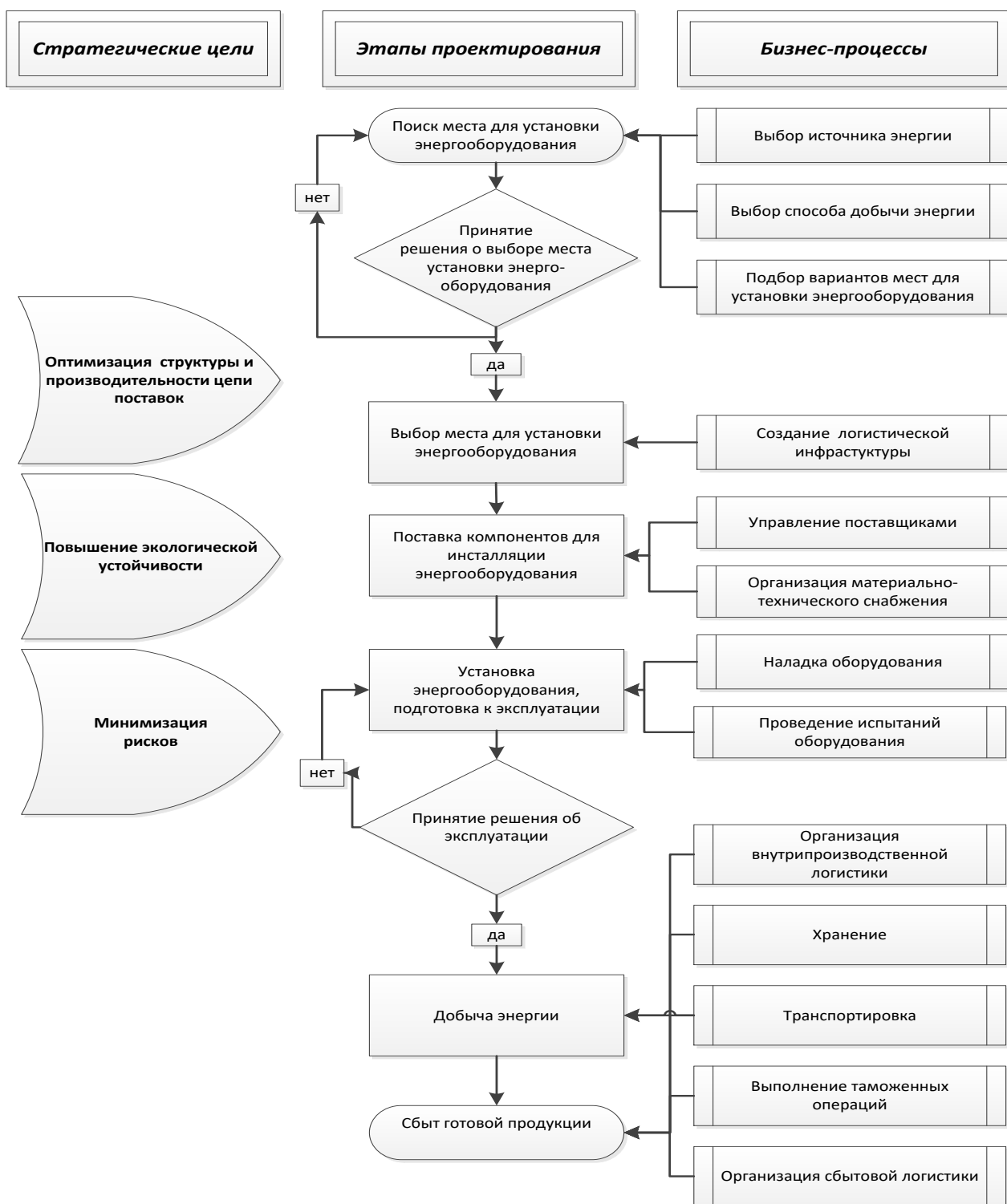


Рисунок 3.7 – Модель проектирования цепей поставок оборудования для производства и распределения электрической энергии, полученной из возобновляемых энергоресурсов

Этап 2. Выбор места для установки энергооборудования. При выборе места установки энергооборудования в первую очередь оценивается слож-

ность рельефа и степень развитости логистической инфраструктуры. Проводится оценка рыночного спроса и стоимостные характеристики производимой в регионе энергии. Оценивается уровень конкуренции. В случае принятия положительного решения, проектирование цепи поставок переходит на третий этап.

Этап 3. Поставка компонентов для инсталляции оборудования. Особенности реализации третьего этапа будут зависеть от выбора источника энергии. Если в качестве источника получения энергии используется энергия воды, то возводятся гидроэлектростанции для преобразования энергии воды в электроэнергию. Для использования энергии солнца устанавливаются солнечные батареи. Для использования энергии ветра устанавливаются ветрогенераторы и т.п.

На этом этапе определяется потребность в материалах и компонентах. Организация материально-технического снабжения начинается с поиска потенциальных поставщиков, установления с ними партнерских отношений и последующего заключения с ними договора на поставку материалов и компонентов, согласно условиям сделки.

Этап 4. Установка и подготовка к эксплуатации энергооборудования. Поставленные материалы и компоненты используются для инсталляции оборудования. Происходит наладка оборудования, проводятся его испытания. В случае проведения успешных испытаний принимается решение о запуске установки в эксплуатацию.

Этап 5. Добыча энергии. Процесс добычи энергии из возобновляемых источников заключается в эксплуатации энергооборудования и выработки энергии для ее последующей поставки до мест потребления.

Этап 6. Сбыт готовой продукции. Как правило, результатом добычи энергии из возобновляемых источников является электрическая энергия, а основным способом ее доставки до потребителей являются линии электропередачи. Поэтому при организации сбыта электроэнергии создается сеть линий электропередач от мест добычи до мест потребления электроэнергии.

Сбытовые компании заключают с потребителями договор на поставку электроэнергии по установленным тарифам.

Анализ рынка мировой энергетики показал, что потребление всех видов энергоресурсов связано с постоянно увеличивающимися объемами промышленного производства и грузоперевозок. Пандемия коронавируса повлияла на снижение потребления энергоресурсов в 2020 году, но не изменила общую тенденцию к росту мирового энергопотребления.

Другая мировая тенденция на рынке энергоресурсов заключается в снижении вредных выбросов в атмосферу при добыче и транспортировке энергоресурсов.

Вместе с тем, при проектировании цепей поставок энергоресурсов должны учитываться риски, которые несут все участники цепей поставок, в том числе и потребители энергии. Добиться минимизации рисков для потребителей можно за счет эксплуатации различных источников энергии, как возобновляемых, так и невозобновляемых. В этом случае при отказе одних источников энергии (например, выходе из строя ветрогенераторов или солнечных батарей из-за непогоды) можно было наладить бесперебойную поставку энергии из других источников.

Это требует проектирования оптимальной сетевой структуры цепей поставок энергоресурсов на основе оптимизации снабженческих, производственных и сбытовых процессов, повышения экологической устойчивости и создания системы управления рисками с целью их минимизации.

3.3. Методические рекомендации по подбору цифровых логистических технологий и сервисов в цепях поставок на рынке энергоресурсов с учетом их возобновляемости

В настоящее время внедрение цифровых логистических технологий и сервисов в цепь поставок на рынке энергоресурсов для повышения эффективности их функционирования является одним из наиболее востребованных инновационных направлений.

Вопросам выбора и внедрения технологий в цепь поставок традиционно уделяется внимание, поскольку от того, какие технологии и сервисы будут интегрированы в цепь поставок, зависит эффективность функционирования проектируемой цепи поставок.

Так, Слоун Р., Дитман Дж., Менцер Дж. утверждают, что «неправильно понятая или некорректно внедренная технология может привести к серьезным потерям вместо улучшений». [95, с.123]

Внедрение цифровых логистических технологий и сервисов в цепь поставок на рынке энергоресурсов приводит к цифровой трансформации, которая нашла свое отражение в изменении подходов к конфигурированию сетевой структуры цепей поставок на основе новой бизнес-модели, суть которой можно сформулировать следующим образом. Для того, чтобы внедрение цифровых логистических технологий и сервисов в цепь поставок было эффективным, необходимо применять комплексный подход к их внедрению. Одним из вариантов комплексного решения являются платформенные решения.

Создание партнерских цифровых платформ или электронных торговых площадок для реализации технических и технологических инноваций получает все более широкое распространение на рынке энергетических ресурсов.

Наиболее перспективными на рынке энергетических ресурсов, на наш взгляд, являются цифровые платформы следующих типов:

- цифровые биржи – электронные торговые площадки для осуществления сделок купли-продажи товаров;

- цифровые агрегаторы – электронные логистические площадки по предоставлению комплекса логистических услуг.

- цифровые платформы смешанного типа – электронные площадки, где можно заключить сделку купли-продажи товаров и получить комплекс логистических услуг для продвижения товаров по цепи поставок.

В моделях проектирования цепей поставок возобновляемых и невозобновляемых энергоресурсов, разработанных в предыдущем параграфе, каждому этапу товародвижения соответствуют определенные бизнес-процессы. Внедрение цифровых логистических технологий и сервисов будет способствовать совершенствованию этих процессов, снижению временных, финансовых и трудовых издержек при реализации, как в целом всего процесса товародвижения, так и каждого из его этапов.

При осмыслении первопричин внедрения цифровых логистических технологий и сервисов на рынке энергоресурсов можно выделить следующие основные предпосылки:

1. Высокий уровень как внешней (другие источники энергии), так и внутренней (другие производители) конкуренции заставляют производителей внедрять различные технологии и сервисы в борьбе за долю рынка.

2. Клиентоориентированный подход к проектированию цепей поставок на рынке энергоресурсов требует внедрения цифровых технологий и сервисов для создания более комфортной клиентской среды: повышение прозрачности и удобства пользования, взаимосвязь с другими услугами, удешевление энергии.

3. Тарифное давление на рынке энергетики приводит к необходимости поиска новых возможностей для снижения капитальных и операционных затрат и выявления дополнительных источников дохода.

4. Государственное и межгосударственное регулирование энергетического рынка, которое проявляется в принятии стратегических торгово-политических решений и требует разработки и внедрения рыночных меха-

низмов по адаптации участников цепей поставок и создания новых хозяйственных связей.

Внедрение цифровых логистических технологий и сервисов на рынке энергетики можно осуществляется по нескольким основным направлениям: [73]

1. Аналитика больших данных (Big Data Analytics).
2. Платформы и цифровые интерфейсы взаимодействия с клиентами.
3. Цифровизация внутренних процессов.
4. Инструменты коммуникации рынков и стандартизация.
5. IT-архитектура, IT-безопасность и защита данных.

Каждому из представленных направлений соответствуют цифровые решения, при реализации которых применяются те или иные цифровые логистические технологии и сервисы (таблица 3.3).

