

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

На правах рукописи

**Сунь Бинцзе**

**УПРАВЛЕНИЕ ЛОГИСТИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ ХОЛОДОВЫХ  
ЦЕПЕЙ ПОСТАВОК НА ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОМ РЫНКЕ КИТАЯ**

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

**ДИССЕРТАЦИЯ**

на соискание ученой степени кандидата экономических наук

Научный руководитель –  
доктор экономических наук,  
профессор Смирнова Елена Александровна

Санкт-Петербург – 2024

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К УПРАВЛЕНИЮ ХОЛОДОВЫМИ ЦЕПЯМИ ПОСТАВОК	10
1.1. Эволюционное развитие теории управления цепями поставок	10
1.2. Особенности организации и управления логистическими процессами в холодových цепях поставок	21
1.3. Методические подходы к оценке эффективности логистических процессов в холодových цепях поставок	40
2. ИССЛЕДОВАНИЕ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ХОЛОДОВЫХ ЦЕПЯХ ПОСТАВОК НА ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОМ РЫНКЕ КИТАЯ	50
2.1. Современное состояние и тенденции развития фармацевтического рынка Китая	50
2.2. Управление логистическими процессами в холодových цепях поставок на фармацевтическом рынке Китая	55
2.3. Оценка эффективности логистических процессов в холодových цепях поставок на фармацевтическом рынке Китая	70
3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УПРАВЛЕНИЮ ХОЛОДОВЫМИ ЦЕПЯМИ ПОСТАВОК НА ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОМ РЫНКЕ КИТАЯ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ	79
3.1. Инновационные решения в управлении логистическими процессами холодových цепей поставок на фармацевтическом рынке Китая	79
3.2. Методические рекомендации к применению цифровых технологий в холодových цепях поставок на фармацевтическом рынке Китая	92
3.3. Модель управления логистическими процессами в холодových цепях поставок на фармацевтическом рынке Китая	100
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	127
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	134

## ВВЕДЕНИЕ

### **Актуальность темы диссертационного исследования.**

В современных условиях особый интерес для ученых и специалистов в области логистики вызывает возможность использования логистических методов при проектировании холодových цепей поставок. Возрастание значимости логистического функционала при организации холодových цепей поставок обусловлено необходимостью соблюдения температурно-влажностного режима на всех этапах товародвижения. В связи с этим возникает необходимость применения современных технологий, способных не только обеспечить соблюдение всех параметров логистических процессов, но и возможность их отслеживания и проведения предиктивного анализа с целью своевременного реагирования на любые изменения.

Холодовые цепи поставок широко используются на фармацевтическом рынке. Это, прежде всего, обусловлено специфическими свойствами перевозимых грузов, поскольку многие виды фармацевтической продукции должны находиться в охлажденном или замороженном состоянии на протяжении всех этапов процесса товародвижения.

По данным аналитических и консалтинговых агентств, в последние десятилетия наблюдается рост объемов поставок фармацевтической продукции, что требует разработки специальных моделей и методов управления, основанных на соблюдении температурно-влажностного режима в процессе поставки.

**Степень разработанности научной проблемы.** В современной научной литературе подробно исследованы фундаментальные и прикладные основы логистики, систематизированы виды логистических процессов, определены ключевые цели создания и функционирования цепей поставок. Кроме этого исследованы структурные элементы цепей поставок и доказана экономическая целесообразность применения моделей и методов логистического администрирования в цепях поставок на различных товарных рынках.

Развитие теоретических основ логистики отражено в исследованиях российских и зарубежных специалистов: Альбекова А.У., Борисовой В.В., Герами

В.Д., Дмитриева А.В., Королевой Е.А., Кристофера М., Кузменко Ю.Г., Лукинскогo В.С., Мясниковой Л.А., Проценко О.Д., Проценко И.О., Сергеева В.И., Стока Дж. Р., Тод Н.А., Шульженко Т.Г., Щербакова В.В.

Исследование влияния цифровизации на проектирование логистических процессов в цепях поставок на различных товарных рынках отражено в трудах специалистов: Барыкина С.Е., Бауэрсокса Д. Дж., Бочкарева А.А., Брынцева А.Н., Бубновой Г.В., Гвилия Н.А., Ефимовой О.В., Клосса Д. Дж., Кудрявцевой С.С., Ларина О.Н., Линдерса М., Лукиных В.Ф., Парфенова А.В., Плетневой Н.Г., Пузановой И.А., Рожко О.Н., Силкиной Г.Ю, Смирновой Е.А., Хугоса М.Х., Шинкевич А.И., Щербакова В.В., Щербанина Ю.А.

Среди китайских ученых проблемами управления холодowymi цепями поставок занимаются такие многие специалисты, включая: Ван Юанди, Дэн Мэнцзе, Ма Шихуа, Ли Ихуа, Линь Юн, Хуан Цзубин, Цзян Шиин, Чжан Бяо, Чжан Сяньмин, Чжан Янь, Чжоу Сян, Чун Цзе, Ян Шухуэй, Ян Хань и других исследователей.

Однако, на наш взгляд, до сих пор остаются недостаточно изученными проблемы проектирования холодowych цепей поставок фармацевтической продукции с учетом изменения системы товародвижения в соответствие с требованиями к условиям поставок.

**Цель диссертационного исследования** – разработка теоретических положений и методического инструментария для управления логистическими процессами в холодowych цепях поставок на рынке фармацевтической продукции Китая.

В рамках поставленной цели решается комплекс научно-исследовательских **задач:**

- выявить логистические процессы холодowych цепей поставок и содержательно раскрыть их специфику, обусловленную свойствами перевозимых грузов, чувствительных к температурному и влажностному режиму;

- теоретически обосновать методические рекомендации по внедрению цифровых технологий в холодовых цепях поставок на рынке фармацевтической продукции;

- разработать общую структуру цифровой платформы обмена данными для реализации цифровой трансформации холодовых цепей поставок на фармацевтическом рынке Китая;

- обосновать целевую направленность государственного регулирования Единой цифровой платформы обмена данными по контролю холодовых цепей поставок на фармацевтическом рынке Китая;

- сформировать систему показателей комплексной оценки эффективности логистических процессов холодовых цепей поставок.

**Объектом исследования** являются логистические процессы, обеспечивающие выполнение требований по соблюдению температурного и влажностного режима на всех этапах товародвижения фармацевтической продукции в холодовых цепях поставок.

**Предметом исследования** являются организационно-управленческие отношения, обеспечивающие условия платформенного взаимодействия участников холодовых цепей поставок при управлении логистическими процессами на фармацевтическом рынке Китая.

**Теоретическая и методологическая основа исследования.** Теоретическая база исследования представлена трудами российских и зарубежных, в том числе, китайских, ученых, посвященных проблемам логистики и управления цепями поставок, в том числе цифровой трансформации системы управления логистическими процессами холодовых цепей поставок. Для достижения поставленных в исследовании цели и задач были применены общенаучные и специальные методы исследования, в том числе, методы динамического, статистического и сравнительного анализа, расчетные методы, моделирование и другие. Методы исследования включают анализ литературы, систематизация и классификация, описательный анализ, динамический и статистический анализ, расчетные методы, моделирование, а также обобщение.

**Информационной базой исследования.** В качестве информационной базы диссертационного исследования были использованы:

- нормативно-правовые документы международных транспортно-логистических организаций, компетентных в сфере регулирования режимов холодových цепей поставок;
- статистические материалы и отчеты Отдела логистики холодной цепи Китайской логистической федерации;
- данные официальных сайтов логистических операторов холодной цепи поставок на фармацевтическом рынке Китая;
- исследовательские материалы, собранные лично автором.

**Обоснованность результатов исследования** подтверждается комплексным исследованием научных трудов, связанных с изучением технологий и особенностей организации холодových цепей поставок, широким применением методов научного познания в сфере исследования проблем цифровой трансформации логистических процессов холодových цепей поставок на фармацевтическом рынке.

**Достоверность результатов исследования** обеспечивается проведенным анализом информационных и статистических материалов организаций, регулирующих деятельность в сфере логистики холодových цепей на фармацевтических рынках, включая рынок фармацевтической продукции Китая.

**Соответствие диссертации Паспорту научной специальности.** Диссертационное исследование соответствует Паспорту научной специальности ВАК 5.2.3. «Региональная и отраслевая экономика» (транспорт и логистика), а именно 5.9. Теория и методология анализа логистических процессов и управления цепями поставок. Развитие отраслевых и функциональных сегментов рынка логистических услуг и п. 5.10. Моделирование, прогнозирование и оптимизация цепей поставок.

**Научная новизна диссертационного исследования** заключается в разработке научно-методических рекомендаций, основанных на внедрении цифровых технологий для отслеживания и управления логистических процессов в холодových цепях поставок на рынке фармацевтической продукции Китая.

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

- идентифицированы и содержательно раскрыты логистические процессы холодových цепей поставок, обусловленные требованиями к соблюдению температурного и влажностного режима на этапах товародвижения за счет использования специального оборудования, механизмов и технологий транспортировки и хранения фармацевтической продукции;

- разработаны методические рекомендации по внедрению цифровых технологий в холодových цепях поставок на рынке фармацевтической продукции, состоящие из пяти этапов: разработка цели и задач; выявление перспективных цифровых технологий; разработка организационной схемы процесса их внедрения; определение ожидаемых результатов и эффектов; определение рисков;

- предложена общая структура цифровой платформы обмена данными, состоящая из двух частей: базовой технической поддержки и интерактивного приложения, с перспективой создания сенсорной сети Интернета вещей для мониторинга температуры, влажности и вибрации во время выполнения логистических процессов в режиме реального времени, направленной на повышение эффективности цепи поставок

- обоснована необходимость и определена роль государственной институциональной структуры в создании, эксплуатации и развитии Единой цифровой платформы обмена данными, которая состоит в разработке общего централизованного механизма управления работой платформы по контролю холодовой цепи поставок на рынке фармацевтической продукции Китая;

- предложена система показателей комплексной оценки эффективности логистических процессов холодových цепей поставок, осуществляемых через Единую цифровую платформу обмена данными, состоящая из общих показателей и специальных показателей эффективности логистических процессов.

**Теоретическая значимость исследования** заключается в развитии теоретических положений к управлению логистическими процессами холодových цепей поставок в условиях цифровой трансформации рынка фармацевтической

продукции Китая. Отдельные аспекты разработанных положений могут быть использованы для дальнейшего научного исследования в теории логистики и управления цепями поставок.

**Практическая значимость исследования** состоит в предметно-содержательной направленности разработанных инновационных решений по совершенствованию холодových цепей поставок на основе внедрении цифровых технологий с определением возможной области их применения в деятельности предприятий фармацевтической отрасли, а также применения полученных знаний в образовательном процессе.

**Апробация результатов исследования.** Основные результаты исследования были обсуждены на научных конференциях различного уровня, в том числе на:

- научной конференции аспирантов СПбГЭУ «Современные вызовы и актуальные проблемы науки, образования и бизнеса в условиях мировой нестабильности» (г. Санкт-Петербург, 2021 г.);

- научной конференции аспирантов СПбГЭУ «Повышение конкурентоспособности отечественной науки: развитие в условиях мировой нестабильности» (г. Санкт-Петербург, 2022 г.);

- III Национальной научно-образовательной конференции: «Логистика: форсайт-исследования, профессия, практика» (г. Санкт-Петербург, 2022 г.).

**Публикации результатов исследования.** Основные положения диссертации отражены в 12 публикациях общим объемом 6,46 п.л. (авторский вклад – 5,395 п.л.), в том числе в 4 статьях в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК Министерства науки и высшего образования Российской Федерации общим объемом 3,55 п.л. (авторский вклад – 2,485 п.л.).

**Структура диссертации** включает введение, основную часть из трех глав, заключение, список использованных источников.

В первой главе рассматриваются теоретические аспекты управления логистическими процессами холодových цепей поставок, в частности затрагиваются вопросы формирования теории управления цепями поставок: исследовано эволюционное развитие концепции управления цепями поставок, выявлены

особенности организации и управления логистическими процессами, проанализированы методические подходы к оценке эффективности рассматриваемых логистических процессов в холодовых цепях поставок.

Во второй главе проведено исследование логистики цепей поставок на фармацевтическом рынке: изучен мировой опыт, проанализирован рынок фармацевтической продукции Китая, выполнена сравнительная характеристика логистических процессов холодовых цепей поставок на фармацевтическом рынке Китая, США и Японии, проведена оценка эффективности логистических процессов холодовых цепей поставок в условиях внедрения цифровых технологий.

В третьей главе предлагаются методические рекомендации по управлению холодовыми цепями поставок на рынке фармацевтической продукции, основное внимание уделяется разработке модели управления логистическими процессами в холодовых цепях поставок на рынке фармацевтической продукции Китая, основанной на использовании инновационных технологий.

# 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К УПРАВЛЕНИЮ ХОЛОДОВЫМИ ЦЕПЯМИ ПОСТАВОК

## 1.1. Эволюционное развитие теории управления цепями поставок

Чтобы понять эволюцию научных взглядов в сфере теории управления цепями поставок, целесообразно рассмотреть исторические аспекты деятельности по управлению производством и операциями.

В 1960-1975 гг. для корпораций была характерна вертикальная организационная структура, поэтому при ведении своей деятельности каждый из элементов данной структуры ориентировался на функции [93]. В это время отсутствовало понимание необходимости установления выгодных отношений с поставщиками. На уровне производственных систем особое внимание уделялось планированию потребностей в сырье и материалах.

После 1975 г. и вплоть до 1990 гг. предприятия все еще продолжали иметь вертикальную структуру, но начинал расти интерес к изучению процессов, происходящих на предприятии, в том числе на уровне цепей поставок. Начались предприниматься попытки оценки эффективности корпоративной деятельности [94].

Начиная с 1990 г., корпорации во всем мире испытывают растущую национальную и международную конкуренцию. Стратегические союзы между организациями растут [73]. Организационные структуры начинают согласовываться с процессами. Производственные системы в организациях были расширены с помощью инструментов информационных технологий, таких как планирование ресурсов предприятия, планирование требований к распределению, электронная коммерция, управление данными о продуктах, совместная разработка и так далее. Во многих фирмах все больше внимания уделялось общей стоимости продукта от его источника до потребления, в отличие от получения самой низкой цены от непосредственного поставщика. Также возросло использование закупленных материалов и внешней обработки с одновременным сокращением числа поставщиков и более широким обменом информацией между

поставщиками и покупателями. На рынке произошел заметный сдвиг от массового производства к индивидуальной продукции. Это привело к тому, что акцент был сделан на большей гибкости организации и процессов, а также на координации процессов на многих объектах.

Лежащая в основе философия управления цепочками поставок эволюционировала, чтобы реагировать на эти меняющиеся бизнес-тенденции. Явление управления цепочками поставок привлекло внимание исследователей и практиков из разных стран.

Изучая эволюционное развитие теории управления цепями поставок, прежде всего необходимо отметить, что генезис научного исследования управления цепями поставок связан со становлением собственно логистики как научной дисциплины. Здесь необходимо отметить, что до 1950-х гг. логистика рассматривалась в военных терминах [106]. Термин «логистика» был введен американским институтом военно-морского флота в 1894 г. для использования в сфере навигации [31, с. 20]. Это было связано с приобретением, обслуживанием и транспортировкой военных объектов, техники и личного состава. Хотя некоторые авторы до этого времени начали говорить о замене одних затрат на другие, и обсуждали выгоды для фирмы от доставки нужных товаров в нужное место в нужное время, логистика как наука только начинала свое становление.

В 1960-1970-х гг. логистические затраты предприятий продолжались оставаться высокими (к примеру, в США они доходили до 15% ВВП) и в этом контексте был начат поиск решений по оптимизации логистических процессов, что в свою очередь привело к развитию теории и практики распределительной логистики [93]. Поэтому возникла необходимость изучения и применения более эффективного подхода в управлении цепями поставок.

В 60-70-е гг. фактическая управленческая практика, как правило, ограничивалась координацией действий в рамках функции логистики или между действиями, связанными с потоком продукции. Сформировалось мнение, что деятельность, имеющая связь с товарным потоком, включает разные виды, такие как транспортировка и управление запасами, которые в свою очередь считались

частью новой области физического распределения или логистики. Также в это время логистика была охвачена как маркетингом, так и производством, но мало внимания уделялось вопросам товаропотока, затраты на логистику были высокими и существовала нереализованная возможность их снижения. Между сферами закупок, производства и физического распределения практически не было координации, хотя они и оказывали прямое влияние на управление потоками продукции.

В 1980-е гг. началось формирование концепции управления цепями поставок. Впервые термин «управление цепями поставок» появился в публицистической литературе в начале 80-х гг., когда в 1982 г. была опубликована статья исследователей Оливера и Уэббера (издание периодической печати «Financial Times»). В ней описывался ряд действий, выполняемых организацией по закупке и управлению расходными материалами. Сначала термин часто использовался для обозначения управления логистикой или межорганизационного управления логистикой.

В 1990-е гг. концепция управления цепями поставок в том ее виде, в котором она известна сегодня, постепенно утвердилась [71]. Это в свою очередь способствовало росту научного интереса к данной исследовательской сфере.

Развитие процессов глобализации в мире и стремительный рост китайской промышленности также способствовали дальнейшему развитию категории управления цепями поставок в научном обороте [99]. Появилась необходимость научного осмысления процессов транспортировки и хранения в сложных сетях регионального и международного уровня. В связи с этим, управление цепями поставок как терминологическая единица стала использоваться для выражения понятия решения стратегических вопросов развития, планирования и поиска путей оптимизации, в то время как управление логистикой как термин сконцентрировалось на изучении текущей организации транспортирования, распределения, складирования и иных процессов и операций.

В этот период логистика начала играть роль важнейшего стратегического инструмента для ведения конкурентной борьбы различными организациями.

Начиная с начала нынешнего столетия продолжают углубляться теоретические исследования в сфере логистики. На современном этапе также растет количество исследований, изучающих вопросы практического использования логистических решений для организаций. Управление цепями поставок теперь становится не только главной задачей деятельности логистических отделов, но и играет важную роль в бизнес-стратегии компании и в планировании деятельности всего предприятия [31, с. 25].

Если в прежние годы упор делался на планирование материалов, использование методов планирования потребности в материалах, управление логистикой запасов с помощью системы распределения с одним складом для нескольких розничных продавцов, а также методы операций push-and-pull для производственных систем. Однако в последние несколько лет возобновился интерес к разработке и внедрению интегрированных систем, таких как планирование ресурсов предприятия, многоступенчатая инвентаризация и производство с синхронным потоком соответственно. Этому сдвигу способствовал ряд факторов.

Во-первых, появилось понимание зависимости производительности предприятия от управления его отдельными подсистемами на основе логистического подхода, т.е. как элементами единой логистической системы.

Во-вторых, достижения в области информационных и коммуникационных технологий, дополненные сложными системами поддержки принятия решений, позволяют разрабатывать, реализовывать и контролировать стратегические и тактические стратегии, необходимые для выполнения поставленных задач. Доступность таких систем может существенно повлиять на вопросы корпоративной интеграции.

В настоящее время общепринято мнение, что цепи поставок не статичны – они развиваются и меняются по размеру, форме и конфигурации, а также по тому, как они координируются, контролируются и управляются. Новые цепи поставок могут возникать по многим причинам, например, в ответ на технологический прорыв или новые географические рынки [91].

Изучая теорию управления цепями поставок, следует уделить внимание понятию цепи поставок.

По мнению М. Кристофера, «цепь поставок представляет собой сеть организаций, которые через восходящие и нисходящие связи вовлечены в различные процессы и виды деятельности, создающие ценность в виде продуктов и услуг, находящихся в руках конечного потребителя» [78]. Д. Уотерс пишет, что «цепь поставок определяется как процессы от исходного сырья до конечного потребления готовой продукции, связывающие между собой отрасли поставщиков и пользователей» [108].

По мнению Ма Шихуа и Линь Юн, «цепь поставок определяется как сосредоточенная вокруг основного предприятия посредством управления информационными потоками, логистикой и движением капитала, начиная с закупки сырья, производства промежуточных продуктов и конечных продуктов и, наконец, отправки продуктов на рынок сбытовая сеть» [135].

По мнению профессора Е.А. Смирновой, «цепь поставок определяется как сеть связанных и взаимозависимых между собой организаций, осуществляющих совместное управление, контроль и регулирование потоковых процессов, идущих от поставщиков к конечным потребителям через фокусную компанию, находящуюся в центре этой сети» [48, с. 15]. Управление цепями поставок, в том числе их организация, планирование, регулирование, учет, контроль и анализ, требует более глубокого изучения составляющих цепи поставок.

Е.А. Смирнова рассматривает два подхода к декомпозиции цепи поставок – объектный и процессный.

В соответствии с объектной декомпозицией, цепь поставок может быть разложена на составляющие, которые включают подсистемы, звенья, элементы, каналы, цепи и другие. Объектная декомпозиция цепи поставок может быть представлена в двух видах:

– по принципу вложенности: логистическая система – подсистема – звено – элемент;

– по принципу реализации функций управления данной системы объектами: логистическая система – сеть – канал – цепь [48, с. 15].