Таблица 3.3 – Внедрение цифровых логистических технологий и сервисов на рынке энергетики (составлено по данным [73])

Направления внедрения	Примеры цифровых логистических технологий и сервисов
1. Аналитика больших данных (Big Data Analytics)	- блокчейн; - моделирование на основе Big Data; - цифровые двойники
2. Платформы и цифровые интерфейсы взаимодействия с клиентами	- цифровые каналы коммуникации с клиентом; - удаленное обслуживание потребителей; - смарт-контракты
3. Цифровизация внутренних процессов	- аддитивное производство; - промышленный интернет; - информационная геологическая система; - центр пространственной визуализации
4. Инструменты коммуникации рынков и стандартизация	- глобальные системы слежения; - услуги хранения и создания сетевого резерва; - распределенная система накопителей энергии; - создание распределительных сетей - внедрение компонентов и технологий умной сети
5. IT-архитектура, IT-безопасность и защита данных	- комплекс интеллектуальных систем для обеспечения безопасности работ; - автоматизированный центр управления

Цифровая трансформация цепей поставок невозобновляемых энергоресурсов основана на внедрении различных технологий и сервисов. Такой подход позволяет находить релевантные решения, способствующие совершенствованию как внутренних, так и межотраслевых процессов, обеспечивающих платформенные решения при реализации стратегии энергетической компании.

Таким образом, именно трансформация крупнейших энергетических компаний, основанная на изменении операционной и бизнес-модели, будет способствовать развитию отрасли.

Основываясь на разработанной в предыдущем параграфе модели проектирования цепей поставок невозобновляемых энергоресурсов, соотнесем этапы товародвижения и соответствующие им бизнес-процессы с разработкой и внедрением цифровых логистических технологий и сервисов (рисунок 3.8).

Основными участниками цепей поставок невозобновляемых энергоресурсов являются энергетические компании, а также компании-производители и поставщики оборудования, компании-производители и поставщики информационно-коммуникационных технологий и сервисов, бытовые и промышленные потребители. Происходит «размывание» границ сетевой структуры цепи поставок, за счет кооперации между представителями разных отраслей создаются и внедряются новые сервисы (таблица 3.4).

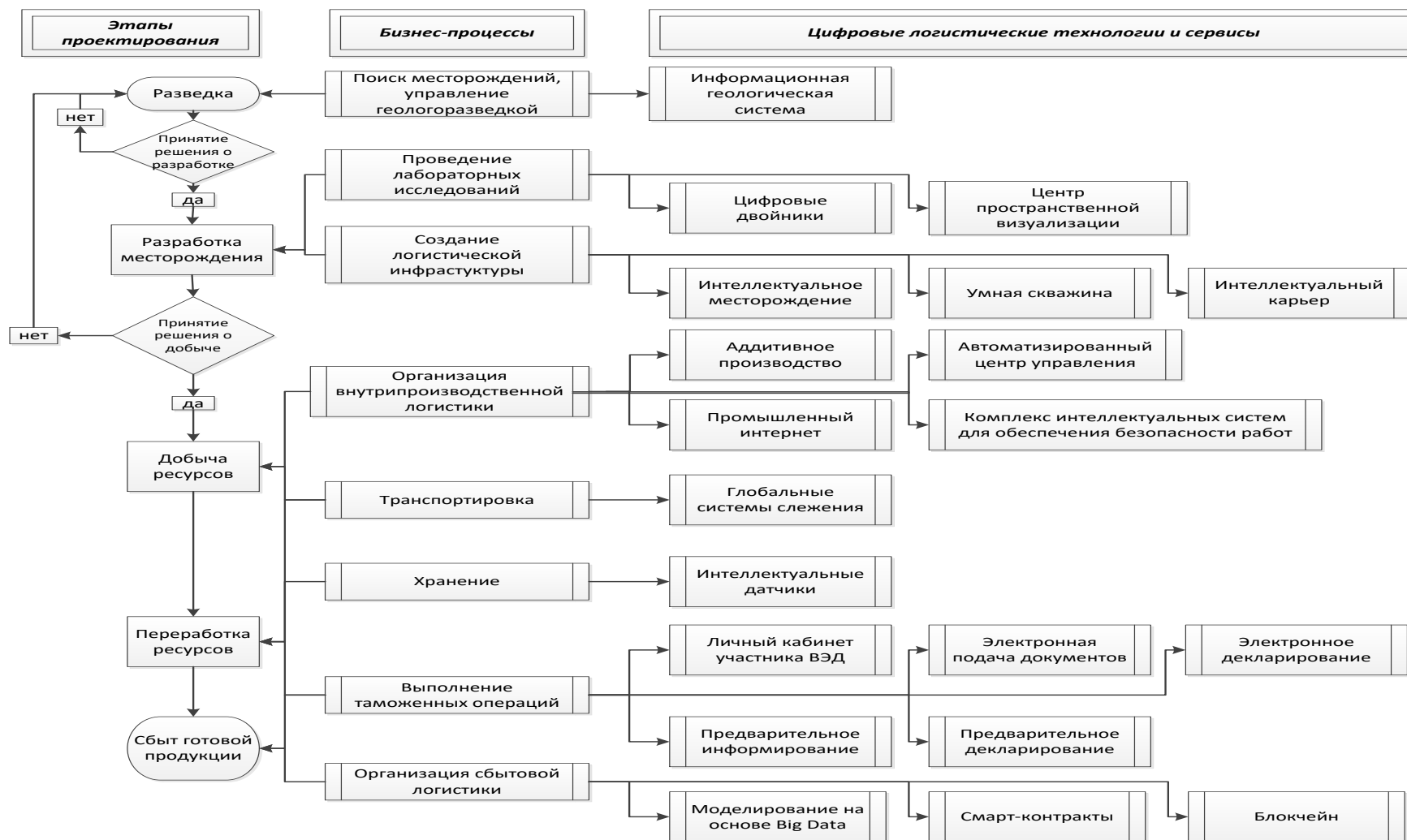


Рисунок 3.8 – Модель внедрения цифровых логистических технологий и сервисов при проектировании цепи поставок невозобновляемых энергоресурсов

Таблица 3.4 – Примеры кросс-отраслевого взаимодействия участников цепей поставок возобновляемых энергоресурсов при внедрении цифровых логистических технологий и сервисов (составлено по данным [46])

Участники цепей поставок возобновляемых энергоресурсов	Примеры цифровых логистических технологий и сервисов
1. Энергетические компании	- «умные» счетчики; - платежные сервисы; - услуги ЖКХ в сегменте «умного» дома (B2C); - развитие консультационных услуг по управлению активами (B2B)
2. Компании-производители и поставщики оборудования	- обслуживание объектов производства энергии, оптимизированное через ПО; - управление данными учета событий, накопление данных
3. Компании-производители и поставщики информационно-коммуникационных технологий и сервисов	- система «умный» дом; - система управления энергообеспечением здания через предустановленное ПО; - эксплуатационные датчики с закрытым протоколом
4. Бытовые и промышленные потребители	- массивы солнечных батарей для промышленного потребления; - ветрогенерация и солнечные панели для станций подзарядки автомобилей; - собственные возобновляемые источники энергии для сокращения выбросов CO₂

Цифровая трансформация цепей поставок возобновляемых энергоресурсов основана на внедрении «сквозных» технологий и сервисов. Такой подход позволяет находить релевантные решения, способствующие совершенствованию как внутренних, так и кросс-отраслевых процессов (рисунок 3.9).

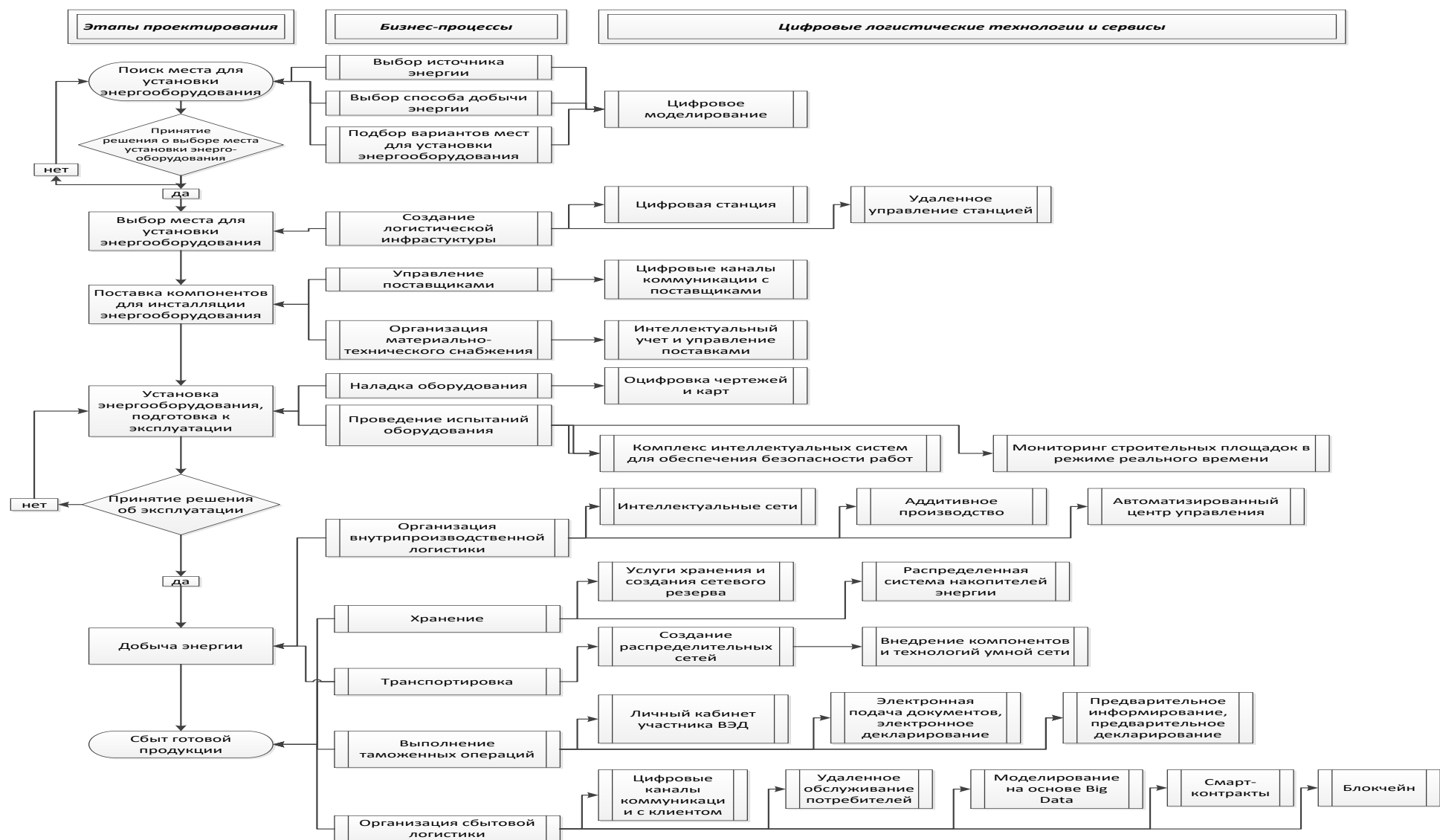


Рисунок 3.9 – Внедрение цифровых логистических технологий и сервисов при проектировании цепи поставок оборудования для производства и распределения электрической энергии, полученной из возобновляемых энергоресурсов

Одной из важнейших проблем управления цепями поставок возобновляемых энергоресурсов является выравнивание спроса и предложения. Объемы производимой и потребляемой электроэнергии возможно выровнять за счет внедрения цифровых сетевых компонентов.

Внедрение компонентов и технологий «умных» сетей построено на принципах формирования единой цифровой сети для обеспечения интеграции информационных сетей на базе цифровой модели. Цифровые компоненты включают датчики и сенсоры, а также платформы сбора и обработки информации с датчиков и сенсоров:

1. Накопители.

2. «Умные» трансформаторы и другие элементы сети, необходимые для интеграции распределенных источников генерации и возобновляемых источников энергии.

3. Системы управления потреблением.

4. Бытовые и промышленные интеллектуальные приборы учета.

«Умные» сети позволяют получать следующие преимущества:

- обеспечение надежности электроснабжения за счет балансировки электросети;
- интеграция новых потребителей;
- поддержка принятия решений на основе big data;
- повышение производительности труда.

Работа «умных» сетей нацелена на:

- рост доли возобновляемых источников энергии;
- рост доли распределенной генерации;
- развитие электротранспорта;
- электроснабжение изолированных территорий.

Развитие научных и прикладных аспектов проектирования цепей поставок на рынке энергоресурсов позволили соотнести идеи цифровой трансформации рынка энергетических ресурсов в целом с учетом приоритетов развития отдельных его участников.

Выявленные проблемы проектирования цепей поставок нашли свое решение через развитие цифровых технологий, внедрение которых требует построения «гибких и устойчивых цепей поставок, вертикально и горизонтально интегрированных с учетом особенностей межфирменного и внутрифирменного взаимодействия между партнерами». [100]

Все проблемы, которые оказывают влияние на эффективность проектирования и управления цепями поставок, можно разбить на несколько блоков по их влиянию на эффективность управления процессами снабжения, переработки и сбыта. При этом наиболее эффективным, на наш взгляд, является системное решение всей совокупности проблем путем цифровой трансформации рынка энергетических ресурсов, исходя из приоритетов развития отдельных его участников.

Для воплощения идеи цифровой трансформации рынка энергетических ресурсов в исследовании разработаны модели проектирования цепей поставок энергоресурсов с учетом их возобновляемости.

Поскольку цепь поставок представляет собой последовательность выполнения логистических процессов, начиная от добычи ресурсов, их переработки, транспортировки и хранения, и, заканчивая сбытом готовой продукции, то различия сетевой структуры цепи поставок будут зависеть от того, какие энергоресурсы перерабатываются. Это нашло свое отражения в этапности процесса международного движения и особенностях управления бизнес-процессами, соответствующими каждому этапу.

При этом стратегические цели цепи поставок как возобновляемых, так и невозобновляемых энергоресурсов будут направлены на:

- создание оптимальной структуры и оптимизация производительности цепи поставок;
- повышение экологической устойчивости цепи поставок;
- управление рисками цепи поставок с целью их минимизации.

Достижению поставленных целей будет способствовать внедрение цифровых логистических технологий и сервисов, направленное на совершен-

ствование бизнес-процессов за счет снижения временных, финансовых и трудовых издержек.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рынок энергоресурсов является одним из самых востребованных и динамично развивающихся в мире.

При этом в 2020 году основным фактором развития рынка энергоресурсов признана пандемия коронавируса COVID-19. Изучение основных трендов развития мирового рынка энергетики в условиях пандемии коронавируса COVID-19 показало, что, не смотря на резкое падение спроса на энергоресурсы из-за санитарного кризиса, экспертные оценки будущих потребностей в энергии достаточно оптимистичны. Предполагается, что в посткоронавирусную эпоху спрос на энергоресурсы выйдет на докризисный уровень к 2023 году. При этом общемировой тенденцией в производстве и потреблении энергии становится тенденция к глобальному снижению вредных выбросов в атмосферу до нуля уже к 2050 году благодаря соблюдению международных соглашений, в частности Парижского соглашения об изменении климата, а также тенденция оптимизации затрат на обслуживание логистических процессов за счет внедрения современных цифровых технологий.

Резюмируя научные идеи, изложенные в диссертации, необходимо отметить, что проектирование цепей поставок в современных условиях получает развитие в тренде Индустрии 4.0., который отражает эффективность внедрения новых логистических технологий и сервисов. Акценты в организации и управлении международными цепями поставок смещены в сторону трансформации традиционных цепей в пространство цифровой экономики. Развитие различных цифровых сервисов и их интеграция в цепи поставок позволяет ускорять, упрощать и удешевлять процесс товародвижения практически на всех его стадиях.

Эффективность проектирования цепей поставок на рынке энергоресурсов зависит от влияния многих факторов как внешних, так и внутренних. По своей сути, цепь поставок представляет собой последовательность выполне-

ния логистических процессов, начиная от добычи ресурсов, их переработки, транспортировки и хранения, и, заканчивая сбытом готовой продукции.

В исследовании выявлено, что среди наиболее востребованных цифровых технологий и сервисов, которые нашли свое применение в цепях поставок, можно выделить следующие: аддитивное производство, цифровые двойники, глобальные системы слежения, интеллектуальные датчики, анализ больших данных, технологии смарт-контрактов, мобильные приложения, облачные сервисы, блокчейн, дополненная и виртуальная реальность, интернет-вещей и т.д.

Постоянное эволюционное развитие цифровых технологий и сервисов позволяет оптимизировать различные процессы в цепях поставок, которые внедряются в результате проектирования и реинжиниринга.

Проектирование цепей поставок опирается на разработку стратегии долгосрочного развития, формирование которой начинается с определения целей стратегического уровня. Учитывая сложность построения и управления в цепях поставок, цели стратегического уровня могут быть направлены на обеспечение непрерывности управления, обеспечение устойчивого развития, обеспечения безопасности и обеспечения постоянного реинжиниринга.

Разработка стратегии долгосрочного развития международной компании можно осуществить в несколько этапов, которые предполагают: проведение ситуационного анализа рынка и положения компании на рынке, определение миссии и стратегических целей, а также разработку сценариев развития и целевой бизнес-модели.

Для того чтобы стратегия долгосрочного развития компании была успешно реализована, необходимо составить программу ее поэтапной реализации – дорожную карту, которая представляет собой план реализации мероприятий с четким графиком и определением ответственности.

В зависимости от того, какие цели стоят перед компанией и какова процессная и объектная декомпозиция проектируемой цепи поставок, система оценочных показателей может содержать те или иные показатели.

Концептуальное воплощение идей проектирования цепей поставок нашло свое отражение в применении системного подхода к организации процесса товародвижения, а выявленные особенности этого процесса определяются спецификой товарного рынка, на котором они спроектированы, а также свойствами товаров, которые являются объектом управления в этих цепях поставок.

Управление логистическими процессами в международных цепях поставок на рынке энергоресурсов представляет собой системный подход к управлению снабженческо-сбытовой деятельностью, обусловленный выполнением внутрипроизводственных операций и сопровождающийся выполнением транспортно-складских операций, а также операций по международному экспедированию грузов и выполнению таможенных операций.

Обобщая результаты проведенного в диссертации анализа функционирования цепей поставок на рынке энергоресурсов необходимо отметить следующее.

1. В настоящее время основными видами энергии, используемыми как в бытовом потреблении, так и в промышленном, являются невозобновляемые источники энергии, такие как нефть, природный газ и уголь.

2. Во всем мире наблюдается постоянный рост потребления энергии в промышленном и бытовом секторах, и, как следствие, рост ее производства.

3. Проектирование цепей поставок во многом обусловлено видами энергоресурсов, являющихся объектами товародвижения:

- при проектировании цепей поставок, объектом товародвижения в которых являются невозобновляемые источники энергии, необходимо выделять следующие логистические процессы: разведка, добыча, переработка, транспортировка и хранение, сбыт готовой продукции;

- при проектировании цепей поставок, объектом товародвижения в которых являются электроэнергия, полученная из различных источников, необходимо выделять следующие логистические процессы: поиск и выбор места для установки энергооборудования, поставка компонентов для инсталляции

оборудования, установка и подготовка к эксплуатации энергооборудования генерация электроэнергии, строительство и обслуживание сетей, потребление электроэнергии, а также купля-продажа электроэнергии на оптовом и розничном рынках.

Развитие научных и прикладных аспектов проектирования цепей поставок на рынке энергоресурсов позволили соотнести идеи цифровой трансформации рынка энергетических ресурсов в целом с учетом приоритетов развития отдельных его участников.

Выявленные проблемы проектирования цепей поставок нашли свое решение через развитие цифровых технологий, внедрение которых требует построения «гибких и устойчивых цепей поставок, вертикально и горизонтально интегрированных с учетом особенностей межфирменного и внутрифирменного взаимодействия между партнерами». [6]

По мнению автора, драйверами развития рынка энергоресурсов являются:

- изменение в потребностях промышленных, транспортных и логистических компаний влияет на динамику мировых цен на энергоресурсы;
- повсеместное внедрение современных цифровых технологий для обслуживания логистических процессов переводит потребление энергоресурсов на новый уровень;
- стремление поддержать уровень экологии увеличивает интерес к возобновляемым источникам энергии;
- изменение ценовой политики крупнейших производителей энергоресурсов в области логистики влияет на стоимость товаров и услуг.

Все проблемы, которые оказывают влияние на эффективность проектирования и управления цепями поставок, можно разбить на несколько блоков по их влиянию на эффективность управления процессами снабжения, переработки и сбыта. При этом наиболее эффективным, на наш взгляд, является системное решение всей совокупности проблем путем цифровой трансформации.

ции рынка энергетических ресурсов, исходя из приоритетов развития отдельных его участников.

Для воплощения идеи цифровой трансформации рынка энергетических ресурсов автором разработаны модели проектирования цепей поставок энергоресурсов с учетом их возобновляемости.

Поскольку цепь поставок представляет собой последовательность выполнения логистических процессов, начиная от добычи ресурсов, их переработки, транспортировки и хранения, и, заканчивая сбытом готовой продукции, то различия сетевой структуры цепи поставок будут зависеть от того, какие энергоресурсы перерабатываются. Это нашло свое отражения в этапности процесса международного движения и особенностях управления бизнес-процессами, соответствующими каждому этапу.

В исследовании определено, что стратегические цели цепи поставок как возобновляемых, так и невозобновляемых энергоресурсов будут направлены на:

- создание оптимальной структуры и оптимизация производительности цепи поставок;
- повышение экологической устойчивости цепи поставок;
- управление рисками цепи поставок с целью их минимизации.