Рассмотрим декомпозицию цепи поставок с точки зрения процессов, происходящих в ней (рисунок 1.1).

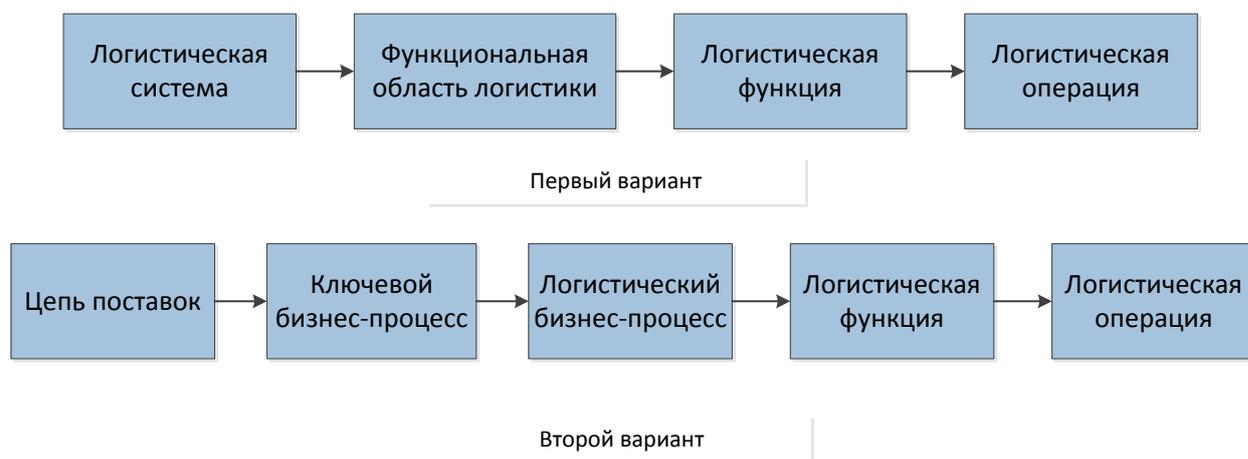


Рисунок 1.1 – Варианты процессной декомпозиции цепи поставок

Рассматривая эволюцию управления цепями поставок, следует также дать определение данному термину, для чего необходимо ознакомиться с подходами разных авторов к его сущности.

Современные европейские исследователи отмечают, что изначально управление цепями поставок было ограничено управлением запасами. Позже эта концепция была расширена и теперь включает управление всеми функциями.

По мнению Д. Уотерс, управление цепями поставок занимается управлением потоками между этапами цепочки поставок и между ними, чтобы минимизировать общие затраты [109]. Это определение подразумевает, что в управление цепями поставок входит управление потоками товаров, информации и финансов вверх и вниз по цепочке поставок.

М. Фарук с коллегами считают, «управление цепями поставок – это концепция, основной целью которой является интеграция и управление поставками, потоками и контролем материалов с использованием общей системной пер-

спективы для нескольких функций и нескольких уровней поставщиков» [81]. С. Мин пишет: «цель управления цепями поставок заключается в том, чтобы синхронизировать требования клиентов с потоком материалов, чтобы найти баланс между противоречивыми целями максимального обслуживания клиентов, минимального управления запасами и низких удельных затрат» [93].

М.Х. Хугос указывает: «цепь поставок рассматривается как единый процесс. Ответственность за различные подразделения в цепи не фрагментирована и перенесена на функциональные области, такие как производство, закупки, дистрибуция и продажи. Управление цепями поставок зависит от принятия стратегических решений» [85].

И. Фан и М. Стивенсон под управлением цепями поставок понимают интеграцию ключевых бизнес-процессов торговых партнеров от начальной добычи сырья до конечного потребителя, включая все промежуточные операции по обработке, транспортировке и хранению и конечную продажу конечному потребителю продукта [80].

По мнению Д. Блэнчарда, «управление цепями поставок – это набор подходов, используемых для эффективной интеграции поставщиков, производителей, складов и магазинов» [73]. Оно необходимо, чтобы товары производились и распределялись в нужном количестве, в нужные места и в нужное время, чтобы свести к минимуму масштабы всей системы и затраты при удовлетворении требований к уровню обслуживания.

М.А. Саид и В. Керстен пишут, «управление цепями поставок – это систематическая стратегическая координация традиционных бизнес-функций и тактик между этими бизнес-функциями в рамках конкретной компании и между бизнес-процессами в цепи поставок с целью улучшения долгосрочных показателей отдельных компаний» [100]. Оно состоит из разработки стратегии организации, контроля и мотивации ресурсов, участвующих в потоке услуг и материалов в цепи поставок [88]. Управление цепью поставок состоит из фирм, сотрудничающих для использования стратегического позиционирования и повышения операционного эффекта.

Каждый из участников цепи поставок заинтересован в достижении собственных целей, для чего разрабатываются собственные стратегии. Тем не менее, поскольку важным принципом цепи поставок является единство организации, при сотрудничестве особая роль отводится стратегии цепи поставок, которая строится на ключевых положениях стратегического управления всех участников, и основана на их консенсусе.

Основываясь на сотрудничестве с лидерами отрасли, в управлении цепями поставок Д.М. Ламберт, М.С. Купер и Дж. Пах определили восемь ключевых подпроцессов, включающих:

- «управление взаимоотношениями с клиентами;
- управление обслуживанием клиентов;
- управление спросом;
- выполнение заказа;
- управление производственным потоком;
- управление взаимоотношениями с поставщиками;
- разработку продукта и коммерциализацию;
- управление возвратными потоками («returns management»)» [90].

Эти процессы должны координироваться путем сотрудничества и управления взаимоотношениями на различных уровнях канала поставок, от первоначальных поставщиков до конечных потребителей.

Таким образом, в работах европейских авторов основные подходы в управлении цепями поставок могут быть выражены сырьевым, товарным, систематическим, стратегическим, устойчивым подходами. Цель управления цепями поставок – произвести логистические операции в нужном количестве, в нужном месте и в нужное время.

В работах российских авторов существуют разные подходы к определению изучаемого в рамках данной главы термина.

По мнению Е.А. Смирновой, «управление цепями поставок – это технологически и организационно-экономически обусловленная последовательность поставщиков и потребителей товаров и услуг, деятельность которых направле-

на продвижение материальных ценностей и информации о них по цепи поставок от начального поставщика, через производство и распределение, до конечного потребителя с минимальными издержками» [48, с. 6].

По мнению В.В. Щербакова, «основная идея управления цепями поставок – логистическая интеграция и управление всеми предприятиями и видами деятельности, входящими в цепь поставок, на основе взаимного сотрудничества» [38]. В этом процессе управление связано с интеграцией и координацией, оно может принимать различные формы, будь то управление циклом заказа или запасами и другие [59].

Д.Ю. Воронова и Л.Ю. Бережная отмечают, «управление цепями поставок представляет собой совокупность управленческих решений и бизнес-процессов, таких как: управление взаимоотношениями с потребителями, обслуживание потребителей, управление выполнением заказов, управление спросом, управление разработкой продукции и ее доведение до коммерческого использования, управление снабжением, поддержка производственных процессов, управление возвратными материальными потоками» [11].

В. Маргунова и А. Трифунтов отмечают, «управление цепью поставок – это управление потоком материалов, товаров, услуг, информации и финансов» [34].

Как пишет Е.Ю. Китриш, «управление цепями поставок представляет собой процесс углубления интеграции всех участников цепи поставок - от конечных потребителей к поставщикам товаров, услуг и информации, направленный на удовлетворение требований целевого рынка, а также на формирование у участников цепи поставок социальной ответственности в соответствии с требованиями общества в целом и конечных потребителей в частности» [18].

Таким образом, в работах российских авторов в управлении цепями поставок выделяются следующие черты: совокупность управленческих решений и бизнес-процессов, наличие потока (материалов, товаров, услуг, информации, финансов), взаимное сотрудничество исполнителей логистических процессов.

Китайские авторы придерживаются идеи европейских коллег при определении термина управление цепями поставок.

Управление цепями поставок относится к эффективному управлению поставщиками, производителями, складами, распределительными центрами и дистрибьюторами с целью минимизации стоимости всей системы цепей поставок при определенных условиях уровня обслуживания клиентов. Одно и то же предприятие может составлять разные составляющие узлы этой сети, но в большинстве случаев разные предприятия составляют разные узлы этой сети. Например, в цепи поставок одно и то же предприятие может занимать не только позиции производителей, складов, но и конкретных узлов сбыта. В цепи поставок с более глубоким разделением труда и более высокими профессиональными требованиями разные узлы в основном состоят из разных предприятий [124].

Некоторые ученые считают, что суть цепи поставок заключается в единстве логистики, бизнес-потока, информационного потока и движения капитала, формирующихся на основе кооперации, разделения труда и интеграции многих предприятий, а управление цепями поставок осуществляется посредством интеграции этих потоков, что может повысить общую конкурентоспособность цепи поставок [123].

Ма Шихуа считает, что управление цепями поставок должно оптимизировать работу цепями поставок и при наименьших затратах позволить им начинаться с закупок, чтобы удовлетворить конечного потребителя, включая рабочий поток, физический поток, поток капитала и поток информации и могут работать эффективно и доставлять подходящие продукты потребителям своевременно и точно с разумной обработкой [135].

Чжан Сяньмин в своей статье отмечает, что управление цепями поставок – это планирование, организация, координация и контроль логистики, потоков информации и движения капитала в сетевой организации от поставщиков к покупателям. Его суть – договор, доверие и кооперация цепи поставок. Управление информацией, управление контрактами, доверие управление взаимодей-

ствуют друг с другом, образуя законченную систему. И цепь поставок, и управление ей включают три различных уровня: микро-, мезо- и макроуровень. Управление цепями поставок имеет как пересечения, так и различия с управлением процессами и каналами, а область управления цепей поставок обычно шире [152].

Ян Бэйнин полагает, что управление цепями поставок относится к корректировке и совершенствованию деятельности в цепях поставок. Объектом управления цепочками поставок является организация цепи поставок и «поток», созданный в течение периода. Интеграция и сотрудничество являются основой управления цепями поставок. Суть управления цепями поставок заключается в том, чтобы углубиться в систему цепями поставок, включить различные варианты с добавленной стоимостью и интегрировать клиентов. Управление цепями поставок рассматривает все узлы как единое целое, а затем осуществляет стратегическое управление всем процессом [146].

Таким образом, в работах китайских авторов категория управление цепями поставок характеризуется такими чертами, как направленность процесса управления минимизацию стоимости логистики, единство бизнес-потока, информационного потока и движения капитала, в основе управления лежит кооперация и сотрудничество предприятия, эффективность интеграции предприятий в цепях поставок определяет общую конкурентоспособность цепи поставок и свидетельствует о наличии или отсутствии проблем в ее управлении.

В результате анализа подходов разных авторов к определению сущности понятия управление цепями поставок было обнаружено, что вне зависимости от происхождения, авторы при определении данного понятия акцентируют внимание, что в его основе лежит сотрудничество, кооперация и взаимодействие поставщиков логистических услуг и конечных получателей, а результат управленческого процесса определяется возможностью в условиях такой тесной взаимосвязи качественно выполнять логистические операции.

Давая оценку эволюции цепей поставок, можно отметить, что в своем развитии логистическое осмысление цепей поставок прошло незначительный

по продолжительности путь и к настоящему времени все еще отсутствует единый взгляд на сущность многих понятий. Так, существует множество разных подходов к определению термина управление цепями поставок, в которых делается акцент на разных аспектах управленческой деятельности в данной сфере применения. Кроме этого, переход к четвертой промышленной революции и повсеместное применение инновационных технологий заставляют по-новому смотреть на сущность управления в цепях поставок.

Среди современных трендов развития теории цепей поставок следует отметить прежде всего цифровизацию и использование инновационных технологий на всех уровнях (бизнес-процессах) управления цепями поставок, что дает возможность идти по качественному пути развития. Это в свою очередь требует постоянных трансформаций и повышенной способности к адаптации к новым изменениям, что становится важным свойством для выживания любых систем и достижения устойчивости всех экономических процессов в новых условиях, включая процессы в цепях поставок.

На современном этапе происходит перенос логистических идей на новые экономические сферы [31, с. 26]. Потребители предъявляют более высокие требования к логистике, желают, чтобы в процессе перевозки и хранения товаров не происходили какие-либо изменения в качестве товаров. Кроме этого, на рынке предпочтения потребителей также неуклонно растут – им уже недостаточно получить просто товар, они желают, чтобы любой продукт вне зависимости от его формы был максимально свежим. Это все привело к развитию холодных цепей поставок, которые будут рассмотрены более подробно далее.

## **1.2. Особенности организации и управления логистическими процессами в холодных цепях поставок**

В первой половине прошлого столетия начал возрастать интерес к изучению холодных цепей поставок. В 1938 г. американский изобретатель Фредерик Джонс разработал первую переносную установку воздушного охлаждения для транспортных средств, перевозящих скоропортящиеся продукты. Во время

Второй мировой войны эти подразделения были неотъемлемой частью транспортировки, сохранения и безопасности крови, лекарств и продуктов питания, используемых в военных госпиталях и на поле боя.

С 1950-х гг. начали появляться сторонние поставщики логистических услуг, которые внедряли новые методы транспортировки товаров международной холодной цепи. До их появления процессы холодных цепей в основном управлялись производителем или дистрибьютором самостоятельно. В новых условиях помимо крупных поставщиков (таких как United Parcel Service (UPS) и FedEx), услуги холодных цепей стали оказывать и мелкие и средние компании, что способствовало развитию специализированной логистической отрасли поставок низких температур. Возможность перевозки медицинских товаров на большие расстояния позволяет более эффективно решать проблемы здравоохранения (например, распространение вакцин).

Рассматривая особенности организации и управления логистикой холодными цепями поставок, прежде всего, необходимо дать определение «холодовая цепь».

Западные исследователи предлагают следующие подходы к определению «холодовая цепь». По мнению Ж.П. Родрига и Т. Ноттеба, холодная цепь включает в себя транспортировку чувствительных к температуре продуктов по цепи поставок с использованием методов термической и холодильной упаковки и логистического планирования для защиты целостности этих поставок [98].

П. Кэтрин, Х. Панарашри, Д. Николас указывают, «холодовая цепь – это наука, технология и процесс. Это наука, поскольку она требует понимания химических и биологических процессов, связанных со скоропортящимися продуктами. Это технология, поскольку она опирается на физические средства для обеспечения надлежащих температурных условий по всей цепочке поставок. Это процесс, поскольку необходимо выполнить ряд задач для подготовки, хранения, транспортировки и контроля продуктов, чувствительных к температуре» [97].

Холодовая цепь – это непрерывный поток определенного теплового профиля на всех этапах производства, упаковки и распределения чувствительного к температуре продукта [83].

Логистика холодовой цепи – это транспортировка, хранение, переработка и другие процессы по движению продуктов с регулируемой температурой, таких как чувствительные к температуре продукты, оборудование и биофармацевтические продукты [77].

Опираясь на изученные точки зрения, мы считаем, что термин «холодовая цепь» в работах европейских авторов определяется по-разному. Так, некоторые авторы предлагают понимать под этим термином не только материальный поток, который происходит при заданных температурных условиях, но и учитывать все процессы, происходящие в ходе из движения. Учитывая логистический аспект, на наш взгляд, прежде всего нужно рассматривать холодовую цепь как совокупность процессов транспортировки, хранения, переработки в ходе движения товара, чувствительного к температурному режиму.

Рассмотрим, как определяется в российских академических кругах понятие холодовой цепи поставок.

В. Герми и А. Колик определяют холодовую цепь как постоянно действующую организационно-технологическую систему, обеспечивающую поддержание необходимого температурного режима на всем пути движения от производителя до конечного потребителя [12, с. 125].

В.Ф. Учайкин и О.В. Шамшева предлагают определение холодовой цепи как бесперебойно функционирующей системы, которая обеспечивает оптимальность температурного режима хранения и транспортирования товаров на всех этапах пути их следования от предприятия-изготовителя до конечного потребителя [61].

По мнению Н.М. Бат, холодовая цепь поставок определяется как цепь, создаваемая для «обеспечения оптимального температурного режима транспортирования и хранения вакцин на всех этапах пути следования от предприятий-производителей к вакцинируемому населению» [4].

Согласно точке зрения Л.К. Горба, холодовая цепь – «комплекс организационно-технических мероприятий, которые обеспечивают оптимальные температурные режимы при хранении и транспортировке иммунобиологических препаратов» [13].

Л.В. Жарков полагает, что холодовая цепь – «система мероприятий, обеспечивающих транспортировку и хранение вакцин и других лекарственных средств в условиях, исключающих повреждающее воздействие повышенной температуры» [16].

Э.Т. Каплан с коллегами выдвигают точку зрения, согласно которой холодовая цепь поставок определена как «непрерывная цепочка от производителя до конечного потребителя продукции» с соблюдением «определенного температурного режима» [17].

Анализ мнений этих авторов позволяет выявить, что в работах российских исследователей, холодовая цепь определяется как совокупность действий участников цепи поставок по выполнению логистических процессов (транспортировка, хранение и другие) в условиях соблюдения конкретной температуры. Именно наличие данного условия, на наш взгляд, определяет специфику холодовой цепи.

Исследования логистики холодовых цепей в Китае начались относительно поздно. В 1980-х г. концепция логистики была официально сформирована, и ученые также начали изучать и обсуждать логистику холодовых цепей. После десятилетий развития индустрия логистики холодовых цепей достигла определенных результатов. Судя по существующей научной китайской литературе по логистике холодовых цепей, исследования большинства ученых сосредоточены на определении прикладных аспектов холодовых цепей, логистических услугах холодовой цепи и управлении логистикой холодовой цепи. Что касается теоретического осмысления холодовых цепей, то здесь китайские исследователи полагаются на мнение европейских ученых.

Холодовая цепь поставок – это процесс, в котором все связанные с ним действия контролируются по температуре, начиная от хранения сырья и закан-

чивая окончательным распределением продуктов [27]. Средняя температура поддерживается в необходимом для обеспечения сохранности поставок материалов и продуктов диапазоне на протяжении всего процесса хранения и распределения (так называемое «поддержание холодových цепей» [86]. В то же время существуют и препараты, которые должны храниться при более низких температурах (например, против полиомиелита, желтой лихорадки и другие) [16].

Обобщая мнения европейских, русских и китайских авторов об определении сущности понятия «холодовая цепь», мы можем предложить следующее авторское определение данного термина. Под холодной цепью поставок в рамках настоящего исследования будет пониматься интегрированная система управления материальными, информационными и финансовыми потоками, связанными с обеспечением транспортировки и хранения материальных ценностей, для сохранения товарных и функциональных свойств которых требуется соблюдение определенных микроклиматических условий, таких как температура и влажность воздуха.

В современных холодových цепях перемещаются, как правило, фармацевтические и пищевые продукты. Качество скоропортящихся товаров, в том числе ряда фармацевтических препаратов, может подвергаться изменениям за счет происходящих в них химических реакций. Хранение этих продуктов в «опасной зоне» температурного хранения помогает уменьшить рост или распространение бактерий. Все это обуславливает важность холодových цепей поставок и управления ими в современном мире.

Некоторые из основных температурных режимов в холодových цепях для фармацевтических препаратов представлены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Основные температурные режимы в холодových цепях для фармацевтических препаратов [12]

Вид груза	Температурный интервал
Тромбоциты и другие специфические медицинские грузы	-80°C ~ -30°C
Бактерии	-25°C ~ -30°C
Вакцины, микстуры	0C ~ +8°C

Стоит отметить, что соблюдение температурных режимов в холодových цепях играет важную роль для сохранения исходного качества товаров. В. Герами и А. Колик пишут, что при нарушении температурного режима в холодových цепях возможно сохранение товаром необходимого для применения качества (это актуально как для медикаментов, так и для продуктов питания), однако срок их годности значительно сокращается, что в свою очередь ведет к сокращению срока реализации [12].

Холодовые цепи берут свое начало в момент выпуска товара на производстве, после чего соответствующий продукт размещается в определенных условиях и хранится в условиях благоприятной температуры. Рассмотрим более подробно логистические процессы, которые происходят в холодových цепях поставок.

В трудах В.Д. Герами и А.В. Колик приведена следующая схема логистических процессов и изменения температуры в холодových цепях (рисунок 1.2).