Автор приходит к выводу, что достижению поставленных целей будет способствовать внедрение цифровых логистических технологий и сервисов, направленное на совершенствование бизнес-процессов за счет снижения временных, финансовых и трудовых издержек.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

1. Авдейчикова, Е.В. Логистические процессы, протекающие в онлайн-каналах продаж /Е.В. Авдейчикова // Norwegian Journal of Development of the International Science. - 2018. Т. 3. - № 25. - С. 7-11.
2. Альбеков, А.У. Современные логистические технологии и стратегии (торговый комплекс): моногр. / А.У. Альбеков. – Ростов н/Д : Издательскополиграфический комплекс РГЭУ (РИНХ), 2013.
3. Аникин, Б.А. Интеллектуальные системы поддержки создания продукции мирового уровня / Б.А. Аникин, О.Б. Аникин // В сборнике: Шаг в будущее: искусственный интеллект и цифровая экономика Материалы 1-й Международной научно-практической конференции. - 2017. - С. 54-58.
4. Астафьева, Н.В. Развитие маркетинга и логистики в системе управления предприятием. Коллективная монография / Н.В. Астафьева, А.П.Плотников, Е.А. Пузанова, В.Ю. Тюрина и др. – Саратов : Райт-Экспо, 2016. – 174 с.
5. Архипкин, О.В. Организация интегрированного логистического сервиса в регионе / О.В. Архипкин; науч. ред. В.В. Щербаков. — СПб. : издво СПбГУЭФ, 2006. — 233 с.
6. Афанасенко, И.Д. Логистика в системе совокупного знания: монография / И.Д. Афанасенко, В.В. Борисова. – М. : Изд-во «Инфра-М», 2021. – 169 с.
7. Афанасенко И.Д., Борисова В.В. Цифровая логистика: учебник для вузов. – СПб: изд-во «Питер». – 2019. – С. 272.
8. Афанасьева, Н.В. Impact of globalization on innovation project risks estimation / Н.В. Афанасьева, Л.В. Николова, Д.Г. Родионов // European Research Studies Journal. -2017. - Т. 20. № 2В. - С. 396-410.

9. Бальчик Э.А., Калинина О.В., Барыкин С.Е. Инвестиции в инновационные логистические технологии. Стратегические решения и риск-менеджмент. 2018; (4):48-53. DOI: 10.17747/2078-8886-2018-4-48-53.
10. Барыкин С.Е., Калинина О.В. Умные цепи поставок как основа устойчивого развития в рамках ЕАЭС // Взаимодействие кафедр ЮНЕСКО с целью стратегического планирования и устойчивого развития: мат-лы видеоконф. – 2020. – С. 23-24.
11. Бауэрсокс Д.Дж., Клосс Д.Дж. Логистика. Интегрированная цепь поставок. -М.:Изд. ЗАО «ОЛИМП-БИЗНЕС», 2010. 640с.
12. Бляхман, Л.С. Интегрированная технологическая цепь как объект управления в глобальной экономике / Л.С. Бляхман, А.Б. Петров // Проблемы современной экономики. – 2003. - № 1(5). - С. 45-49.
13. Бокарев Б.А. Трансформация модели функционирования электроэнергетики на основе концепции управления цепями поставок // Логистика и управление цепями поставок. – 2011. – №2 (43). - С. 28-35.
14. Борисова В.В. Логистика изменившегося мира / В сборнике: Логистика: форсайт-исследования, профессия, практика. материалы III Национальной научно-образовательной конференции: в 2 ч.. Санкт-Петербург, 2022. С. 154-159.
15. Борисова В.В. Цифровое администрирование логистических процессов в цепях поставок / Вестник Ростовского государственного экономического университета (РИНХ). 2021. № 3 (75). С. 12-17.
16. Борисова В.В. Цифровые сервисы в логистике: новые точки роста / В сборнике: Логистика: форсайт-исследования, профессия, практика. материалы II Национальной научно-образовательной конференции. Санкт-Петербург, 2021. С. 87-91.
17. Бочкарев, А.А. Методика расчета показателей надежности поставок в снабжении при нестационарном и дискретном процессе сбоя в поставках / А.А. Бочкарев, П.А. Бочкарев // Логистика и управление цепями поставок. - №6(71). – 2015. – С. 53-62.

18. Брынцев А.Н., Козенкова Т.А., Адамов Н.А. Особенности развития логистики в условиях цифровой экономики // РИСК: Ресурсы, информация, снабжение, конкуренция. 2018. - № 4. - С. 11-14.
19. Брынцев А.Н., Новиков Д.Т., Никишов С.И. Развитие логистических провайдеров в эпоху цифровой экономики // РИСК: Ресурсы, информация, снабжение, конкуренция. 2018. № 3. - С. 6-11.
20. Бубнова, Г., Куренков, П., Емец, В. К толкованию «цифровых» логистических понятий (часть I) // Логистика. - 2018. - № 5 (138). - С. 44-47.
21. Ван С. Обзор цифровых технологий и сервисов, применяемых при реинжиниринге международных цепей поставок / Сборник научных трудов. Выпуск 7(20) / Под ред. В.В. Щербакова и Е.А. Смирновой. – СПб.: Изд-во СПбГЭУ, 2023. – с. 45-49.
22. Ван Сюин, Применение цифровых технологий в международных цепях поставок // Вестник Ростовского государственного экономического университета (РИНХ), №4, 2020, с. 54-60.
23. Ван Сюин. Направления внедрения цифровых логистических технологий и сервисов в международных цепях поставок на рынке энергоресурсов с учетом их возобновляемости // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Экономика. – 2023. – № 2. – С.
24. Ван Сюин, Особенности проектирования международных цепей поставок на рынке энергоресурсов // Логистика – евразийский мост: мат-лы XVI Международ. науч.-практ. конф. (28 апреля – 01 мая 2021 г., г. Красноярск, г. Енисейск) / Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Ч.1. –Красноярск, 2021.
25. Ван Сюин. Особенности проектирования логистических процессов международных цепей поставок на рынке энергоресурсов // В сборнике: Логистика: форсайт-исследования, профессия, практика. Материалы II Национальной научно-образовательной конференции. (Санкт-Петербург 21 октября 2021 г.) – Санкт-Петербург, 2021. С. 205-208.

26. Ван Сюин, Прогнозирование движения потоков энергоресурсов с учетом региональных логистических особенностей проектирования цепей поставок в Китае // Логистика – евразийский мост: мат-лы XVIII Междуна-род. науч.-практ. конф. (г. Красноярск 27 апреля – 30 апреля 2023 г.) / Крас-нояр. гос. аграр. ун-т. – Ч.1. –Красноярск, 2023. С. 53-59.
27. Ван Сюин, Расширение российско-китайского торгово-экономического сотрудничества в сфере энергетики // Логистика и управле-ние цепями поставок: Сборник научных трудов. Выпуск 3(16) / Под ред. В.В. Щербакова и Е.А. Смирновой. – СПб.: Изд-во СПбГЭУ, 2019. – с. 25-28.
28. Ван Сюин, Тенденции развития мирового нефтегазового рынка // в сборнике: Логистика и управление цепями поставок Сборник научных трудов. Под редакцией В.В. Щербакова, Е.А. Смирновой. Санкт-Петербург, 2021.
29. Вэй Цзе Экономика Китая в постпандемическую эпоху [Элек-тронный ресурс]. – Режим доступа: <https://detail.youzan.com/show/goods?alias=36d21shcs75u8ec>
30. Волотковская Н.С., Волотковская Ю.А., Семёнов А.С. Мировой рынок энергетических ресурсов: анализ производства и спроса на энергоно-сители, перспективы сектора // Экономика. Серия: Экономика и Право. – 2020. – №6. – С. 12-17. DOI 10.37882/2223–2974.2020.06.03
31. Гвилия Н.А. Стратегическое планирование цепей поставок: учеб-ное пособие. – СПб.: Изд-во СПбГЭУ, 2015. – 74 с.
32. Гвилия Н.А., Шульженко Т.Г. Концептуальный подход цифровой трансформации логистического менеджмента корпораций с учетом теории динамических возможностей // РИСК: Ресурсы, Информация, Снабжение, Конкуренция. – 2021. – № 1. – С. 6-11.
33. Гвилия Н.А., Парфёнов А.В., Шульженко Т.Г. Управление инте-грированными межкорпоративными логистическими системами в условиях цифровой экономики // Управленец. 2019. Т. 10. № 1. С. 40-51.

34. Грейз Г.М., Каточков В.М., Савельева И.П. Методологические основы информационно-аналитического обеспечения системы управления логистическими процессами промышленного предприятия // Современные технологии: актуальные вопросы, достижения и инновации: сборник статей 381 XII Международной научно-практической конференции в 2 ч. Ч 2. - Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение». - 2017. - С. 55-59.

35. Дин Цзюньфа. Согласуйтесь с полномочиями цепочки поставок [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.sscma.cn/hangye/show.php?itemid=14>

36. Дмитриев, А.В. Цифровая логистика в условиях устойчивого развития /А.В. Дмитриев // Вестник факультета управления СПбГЭУ. - 2018. - № 3. - С. 302-308.

37. Дмитриев А.В., Нос В.А. Развитие мультимодальных транспортно-логистических систем // в сборнике: Логистика и управление цепями поставок Сборник научных трудов. Под редакцией В.В. Щербакова, Е.А. Смирновой. Санкт-Петербург, 2021.

38. Дыбская, В.В. Взаимодействие логистики и смежных служб компании при разработке политики обслуживания потребителей / В.В. Дыбская // Логистика и управление цепями поставок. – 2016. – № 1. – с. 50-61.

39. Дыбская В.В., Сергеев В.И. Логистика в 2 ч. Часть 1: учебник для вузов / под общей редакцией В.И. Сергеева. – Москва: Издательство Юрайт, 2023. – 317 с.

40. Иванова, Д.П. Новые логистические технологии и их влияние на деятельность коммерческих служб предприятий / Д.П. Иванова // Логистика: современные тенденции развития : материалы XVI междунар. науч.-практ. конф. 6, 7 апреля 2017 г. / ред. кол.: В.С. Лукинский (отв. ред.) и др. – СПб.: Изд-во ГУМРФ им. адм. С.О. Макарова, 2017. – Ч. 1. – С. 167-170.

41. Индустрия 4.0. Просто о сложном // Приложение к журналу Сибирская нефть. – 2018. – № 6. – 28 с.

42. Карх Д. А., Лазарев В. А., Кондратенко И. С. Логистические услуги в цепи поставок: проблемы и перспективы / Известия Уральского государственного экономического университета. 2017. № 3 (71). - С. 130-139.
43. Каточков В.М., Топоркова Е.В. Проблемы управления многопоточным логистическим процессом НИОКР // В сборнике: Логистика и управление цепями поставок Сборник научных трудов. Под редакцией В.В. Щербакова, Е.А. Смирновой. Санкт-Петербург, 2021.
44. Кизим, А.А. Инновационные подходы к организации сетевой торговли с использованием аутсорсинга, логистики, маркетинга / А.А. Кизим, Я.А. Пипко // Экономика устойчивого развития. - 2018. - № 1 (33). - С. 107-115.
45. Клочков В.В. Анализ влияния технологических сдвигов в энергетике на устойчивость российской экономики // Национальные интересы: приоритеты и безопасность.— 2017.— Т.13.— № 4 (349).— С. 684–698.
46. Колодин, В.С. Логистические системы в современной экономике: роль и значение / В.С. Колодин // Логистические технологии в развитии инновационной экономики: мат-лы Междунар. науч.-практ. конф. – Иркутск: Изд-во БГУЭП, 2013. – С. 5-8.
47. Козлов В.К. Системный подход к классификации логистических процессов // Российское предпринимательство. – 2005. – № 2. – С. 84-89.
48. Коль О.Д. Цифровые экосистемы как современный этап развития транспортно-логистической сферы // в сборнике: Логистика и управление цепями поставок Сборник научных трудов. Под редакцией В.В. Щербакова, Е.А. Смирновой. Санкт-Петербург, 2021.
49. Коль О.Д. Проблемы развития логистического потенциала региона в условиях цифровой экономики // Вестник факультета управления СПбГЭУ. 2018. № 3. С. 317-321.
50. Коль О.Д. Формирование инновационной среды транспортно-логистического холдинга в условиях цифровизации // в сборнике: Логистика

стика и управление цепями поставок Сборник научных трудов. Под редакцией В.В. Щербакова, Е.А. Смирновой. Санкт-Петербург, 2020.

51. Краковская И.Н. Об устойчивой конкурентоспособности, ресурсосбережении и возобновляемой энергетике // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе.— 2017.— № 4 (24).— С. 52–64.

52. Кудрявцева С.С. Инновационные направления совершенствования системы управления логистическими рисками // Логистика: современные тенденции развития: Материалы 28-й Междунар. науч.-практ. конф. СПб.: Гос. ун-т морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова, 2019. С. 271-278.

53. Кузменко, Ю.Г. Выбор стратегии развития сферы торгового обслуживания, основанный на логистической интеграции / Ю.Г. Кузменко, И.Ю. Окольнішнікова, И.П. Савельева // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Экономика и менеджмент. - 2016. Т. 10. - № 3. - С. 155-161.

54. Линник Ю.Н., Линник В.Ю., Воронцов В.Б. Технологические основы добычи и переработки топливно-энергетических ресурсов / Учебник / Сер. Высшее образование: Бакалавриат. Москва, 2020.

55. Ли Я. Исследование цепей поставок на энергетическом рынке Китая / Экономика и предпринимательство. – 2017. – № 8-2 (85-2). – С. 1179-1183.

56. Логистика. Интеграция и оптимизация логистических процессов в цепях поставок. Учебник для МВА / В.В. Дыбская, Е.И. Зайцев, В.И. Сергеев, А.Н. Стерлигова; под общ. ред. В.И. Сергеева.— М. : Эксмо, 2014. – 944 с.

57. Логистика и управление цепями поставок: Учебник для бакалавриата / под ред. В.В. Щербакова. – М.: Изд-во Юрайт, 2019. – 582 с.

58. Логистика и управление цепями поставок на транспорте: учебник для вузов / И.В. Карапетянц [и др.]; под редакцией И.В. Карапетянц, Е.И. Павловой. — Москва: Издательство Юрайт, 2023. — 362с.

59. Лукинский В.С. Логистика и управление цепями поставок / В.С. Лукинский, В.В. Лукинский, Н.Г. Плетнева. – М.: Изд-во Юрайт, 2018. – 359 с.
60. Лукинский В.В., Малевич Ю.В., Пластуняк И.А. Модели и методы управления транспортно-терминальными и таможенными операциями / В.В. Лукинский, Ю.В. Малевич, И.А. Пластуняк; под общ. В.С. Лукинского. – СПб.: СПбГИЭУ, 2012 г. – 210 с.
61. Лукиных В.Ф. Методология управления многоуровневой региональной логистической системой: монография / В.Ф. Лукиных. Красноярск, 2010. – 290 с.
62. Лукиных В.Ф. Интегрированные логистические системы в агропромышленном комплексе Красноярского края: база и перспективы развития // Логистика: современные тенденции развития Материалы XV Международной научно-практической конференции. 2016. – С. 207-211.
63. Малевич Ю.В. Актуальные проблемы управления цепями поставок // «Логистика: современные тенденции развития»: материалы IX Международной научно-практической конференции 15-16 апреля 2010 г. / ред. кол.: В.С. Лукинский (отв. ред.) [и др.]. – СПб.: СПбГИЭУ, 2010 г. – С. 259-261.
64. Мировая энергетика [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.eeseaec.org/>
65. Мировой рынок цифровой логистики // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.cnews.ru/reviews/tsifrovizatsiya_transporta_2022/articles/bespilotniki_smart-kontraktyupravlenie?ysclid=lfhxt7ng2d762463687 (дата обращения: 27.03.2022).
66. Мировая атомная энергетика // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://docs.google.com/spreadsheets/d/13XVQIS_LXN-aCe4UyaPMJNa3nbYVAMjrrmg5pzc52Fs/edit#gid=1697904402 (дата обращения: 27.03.2023). Минаков, В.Ф. Синхронизация инновационных проектов и

технологических укладов / В.Ф. Минаков // NAUKA-RASTUDENT.RU. – 2017. – № 1. – С. 19.

67. Михайлюк, М.В. Расширение призмы научно-практического анализа цепей поставок в условиях Интернет-торговли и развития многоканальных продаж / М.В. Михайлюк, Т.Г. Шульженко // Экономика и предпринимательство. – 2019. – № 2(103). – С. 710-716.

68. Мстиславская Л.П. Основы нефтегазового дела. Учебник. М.: Изд.ЦентрЛитНефте-Газ. – 2020 – 256 с.

69. Мясникова, Л.А. Развитие форм организации логистики: от конкуренции к сотрудничеству // В сборнике: Форсайт логистики: будущее логистики глазами молодых ученых сборник материалов международной форсайт-сессии. - 2018. - С. 125-132.

70. Мясникова Л.А., Букринская Э.М. Реверсивные потоки в логистике сетевой торговли // РИСК: Ресурсы, Информация, Снабжение, Конкуренция. – 2018. – № 3. – С. 23-28.

71. Новиков, Д.Т. Когда стоит поспорить о логистической теории (в порядке дискуссии) // Логистика. - 2016. - № 7 (116). - С. 36-39.

72. Новицкая, В.Д. Модельное обоснование системных решений в логистике НИОКР / В.Д. Новицкая, В.В. Щербаков // Известия СПбГЭУ. – № 3 (111). - 2018 – С. 92-98.

73. Обзор международных исследований по цифровизации энергетического сектора [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docviewer.yandex.ru/view/> (дата обращения: 25.03.2021)

74. Обзор мировой энергетики 2020. Часть World Energy Outlook. Флагманский отчет - октябрь 2020 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2020#> (дата обращения: 25.03.2021)

75. Одинцова, Т.Н. Развитие моделей управления цепями поставок в розничной торговле / Н.В. Кочерягина, О.А. Рыжова, Т.Н. Одинцова //

Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Экономика. Управление. Право. - 2018. Т. 18. - № 2. - С. 155-161.

76. Основы логистики: Учебник для вузов / Под ред. В.В. Щербакова.- СПб.: Питер, 2009. - 432с.

77. Отчет по рынку газа, 1 квартал-2021 г., МЭА, Париж // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.iea.org/reports/gas-market-report-q1-2021> (дата обращения: 25.03.2021).

78. Парфенов, А.В. Концептуальные основы формирования глобального логистического пространства в контексте развития цифровой экономики / А.В. Парфенов, И.М. Шаповалова // Аудит и финансовый анализ. - 2017 - № 5. – С. 539-542.

79. Парфенов А.В., Попович А.А. Трансграничное углеродное регулирование в ЕС: логистическая оценка влияния на международную торговлю // Сборник научных трудов. Выпуск 6(19) / Под ред. В.В. Щербакова и Е.А. Смирновой. – СПб.: Изд-во СПбГЭУ, 2022. – с. 118-122.

80. Парфенов М.А. Типология цепей поставок и особенности их потоковых процессов // Вестник АГТУ. Серия Экономика. – 2010. - №2. – С. 167-169.

81. Плетнева Н.Г., Баскакова А. А. Проблемы и методы логистической координации предпринимательских структур в цепях поставок // Экономика и предпринимательство. 2016. № 11-2 (76). С. 1096-1100.

82. Перезапуск программы реформ: двадцать лекций об экономических реформах в Китае / У Цзинлянь и Ма Гочуань // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://detail.youzan.com/show/goods?alias=3nocla1vre1bkw4>

83. Производство, потребление, импорт и экспорт электроэнергии в 2018 году // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://svspb.net/norge/elektroenergija.php> (дата обращения: 25.03.2021).

84. Процесс экономических реформ в Китае / под ред. У Цзинлянь // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://baike.baidu.com/item/%E4%B8%AD%E5%9B%BD%E7%BB%8F%E6%>

[B5%8E%E6%94%B9%E9%9D%A9%E8%BF%9B%E7%A8%8B/22948446?structureClickId=22948446&structureId=9b9d9c1a6c8e5635d8269e86&structureItemId=7d03a8b87dfc58bfecd7a808&lemmaFrom=starMapContent_star&fromModule=#1](https://elibrary.ru/B5%8E%E6%94%B9%E9%9D%A9%E8%BF%9B%E7%A8%8B/22948446?structureClickId=22948446&structureId=9b9d9c1a6c8e5635d8269e86&structureItemId=7d03a8b87dfc58bfecd7a808&lemmaFrom=starMapContent_star&fromModule=#1)

85. Проценко, О.Д. Логистика и управление цепями поставок - взгляд в будущее: макроэкономический аспект / О.Д. Проценко, И.О. Проценко. - М. : Издательский дом «Дело» РАНХиГС. - 2012. – 192 с.

86. Пузанова, И. А. Интегрированное планирование цепей поставок: учебник для бакалавриата и магистратуры / И. А. Пузанова, Б. А. Аникин. – Москва: Издательство Юрайт, 2019. – 319 с

87. Рожко О.Н. Северный морской путь: риски поставок и транзита углеводородных энергоресурсов / Проблемы экономики и управления нефтегазовым комплексом. 2024. № 1 (229). С. 36-43.

88. Рожко О.Н., Беседина С.С. Развитие мирового рынка сжиженного природного газа в контексте перехода к углеводородной нейтральности / Проблемы экономики и управления нефтегазовым комплексом. 2024. № 4 (232). С. 71-75.

89. Ричардс Г., Гринстед С. Инструментарий логистики и управления цепями поставок: Более 100 инструментов для управления цепями поставок, транспортом, складированием и запасами. – М.: Интеллектуальная литература, 2020. – 376 с.