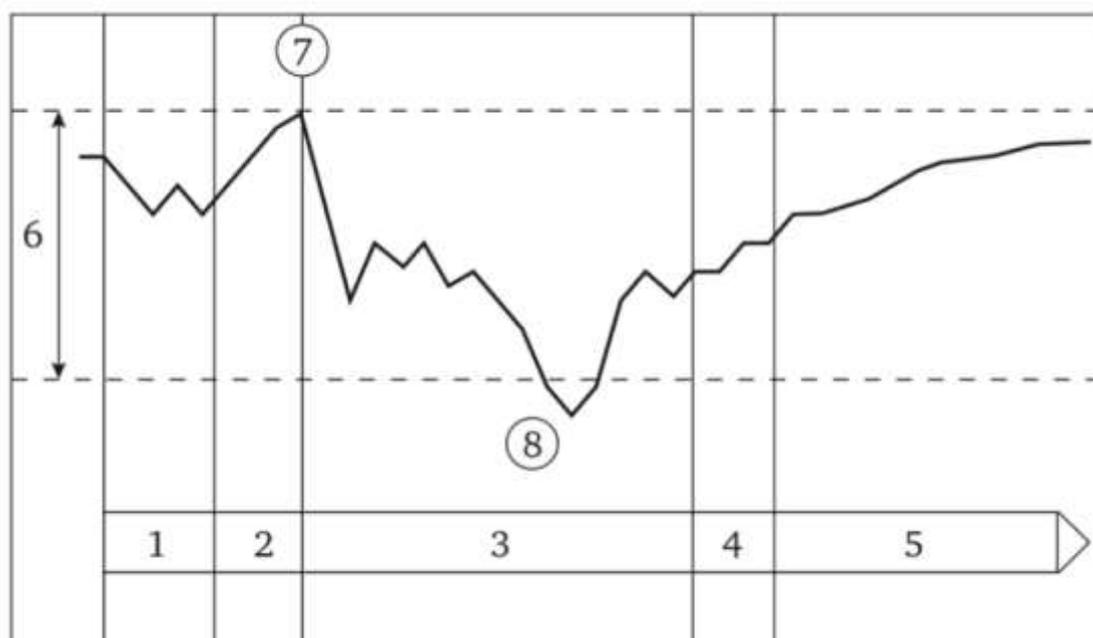


Рисунок 1.2 – Динамика температуры товара в холодových цепях [12]

На рисунке номерами 1-5 обозначены следующие логистические процессы в холодových цепях:

1 – транспортировка от производителя;

- 2 – перегрузка в условия складского хранения;
- 3 – процесс складского хранения;
- 4 – операция погрузки в транспорт;
- 5 – доставка до конечного потребителя.

На рисунке 1.2 диапазон допустимого колебания температуры обозначен цифрой 6. Именно в этом температурном интервале возможна поставка товара в холодной цепи с сохранением абсолютно всех исходных свойств продукции. Из рисунка видно, что в точках 7 и 8 происходит нарушение температурного режима, в частности в точке 7 температура достигает максимального значения, что возможно, например, при перегрузке товара и ведет к возникновению рисков нарушения режима холодной цепи. В точке 8 происходят обратные процессы, температура товара достигает критически минимального значения на протяжении всей холодной цепи, что может привести к переохлаждению товара на складе с нарушением температурного режима в данной цепи.

Возвращаясь к вопросу о составляющих холодных цепей поставок, вновь отметим, что после ряда логистических процессов фармацевтический продукт доставляется конечному потребителю (5), но на этом процесс холодной цепи не завершается, а переходит на стадию хранения у конечного потребителя. И лишь в момент употребления фармацевтического препарата можно говорить о том, что холодная цепь завершилась.

Ранее рассматривая понятие цепей поставок, мы уже отмечали, что возможно проведение декомпозиции и разделения его на составляющие. В случае холодных цепей также можно выделить разные составляющие, как с точки зрения объектов, так и с точки зрения процессов.

Объектно-функциональную декомпозицию холодных цепей приводит Всемирная организация здравоохранения (рисунок 1.3) [79].

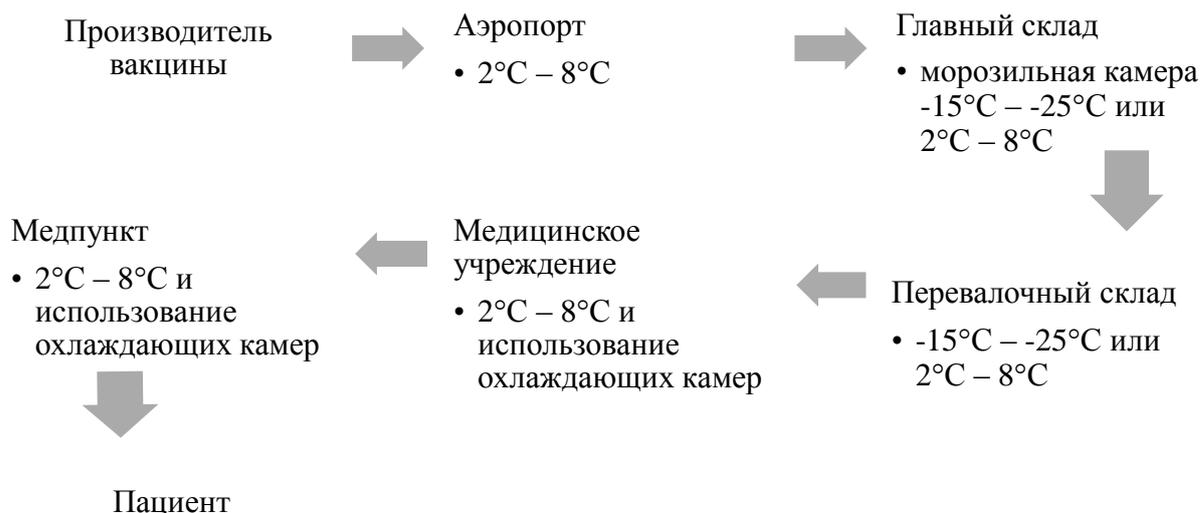


Рисунок 1.3 – Пример холодной цепи поставки вакцин ВОЗ

На основе анализа данного утвержденного требованиями ВОЗ «шаблона» холодных цепей поставок, можно обнаружить, что декомпозиция холодных цепей поставок выглядит следующим образом: производитель – транспортно-вальный склад – транспортное средство – склад хранения – перевалочный склад – транспортировка – предприятие – доставка до медпункта – медпункт (хранение) – конечный потребитель. В данном «шаблоне» объекты выделены с учетом выполняемых ими функций. Более того, схема представляет также такую специфику холодных цепей, как необходимость установления температурного режима для каждого из объектов холодных цепей.

Особые отличия холодных цепей поставок определяют специфику логистических процессов, происходящих в них. Последовательность процессов тесно связана с последовательностью потоков и рассматривает всю холодную цепь как совокупность взаимосвязанных процессов, направленных на достижение целей логистического бизнес-процесса.

Хранение на промышленном холодильном складе – это первый (отметим, что первый – это лишь условно) из логистических процессов холодных цепей. После завершения производства продукции, производитель направляет товар в

холодильный склад, расположенный на промышленном объекте. Это является обязательным требованием для холодových цепей. Начало холодových цепей определяется условиями производства конкретного препарата и требованиями к соблюдению температурного режима уже на этапах подготовки сырья и производственного процесса.

После того, как поступил запрос от коммерческого предприятия или медицинской организации на некоторый фармацевтический препарат, выполняется подготовка к транспортировке. Таким образом реализуются логистический процесс транспортировки до торгового/медицинского предприятия и логистический процесс по доставке: фармацевтический товар доставлен до коммерческого/медицинского предприятия.

Следующим логистическим процессом выступает выполнение операций по доставке фармацевтического препарата со склада предприятия до конечного получателя. В зависимости от типа предприятия, где хранился фармацевтический продукт, а также от нахождения конечного получателя, возможно выполнение набора разных логистических операций, которые в совокупности позволяют достичь цели логистического процесса – реализовать доставку конечному получателю.

Процессы в холодových цепях поставок могут быть представлены в следующем варианте (рисунок 1.4).

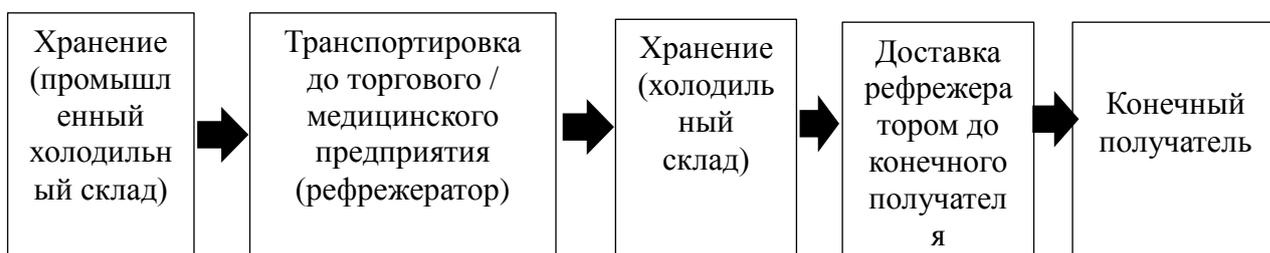


Рисунок 1.4 – Логистические процессы холодových цепей фармацевтической продукции [76]

Общим требованием для логистических процессов в холодových цепях поставок выступает поддержание постоянного допустимого температурного диа-

пазона. В связи с этим многие авторитетные международные организации, а также отдельные исследователи, рассматривая холодовые цепи поставок, выдвигают определенные требования по использованию специального оборудования и механизмов для постоянного поддержания температуры фармацевтических грузов. Среди них Всемирная организация здравоохранения выделяет такие требования, как «упаковка в специальные контейнеры, которые позволяют сохранять холод; поддержание низкой температуры за счет холодовых и поглощающих элементов, которые вкладываются в контейнер; использование термохимических индикаторов, которые меняют свой цвет в случае повышения температуры сверх установленного температурного интервала; наличие холодильного оборудования с автономным питанием» [79].

По мнению Ю. Чжан и его коллег основными способами поддержания температуры холодовых цепей выступает использование следующих механизмов и систем:

- системы охлаждения – доведение таких товаров, как продукты питания, до соответствующей температуры для обработки, хранения и транспортировки;

- хранение в холодильнике – предоставление помещений для хранения товаров в течение определенного периода времени, либо в ожидании отправки на удаленный рынок, либо в промежуточном месте для обработки и распределения, либо рядом с рынком для распределения;

- холодильный транспорт – наличие транспортных средств для перемещения товаров при сохранении стабильного температурно-влажностного режима, а также сохранности их целостности;

- холодная обработка и распределение – предоставление помещений для переработки и переработки товаров, а также обеспечение санитарных условий. Консолидация и деконсолидация грузов (ящики, ящики, поддоны) для распределения [111].

Управление холодовыми цепями происходит на всех ее этапах, которые можно представить в виде следующей схемы (рисунок 1.5).

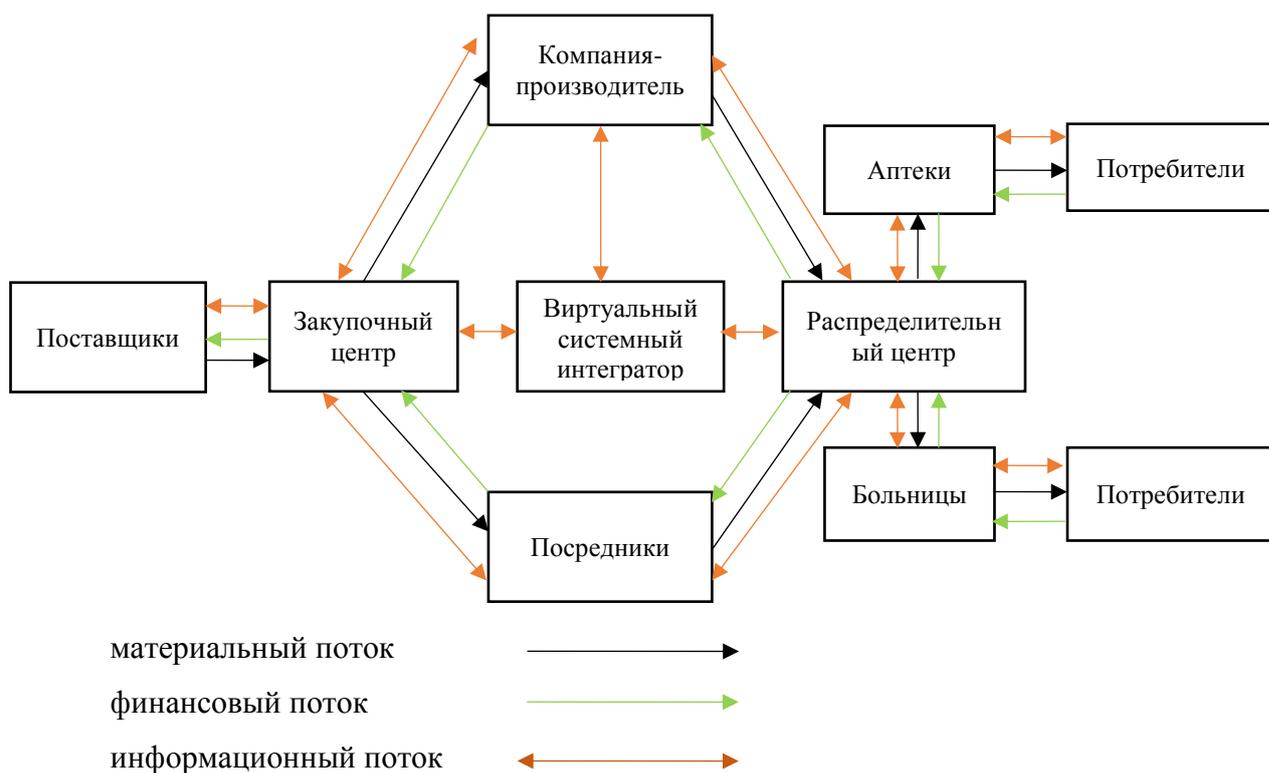


Рисунок 1.5 – Схема движения материальных финансовых и информационных потоков в холодной цепи поставок фармацевтических препаратов

Рассмотрим более подробно этапы холодных цепей поставок. На первом этапе компания-производитель формирует заказ на производство некоторого фармацевтического препарата. Затем она обращается к виртуальному системному интегратору, который обменивается информацией с закупочным центром о заказе определенного сырья. После чего материальный поток из закупочного центра направляется к компании-производителю. Далее произведенная продукция направляется в распределительный центр, который также взаимодействует с производителем через виртуальный системный интегратор. После того, как фармацевтический препарат достиг распределительного центра, он следует в аптеки или больницы, где уже непосредственно доставляется до конечного потребителя.

Следует отметить, что информационные потоки присутствуют на всех этапах движения материальных ценностей, а также связывают всех участников

холодовой цепи. Изучив логистические процессы холодной цепи и требования к сохранению температуры в ней, можно сделать вывод, что управление холодной цепью – это управление всеми этапами холодной цепи. Формируемые информационные потоки должны не только обеспечивать процессы товародвижения, рациональность объемов поставок и их своевременность, но и обеспечивать контроль требуемого состояния микроклимата, в котором находятся фармацевтические препараты. Для обеспечения сохранения товарных характеристик и химических свойств информационные потоки должны обеспечивать контроль микроклимата от производства и поставки сырья до поставки готового препарата потребителю.

Управление холодowymi цепями является важным компонентом цепи поставок, неотъемлемым элементом поддержания температурного диапазона и качества воздуха, включая уровни углекислого газа, влажности и кислорода. Любое нарушение или сбой в процессе управления холодowymi цепями во время транспортировки, обработки, хранения и демонстрации может привести к изменениям в свойствах фармацевтического продукта. Поэтому поддержание правильной температуры и среды продукта является критическим фактором успеха в цепочке поставок для всех участников от производителя, грузоотправителя до конечного потребителя.

При организации и управлении холодowymi цепями фармацевтической продукции важно осуществлять контроль на всем протяжении цепи поставок. Управление холодowymi цепями зависит от следующих факторов:

- знание свойств перевозимых грузов;
- использование соответствующего требованиям холодowych цепей оборудования;
- постоянный контроль температуры;
- выполнение логистических операций с высокой скоростью;
- высокая квалификация персонала;
- разработка индивидуальных условий для холодowych цепей поставок отдельных видов продуктов.

Знание свойств перевозимых грузов обеспечивает понимание физико-химических процессов, которые происходят в продукте при транспортировке и хранении. Также важно учитывать ограничения на совместную перевозку различных типов продуктов. На примере вакцин можно обнаружить, что знание свойств каждого из фармацевтических препаратов, требует особого подхода к холододовым цепям. Так, БЦЖ и прочие вакцины, которые могут быть неадсорбированными и адсорбированными, хранятся при температуре  $0^{\circ}\text{C}$ – $8^{\circ}\text{C}$ , в то время как живые вакцины в большинстве случаев хранятся в морозильной камере при температуре  $-20^{\circ}\text{C}$  и допускают временное повышение температуры до  $8^{\circ}\text{C}$  при транспортировке [61].

Поддержание холододовых цепей требует знания и контроля среды доставки, дизайна упаковки, продолжительности доставки и критических контрольных точек на протяжении всего процесса.

Оборудование в холододовых цепях также играет важную роль при управлении цепью поставок. При перевозке товаров, требующих установленного температурного режима, в логистической практике используются изотермическое оборудование, ледники и рефрижераторы.

Изотермическое оборудование включает в состав транспортные средства и контейнеры, которые несмотря на то, что самостоятельно не вырабатывают холод или тепло, но позволяют поддерживать температуру в определенном диапазоне за счет использования теплоизолирующих материалов для их изготовления. Иногда изотермическое оборудование соединяется с оборудованием, вырабатывающим холод, например, с рефрижераторами. Рассмотрим более подробно изотермическое оборудование, используемое в холододовых цепях.

Ледники – это оборудование, имеющее теплоизоляцию и источник холода немеханической природы. Таким источником холода может служить газ, а также сухой или натуральный лед.

Рефрижераторы оснащены теплоизоляцией, а также механическими источниками холода, например, компрессорами или абсорбционными установками.

Для транспортировки в холодových цепях некоторых фармацевтических продуктов, в частности вакцин, могут быть использованы хладоэлементы и термоконтейнеры. Хладоэлемент – это прямоугольная емкость из пластмассы, объемом 0,3-0,6 л, которая закрывается пробкой. Хладоэлемент наполняется водой и замораживается перед помещением в термоконтейнер. Это немеханический источник холода в цепи поставок. Термоконтейнер – это ящик из термоизолирующих материалов, который имеет плотно закрывающуюся крышку [61].

Тип контейнера для перевозки продукта, а также метод охлаждения, определяют возможность сохранения температуры груза в допустимом диапазоне. Выбор типа контейнера определяется энергетическими мощностями холодových цепей, ее продолжительностью, размерами груза, а также внешними условиями, в которых происходят логистические процессы (поскольку внешние температурные условия способны оказывать влияние на КПД охлаждающего оборудования).

Постоянный контроль температуры в холодových цепях поставок играет важную роль в управлении ей. Температурные условия перевозки должны постоянно отслеживаться. При этом важно учитывать, что температура в разных точках груза может быть неодинакова, поскольку на груз влияет неравномерный внешний нагрев и так далее. В связи с этим, особенно важно с учетом свойств груза и условий внешней среды выбрать то оборудование, которое позволит максимально эффективно сохранять температурный диапазон на протяжении выполнения всех логистических процессов.

Высокая скорость и своевременность доставки груза также играет важную роль в холодových цепях поставок. Как мы видели из графика (рисунок 1.2), температура товара после его погрузки в транспортное средство и в процессе доставки конечному потребителю начинает стремительно увеличиваться. По-

этому скорость транспортировки товаров в холодových цепях определяет риски возникновения нарушений температурного режима.

Выполнение логистических операций в холодových цепях должно осуществляться специально обученным персоналом, который осведомлен не только о том, как обеспечить необходимую температуру, но и как действовать в непредвиденных ситуациях. В холодových цепях возможны ситуации задержки перевозки, возникновение неисправностей оборудования, изменения маршрута доставки. Именно квалификация персонала и способность самостоятельно принимать правильное решение в таких внештатных ситуациях определяет возможность сохранения температурного режима в холодových цепях.

Общие проблемы управления холодowymi цепями поставок могут оказать значимое влияние на грузовые перевозки. К их числу относятся следующие:

- проблема сохранения качества продукции в цепях поставок;
- проблема выбора упаковки с учетом специфики перемещения товаров, требующих особых условий;
- отсутствие надлежащей документации – все этапы управления холодowymi цепочками поставок должны быть задокументированы. Это особенно актуально во время транспортировки, когда регистраторы данных, регистрирующие температуру и условия хранения, могут помочь предотвратить порчу груза в неподходящих условиях;
- задержки отгрузки/транспортировки – задержки являются очевидной проблемой для любого грузоотправителя, но они могут вызвать особенно серьезные последствия при работе с логистикой холодových цепей, поскольку технология холодových цепей чувствительна ко времени;
- нарушение климат-контроля и/или температуры. Изменение температуры может привести к изменению свойств фармацевтического препарата в холодových цепях. Это может быть результатом нескольких доставок (что означает частое открытие и закрытие дверей), загрузки продуктов с поля, неправильного предварительного охлаждения, экстремальных погодных условий или других условий, таких как неисправные охлаждающие устройства или транспорт [72].