90. Сергеев В. И. Еще раз к вопросу о терминологии в логистике и управлении цепями поставок // Логистика и управление цепями поставок. – 2006. - № 5. – С. 6-18.

91. Сергеев, В.И. Перспективы развития цифровой логистики и SCM в России и роль школы логистики НИУ ВШЭ // Логистика и управление цепями поставок. - 2017. - № 6 (83). - С. 3-14.

92. Сергеев В.И. Управление цепями поставок: учебник для бакалавров и магистров / В.И. Сергеев. – М. : Издательство Юрайт, 2018. – 479 с.

93. Силкина Г.Ю., Щербаков В.В. Инструментальное обеспечение цифровизации логистики. РИСК. – 2018. – № 6. – С. 6-10.
94. Силкина Г.Ю., Щербаков В.В. Современные тренды цифровизации логистики. СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2019. - 237 с.
95. Слоун Р., Дитман Дж., Менцер Дж.: Новые идеи в управлении цепями поставок: 5 шагов, которые ведут к реальному результату. - М.: Альпина Паблишер, 2017. - 230 с.
96. Смирнова Е.А., Ван Сюин, Исследование основных трендов в области логистики на рынке энергетики в посткоронавирусную эпоху // Аудит и финансовый анализ. - 2021. - №2.
97. Смирнова Е.А., Ван Сюин, Проектирование международных цепей поставок на рынке энергоресурсов // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. – 2020. – №2. – С. 30-37.
98. Смирнова Е.А., Ван С. Управление логистическими процессами международных цепей поставок на рынке энергоресурсов // Современный менеджмент: проблемы и перспективы: сборник статей по итогам XVI международной научно-практической конференции (Санкт-Петербург 29-30 апреля 2021 г.) / под ред. Е.А. Горбашко, И.В. Федосеева. – СПб. : Изд-во СПбГЭУ, 2021. – С. 789-792.
99. Смирнова Е.А. Логистика хозяйственных связей в цепях поставок / Смирнова Е.А. // Известия СПбГЭУ. – 2020. – №2. – С. 130-134.
100. Смирнова Е.А. Актуализация модели цифрового компаса цепей поставок McKinsey в глобальном тренде Industry 4. // сборник статей по итогам I-ой национальной научно-образовательной конференции «Логистика: форсайт-исследования, профессия, практика» / под ред. д-ра экон. наук, проф. В.В. Щербакова / Е.А. Смирнова. – СПб: Изд-во СПбГЭУ, 2020. – С. 779-782.
101. Смирнова Е.А. Управление глобальными цепями поставок: торгово-экономический подход: монография / Смирнова Е.А. – СПб.: Изд-во СПбГЭУ, 2014. – 165 с.

102. Смирнова Е.А. Поведенческие модели глобальных цепей поставок // Логистика и управление цепями поставок. – 2011. - № 6. – С. 42-50.
103. Смирнова Е.А. Управление цепями поставок в международной торговле: учебное пособие / Смирнова Е.А. – СПб.: Изд-во СПбГЭУ, 2018. – 75 с.
104. Смирнова Е.А. Управление цепями поставок: Учебное пособие. – СПб.: Изд-во СПбГУЭФ, 2009. – 121 с.
105. Смирнова Е.А., Иванова Д.П. Экономика и организация международной торговли: учебное пособие / Е.А. Смирнова – СПб.: Изд-во СПбГЭУ, 2019. – 82 с.
106. Статистический ежегодник мировой энергетики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://Mtoeyearbook.enerdata.ru/total-energy/world-energy-production.html> (дата обращения: 10.03.2021).
107. Статистический Ежегодник мировой энергетики 2020 // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://yearbook.enerdata.ru/> (дата обращения: 25.03.2021).
108. Сток Дж.Р., Ламберт Д.М. Стратегическое управление логистикой. – М.: ИНФРА-М, 2005. – 797 с.
109. Стратегическое управление цепочками поставок: теория, организационные принципы и практика эффективного снабжения / П. Кузинс, Р. Ламминг, Б. Лоусон, Б. Сквир. - М. : Дело и сервис, 2010. – 302 с.
110. Таможенное администрирование логистических процессов глобальных цепей поставок. Смирнова Е.А. Диссертация на соискание ученой степени доктора экономических наук / Санкт-Петербургский государственный экономический университет. Санкт-Петербург, 2015.
111. Тасуева Т.С., Будяков А.Н. Цифровые технологии в закупочной практике нефтегазовой корпорации / В книге: Государство и рынок: механизмы и институты евразийской интеграции в условиях усиления глобальной нестабильности. Санкт-Петербург, 2021. С. 480-486.

112. Тасуева Т.С. Логистическая цепь поставок как единый процесс / В сборнике: Логистика: форсайт-исследования, профессия, практика. материалы II Национальной научно-образовательной конференции. Санкт-Петербург, 2021. С. 264-267.
113. У Цзинлянь. Выбор модели роста Китая // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://detail.youzan.com/show/goods?alias=2ojavicreb1ao0a>
114. Управление цепями поставок. Пер. с англ. / Под ред. Дж. Гатторны. – М.: ИНФРА-М, 2008. – 670 с.
115. Уотерс Д. Логистика. Управление цепью поставок: Пер. с англ. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003. – 503 с.
116. Фан Ган. Двойной цикл // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://baike.baidu.com/item/%E5%8F%8C%E5%BE%AA%E7%8E%AF/58571191?structureClickId=58571191&structureId=aa3243d25d75871aa52f988e&structureItemId=aeb9b7bb46f020783a27209a&lemmaFrom=starMapContent_star&fromModule=starMap
117. Фан Ган. Сравнение и синтез трех основных систем современной экономической теории // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://baike.baidu.com/item/%E5%85%AC%E6%9C%89%E5%88%B6%E5%AE%E7%8E%A7%E7%BB%E7%8F%E6%B5%E7%90%E8%AE%BA%E5%A4%E7%BA%B2/9657002>
118. Хаиров Б.Г. Логистическая интеграция в лесопромышленном комплексе России: диссертация ... доктора экономических наук : 08.00.05 / Хаиров Бари Галимович; [Место защиты: Ин-т исслед. товародвижения и конъюнктуры оптового рынка]. - Москва, 2017. - 343 с.
119. Ценина Е.В., Ценина Т.Т. Координационные системы управления цепями поставок как инструменты снижения рисков цепей поставок // Логистика: современные тенденции развития XII Международная научно-практическая конференция. - 2013. - С. 403-406.

120. Ценина, Е.В. Агентное моделирование как новый взгляд на деятельность предприятия // Российское предпринимательство. 2017. Т. 18. № 3. С. 367-374.

121. Цифровая трансформация электроэнергетики России // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.digital-energy.ru/wp-content/uploads/2020/04/strategiya-tsifrovoy-transformatsii-elektroenergetiki.pdf> (дата обращения: 27.03.2022).

122. Чжао Дань. Экосистемная организация хозяйственных связей в трансграничной электронной торговле / Чжао Дань // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. 2021. – № 4. – С. 208-212.

123. Чэнь Чанбинь Управление цепочками поставок и логистикой // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.tushu007.com/ISBN-9787302303503.html>

124. Шапиро Дж. Моделирование цепи поставок: Пер. с англ. / Под ред. В.С. Лукинского. – СПб.: Питер, 2006. – 720 с.

125. Шевченко, С.Ю., Щербаков В.В. Гармонизация торгово-промышленных взаимодействий в евразийском макроэкономическом регионе // Маркетинговая архитектура и эффективность евразийской экономики: коллективная монография / под науч. ред. Г.Л. Багиева, И.А. Максимцева. - СПб.: Изд-во СПбГЭУ, 2017. – С. 82-99.

126. Шульженко, Т.Г. Количественные оценки цифровой зрелости логистической деятельности предприятия /Т.Г. Шульженко // В сборнике: Логистика и управление цепями поставок Сборник научных трудов. Под редакцией В.В. Щербакова, Е.А. Смирновой. Санкт-Петербург, 2018. - С. 159-167.

127. Шульженко, Т.Г., Комиссаров М.А. Методы делового администрирования в условиях цифровизации управления логистической деятельностью/Т.Г. Шульженко, М.А. Комиссаров // Вестник факультета управления СПбГЭУ. 2018. № 3. С. 321-326.

128. Щербанин Ю.А. Логистика и трейдинг в нефтегазовой отрасли. В 2 книгах. Кн. 1. Основы логистики. Закупки и поставки в нефтегазовых логистических системах: Учебное пособие. - М.: Российский государственный университет нефти и газа имени И.М. Губкина, 2015.-280 с.

129. Щербаков В.В. Концептуальные проблемы теории и методологии логистики: учебное пособие / В.В. Щербаков [и др.]. – СПб.: Изд-во СПбГЭУ, 2021. – 169 с.

130. Щербаков, В.В. Информационные тренды логистики в условиях становления цифровой экономики / В.В. Щербаков, Г.Ю. Силкина; Под ред. В.В. Трофимова, В.Ф. Минакова // Интеллектуальные и информационные технологии в формировании цифрового общества: Сб. науч. статей междунар. науч.-практ. конф. – СПб.: Изд-во СПбГЭУ, 2017. – С. 103-108.

131. Щербаков, В.В. Информационный инструментарий цифровой трансформации экономики и менеджмента / В.В. Щербаков, Г.Ю. Силкина // Экономика и предпринимательство. – 2017. - №5-1 (82-1). – С. 1090-1096.

132. Щербаков, В.В. Логистика как национальное конкурентное преимущество России / В.В. Щербаков // Вестник факультета управления СПбГЭУ. – 2018. - №3. - С. 369-374.

133. Щербаков В.В., Силкина Г.Ю., Шевченко С.Ю. Интеллектуальная логистика производственно-сервисных экосистем / В сборнике: Логистика - евразийский мост. Материалы XVII Международной научно-практической конференции. Красноярск, 2022. С. 348-353.

134. Щербаков В.В. Стратегические компетенции логистики 4.0 // В сборнике: Логистика и управление цепями поставок Сборник научных трудов. Под редакцией В.В. Щербакова, Е.А. Смирновой. Санкт-Петербург, 2021. - С. 5-16.

135. Щербаков В.В., Шульженко Т.Г. Формирование направлений и перспективной тематики научных исследований по логистике // в сборнике: Логистика и управление цепями поставок Сборник научных трудов. Под

редакцией В.В. Щербакова, Е.А. Смирновой. СПб: изд-во СПбГЭУ, 2023. - С. 7-14.

136. Bloomberg сообщил об «астрономическом» подорожании фрахта нефтетанкеров [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.rbc.ru/business/17/03/2020/5e70557c9a7947dc8ba90ca4> (дата обращения: 25.03.2021).

137. Cambridge Dictionary. // Электронный ресурс. Режим доступа: <https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/supply-chain> (дата обращения 25.11.2020)

138. China Federation Logistics and Purchasing / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.cflp.org.cn/> (дата обращения: 25.05.2022).