Поставки в холодových цепях, в отличие от других видов логистики, характеризуются высокими нормами показателей своевременности, транспортных расходов, повышенными требованиями к транспортным технологиям, организации и возможностям координации. Ключевая особенность логистики холодových цепей заключается в том, что все процессы происходят в заданной низкотемпературной среде, что позволяет уменьшить потери качества фармацевтического сырья и продукции.

Перемещение грузов, требующих контроля температуры, требует бесперебойной работы нескольких движущихся частей. Обычный процесс перевозки грузов начинается с планирования маршрута, погрузки в транспортную тару, перемещения товара и доставки конечному потребителю. В случае поставок фармацевтических товаров в холодových цепях (рефрижераторные или замороженные поставки) все операции осложняются необходимостью поддержания температуры.

Во-первых, когда планируется отправка с холодным хранением, грузоотправитель и перевозчик должны работать вместе, чтобы убедиться, что у них есть подходящее оборудование для транспортировки товаров к месту назначения. Перевозчики также должны обеспечить соответствие своих поставок стандартам безопасности пищевых продуктов, чтобы уменьшить рост бактерий, порчу и обеспечить своевременную доставку продукта.

Во-вторых, большинство перевозчиков холодových цепей имеют склады-холодильники, которые позволяют им хранить продукты в «опасной зоне» допустимой температуры. Как только груз готов к перевозке, перевозчики должны работать быстро, чтобы погрузить груз в контейнеры с регулируемой температурой.

В-третьих, цепь поставок холода должна двигаться эффективно. Несмотря на то, что сегодняшние грузовые контейнеры построены лучше, чем когда-либо, по-прежнему реальностью является то, что чем дольше продукты холодильного хранения находятся в пути, тем больше вероятность повреждения груза. Грузоотправители и перевозчики также должны тесно сотрудничать с

получателем, чтобы убедиться, что они доступны для доставки, чтобы сократить задержки доставки.

И, наконец, холодовые цепи поставок требуют дополнительную документацию при отгрузке. Например, в США, Закон о модернизации безопасности пищевых продуктов, принятый Управлением по контролю за продуктами и лекарствами, предоставляет грузоотправителям и перевозчикам средства контроля, необходимые для безопасного перемещения продуктов, хранящихся в холодильнике, предъявляя требование, что перевозчики ведут журналы контроля температуры для документирования температуры своих грузовых контейнеров – в большинстве случаев каждый час.

Формирование комплексного подхода к организации холодовых цепей позволяет создать оптимальные условия для материальных потоков в цепи поставок, перемещаемых с соблюдением требований к температуре. На каждом из этапов управления холодовыми цепями выполняются различные логистические процессы.

В результате изучения научных подходов к идентификации логистических процессов в холодовых цепях поставок, а также в целом учитывая специфику холодовых цепей поставок и управления логистикой, нами было предложено авторское видение логистических процессов холодовых цепей поставок.

Логистические процессы холодовых цепей поставок – это последовательность действий по транспортировке, хранению, обработке и доставке чувствительных к температуре грузов, которая требует постоянного контроля температурного и влажностного режима на всех этапах товародвижения за счет использования специального оборудования, механизмов и технологий (рисунок 1.6).



Рисунок 1.6 – Логика выполнения логистических процессов холодовых цепей поставок фармацевтической продукции

В результате изучения научных подходов к идентификации логистических процессов, а также в целом учитывая специфику холодových цепей поставок, нами было предложено авторское видение декомпозиции логистических процессов холодových цепей поставок (таблица 1.2).

Таблица 1.2 – Декомпозиция логистических процессов холодových цепей поставок фармацевтической продукции

Логистический процесс	Состав и последовательность выполнения логистических операций	Специальные механизмы, оборудование и технологии
Контроль температуры и мониторинг	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Установление требуемого диапазона температур для фармацевтического продукта.</li> <li>2. Установление датчиков температуры в каждой точке хранения и транспортировки.</li> <li>3. Контроль температуры во время хранения и транспортировки.</li> <li>4. Регулярный мониторинг и контроль температуры</li> </ol>	Термосенсоры, регистраторы данных, RFID-метки, транспорт с контролируемой температурой (рефрижераторы)
Транспортировка и хранение	Упаковка на складе производителя: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Выбор упаковки на основе определения температурной чувствительности продукта.</li> <li>2. Использование изолированной упаковки или гелиевых пакетов для хранения.</li> <li>3. Маркировка упаковки чувствительными к температуре индикаторами</li> </ol>	Изолированные коробки, гелиевые пакеты, термостойкие этикетки, упаковочное оборудование
	Погрузка и разгрузка: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Проверка качества упаковки.</li> <li>2. Загрузка товаров в соответствии с определенным порядком.</li> <li>3. Обеспечение стабильности температуры во время загрузки.</li> <li>4. Выгрузка продуктов в пункте назначения с обеспечением температурных условий</li> </ol>	Рефрижераторные вилочные погрузчики, конвейерные ленты, домкраты для поддонов
	Транспортировка на оптово-розничный склад: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Выбор оптимального маршрута на основе требований к стабильности продукта.</li> <li>2. Загрузка товаров в транспортные средства с настраиваемой температурой.</li> <li>3. Поддержка температуры в процессе транспортировки.</li> <li>4. Обеспечение плавного температурного перехода во время разгрузки</li> </ol>	Рефрижераторы, системы GPS, регистраторы данных о температуре, программное обеспечение для оптимизации маршрута
	Разгрузка и размещение на оптово-розничный склад:	Стеллажи, домкраты для поддонов, регистраторы данных о температуре

Продолжение таблицы 1.2

Логистический процесс	Состав и последовательность выполнения логистических операций	Специальные механизмы, оборудование и технологии
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Выбор оптимального места хранения на складе.</li> <li>2. Разгрузка товара в условиях обеспечения постоянной температуры.</li> <li>3. Размещение товаров на складе</li> </ol>	
	<p>Хранение на оптово-розничном складе:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Обеспечение надлежащих условий хранения по прибытии.</li> <li>2. Хранение фармацевтических товаров в зонах с контролируемой температурой.</li> <li>3. Постоянный мониторинг температуры</li> </ol>	Холодильные и морозильные камеры, стеллажные системы, датчики температуры
	<p>Доставка последней мили до потребителей:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Организация доставки в соответствии с условиями заказа.</li> <li>2. Обеспечение целостности упаковки и непрерывности процесса транспортировки.</li> <li>3. Контроль температуры во время транзита на последней миле.</li> <li>4. Подтверждение доставки</li> </ol>	Рефрижератор, теплоизолированные сумки для доставки, мобильные системы контроля температуры
Обратная логистика	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Определение условий возврата, которыми могут быть истекший срок годности, поврежденная упаковка и т.п.</li> <li>2. Возврат фармацевтического препарата на склады с контролируемой температурой</li> <li>3. Обеспечение надлежащей утилизации просроченных или поврежденных фармацевтических продуктов</li> </ol>	Безопасные контейнеры для хранения, блоки утилизации отходов
Управление в кризисных / чрезвычайных ситуациях	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Мониторинг потенциальных рисков (перебои в подаче энергии, поломки транспортных средств и т.п.).</li> <li>2. Активизация аварийных протоколов для поддержания целостности холодовой цепи</li> </ol>	Аварийные холодильные установки, транспортные средства для чрезвычайных ситуаций

Оборудование, механизмы и технологии играют важную роль при управлении холодовыми цепями поставок. При перевозке товаров, требующих установленного температурного и влажностного режима, в логистической практике используются изотермическое оборудование, ледники и рефрижераторы и т.п. Выбор типа оборудования, механизмов и технологий для обеспечения температурно-регулируемой среды определяется энергетическими мощностями холо-

довой цепи, продолжительностью транспортировки и хранения, размерами груза, а также внешними условиями.

Таким образом, в диссертации доказано, что управление холодowymi цепями фармацевтических продукции поставок обусловлено требованиями к соблюдению температурного и влажностного режима на всех этапах товародвижения за счет использования специального оборудования, механизмов и технологий.

### **1.3. Методические подходы к оценке эффективности логистических процессов в холодowych цепях поставок**

Одним из важных аспектов управления холодowymi цепями поставок выступает оценка эффективности логистических процессов в ней. Ниже будут рассмотрены основные методические подходы, используемые при оценке эффективности логистических процессов в холодowych цепях поставок, представленные в работах разных авторов.

В российской логистической науке известен подход к оценке эффективности логистических процессов, основанный на анализе показателей надежности, который подробно был изучен в работах Е.И. Зайцева и А.А. Бочкарева. Данные исследователи вводят понятие структурной надежности и функционального отказа, под которым понимают «разрыв цепи из-за поставки ниже уровня спроса нулевого» [10]. Обеспечение надежности происходит за счет резервирования каналов поставок. На основе анализа возможных вариантов каналов поставок происходит конструирование сети поставок с последовательно-параллельной схемой структурной надежности.

Исследователи З. Ифэн и Х. Жухэ используют в качестве критериев оценки логистики холодowych цепей показатели безопасности и надежности с целью создания модели оптимизации маршрутизации распределения товаров в холодowych цепях [110]. Методика исследования базируется на применении модели с помощью MAX-MIN Ant System (MMAS) в реальной холодовой цепи. Исследовательская проблема в этой работе заключалась в том, как распределительный

центр должен организовать свой маршрут распределения и порядок приоритетов, чтобы обеспечить наименьшие затраты на распределение, в то же время удовлетворяя временным ограничениям поставок.

В работе А. Бозорги, Дж. Пазура и Д. Наззала изучена модель инвентаризации для товаров в холодовых цепях поставок, которая учитывает производительность единиц с регулируемой температурой, связанную с хранением и транспортировкой товаров в холодовых цепях [75]. Кроме того, анализируются функции затрат и выбросов для такой среды.

В. Цзян с коллегами проанализировали стратегию оптимизации и различные факторы стоимости сети поставок, создав модель холодовой логистической сети. Был разработан генетический алгоритм и для решения модели адаптивного влияния и трансформации [82]. Впервые генетический алгоритм был предложен профессором Американского Мичиганского университета Дж. Холландом в 1960-х гг. Данный алгоритм представляет собой своего рода адаптивную технологию искусственного интеллекта, которая имитирует процесс биологической эволюции и механизм решения проблем. Его основная идея исходит из следующего базового понимания: сам процесс биологической эволюции от простого к сложному и от низкого уровня к высокому представляет собой естественный и устойчивый процесс оптимизации, протекающий параллельно, целью которого является приспособляемость к окружающей среде и достижение цели эволюции. Генетический алгоритм заключается в том, чтобы выразить проблему-решение в виде «хромосомы», поместить их в «окружение» вопросов, выбрать и воспроизвести «хромосому», которая приспособливается к среде.

В работе С. Шаши и Р. Сингха измеряется производительность в холодовых цепях поставок. Измерение эффективности холодовых цепей поставок, по мнению исследователей, является ключевой сложной управленческой задачей, которая включает в себя множество действий [102]. Моделирование структурных уравнений использовалось для разработки и проверки подтверждающей модели с целью оценки производительности холодовых цепей поставок.

В работе Д. Накандала, Х. Лау и Дж. Чжана был разработан метод, помогающий менеджерам по логистике верхних звеньев логистической системы в принятии оптимизированных по стоимости решений относительно транспортировки с целью минимизации общих затрат при сохранении качества груза [95]. Практическое применение модели было проиллюстрировано с использованием различных подходов вычислительного интеллекта.

Исследователи Ф. Саиф и С. Эльхедхли изучили проблему проектирования холодовых цепей поставок и представили математическую модель для представления их экономических и экологических последствий [101]. Авторы сформулировали проблему вогнутого смешанно-целочисленного программирования, где ставилась задача минимизировать ожидаемую общую стоимость затрат, включая затраты на мощность, транспортировку и инвентаризацию, помимо затрат, связанных с влиянием глобального потепления из-за парниковых газов. Были рассмотрены экологические последствия как выбросов CO<sub>2</sub> из-за потребления энергии, так и утечки газообразного хладагента на складах и в транспортных средствах.

В исследовании М. Харига с коллегами проведена оценка влияния учета выбросов углерода в результате транспортировки и хранения грузов в холодовых цепях, включая завод/склад, распределительный центр и розничного продавца [84]. Авторы представили модель минимизации затрат, модель минимизации углеродного следа и гибридную экономическую и экологическую модель минимизации.

Основываясь на теории принятия решений, А. Кумар с коллегами посвятили свое исследование изучению устойчивости свойств грузов в холодовых цепях поставок [89]. Была сформулирована интегрированная структура принятия решений в рамках сетевого процесса интерпретационного структурного моделирования и анализа (ISM-ANP) для выявления и моделирования ключевых проблем устойчивости грузов холодовой цепи поставок.

Исследование, проведенное С. Тураном и Ю. Озтуркоглу, выявило все потенциальные факторы, влияющие на эффективность холодовых цепей поста-

вок [105]. Основные результаты заключаются в определении потенциальных критериев, влияющих на эффективность цепочки холодоснабжения.

В исследовании Е. Боттани, Дж. Каселла, М. Нобили, Л. Тебальди представлена методика оценки экономической и экологической устойчивости холодовых цепей поставок, в основе которой лежит математическая модель, учитывающая деятельность по транспортировке и хранению [74]. Исследовательские вопросы, которые ставятся в работе данных ученых включают: (1) определение наиболее эффективного процесса в холодовых цепях поставок с экономической и экологической точек зрения; (2) определение возможных стратегий снижения стоимости и воздействия холодовых цепей поставок на окружающую среду. Исследователи предложили математическую модель, разработанную в Microsoft Excel, которая воспроизводит ключевые процессы холодовой цепи поставок и оценивает стоимость и воздействие каждого процесса на окружающую среду. Для каждого из этапов холодовых цепей поставок исследователи представляют собственную вычислительную процедуру. Ниже кратко представим их характеристику.

Для оценки экономических и экологических показателей процесса сбора продукции исследователи применяют следующие показатели, представленные в таблице 1.3

Таблица 1.3 – Показатели оценки эффективности логистики холодовых цепей поставок на этапе сбора груза (Е. Боттани) [74]

Обозначение показателя	Описание
$q(\frac{c}{year})_c$	Количество транспортируемого груза
$C_{U,c}$	Стоимость единицы транспортной тары за кг транспортируемого груза
$FC_{truck}$	Расход топлива рефрижератора
$\%T_{i,c}$	Процентное время зажигания рефрижератора
$t_{trip,c}$	Время в пути для сбора продукции
$N(\frac{trip}{year})_c$	Регулярность прибытий грузов
$C_{U,litre}$	Стоимость топлива
$d_{diesel}$	Плотность дизельного топлива при нормальных условиях окружающей среды
$I_{truck}$	Экологическая нагрузка рефрижератора (количество выбросов CO2)

Экономические и экологические составляющие оценки процессов сбора товаров в холодových логистических цепях рассчитываются по следующим формулам, приведенным в таблице 1.4.

Таблица 1.4 – Формулы расчета эффективности логистики холодových цепей поставок на этапе сбора груза (Е. Боттани)

Рассчитываемый показатель	Формула
Общая стоимость транспорта	$C_{(t,TOT),C} = C_{u,C} * q_{(\frac{c}{year}),C}$ [ден. единиц/год]
Расход топлива рефрижераторов	$C_{E,C} = FC_{truck} * \%T_{i,C} * t_{trip,C} * N_{(\frac{trip}{year}),C} * C_{U,litre}$
Общий экономический эффект	$C_{tot,C} = C_{(t,TOT),C} + C_{E,C}$ [ден. единиц/год]
Энергопотребление холодильных установок	$= \frac{FC_{truck} * T_{i,C} * t_{trip,C} * N_{(\frac{trip}{year}),C} * I_{t,C} * 0,001 * d_{diesel} * 42,621 * 2,65 * 10^{-4}}{3,6 * 10^6}$
Энергопотребление склада	$I_{truck,C} = I_{truck} * D_C * N_{(\frac{trip}{year}),C}$
Общее воздействие на окружающую среду	$I_{TOT,C} = I_{t,C} + I_{truck,C}$

При применении формулы экологических компонентов эффективности учитываются нормы пересчета 1 л (0,001 м<sup>3</sup>), 1 т CO<sub>2</sub> (42,621GJ), 1 кВт = 3.6 \* 10<sup>6</sup>Дж, 1 кВт = 2,65 \* 10<sup>-4</sup> т CO<sub>2</sub>.

Следующий этап – перевозка – осуществляется с помощью рефрижераторов, позволяющих поддерживать в них определенную температуру. Установка и эксплуатация холодильных установок вызывают как экономические, так и экологические сложности. Во-первых, их установка способствует увеличению общей стоимости процесса, но также вносит значительный вклад в потребление энергии. Еще одну важную роль в обоих измерениях играют вилочные погрузчики. Для этапа от разгрузки грузовиков до хранения продуктов в холодильных системах эффективность рассчитывается Е. Боттани и коллегами с применением, следующим формул, представленных в таблице 1.5.

Таблица 1.5 – Методика расчета эффективности хранения в холодильных цепях поставок (Е. Боттани) [74]

Рассчитываемый показатель	Формула
Экономическая составляющая процесса складского хранения	$InventorycostC_{(inv,TOT),BS} = C_{u,m} * A$
Годовой тариф на установку холодильных установок	$C_{(inst,TOT),BS} = \frac{EC_{u,p} * 1000 * C_{u,p} * 0,001}{h_{day} * N_{days/year}}$
Энергопотребление холодильных установок	$C_{(EC,TOT),BS} = C_{u,e} * m_{year}$
Техническое обслуживание погрузчиков, ден. ед. / год	$C_{(forklift,TOT),BS} = h_{day} * \frac{N_{days}}{year} * \left( \sum C_{h,i} \right)$
Общий экономический эффект	$C_{TOT,BS} = C_{(inv,TOT),BS} + C_{(inst,TOT),BS} + C_{(EC,TOT),BS} + C_{(forklift,TOT),BS}$
Энергопотребление холодильных установок	$I_{(EC,TOT),BS} = EC_{u,p} * V * 2,65 * 10^{-4} * 0,001$
Энергопотребление склада	$I_{(warehouse,TOT),BS} = \frac{EC_{warehouse} * 2,65 * 10^{-4}}{1000}$
Техническое обслуживание погрузчиков, тон CO2 / год	$I_{(forklift,TOT),BS} = h_{day} * \frac{N_{days}}{year} * \left( \sum EC_{h,i} \right) * 2,65 * 10^{-4} * 0,001$
Выбросы газа гидрофторуглеродов	$I_{(HFC,TOT),BS} = h_{day} * \frac{N_{days}}{year} * \left( \sum C_{h,i} \right)$
Общее воздействие на окружающую среду	$I_{TOT,BS} = I_{(EC,TOT),BS} + I_{(warehouse,TOT),BS} + I_{(forklift,TOT),BS} + I_{(HFC,TOT),BS}$

*Пояснение:* в таблице используются обозначения  $i = 1, 2, 3$  – тип вилочного погрузчика (1 = малый, 2 = средний, 3 = большой),  $EC_{u,p}$  энергопотребление холодильной установки,  $C_{u,m}$  – стоимость холодильных установок,  $A$  – зона хранения,  $Yearp$  – количество лет эксплуатации холодильной установки,  $h_{day}$  – количество часов в рабочем дне,  $N_{days/year}$  – рабочих дней в году,  $m_{year}$  – месяц в году,  $C_{u,p}$  – стоимость установки холодильного оборудования,  $C_{u,e}$  – энергетические расходы одной установки,  $C_{h,i}$  – почасовые расходы на обслуживание вилочных погрузчиков,  $V$  – объем склада,  $FW$  – водный фактор,  $FL$  – коэффициент освещения,  $EC_{h,i}$  – часовое потребление энергии вилочными погрузчиками,  $EC_{warehouse}$  – энергопотребление склада.

Доставка продукции отражает отгрузку продукции от компании в розничные магазины. В этом процессе, как и в процессе сбора продукции, основное внимание уделяется транспортировке, т. е. доставке продукции от предприятия до конечного потребителя. Как упоминалось выше, требования к рефрижераторному транспорту и холодильному оборудованию в целом влияют как на стоимость, так и на экологические характеристики холодной цепи. Для оценки эффективности доставки в холодной цепи используются показатели  $k$  тип продукта (1 если продукт свежий и 2, если сушеный),  $km_{year,k}$  количество пройденных километров в год,  $C_{u,km,D}$  экономический эффект от транспортного средства на пройденный километр. Для этапа доставки в холодных цепях поставок эффективность рассчитывается Е. Боттани и коллегами с применением, следующим формул, представленных в таблице 1.6.

Таблица 1.6 – Методика расчета эффективности доставки в холодной цепи поставок (Е. Боттани) [74]

Рассчитываемый показатель	Формула
1	2
Общая стоимость транспорта	$C_{(t,TOT),D} = C_{u,km,D} * km_{year,k}$
Расход топлива рефрижераторов	$C_{E,D} = FC_{truck} * \%T_{i,D} * t_{trip,D} * N_{(\frac{trip}{year}),D} * C_{u,litre}$
Общий экономический эффект	$C_{tot,D} = C_{(t,TOT),D} + C_{E,D}$
Транспорт доставленного продукта	$I_{t,D} = \frac{FC_{truck} * \%T_{i,D} * t_{trip,D} * N_{(\frac{trip}{year}),D} * 0,001 * d_{diesel} * 42,621 * 2.65 * 10^{-4}}{3,6 * 10^6}$
Экологическая составляющая транспортного средства	$I_{truck,D} = I_{truck} * \sum_k km_{year,k}$
Общее воздействие на окружающую среду	$I_{tot,D} = I_{t,D} + I_{truck,D}$

*Пояснение:*  $N_{\left(\frac{trip}{year}\right),D}$  количество рейсов доставки в год,  $\%T_{i,D}$  процент времени работы рефрижераторного агрегата грузового автомобиля,  $t_{trip,D}$  время в пути для доставки продукции.

Рассмотрев методические подходы к оценке эффективности логистики холодových цепей поставок, подведем итоги. Вне зависимости от режима логистики холодových цепей, во всех случаях эффективность осуществления процессов хранения и транспортировки будет определяться рядом общих и специфических факторов. Общим для всех логистических процессов холодových цепей поставок фармацевтической продукции выступает обеспечение качества и безопасности продуктов для транспортировки.

В логистике любых товаров важную роль играет управление холодowymi цепями поставок, поэтому количество объектов логистической цепи, уровень стратегического взаимного доверия и уровень информатизации являются показателями, отражающими уровень модернизации логистического процесса и определяющими его эффективность. При эффективной организации логистического процесса холодových цепей особое внимание уделяется целостности и синергии в управлении цепями поставок, а также контролю времени и стоимости обращения за счет сокращения логистических узлов. Уровень стратегического взаимного доверия и информатизации может снизить стоимость распространения информации, упростить цепочку поставок и повысить общую эффективность.

Адаптивность холодových цепей отражает эффективность предприятия и является важным аспектом. В случае внезапного увеличения спроса на конкретные товары предприятию важно обеспечить бесперебойную поставку. Также отметим, что управление затратами является фундаментальной целью логистических процессов поставок. По цепям поставок предприятия должны производить координацию друг с другом стратегий и процессов, а также свое-

временно совместными усилиями модернизировать цепи поставок в соответствии с требованиями и изменениями рынка.

Одним из факторов, оказывающих важное влияние на эффективность логистики холодových цепей, является продолжительность логистических процессов. Чем менее продолжительным является выполнение логистических процессов в холодových цепях поставок, тем быстрее фармацевтическая продукция будет доставлена от производителя до получателя. Из-за несбалансированного развития логистики холодových цепей нередки случаи, когда продолжительность логистических процессов возрастает по причине прерывания и несостыковки отдельных звеньев.

Скорость изменения температуры также является важной гарантией качества продукции при поставке в холодových цепях. Если температура в холодových цепях не соответствует стандартам, качество продукта ухудшится, что приведет к потере циркуляции и увеличению издержек. Из-за изменения физических свойств, вызванного перепадами температуры также возможны нарушения качества товара, поэтому постоянное поддержание температурного режима играет важную роль в обеспечении качества логистических процессов.

Важную роль в эффективности логистических процессов холодových цепей играет обеспеченность необходимыми мощностями холодильного оборудования, за счет которого реализуется своевременное поддержание температурного режима.

Таким образом, обеспечение качества и безопасности логистических процессов в холодových цепях поставок является важной задачей современной логистики. Недостаточно эффективное управление логистическими процессами холодových цепей поставок может снизить конкурентоспособность предприятия. Для того чтобы осуществлять данные процессы эффективно, важно учитывать факторы, влияющие на логистику холодových цепей на каждом из этапов перемещения груза от производителя к получателю. Изучив методические подходы, мы разработали систему показателей комплексной оценки эффективности логистических процессов в холодových цепях поставок.

В первой главе была рассмотрена эволюция теоретических взглядов на управление цепями поставок, изучены особенности организации и управления в холодowych цепях поставок, дана характеристика холодной цепи, а также представлены методические подходы к оценке эффективности логистики холодowych цепей.

В категоризации термина «управление цепями поставок» исследователи акцентируют внимание на то, что в его основе лежит сотрудничество, кооперация и взаимодействие поставщиков логистических услуг и конечных получателей, а результат управленческого процесса определяется возможностью в условиях такой тесной взаимосвязи качественно выполнять логистические операции. На современном этапе в теории управления цепями поставок появляются новые направления, учитывающие потребности нынешней эпохи, рынка, технологических процессов, достижения в сфере логистики и другие. Одним из таких направлений выступает управление холодowymi цепями поставок.

## **2. ИССЛЕДОВАНИЕ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ХОЛОДОВЫХ ЦЕПЯХ ПОСТАВОК НА ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОМ РЫНКЕ КИТАЯ**

### **2.1. Современное состояние и тенденции развития фармацевтического рынка Китая**

Развитие экономики, рост общей численности населения и обострение проблемы старения населения в Китае привели к увеличению спроса на лекарственные средства.

Являясь важной частью глобального фармацевтического рынка, Китай стал крупным потребителем фармацевтической продукции в мире благодаря своей растущей экономической мощи и постепенному совершенствованию медицинской системы. В то же время увеличение расходов на социальную медицину и здравоохранение в Китае способствовало развитию национальной фармацевтической промышленности. Согласно данным Национальной комиссии по здравоохранению и медицине, с 2011 по 2021 гг. общие расходы на здравоохранение в Китае увеличились с 2,43 трлн юаней до 7,56 трлн юаней, сохраняя высокий уровень роста [126].

С повышением уровня жизни людей и повышением осведомленности о здоровье спрос на медицинскую помощь и лекарства продолжает расти. В то же время поддержка фармацевтической промышленности со стороны правительства Китая также постоянно усиливается, был принят ряд мер, направленных на содействие развитию фармацевтической промышленности.

В 2021 г. расходы на фармацевтическую продукцию в Китае достигли 169 млрд долл., увеличившись с 2011 г. более чем на 100 млрд. долл. Ожидается, что в связи с увеличением количества и использования инновационных лекарств на рынке фармацевтические расходы Китая будут расти в среднем на 3,8% в год в течение следующих пяти лет, при этом совокупный рост составит 35 млрд долл., тем самым размер фармацевтического рынка в Китае к 2026 г. достигнет 205 млрд долл. США [113]. Согласно статистике Frost & Sullivan, объем фармацевтического рынка Китая продолжает быстро расти. С 2015 г. он увели-

чился с 1220,7 млрд юаней до 1633 млрд юаней в 2019 г. В 2020 г. на фоне пандемии было отмечено снижение объема фармацевтического рынка до 1448 млрд юаней [148]. Подробно динамика объема фармацевтического рынка Китая в 2016-2021 гг., а также ее прогноз на 2022-2030 гг. представлен на рисунке 2.1.

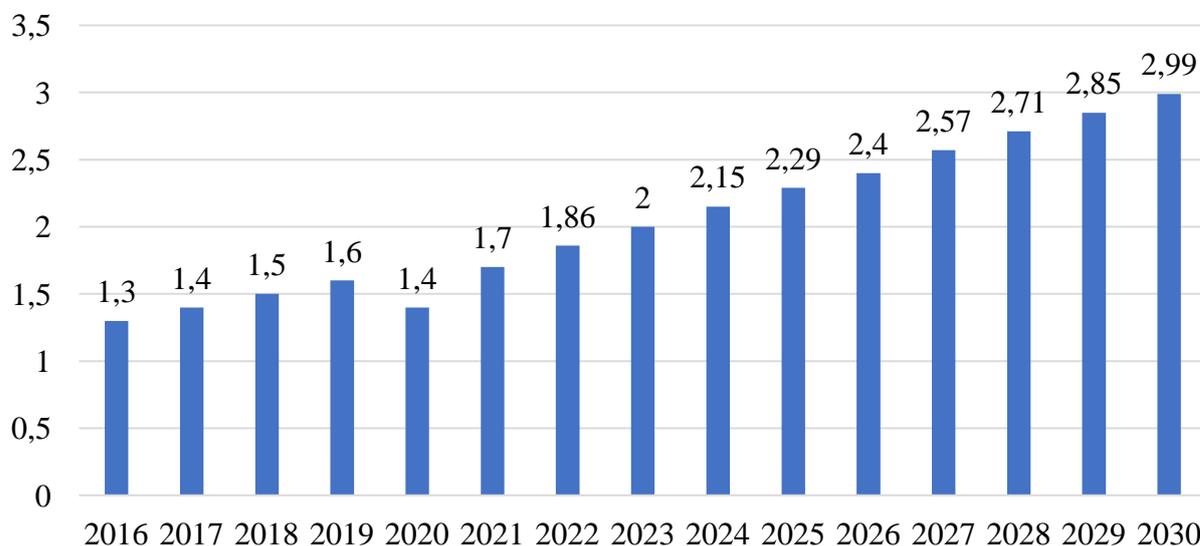


Рисунок 2.1 – Объем фармацевтического рынка Китая в 2016-2021 гг., 2022-2030 гг. прогноз, трлн юаней

Как видно из рисунка 2.1, к 2030 г. прогнозируется увеличение фармацевтического рынка Китая до 2,99 трлн юаней. В целом, динамика свидетельствует об устойчивом росте рынка фармацевтики в Китае.

Китайское фармацевтическое производство сосредоточено в двух географических регионах: Восточном Китае и Южном Китае. Восточная область более развита и больше концентрируется на производстве малых молекул API, в то время как южная область более вовлечена в биологические процессы [57].

Фармацевтический рынок Китая в основном состоит из трех секторов:

- химических препаратов;
- лекарств традиционной китайской медицины;
- биологических препаратов.

Объем рынка химических препаратов в Китае увеличился с 683,6 млрд юаней в 2016 г. до 819 млрд юаней в 2019 г. и сократился до 708,5 млрд юаней

в 2021 г. По прогнозу Frost & Sullivan, объем фармацевтического рынка Китая в 2030 г. достигнет 2991,1 млрд юаней, а объем рынка химических препаратов в Китае – 1143,8 млрд юаней в 2030 г. (рисунок 2.2).

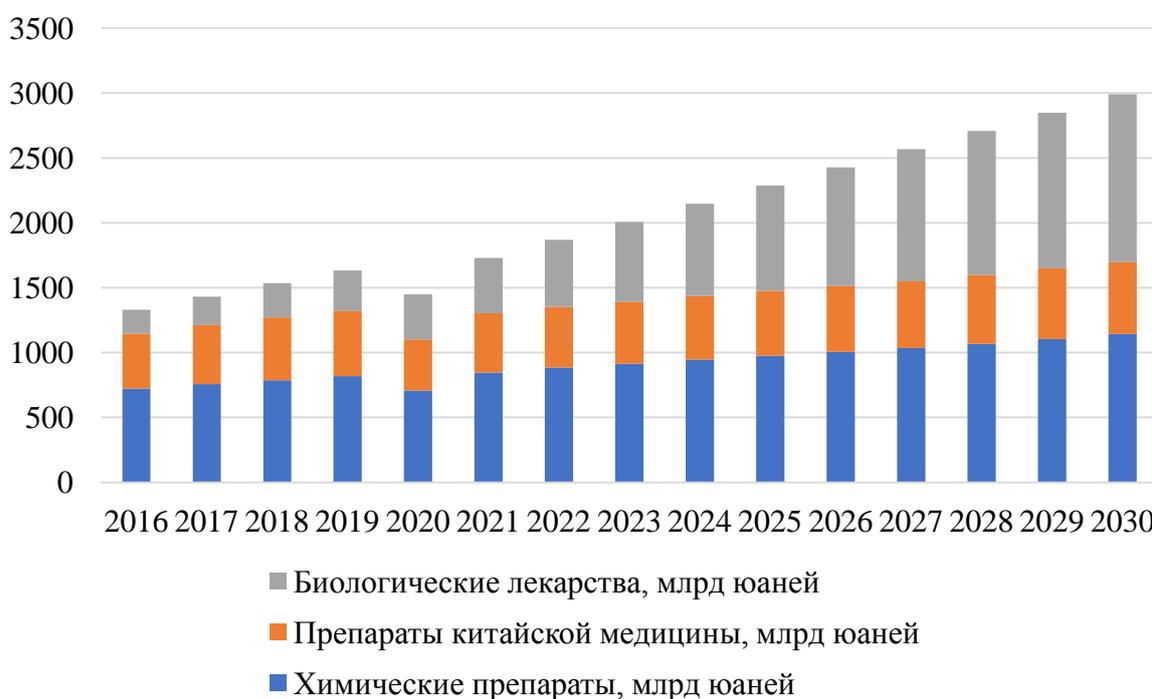


Рисунок 2.2 – Структура фармацевтического рынка Китая в 2016-2021 гг., 2022-2030 гг. прогноз, млрд юаней

Биологические препараты являются наиболее развивающимся сегментом фармацевтического рынка Китая. По состоянию на 2016 г. объем данного сегмента рынка составлял всего 183,6 млрд юаней, однако уже к 2021 г. произошло стремительное увеличение до 424,8 млрд юаней. В дальнейшем согласно прогнозу следует ожидать стремительного роста объема биологических препаратов на фармацевтическом рынке в Китае и в 2028 г. К 2030 г. данное соотношение сегментов, представленных на рисунке 2.2 будет составлять 38%, 19% и 43% соответственно.

В будущем фармацевтическая промышленность Китая будет продолжать поддерживать диверсификацию и специализацию. Благодаря постоянному развитию технологий фармацевтические компании будут продолжать разрабатывать более эффективные, безопасные и простые в применении лекарства, кон-

центрируя свои усилия на производстве биологических препаратов. Кроме того, отрасль здравоохранения продолжит укреплять сотрудничество с фармацевтическими компаниями для предоставления более комплексных медицинских услуг.

Согласно анализу управления и контроля рисков фармацевтической промышленности Китая на 2023–2029 годы и анализу отчета о потенциале будущего развития, опубликованному онлайн-исследованием рынка, фармацевтическая промышленность Китая обладает огромным потенциалом развития и, как ожидается, сохранит высокий темп роста в ближайшие несколько лет [157]. Поскольку спрос людей на охрану здоровья продолжает расти, ожидается, что фармацевтическая промышленность Китая достигнет более значительного развития в будущем.

Кроме того, тенденция интернационализации фармацевтической промышленности Китая будет продолжать укрепляться. По мере того, как китайские фармацевтические компании продолжают расти, они будут все чаще выходить на международный рынок, чтобы предоставлять более комплексные и профессиональные лекарства и медицинские услуги. В то же время международные фармацевтические компании также будут продолжать увеличивать инвестиции в фармацевтический рынок Китая и сотрудничать с китайскими фармацевтическими компаниями для повышения собственной конкурентоспособности.

Политическая среда фармацевтической промышленности Китая будет продолжать оптимизироваться. Правительство продолжит проводить политику поддержки развития фармацевтической промышленности, чтобы способствовать здоровому развитию отрасли. В то же время правительство также усилит надзор за качеством и безопасностью лекарств для защиты прав и интересов потребителей.

Одним из важных факторов развития фармацевтического рынка Китая выступает инфраструктура холодовых цепей логистики, поскольку в фармацевтической промышленности, при перевозках грузов как внутри страны, так и за

рубеж, достаточно часто используются холодные цепи поставок. В конце «13-й пятилетки» и в начале «14-й пятилетки» различные провинции и города много раз упоминали в своих руководствах необходимость развития логистики холодных цепей, улучшения оборудования и условий логистической инфраструктуры холодных цепей поставок.

В октябре 2021 г. лидер КНР Си Цзиньпин в ходе коллективного исследования Политбюро ЦК КПК подчеркнул, что «Интернет, большие данные, облачные вычисления, искусственный интеллект, блокчейн и другие технологии ускоряют инновации и становятся ключом к реорганизации глобальной экономической структуры», что требует содействия комплексному развитию цифровой экономики, расширению возможностей использования цифровых технологий, формирования экосистемы цепей поставок фармацевтической продукции.

В настоящее время для цепей поставок фармацевтического рынка КНР характерна общая тенденция развития. Несмотря на это, цепи поставок фармацевтической продукции сталкиваются с такими проблемами, как недостаточная степень стандартизации, неэффективно организованные процессы доставки грузов.

В целом для цепей поставок фармацевтической продукции в Китае характерны следующие тенденции:

- повышается уровень интенсификации, а структура отрасли оптимизируется и модернизируется;
- структура поставок диверсифицируется для удовлетворения потребностей модернизации потребления;
- цифровой интеллект расширяет возможности инноваций, и сформирована интеллектуальная система цепей поставок фармацевтической продукции.

Таким образом, учитывая современное состояние фармацевтического рынка КНР, а также принимая во внимание прогнозы исследователей относительно его развития, можно сделать вывод, что данный рынок характеризуется устойчивостью развития и к 2030 г. достигнет новых рекордно высоких показателей объема. Что касается структуры фармацевтического рынка, в Китае про-

исходят определенные изменения, связанные с ростом сегмента биологических препаратов и снижением доли химических. Именно биологические препараты выступают в качестве основного двигателя развития фармацевтического рынка в стране.

Правительство и соответствующие министерства КНР уделяют особое внимание как развитию рынка фармацевтики, так и сопутствующих отраслей, ключевой из которых выступает логистика. На последних мероприятиях государственного уровня неоднократно отмечалось необходимость сосредоточить текущие усилия на развитии логистической инфраструктуры цепей поставок фармацевтического рынка, прежде всего повышением уровня информатизации и цифровизации, а также ускоренным развитием холодových цепей поставок.

Особенно важными холодových цепи поставок являются для биологических препаратов, которые имеют «живую» структуру и способны более активно по сравнению с другими препаратами изменять свои свойства в условиях отсутствия низких температур. Следовательно, холодových цепи поставок приобретают все большую актуальность на рынке фармацевтической продукции Китая. Рассмотрим более подробно современное состояние рынка холодových цепей поставок в Китае и проведем анализ особенностей организации и управления логистическими процессами в холодových цепях поставок на рынке фармацевтической продукции Китая.

## **2.2. Управление логистическими процессами в холодových цепях поставок на фармацевтическом рынке Китая**

В Китае холодильное оборудование для полного хранения вакцин впервые было применено в 1950-х гг. [112]. В это время отмечалась нехватка оборудования, поэтому для контроля низкой температуры вакцины приходилось распределять в зимнем сезоне. В 1985 г. проекты холодových цепей в КНР были расширены до 30 провинций и регионов, и первоначально была сформирована система холодových цепи для вакцин. В настоящее время, рынок фармацевтической продукции КНР находится на этапе активного развития, при этом в целом

логистические услуги в стране совершенствуются, а при перевозке и хранении фармацевтических товаров достаточно часто применяются холодовые цепи.

В последние годы логистика холодовых цепей на фармацевтическом рынке Китая стабильно развивается [27]. Данное развитие обусловлено тем, что Китай является одним из регионов в мире, для которого характерен наиболее высокий рост потребления фармацевтической продукции [28]. Динамика объема рынка логистики холодовых цепей в Китае представлена на рисунке 2.3.

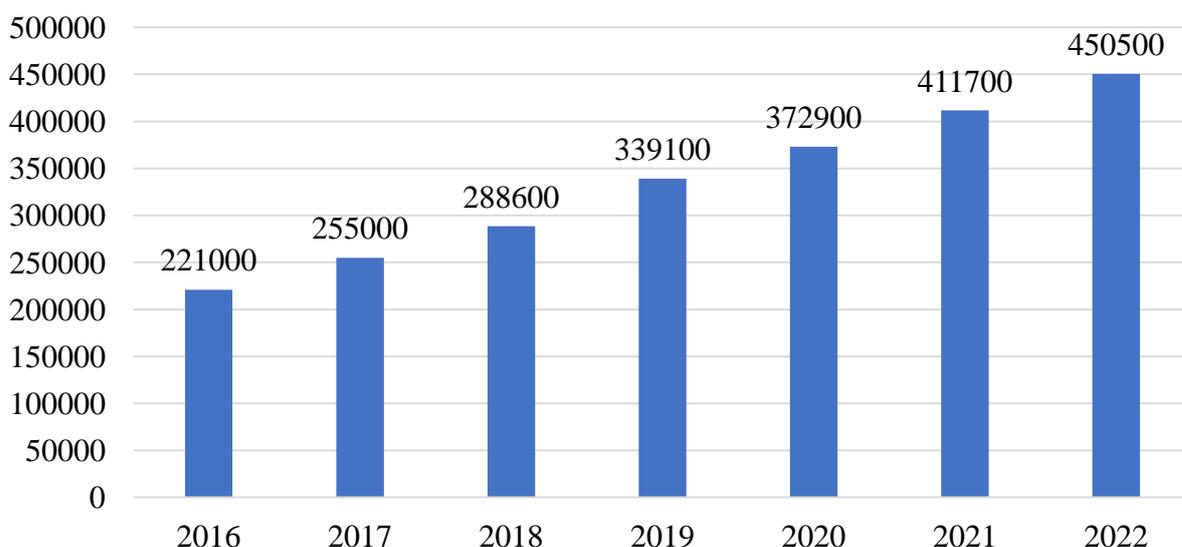


Рисунок 2.3 – Объем рынка логистики холодовых цепей в 2016-2022 гг., млн юаней [128]

С 2016 по 2022 гг. масштабы фармацевтического рынка логистики холодовых цепей в Китае увеличились с 221 млрд юаней до 450,5 млрд юаней. Динамика рынка холодовых цепей в Китае свидетельствует об устойчивом росте данного сегмента логистической отрасли. Как можно видеть из графика, даже влияние пандемии не отразилось на динамике рынка холодовых цепей.