139. China Society of Logistics / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://csl.chinawuliu.com.cn/> (дата обращения: 25.05.2022).

140. Enerdata Energy Statistical Yearbook 2021 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://Mtoeyearbook.enerdata.ru/total-energy/world-energy-production.html> (дата обращения: 17.03.2022).

141. Enerdata Energy Statistical Yearbook 2022 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://Mtoeyearbook.enerdata.ru/total-energy/world-energy-production.html> (дата обращения: 20.03.2023).

142. Oxford Learner's Dictionary. // Электронный ресурс. Режим доступа: <https://www.oxfordlearnersdictionaries.com/definition/english/supply-chain?q=supply+chain> (дата обращения 25.11.2020)

143. Petroleum Marketing Monthly // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://nangs.org/analytics/eia-petroleum-marketing-monthly-eng-pdf> (дата обращения: 25.03.2021).

144. Statistical Review of World Energy 2020 // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2020-full-report.pdf> (дата обращения: 25.03.2021).

145. Statistical Review of World Energy 2021 // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2021-full-report.pdf> (дата обращения: 15.07.2022).

146. Statistical Review of World Energy 2022 // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2022-full-report.pdf> (дата обращения: 27.03.2023).

147. Statistical Review of World Energy 2023 // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.energyinst.org/_data/assets/pdf_file/0004/1055542/EI_Stat_Review_PDF_single_3.pdf (дата обращения: 24.11.2023).

148. Vorontsov V.B., Puzanova I.A., Anikin B.A. Energy efficiency of the warehouse complex / В сборнике: Proceedings of the International Scientific Conference "Smart Nations: Global Trends In The Digital Economy". Volume 1. Proceedings of the 2nd International Conference. Сер. "Lecture Notes in Networks and Systems" Springer Nature Switzerland AG. 2022. С. 422-429.

Major trade movements 2019

Trade flows worldwide (million tonnes)

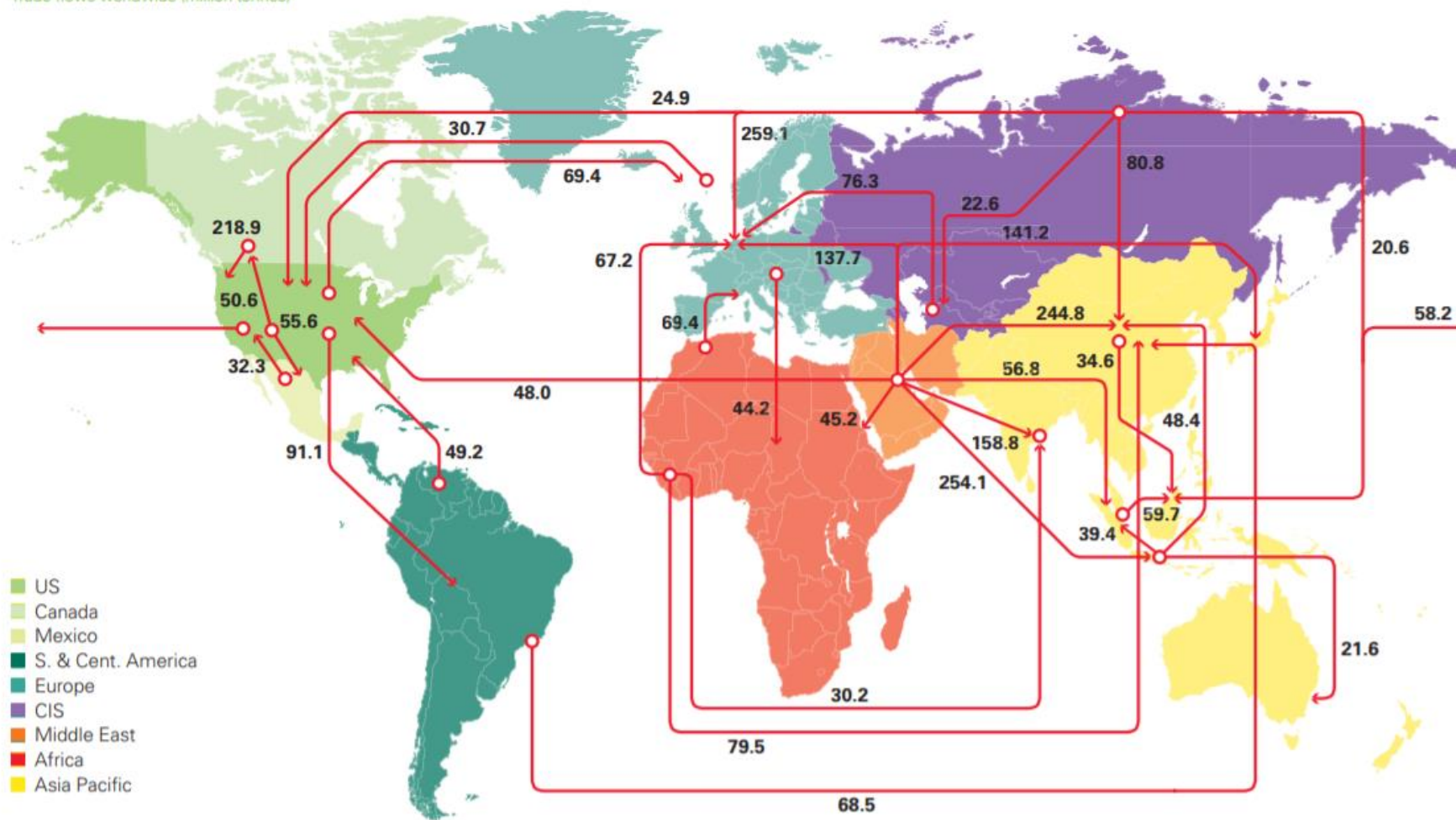
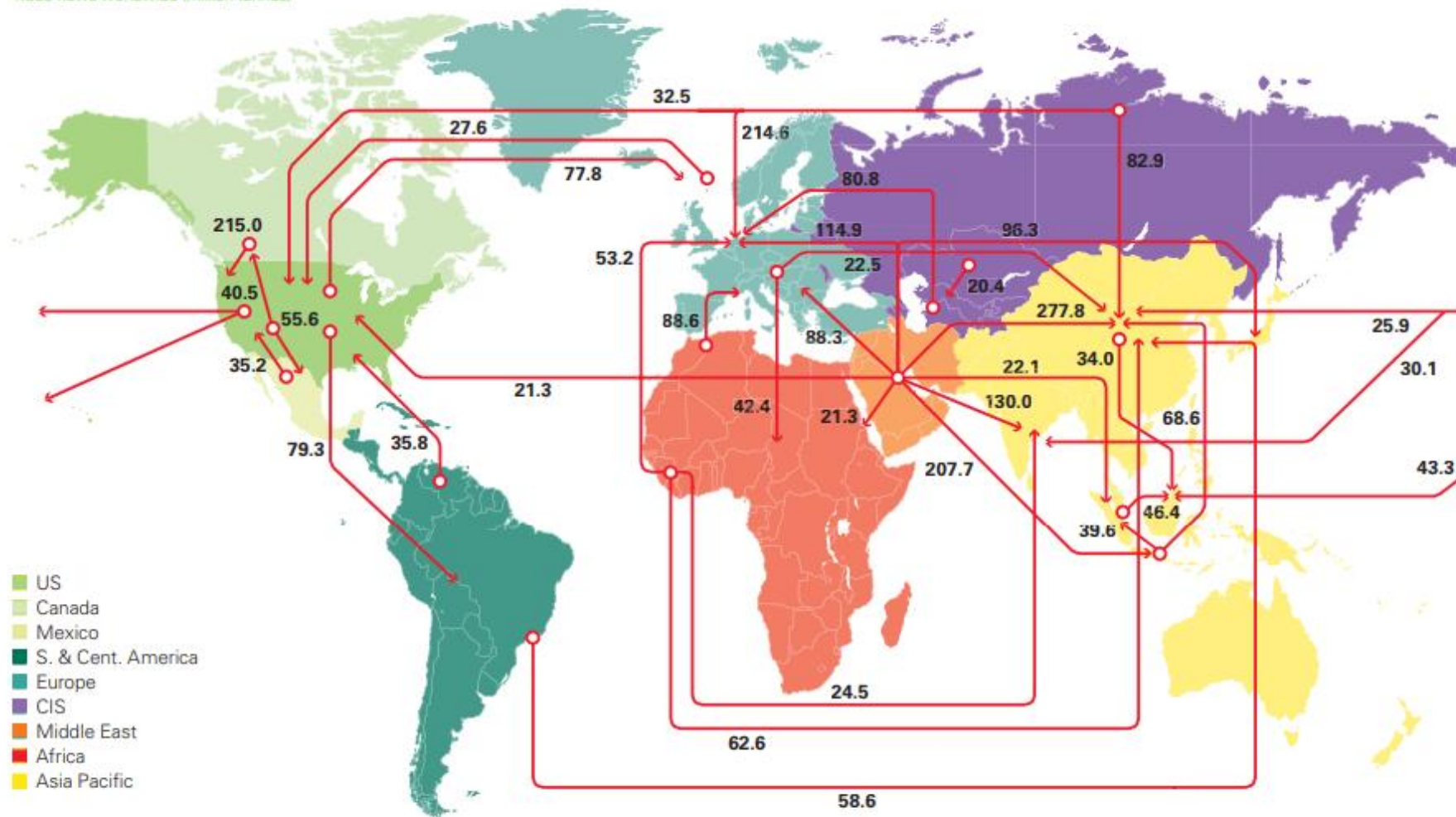


Рисунок А.1 – Основные маршруты товардвижения нефти в 2019 году (млн тонн) [106]

Major trade movements 2021

Trade flows worldwide (million tonnes)



Oil trade in 2020 and 2021

Активация Windc

Рисунок А.2 – Основные маршруты товардвижения нефти в 2021 году (млн тонн) [146]

Major trade movements 2019

Trade flows worldwide (billion cubic metres)