Развитие рынка холодовых цепей поставок в Китае обеспечивается за счет устойчивого спроса на выполнение логистических операций с грузами в условиях низкотемпературного режима. Динамика спроса на логистику холодо-

вых цепей в Китае в 2016-2022 гг., выраженная в абсолютном весовом значении, представлена на следующем графике (рисунок 2.4).

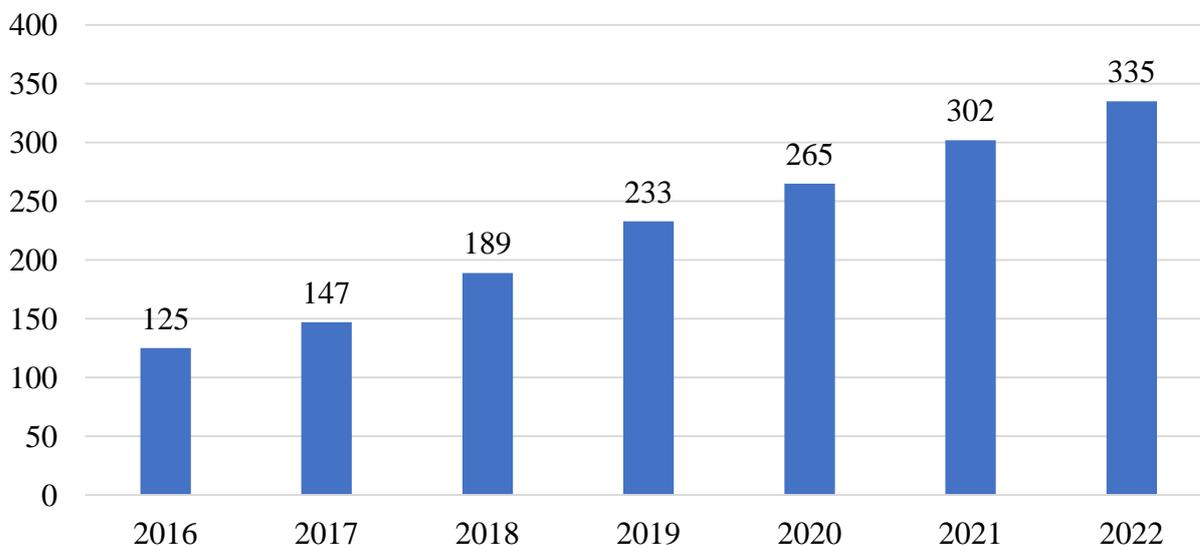


Рисунок 2.4 – Спрос на логистику холодových цепей в Китае в 2016-2022 гг., млн т [128]

Как видно из рисунка 2.4, в период с 2016 по 2022 г. спрос на логистику холодových цепей в Китае увеличился с 125 млн т до 335 млн т.

В последние годы соответствующие национальные ведомства активно изучают и обнаруживают соответствующую политику поощрения, направленную на развитие логистики холодových цепей. В августе 2021 г. в «Специальном плане мероприятий по качественному развитию коммерческой и торговой логистики (2021-2025 гг.)» было предложено оптимизировать компоновку сетей коммерческой и торговой логистики, внедрять новые бизнес-модели, ускорять развитие логистики холодových цепей. Важным показателем развития холодových цепей поставок выступает объем складов холодной логистики, динамика которого представлена на рисунке 2.5.

Как видно из рисунка 2.5, с 2016 г. по 2022 г. произошло увеличение объемов складов холодной логистики с 40,15 млн т до 97,26 млн т. При этом, за исключением 2018 г., ежегодный прирост сохраняется на уровне более 15%,

достигнув в 2022 г. своего максимум – 18,5%. Все это свидетельствует об активном развитии инфраструктуры холодовых цепей поставок в Китае.

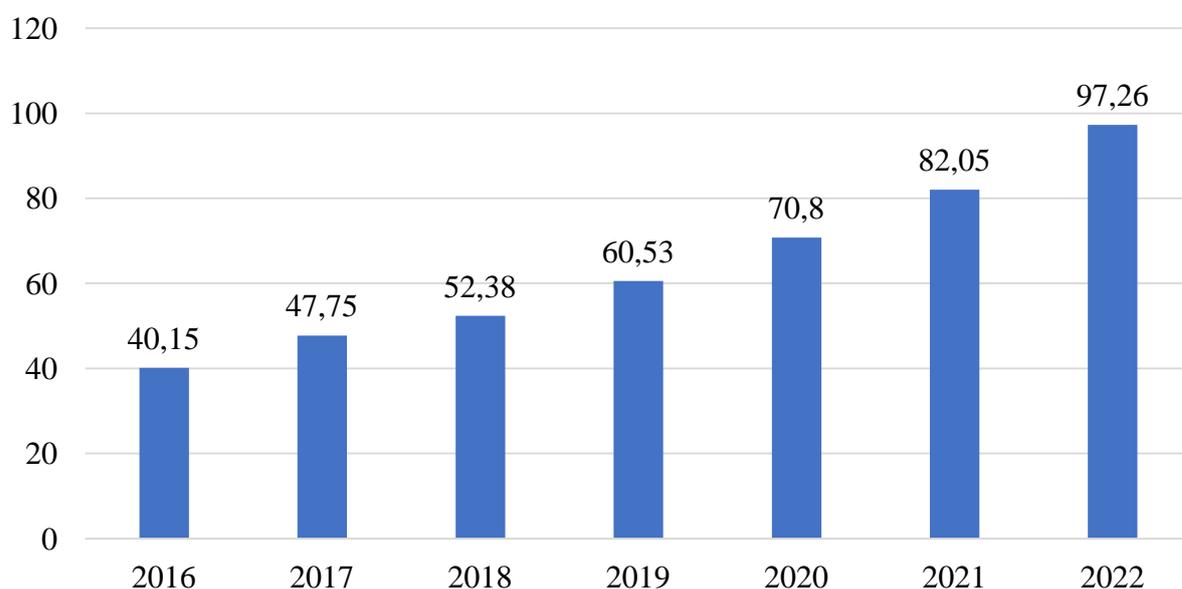


Рисунок 2.5 – Объем складов холодовых цепей в Китае в 2016-2022 гг., млн т  
[128]

Развитию холодовых цепей в Китае также способствуют процессы урбанизации и расширения среднего класса, стремящегося приобретать более свежую и безопасную продукцию и фармацевтические препараты, особенно посредством онлайн-покупок, что ведет к активному развитию потребительского сегмента холодовых цепей поставок.

С одной стороны, рынок логистики холодовых цепей поставок в Китае обусловлен ростом спроса на холодовые цепи для пищевых продуктов и фармацевтических препаратов, а с другой стороны, он постоянно поддерживается политикой, и рыночные перспективы широки. Логистика холодовых цепей представляет собой комплексную отрасль, в которой услуги по транспортировке, хранению и другие услуги (некоторые складские операции, услуги по упаковке и маркировке и т.п.) составляют около 40%, 30% и 30% соответственно (рисунок 2.6).

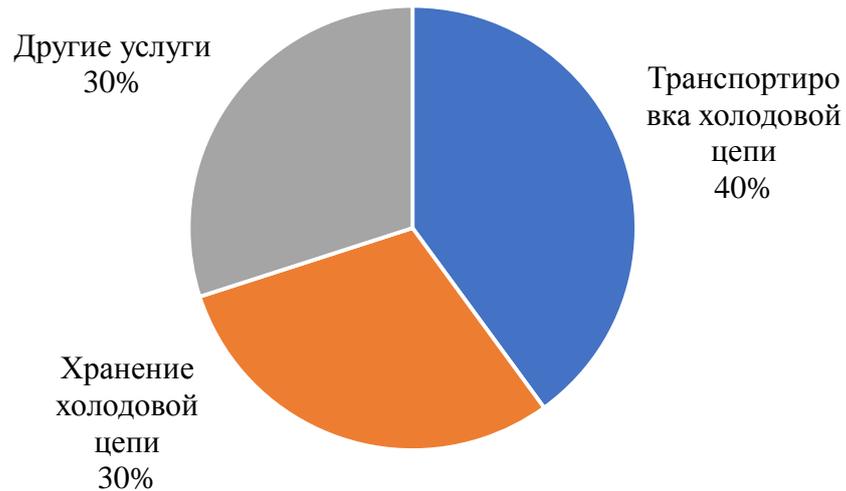


Рисунок 2.6 – Структура рынка логистики холодных цепей поставок по видам услуг в Китае в 2021 г., % [128]

Если рассматривать структуру рынка холодных цепей поставок Китая по виду транспорта, задействованного в перевозках, то следует отметить преобладание автомобильного транспорта (рисунок 2.7).

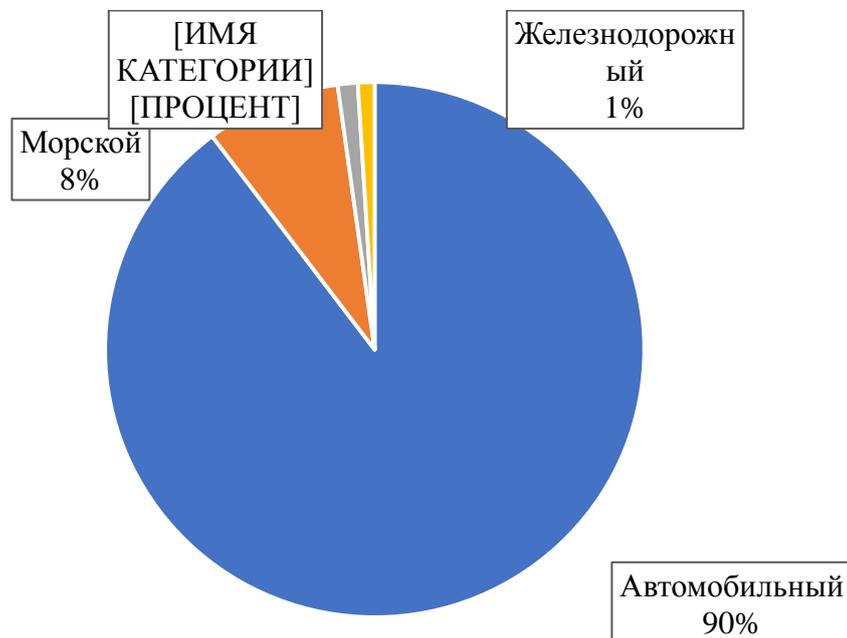


Рисунок 2.7 – Структура рынка логистики холодных цепей поставок по виду транспорта в Китае в 2021 г., %

В настоящее время в Китае известно несколько ключевых предприятий, оказывающих услуги холодовых цепей поставок – SF Express, JD Logistics, Shanghai Rokin Logistics Co., Ltd. В основном все из них задействуют автомобильный рефрижераторный транспорт в реализации логистических операций в холодовых цепях поставок.

В Китае холодовые цепи поставок в настоящее время задействуются преимущественно при перевозке пищевых продуктов питания – овощей, фруктов, мяса, морепродуктов, молочных продуктов и замороженных продуктов, в то время как сегмент холодовых цепей поставок фармацевтических препаратов не так развит. Согласно проведенным нами расчетам, в 2017 г. доля рынка холодовых цепей поставок фармацевтической продукции в Китае составляла всего 4,7%, незначительно увеличившись к 2022 г. до 5,5%, что свидетельствует о высоком потенциале развития холодовых цепей поставок фармацевтической продукции в Китае.

В настоящее время объем продаж фармацевтического рынка холодовых цепей поставок имеет устойчивую тенденцию к росту. Динамика данных объемов продаж в 2017-2022 гг. представлена на рисунке 2.8.

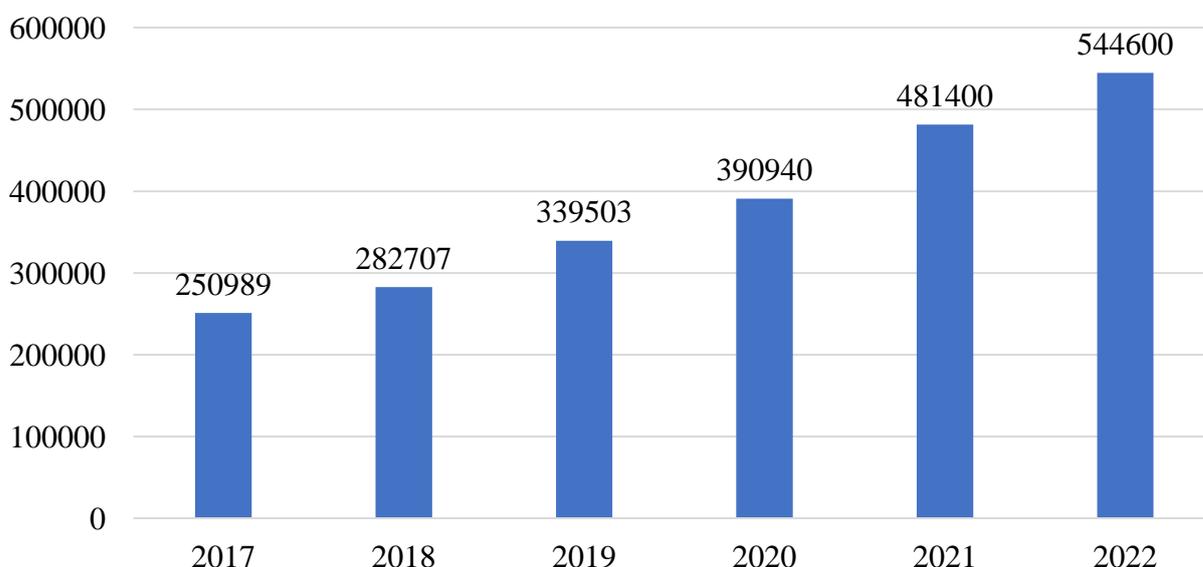


Рисунок 2.8 – Объем продаж фармацевтического рынка холодовых цепей поставок в Китае в 2017-2022 гг., млн юаней

Как видно из рисунка 2.8, с 2017 г. объем продаж фармацевтического рынка холодových цепей поставок в Китае увеличился с 251 млрд юаней до 544,6 млрд юаней в 2022 г. Учитывая общую тенденцию к росту фармацевтического рынка КНР, а также принимая во внимание изменения в его структуре, связанные с ростом объема биологических препаратов, следует ожидать дальнейшего роста объема продаж фармацевтического рынка холодových цепей поставок в Китае.

Помимо роста дистрибуции фармацевтических препаратов по холодovým цепям поставок в КНР, возросли и затраты на выполнение логистических операций холодových цепей (рисунок 2.9).

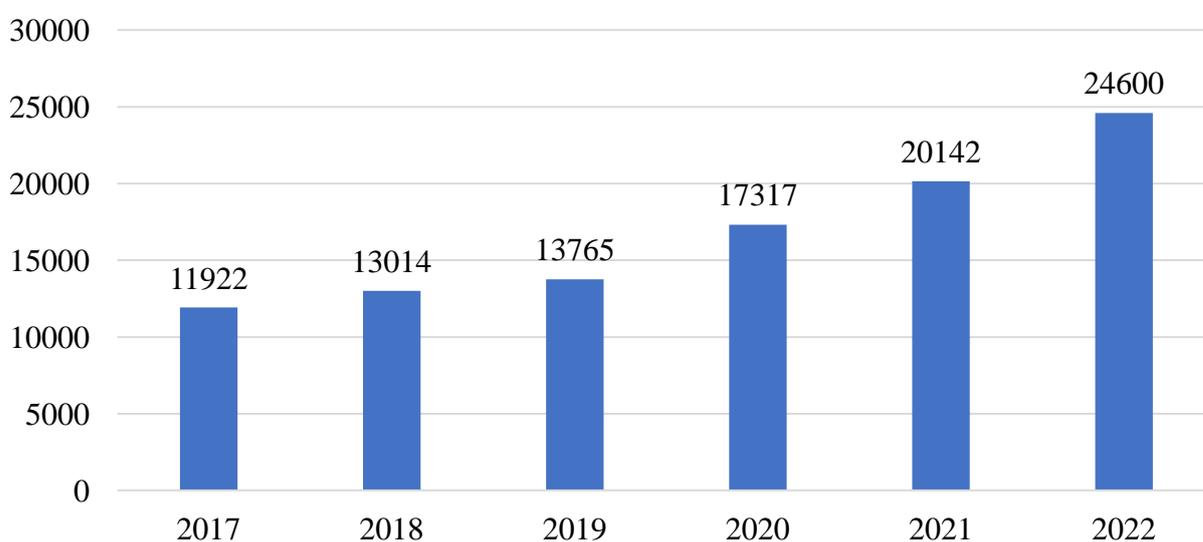


Рисунок 2.9 – Объем рынка логистической отрасли фармацевтических холодových цепей (расходы на логистику) в Китае в 2017-2022 гг., млн юаней

Как следует из рисунка 2.9, расходы на логистику на рынке фармацевтических холодových цепей поставок в Китае с 2017 г. увеличились с 11,9 млрд юаней до 24,6 млрд юаней в 2022 г. В структуре рынка логистики холодových цепей поставок фармацевтической продукции (рисунок 2.10) в настоящее время преобладают биологические препараты, среди них доля вакцин и препаратов достигает 13% и 10% соответственно.

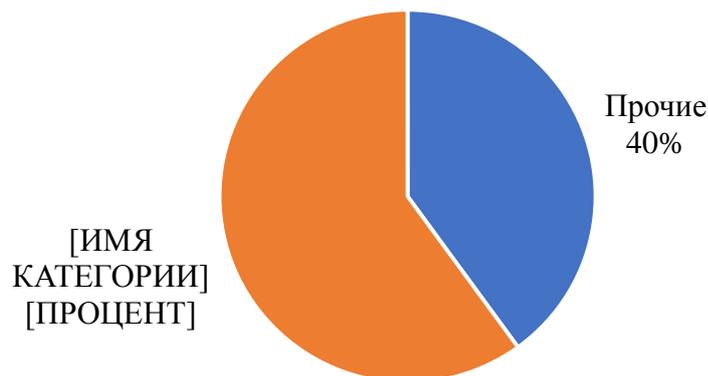


Рисунок 2.10 – Структура рынка логистики холодных цепей поставок фармацевтической продукции по видам продуктов в Китае в 2021 г., %

Структура рынка логистики холодных цепей поставок фармацевтической продукции по видам продуктов в Китае еще раз подчеркивает высокий потенциал развития холодных цепей поставок на фармацевтическом рынке КНР. В 2020-2022 гг. масштабы фармацевтического рынка холодных цепей продолжают расти, что приводит к увеличению капитальных вложений в строительство инфраструктуры и оборудования холодных цепей поставок. Площадь фармацевтического холодильного хранения увеличилась примерно на 10% в годовом исчислении, и количество профессиональных фармацевтических авторефрижераторов выросло примерно на 31% в годовом исчислении (рисунок 2.11).

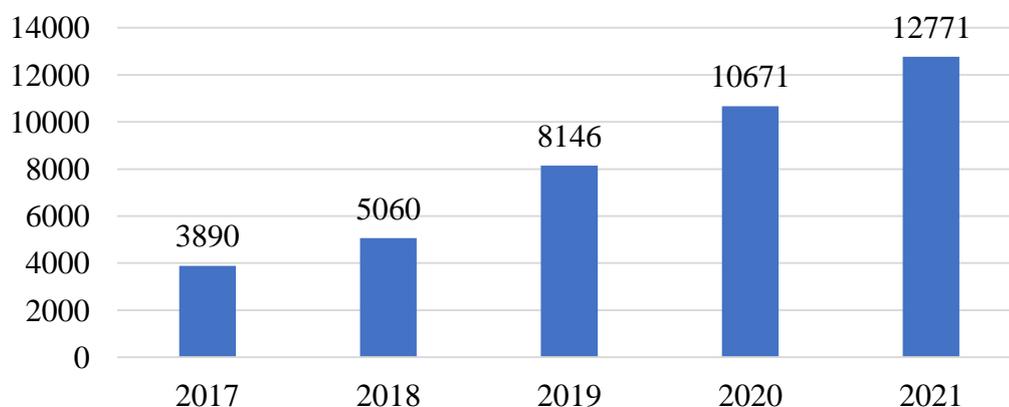


Рисунок 2.11 – Количество собственных авторефрижераторов для логистических перевозок холодных цепей фармацевтического рынка Китая, 2017-2021 гг.