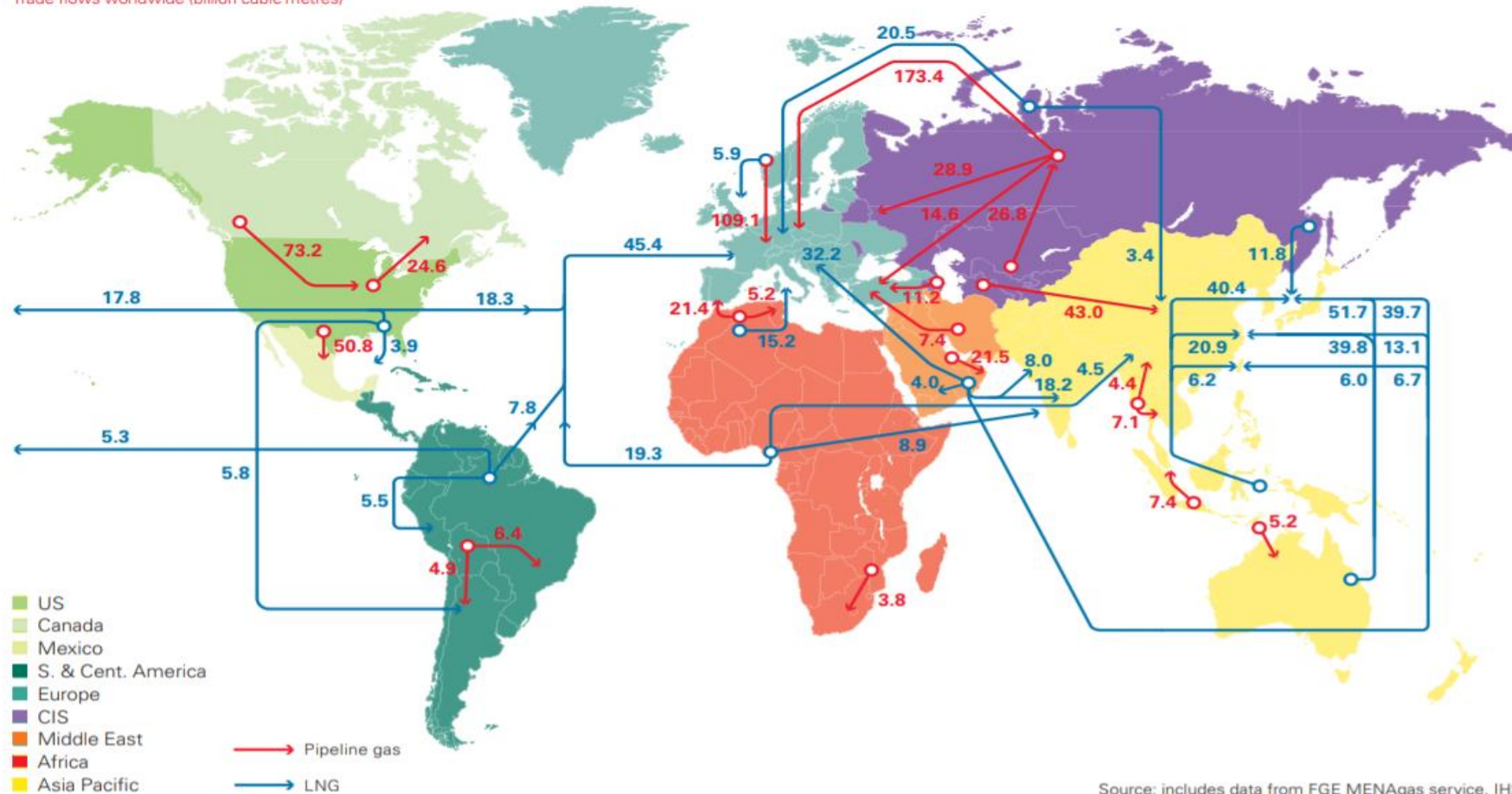


Рисунок Б.1 – Основные маршруты товардвижения газа в 2019 году (млн тонн) [106]

Major trade movements 2021

Trade flows worldwide (billion cubic metres)

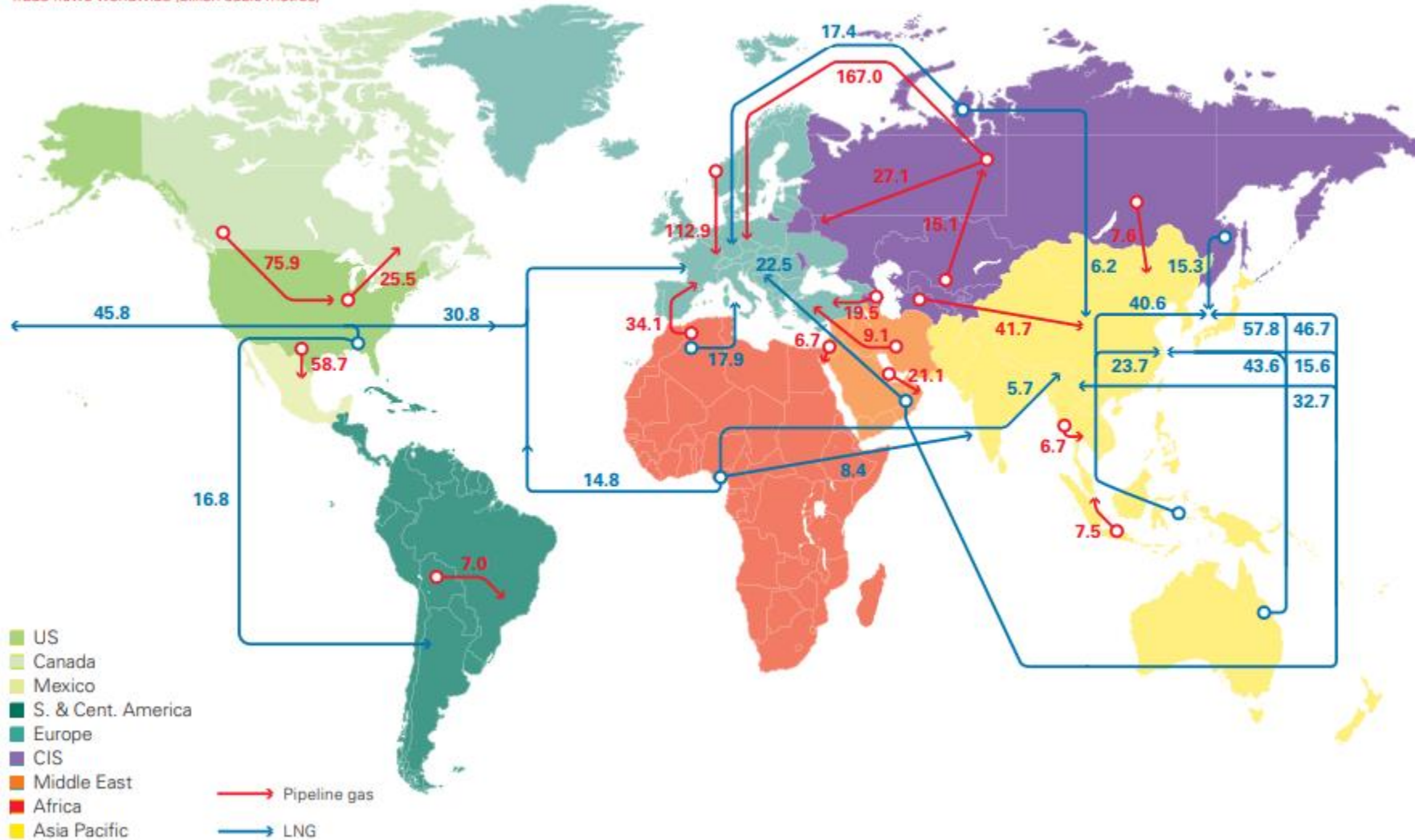


Рисунок Б.3 – Основные маршруты товардвижения газа в 2021 году (млн тонн) [146]

Natural gas: Trade movements 2020 by pipeline

To	From																			Total imports
	Canada	Mexico	US	Bolivia	Other S. & Cent. America	Netherlands	Norway	Other Europe	Azerbaijan	Kazakhstan	Russian Federation	Turkmenistan	Uzbekistan	Iran	Qatar	Other Middle East	Algeria	Libya	Other Africa	
Canada	-	-	21.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21.8
Mexico	-	-	54.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	54.3
US	68.2	†	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	68.2
North America	68.2	†	76.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	144.3
Argentina	-	-	-	5.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.2
Brazil	-	-	-	6.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.2
Other S. & Cent. America	-	-	-	-	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.1
S. & Cent. America	-	-	-	11.4	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12.5
Belgium	-	-	-	-	-	8.4	7.5	1.7	-	-	2.6	-	-	-	-	-	-	-	-	17.6
France	-	-	-	-	-	3.8	17.6	1.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25.8
Germany	-	-	-	-	-	13.0	31.2	1.6	-	-	56.3	-	-	-	-	-	-	-	-	102.0
Italy	-	-	-	-	-	1.6	5.4	8.4	†	-	19.7	-	-	-	-	-	11.5	4.2	-	50.8
Netherlands	-	-	-	-	-	-	20.0	7.2	-	-	11.2	-	-	-	-	-	-	-	-	38.4
Spain	-	-	-	-	-	-	1.2	2.1	-	-	-	-	-	-	-	-	9.1	-	-	12.3
Turkey	-	-	-	-	-	-	-	-	11.1	-	15.6	-	-	5.1	-	-	-	-	-	31.8
Ukraine	-	-	-	-	-	-	-	14.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14.7
United Kingdom	-	-	-	-	-	1.0	23.7	0.3	-	-	4.7	-	-	-	-	-	-	-	-	29.7
Other EU	-	-	-	-	-	-	0.3	56.7	†	-	55.2	-	-	-	-	-	0.4	-	-	112.6
Rest of Europe	-	-	-	-	-	0.3	-	6.3	2.2	-	2.5	-	-	-	-	-	-	-	-	11.3
Europe	-	-	-	-	-	28.1	106.9	100.7	13.4	-	167.7	-	-	5.1	-	-	21.0	4.2	-	447.1
Belarus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17.6	-	-	-	-	-	-	-	-	17.6
Kazakhstan	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.2	0.1	0.7	-	-	-	-	-	-	4.1
Russian Federation	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.1	-	3.8	0.1	-	-	-	-	-	-	11.0
Other CIS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1	5.3	0.5	0.5	0.5	-	-	-	-	-	6.8
CIS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.2	26.1	4.3	1.3	0.5	-	-	-	-	-	39.5
United Arab Emirates	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20.2	-	-	-	-	20.2
Other Middle East	-	-	-	-	-	-	-	-	0.2	-	-	-	-	10.3	1.6	2.1	-	-	0.9	15.1
Middle East	-	-	-	-	-	-	-	-	0.2	-	-	-	-	10.3	21.8	2.1	-	-	0.9	35.3
South Africa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.1	5.2	-	3.7	8.2
Other Africa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.7
Africa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.1	5.2	-	4.7	11.9
Australia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.4
China	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.8	3.9	27.2	3.3	-	-	-	-	-	-	45.1
Malaysia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.9	0.4
Singapore	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.0	8.4
Thailand	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.9
Asia Pacific	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.8	3.9	27.2	3.3	-	-	-	-	-	-	65.2
Total exports	68.2	†	76.1	11.4	1.1	28.1	106.9	100.7	13.6	14.0	197.7	31.6	4.6	16.0	21.8	4.1	26.1	4.2	15.6	755.8

† Less than 0.05.

Source: includes data from FGE MENA gas service, IHS Markit

Note: As far as possible, the data above represents standard cubic metres (measured at 15°C and 1013 mbar) and has been standardized using a gross calorific value (GCV) of 40 MJ/m³.

Рисунок Б.4 – Основные маршруты товародвижения природного газа в 2020 году (млн тонн) [145]