Оборудование и средства логистики холодových цепей являются физической гарантией того, что лекарства всегда хранятся при низкой температуре. Техническое обслуживание рефрижераторов и холодильных камер является лучшим отражением аппаратного уровня логистики фармацевтических холодových цепей. Согласно статистике Профессионального комитета по логистике холодовой цепи Китайской федерации логистики и закупок, в 2018 г. в Китае использовались 100,5 тыс. рефрижераторных транспортных средств, из них 5 тыс. предназначались для холодových цепей поставок фармацевтической продукции, и только 3% железнодорожных поездов могли предоставлять рефрижераторные услуги. К 2021 г. количество автомобильных рефрижераторов в Китае достигло 300 тыс. ед., а вместимость холодильных камер стала составлять около 60 млн куб. м. Однако соотношение холодильных и морозильных хранилищ значительно различается, а распределение холодильных камер на востоке и западе является несбалансированным: 63% приходится на юго-восточный регион и только 19% – на двенадцать провинций и городов на западе.

Рассмотрим более подробно вопрос организации холодových цепей поставок на рынке фармацевтической продукции КНР.

Логистические услуги холодových цепей могут быть задействованы в каждом звене всей производственной цепочки от закупки сырья и производства, до продажи и распределения фармацевтических товаров – вакцин, препаратов и другие. Чтобы удовлетворить многообразные потребности в обслуживании различных типов предприятий и клиентов, способы развития логистики холодových цепей могут быть разнообразными. В настоящее время существующие бизнес-модели предприятий холодových цепей в Китае можно разделить на пять типов в зависимости от содержания логистических услуг холодových цепей, включая тип складирования, тип транспортировки, тип распределения, комплексный тип и тип платформы (таблица 2.1).

Таблица 2.1 – Особенности бизнес-моделей субъектов холодových цепей поставок фармацевтической продукции в Китае

Тип	Основной бизнес
Тип складирования	В основном занимается низкотемпературным складированием, предоставляя клиентам складские услуги, такие как холодильное хранение, хранение и транзит низкотемпературных товаров.
Тип транспортировки	В основном занимается низкотемпературными перевозками грузов, включая магистральные перевозки, межрегиональные перевозки и услуги городской дистрибуции фармацевтических товаров.
Тип распределения (доставки)	В основном занимается комплексным обслуживанием городского низкотемпературного хранения и распределения, а транспортные средства с холодowymi цепями в основном распределяются по городу.
Тип платформы	Опираясь на большие данные, технологии Интернета вещей и ИТ-технологии, интегрируя такие дополнительные услуги, как логистика, финансы и страхование, предоставляет услуги по торговле ресурсами холодových цепей «Интернет + логистика холодной цепи».
Комплексный тип	Занимается такими многопрофильными комплексными услугами, как низкотемпературное хранение, магистральные перевозки и городская дистрибуция.

Рассмотрим более подробно вопрос управления холодowymi цепями поставок на рынке фармацевтической продукции КНР.

В последние годы рыночный спрос и политическая поддержка способствовали развитию фармацевтической индустрии логистики холодových цепей, что сделало данное направление популярным на внутреннем рынке. На данном этапе в КНР существуют две основные модели управления холодowymi цепями поставок на фармацевтическом рынке:

- самостоятельная логистика;
- сторонняя фармацевтическая холодовая логистика.

Рассмотрим более подробно особенности каждой из моделей управления холодowymi цепями поставок на фармацевтическом рынке Китая.

Первая модель – самостоятельная логистика – предполагает автономный режим организации логистических процессов холодových цепей поставок.

Предприятия строят подчиненные логистические филиалы в соответствии со своими потребностями и самостоятельно управляют логистическим бизне-

сом. В соответствии с такой моделью создается логистический отдел, который ответственен за выполнение операций в холодовых цепях поставок фармацевтических препаратов и вакцин.

Из-за различий в фармацевтических продуктах методы управления их распределением и модели логистических операций также будут отличаться. Например, для перевозки вакцин один тип вакцины необходимо закупить государством в едином порядке, а затем распределить по различным центрам борьбы с болезнями и, наконец, распределить по различным подразделениям по профилактике эпидемий. В этом случае модель логистики будет иметь следующий вид (рисунок 2.12).

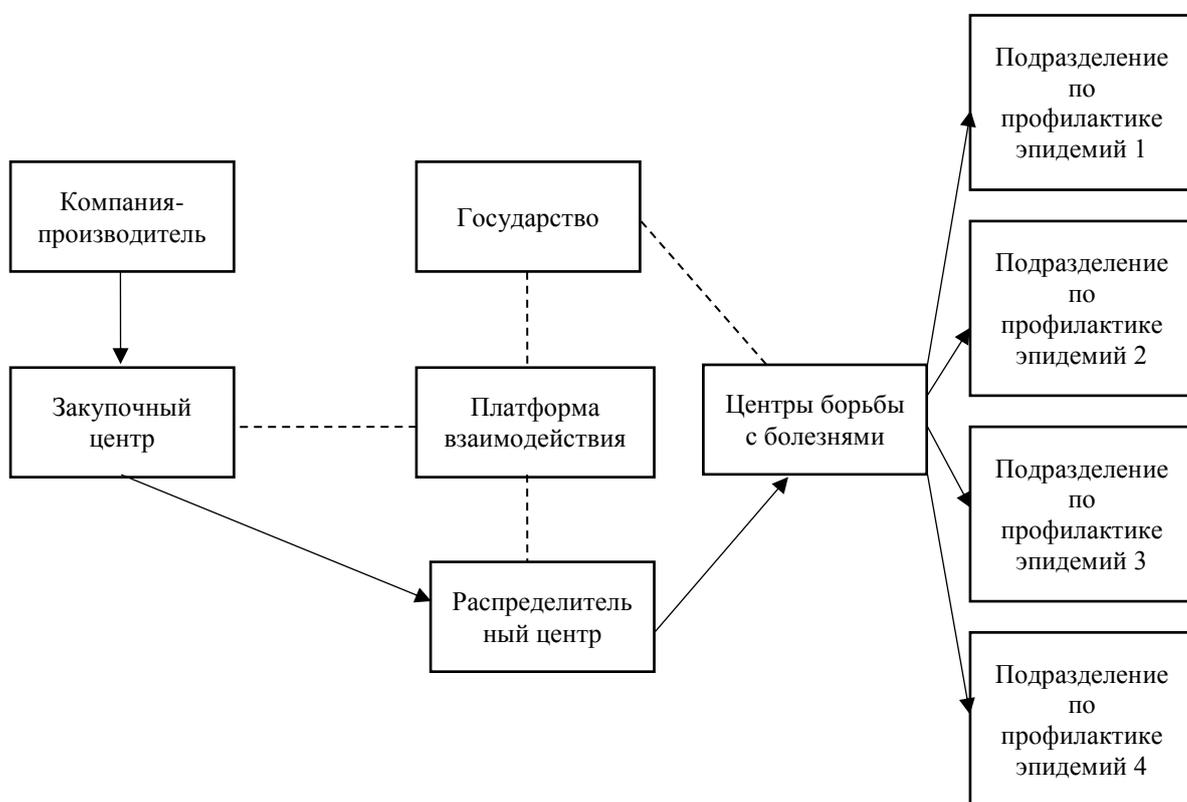


Рисунок 2.12 – Цепь поставок при закупке лекарств государством

Также возможно движение фармацевтической продукции напрямую, когда производители лекарств поставляют продукцию другим операторам лекарств, и данные дистрибьюторы также могут напрямую поставлять вакцины нуждающимся в них отделениям вакцинации (рисунок 2.13).

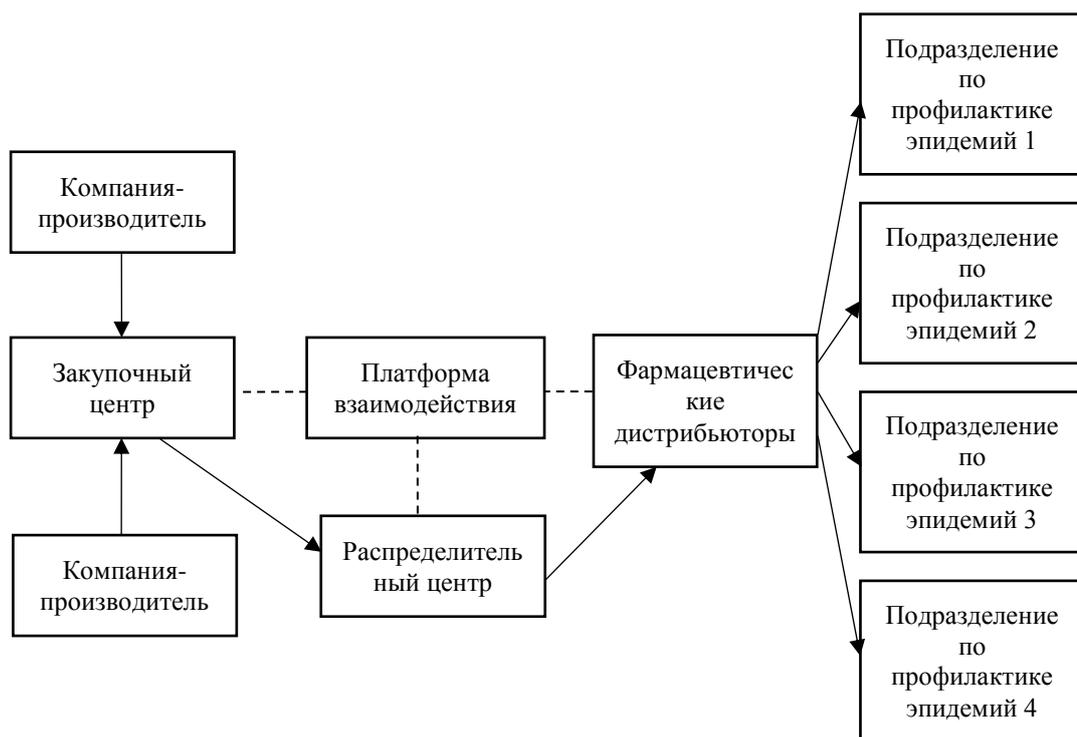


Рисунок 2.13 – Цепь поставок при участии фармацевтических дистрибьюторов

В настоящее время некоторые китайские устаревшие крупные фармацевтические компании изначально начали планировать и готовиться к строительству современных центров обслуживания логистики фармацевтической продукции и оснащать их собственным фармацевтическим холодильным складом, транспортными средствами и другим оборудованием. Одним из основных преимуществ применения данной модели является то, что предприятие может напрямую контролировать функцию логистики и снижать операционные риски.

Учитывая специфику отрасли, в фармацевтической отрасли, связанной с холодowymi цепями, действует строгая система доступа к рынку. Из-за жесткой рыночной политики в фармацевтической логистике холодowych цепей в Китае доминируют несколько крупных национальных и региональных фармацевтических дистрибьюторских компаний. Ввиду высоких требований логистического распределения фармацевтических холодowych цепей к логистической сети, объектам, оборудованию и контролю температуры, фармацевтические компании обычно учитывают тип фармацевтической продукции, объем распределения,

эксплуатационные расходы и другие факторы и выбирают экономически эффективное распределение логистики.

Вторая модель – сторонняя логистика – привлечение третьей стороны при организации логистики в холодовых цепях поставок фармацевтической продукции.

В целом, медицинские предприятия, соответствующие требованиям, предъявляемым к предприятиям, осуществляющим логистические услуги цепях поставок, в большинстве своем являются государственными предприятиями и самостоятельно осуществляют логистические процессы. Но, в последнее время всё больше медицинских учреждений доверяют выполнение логистических процессов сторонним логистическим компаниям.

Сторонняя фармацевтическая логистическая компания холодовой цепи предоставляет комплексные услуги по контролю и мониторингу температуры всех охлажденных лекарств в соответствии с требованиями доверительной стороны, включая контроль запасов лекарств, транспортировку, управление качеством и т. д. Рост сторонней логистики холодовых цепей привлек многих профессионалов, что повысило общий профессиональный уровень отрасли и постепенно расширило масштабы рынка.

Поскольку Государственный совет отменил «разрешение на участие в сторонней фармацевтической логистике», многие крупные логистические компании начали работу в области фармацевтических холодовых цепей. SF Express является первой сторонней логистической компанией холодовых цепей поставок фармацевтических средств. Данная компания создала бизнес-подразделение фармацевтической логистики еще в 2014 г. Преимущество SF Express заключается в том, что компания может предоставлять традиционным фармацевтическим компаниям диверсифицированные услуги, включая фармацевтическое складирование, доставку фармацевтической продукции с минимальным объемом загрузки, фармацевтическую экспресс-доставку. Помимо этой компании, JD.com также успешно вошла в индустрию фармацевтической логистики холодовых цепей, предоставляя соответствующие услуги, которые отвечают требо-

ваниям GSP («Стандарт управления качеством фармацевтических операций»). В настоящее время JD.com реализовала создание интегрированной сетевой платформы фармацевтической логистики F2B2C. Кроме того, China Post, Tencent, DHL и другие предприятия также развернули логистику фармацевтических холодовых цепей.

Доступные в настоящее время модели распределения логистики холодовых цепей поставок фармацевтической продукции в основном включают три типа:

- модель распределения логистики с самостоятельным управлением;
- модель распределения логистики третьей стороной;
- модель распределения с самостоятельным управлением + аутсорсинг.

Сравнительный анализ основных моделей распределения холодовых цепей поставок фармацевтической продукции представлен в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Модели распределения холодовых цепей поставок фармацевтической продукции в Китае

Критерий сравнения	Модель распределения логистики с самостоятельным управлением	Модель распределения логистики третьей стороной	Модель распределения с самостоятельным управлением + аутсорсинг
Масштаб предприятия	Крупные фармацевтические предприятия	Малые и средние фармацевтические компании	Фармацевтическая компания среднего размера
Логистическое оборудование	Имеет более профессиональные транспортные средства для холодовых цепей	Нет профессионального транспортного средства для холодовых цепей	Имеет определенное количество профессиональных транспортных средств для холодовых цепей
Аутсорсинг	Без аутсорсинга бизнеса	Весь бизнес аутсорсинг	Аутсорсинг непрофильного бизнеса
Преимущества	1) Низкая вероятность разрыва цепи; 2) Гарантия качества фармацевтического продукта 3) Своевременное удовлетворение потребительского спроса	1) Это экономит расходы на логистическое звено предприятия 2) Получение профессиональных, высококачественных складских услуг и услуг авторефрижераторов по более низкой цене	1) Контроль над основным бизнесом 2) Крупномасштабная закупка логистического оборудования холодовых цепей для предприятия не связана с бизнес-рисками

Продолжение таблицы 2.2

Критерий сравнения	Модель распределения логистики с самостоятельным управлением	Модель распределения логистики третьей стороной	Модель распределения с самостоятельным управлением + аутсорсинг
Недостатки	Логистические ресурсы фармацевтических холодových цепей разбросаны и их трудно интегрировать, что приводит к растрате ресурсов и увеличению операционных расходов предприятий	Добавлены узлы управления логистикой холодной цепи, что усложняет и повышает риск управления качеством и надзора	Потенциальный конфликт интересов с 3PL и риск перехода от партнера к конкуренту
Примеры реализации модели	Sinopharm Group учреждает специализированную логистическую дочернюю компанию Sinopharm Pharmaceutical Logistics Co., Ltd.	Ali Health Pharmacy запускает самоуправляемый фармацевтический бизнес электронной коммерции, а Cainiao обеспечивает поддержку медицинской логистики	Sinovac Holdings Biotechnology Co., Ltd. использует способ транспортировки, сочетающий самостоятельный транспорт и высококачественных дистрибьюторов.

В таблице 2.2 представлен сравнительный анализ трех основных моделей распределения холодových цепей поставок фармацевтических товаров с точки зрения масштаба предприятия, логистического оборудования, аутсорсинга, преимуществ и недостатков, а также репрезентативных операционных компаний. Результаты показывают, что три способа распределения имеют свои преимущества и недостатки. Для качественного развития фармацевтической индустрии холодových цепей необходимо активно изучать новые способы распределения фармацевтической логистики холодových цепей, чтобы дополнительно интегрировать выгодные ресурсы всех сторон и повысить эффективность их использования.

Таким образом, в настоящее время холодových цепи поставок фармацевтической продукции в Китае находятся на начальной стадии развития. Несмотря на стремительное увеличение поставок холодových цепей в Китае, основная их часть приходится на пищевые продукты, в то время как фармацевтические продукты составляют лишь 5% грузов холодových цепей поставок. Значительная

их часть – биологические препараты, которые составляют 60% всех логистических операций холодových цепей поставок фармацевтической продукции.

Рассмотрев современное состояние и особенности организации логистики холодových цепей поставок фармацевтического рынка Китая было обнаружено, что до 2016 г. в стране существовала лишь единственная модель – самостоятельная, когда предприятие полностью несет ответственность и специализируется на холодových цепях фармацевтики. Как правило, позволить холодových цепи поставок могли не многие компании, в основном крупные фармацевтические участники рынка КНР. С изменениями в законодательстве, после 2016 г. на рынок холодových цепей поставок были допущены сторонние логистические компании, что привело к активному развитию перевозок фармацевтических продуктов и развитию конкурентной среды.

Что касается распределения в холодových цепях поставок фармацевтической продукции, то здесь возможна реализация трех моделей управления – самостоятельной, сторонней логистики, а также смешанной, где распределение логистических процессов холодových цепей происходит между разными участниками. Рассмотрим более подробно вопрос эффективности логистических процессов в холодových цепях поставок на китайском рынке фармацевтической продукции.

### **2.3. Оценка эффективности логистических процессов в холодových цепях поставок на фармацевтическом рынке Китая**

Учитывая текущую ситуацию, для организации холодových цепей поставок фармацевтической продукции характерно недостаточное разнообразие моделей. По сравнению с зарубежными странами холодových цепи поставок в Китае все еще относительно отстают в технологиях. Углубленное продвижение плана действий по распространению «Интернет + фармацевтика» и выход на рынок крупнейших компаний электронной коммерции и Интернета вещей неизбежно приведут к изменениям и инновациям для традиционных фармацев-

тических логистических компаний и в то же время откроют новые возможности для развития холодových цепей поставок.

С точки зрения технического оснащения холодových цепей поставок фармацевтической продукции в Китае, отметим, что с развитием науки и техники в медицинской логистике холодových цепей стали применяться некоторые новые технологии, такие, как RFID, GPS с системой контроля температуры, GPS холодовой цепи, временной мониторинг температуры и влажности и другие технологии. В то же время некоторые крупные фармацевтические компании электронной коммерции интегрировали социальные ресурсы с помощью искусственного интеллекта, больших данных, облачных вычислений и других передовых технологий, чтобы предоставлять пользователям профессиональные медицинские услуги.

С точки зрения управления расписанием транспортных средств, ГИС (географическая информационная система), GPS (глобальная спутниковая система позиционирования), EDI (электронный обмен данными) и другие технологии применяются в фармацевтической отрасли логистики холодových цепей, чтобы эффективно контролировать автопарк, повышать операционную эффективность и уровни обслуживания, производить снижение эксплуатационных расходов, и в то же время применение технологий отпечатков пальцев, голосового отпечатка и сетчатки глаза может обеспечивать безопасность процесса диспетчеризации транспортных средств.

Кроме этого, государство придает большое значение развитию логистики холодových цепей и в последние годы активно разрабатывает соответствующие стандарты. Национальное правительство всегда придавало большое значение вопросу медицинской безопасности и постоянно вводило различные меры для содействия стандартизированному развитию индустрии логистики холодových цепей на фармацевтическом рынке.

В 2009 г. были одобрены пять национальных стандартов холодových цепей, включая Операционные стандарты для медицинской и биологической ло-

гистики холодových цепей и Стандарты обслуживания для фармацевтической логистики.

В 2011 г. Министерство торговли выпустило «Национальный план развития отрасли обращения лекарственных средств (2011-2015)». В том же году новая версия GSP также была официально размещена в Интернете для комментариев для активного согласования с международными стандартами фармацевтического производства.

В 2015 г. было продвинуто внедрение новой версии GSP «Стандарты управления качеством операций с лекарствами» для дальнейшей стандартизации стандартов работы и управления фармацевтических дистрибьюторских предприятий в Китае.

В 2016 г. государство придавало большое значение развитию фармацевтической индустрии логистики холодových цепей и отменило одобрение стороннего фармацевтического логистического бизнеса. Случай с вакциной в Шаньдуне относится к делу в марте 2016 г., когда полиция провинции Шаньдун раскрыла дело о нелегальных вакцинах на сумму 570 млн юаней, которые были проданы в 24 провинции и города без строгого хранения и транспортировки холодových цепей [138].

В 2018 г. было добавлено пять новых национальных стандартов, касающихся логистики холодových цепей, как показано в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Описание стандартов государственного управления логистикой холодových цепей поставок фармацевтической продукции в Китае, принятых в 2018 г.

Номер стандарта	Название
DB12/T3010-2018	Технические спецификации для логистики холодových цепей и холодильного хранения
T / DGSWLHYXH002	Спецификация по управлению операциями логистики холодových цепей и транспортных средств
DB11/T3011-2018	Требования к оборудованию для логистики холодových цепей и транспортных средств
GB/T36088-2018	Требования к управлению информацией о логистике холодových цепей
DB12/T3012-2018	Логистика холодových цепей, требования к температуре и влажности и методы измерения

С непрерывным улучшением уровня жизни людей индустрия медицинских услуг быстро развивалась. Инцидент с вакциной в провинции Шаньдун подчеркнул, что в настоящее время эффективность логистики холодových цепей поставок фармацевтических продуктов не может быть определена как высокая. Рассмотрим более подробно проблемы, существующие на рынке холодových цепей поставок фармацевтической продукции в Китае, свидетельствующие о низкой эффективности.

Во-первых, фармацевтическая система холодových цепей поставок не идеальна. Трудно сформировать интегрированную структурную систему. На начальном этапе развития, по сравнению с развитыми странами с надежными системами, индустрия логистики холодových цепей в Китае имеет небольшие масштабы и неупорядоченное распределение. Предыдущие и последующие этапы фармацевтической промышленности в целом не планировались, что стало препятствием для развития логистики холодových цепей фармацевтического рынка в Китае. В результате эффективность логистики фармацевтических холодových цепей низкая. Не существует общего планирования для восходящего и нисходящего потоков фармацевтической промышленности, а фармацевтические логистические компании очень разрознены. Многие склады и пользователи нижнего уровня спроса отказываются от внедрения и использования этого вида лекарств из-за несовершенной системы логистики.

Во-вторых, из-за высоких требований к условиям хранения лекарственных средств, складских помещений и транспортных средств – рефрижераторов стоимость логистики холодových цепей фармацевтического рынка достаточно высока.

Затраты на строительство и эксплуатацию логистики холодových цепей поставок остаются высокими, в результате чего стоимость логистики фармацевтических холодových цепей от строительства до эксплуатации намного выше, чем затраты на традиционную логистику. Соответствующие данные показывают, что стоимость фармацевтической логистики составляет 12% от общей стоимости продаж, что в четыре раза больше, чем в США. Многие небольшие

фармацевтические логистические компании сталкиваются с такой высокозатратной отраслью. Чтобы выиграть конкуренцию в той же отрасли, большинство из них имеют феномен снижения затрат. В этих условиях безопасность лекарств трудно гарантировать.

Что касается мест спроса в отсталых регионах, то они не могут позволить себе высокую стоимость объектов логистики холодových цепей, а хранение, перевалка и другие звенья не соответствуют стандартам. Существуют большие скрытые опасности в вопросах безопасности лекарственных средств, которые являются одной из важных факторов для непрерывного брожения инцидентов, связанных с безопасностью лекарств.

В-третьих, технологии и средства логистики фармацевтических холодových цепей отстали. Современная логистика фармацевтических холодových цепей не так совершенна, как основные логистические платформы электронной коммерции. Согласно опросу, в современной логистике холодových цепей в Китае различные точки до сих пор не могут осуществлять обмен информацией, что препятствует развитию логистики холодových цепей [55]. Опрошенные компании узнали, что большинство компаний используют ручное определение и регистрацию температуры при транспортировке лекарственных препаратов, что делает данные контроля температуры прерывистыми, отсутствует технология полнофункционального контроля температуры и обратной связи, потери температуры лекарственного препарата при транспортировке. В этих условиях процесс не может быть точно поддержан, эффективность лекарства значительно снижается.

В Китае нет такого надежного стандарта логистики холодových цепей, как в развитых зарубежных странах, и многие склады для хранения лекарств не соответствуют стандартам. Из-за отсутствия технологии и отсталости производства, хранения и транспортировки малых предприятий эффективность лекарственных средств не может быть гарантирована, а производимые лекарства даже представляют опасность для здоровья людей.

Таким образом, оценка эффективности холодовых цепей поставок фармацевтической продукции в Китае позволила обнаружить, что в настоящее время развитие холодовой логистики на фармацевтическом рынке Китая находится на стадии активного развития, что связано с относительно недавним допуском частных компаний в этот сегмент логистики. К настоящему времени уже реализуются три основные модели управления холодовыми цепями поставок – самостоятельная, сторонняя, а также смешанная. На современном этапе холодовые цепи поставок фармацевтических препаратов в Китае сталкиваются с рядом ограничений, прежде всего проблемами в фармацевтической системе холодовых цепей, компоненты которой все еще недостаточно скоординированы и согласованы между собой. Кроме этого, сохраняется высокая стоимость выполнения логистических операций в холодовой цепи поставок фармацевтики. Значительное негативное влияние на качество и эффективность холодовых цепей поставок оказывает отсталость технологий, используемых на практике.

Фармацевтический рынок Китая характеризуется устойчивостью развития и к 2030 г. достигнет новых рекордно высоких показателей объема. С точки зрения структуры, на фармацевтическом рынке Китая происходят определенные изменения, связанные с ростом сегмента биологических препаратов и снижением доли химических лекарств. Именно биологические препараты выступают в качестве основного двигателя развития фармацевтического рынка в стране.

Правительство и соответствующие министерства КНР уделяют особое внимание как развитию рынка фармацевтики, так и сопутствующих отраслей, ключевой из которых выступает логистика. На последних мероприятиях государственного уровня неоднократно отмечалось необходимость сосредоточить текущие усилия на развитии логистической инфраструктуры цепей поставок фармацевтического рынка, прежде всего повышением уровней информатизации и цифровизации, а также ускоренным развитием холодовых цепей поставок. Особенно важными холодовые цепи поставок являются для биологических препаратов, которые имеют «живую» структуру и способны более активно по

сравнению с другими препаратами изменять свои свойства в условиях отсутствия низких температур. Следовательно, холодные цепи поставок приобретают все большую актуальность на рынке фармацевтической продукции Китая.

В настоящее время холодные цепи поставок фармацевтической продукции в Китае находятся на начальной стадии развития.

Несмотря на стремительное увеличение поставок холодных цепей в Китае, основная их часть приходится на пищевые продукты, в то время как фармацевтические продукты составляют лишь 5% грузов холодных цепей поставок. Значительная их часть – биологические препараты, которые составляют 60% всех логистических операций холодных цепей поставок фармацевтической продукции.

Далее был выполнен расчет показателей эффективности холодных цепей поставок на примере фармацевтической компании Sinopharm. Экономические составляющие оценки процессов сбора товаров в холодных логистических цепях были рассчитаны и результаты представлены в таблице 2.4.

Таблица 2.4 – Расчет эффективности логистики холодных цепей поставок на этапе сбора груза Sinopharm

Рассчитываемый показатель	Результаты расчета
Общая стоимость сбора груза, млн. юаней/ год	$C_{(t,TOT),C} = 20 \text{ ю} \cdot 65000 \text{ кг} = 1,3 \text{ млн юаней/год}$
Расход топлива рефрижераторов, тыс. юаней/ год	$C_{E,C} = 2,5 * 5\% * 20 * 3 * 7 = 52,5$
Общая сумма затрат на этапе сбора груза, млн. юаней/ год	$C_{tot,C} = 1,3 + 0,53 = 1,83 \text{ млн юаней/год}$

Следующий этап – перевозка – осуществляется с помощью рефрижераторов, позволяющих поддерживать в них определенную температуру для сохранения свойств фармацевтических препаратов. Для этапа от разгрузки грузовиков до хранения продуктов в холодильных системах эффективность логистики холодных цепей была рассчитана, и результаты приведены в таблице 2.5.

Таблица 2.5 – Результаты расчета эффективности хранения в холодových цепях поставок Sinopharm для этапа от разгрузки до хранения продуктов в холодильных системах

Рассчитываемый показатель	Результаты расчета
Стоимость складского хранения, юаней/год	$InventorycostC_{(inv,TOT),BS} = 1500 * 40 = 60000$ юаней/год
Годовой тариф на установку холодильных установок, юаней/год	$C_{(inst,TOT),BS} = \frac{26 * 1000 * 60000 * 0,001}{300} = 5200$
Энергопотребление холодильных установок, юаней/год	$C_{(EC,TOT),BS} = 800Вт * 26 = 20800$
Техническое обслуживание погрузчиков, юаней/год	$C_{(forklift,TOT),BS} = 300 * (\sum 150) = 45000$
Общая сумма затрат на этапе, юаней/год	$C_{TOT,BS} = 45000 + 5200 + 20800 + 60000 = 131000$

Далее была рассчитана эффективность доставки фармацевтической продукции компании Sinopharm. Для оценки эффективности доставки в холодových цепях используются показатели  $k$  тип продукта (1 для фармацевтики),  $km_{year,k}$  количество пройденных километров в год,  $C_{u,km,D}$  экономический эффект от транспортного средства на пройденный километр,  $N_{(trip/year),D}$  количество рейсов доставки в год,  $\%T_{i,D}$  процент времени работы рефрижераторного агрегата грузового автомобиля,  $t_{trip,D}$  время в пути для доставки продукции. Результаты расчета представлены в таблице 2.6.

Таблица 2.6 – Результаты расчета эффективности доставки в холодových цепях поставок Sinopharm на этапе доставки

Рассчитываемый показатель	Результаты расчета
Стоимость доставки, юаней/год	$C_{(t,TOT),D} = 30 \text{ юаней} * 12000 \text{ км} = 360000 \text{ юаней}$
Расход топлива рефрижераторов, юаней/год	$C_{E,C} = 60000 \text{ юаней}$
Общая сумма затрат на этапе доставки, юаней/год	$C_{tot,D} = 360000 + 60000 = 420000$

Таким образом, рассмотрев современное состояние и особенности организации логистики холодových цепей поставок фармацевтического рынка Китая, было обнаружено, что до 2016 г. в стране существовала лишь единственная модель логистики холодových цепей поставок – самостоятельная, когда предприятие полностью несет ответственность и специализируется на холодových цепях в фармацевтике. Как правило, позволить холодových цепи поставок могли не многие компании, в основном крупные фармацевтические компании рынка КНР. С изменениями в законодательстве, после 2016 г. на рынок холодových цепей поставок были допущены сторонние логистические компании, что привело к активному развитию перевозок фармацевтических продуктов и развитию конкурентной среды. Что касается распределения в холодových цепях поставок фармацевтической продукции, то здесь возможна реализация трех моделей управления – самостоятельной, сторонней логистики, а также смешанной – где распределение логистических процессов холодových цепей происходит между разными участниками.

### **3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УПРАВЛЕНИЮ ХОЛОДОВЫМИ ЦЕПЯМИ ПОСТАВОК НА ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОМ РЫНКЕ КИТАЯ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ**

#### **3.1. Инновационные решения в управлении логистическими процессами холодových цепей поставок на фармацевтическом рынке Китая**

В настоящее время сохраняется риск снижения качества неустойчивых к изменениям температуры фармацевтических продуктов в связи с неправильным хранением и транспортировкой в холодových цепях [1]. На фармацевтическом рынке также появляются вакцины, требующие холодových цепей с крайне низкими температурными режимами (с поддерживаемой температурой менее 70°C, например, вакцины мРНК от Pfizer / BioNTech) [14]. В то время, как многие продукты холодových цепей требуют хранения в холодильнике (от 2 до 8°C) или в замороженном виде (от -15 до -25°C), для растущего числа передовых специальных методов лечения, таких как клеточная и генная терапия, требуется ультразамороженное (до -80°C) или криогенное (до -196°C) хранение. Требования к ультразамороженным или криогенным продуктам в сочетании с чрезвычайно коротким сроком хранения продуктов добавляют еще один уровень сложности в холодových цепи поставок, требуя почти безупречного выполнения на протяжении всего процесса распределения – от предприятия производителя до сторонней логистики (3PL), а затем поставки в каждую точку оказания медицинской помощи [103]. В то же время, применяемые технологии для контроля условий хранения в холодových цепях во многих странах характеризуются отсталостью. Все это позволяет сделать вывод, что перед государственными органами и непосредственными участниками рынка растет потребность в решении проблемы обеспечения холодových цепей в процессе поставки лекарственных препаратов, чувствительных к колебаниям температуры [62]. Отдельно отметим, что согласно исследованию McKinsey, складские расходы составляют 95% затрат на логистику фармацевтической продукции [92].

Сбои в холодových цепях поставок фармацевтической продукции могут привести к необратимым последствиям. Согласно данным ВОЗ, более половины вакцин во всем мире теряют свои качества из-за перепадов температур в процессе логистики, и, по оценкам Организации Объединенных Наций, более разумные стратегии управления холодowymi цепями могли бы спасти около миллиарда вакцин против COVID-19.

По данным Supply Chain Dive, потери вакцины из-за скачков температуры ежегодно обходятся примерно в 34,1 млрд долл. в виде упущенной стоимости продукта, стоимости замены и напрасных инвестиций в логистику [87]. 20% фармацевтических продуктов повреждаются во время транспортировки из-за колебаний температуры [96].

Исходя из вышеизложенного, внедрение инноваций в процессы складирования в холодových цепях поставок представляется целесообразным, поскольку позволяют снизить риски снижения качества фармацевтической продукции в складских процессах, сократить издержки, сделать процесс управления холодowymi цепями поставок данной продукции более эффективным.

В Китае отраслевая реформа, основанная на данных, вступила в «новое десятилетие». Строительство медицинской инфраструктуры холодových цепей тесно интегрировано с «новой инфраструктурой». Ведущие предприятия активизируют свои усилия по интеллектуальной трансформации, появляются «бесконтактные» модели логистики холодových цепей, такие, как роботы и беспилотные склады, автоматические системы мониторинга температуры и влажности, информационные системы управления транспортом и складированием, медицинские логистические платформы холодových цепей и мобильные терминалы.

Инновационное применение фармацевтических холодových цепей поставок достигло «быстрого прогресса». Глобальная структура фармацевтической промышленности претерпевает глубокую корректировку, и современная цепочка поставок фармацевтической продукции обладает характеристиками короткой цепи поставок: эндогенной, интегрированной, интеллектуальной, цифровой и

гибкой. Непрерывное расширение рынка фармацевтических холодовых цепей способствовало повышению потребительской способности рынка фармацевтических холодовых цепей и стимулировало скоординированное развитие восходящей и нисходящей производственной цепочки.

В настоящее время логистика холодовых цепей фармацевтического рынка вышла на полосу быстрого развития. Распространение препаратов с регулируемой температурой, концентрированный серийный маркетинг новых вакцин, активизация исследований и разработок биологических препаратов, а также растущие потребности людей в жизни, здоровье и безопасности привели к постоянному и существенному росту фармацевтического рынка.

Темпы инноваций в сфере здравоохранения и фармацевтики не замедляются. Производители продолжают выпускать инновационные специальные продукты, которые предлагают значительные преимущества для пациентов во всем мире. Продукты, требующие хранения в холодовых цепях, будут составлять все большее число этих новых методов лечения. Рост интернет-больниц и медицинской электронной коммерции открывает новые возможности для логистики фармацевтических холодовых цепей.

Чтобы расширить глобальный доступ к инновационным специальным методам лечения, в настоящее время китайским фармацевтическим компаниям необходимо привлечь своих партнеров по логистике на раннем этапе процесса планирования для создания комплексной логистической стратегии, которая обеспечит своевременную доставку продукта и в надлежащем состоянии. Фармацевтические компании и поставщики логистических услуг продолжают инвестировать в усовершенствование своих решений упаковки в холодовых цепях, инфраструктуры хранения.

Обеспечение температурно-регулируемой среды во время транспортировки и хранения требует разработки инновационных решений, которые позволят в режиме реального времени контролировать параметры холодовых цепей поставок. В диссертации исследован опыт внедрения инновационных решений в

управление логистическими процессами в холодовых цепях поставок фармацевтической продукции в Японии и США.

Таблица 3.1 – Опыт внедрения инновационных решений в управление логистическими процессами в холодной цепи поставок фармацевтической продукции в Японии и США

Технология	Область применения	Компании
Интернет вещей (IoT)	Мониторинг температуры и влажности в реальном времени	Япония: Nippon Express, США: Pfizer, Novartis, AstraZeneca
RFID-метки (Radio Frequency Identification)	Мониторинг температуры и условий хранения (позволяет идентифицировать и отслеживать товары с помощью радиочастотных меток)	Япония: Nippon Express, США: Pfizer, Cardinal Health, Johnson & Johnson
GPS-навигация	Технология, которая использует спутниковую навигацию для определения местоположения груза	США: UPS, Pfizer, Novartis, AstraZeneca, Johnson & Johnson
Датчики температуры с GPS-модулем	Отслеживание местоположения и температуры груза в режиме реального времени.	США: UPS, Sensitech
Блокчейн	Обеспечение прозрачности и безопасности процессов в холодной цепи поставок, отслеживание местоположения и температуры в режиме реального времени, проверка подлинности и качества товаров	Япония: NTT Data, Hitachi, Fujitsu США: Совместный проект IBM, Merck и Walmart; Chronicled, Viant
«Умные контейнеры»	Мониторинг температуры и условий хранения фармацевтических продуктов в режиме реального времени	Япония: Daiichi Sankyo
«Холодовые ячейки»	Транспортировка фармацевтических продуктов, которые требуют хранения при низких температурах	Япония: Astellas Pharma
«Умные склады»	Хранение и транспортировка (позволяет в режиме реального времени идентифицировать и отслеживать товары с помощью радиочастотных меток, автоматизированная система управления запасами)	Япония: Mitsubishi Logistics США: AmerisourceBergen, Novartis, GlaxoSmithKline, Johnson & Johnson, CVS Health, Pfizer
Системы автоматической идентификации и сбора данных	Отслеживание перемещения фармацевтического препарата по всей цепи поставок	США: Pfizer, Novartis, Sanofi
Системы управления складом (WMS)	Автоматизация процессов хранения и отгрузки товаров	США: Pfizer, Roche
Системы управления транспортом (TMS)	Оптимизация маршрутов доставки и управления транспортными ресурсами	США: Pfizer, Merck
Системы электронного документооборота (EDI)	Автоматизация процессов обмена документами между участниками цепи поставок	США: Eli Lilly, Novartis, GlaxoSmithKline

### Продолжение таблицы 3.1

Технология	Область применения	Компании
Системы управления качеством (QMS)	Контроль качества фармацевтической продукции и процессов ее производства и хранения	США: AbbVie, Merck, Sanofi, Johnson & Johnson, AstraZeneca

Анализ передовых технологических решений ведущих компаний в сфере управления холодowymi цепями поставок фармацевтической продукции подтвердил эффективность использования инструментов интеллектуального мониторинга, которые с точностью отслеживают и передают необходимые показатели, включая температуру окружающей среды, внутреннюю температуру, освещенность, наклон, давление, физические удары и географическое положение. Возможности отслеживания должны использовать новейшие технологии Глобальной системы позиционирования (GPS), Глобальной системы мобильной связи (GSM) и Bluetooth с низким энергопотреблением (BLE) с возможностью передачи показателей на безопасную облачную платформу с обеспечением доступа для всех заинтересованных сторон. Данные в режиме реального времени не только обеспечивают подтверждение стабильности отгрузки, но также позволяют предвидеть осложнения до их возникновения и быстро реагировать.

Рассмотрим более подробно содержание и направления использования инновационных технологий в холодowych цепях поставок фармацевтической продукции развитых стран.

Учитывая строгие требования к температуре и времени, связанные с инновационными специализированными фармацевтическими препаратами, важно разворачивать технологии отслеживания, такие как решения для интеллектуального мониторинга, которые обеспечивают сквозную прозрачность. Углубленное применение новых технологий еще больше улучшит полную отслеживаемость лекарств холодowych цепей. Степень платформизации, интеллектуальности и прозрачности логистики медицинских холодowych цепей будет дополнительно улучшена, а построение цифровой инфраструктуры будет дополнительно усилено.

Благодаря большей прозрачности мониторинга и более рациональным подходам к сообществам пациентов фармацевтическая промышленность может совершить успешный переход от традиционной модели «точно в срок» к холодным цепям поставок, отличающейся эффективностью, гибкостью и устойчивостью. Отслеживание количества продукции как на складе, так и в пути, поможет компаниям избежать затоваривания определенных лекарств, требующих срочного обращения, тем самым оптимизируя запасы и доступность, сводя к минимуму отходы. Кроме этого, сенсорные технологии Интернета вещей используются некоторыми компаниями, в частности в США, для контроля температуры от склада до пациента. Эти датчики оповещают грузоотправителей, когда температура выходит за пределы идеального диапазона, помогая им определить, можно ли передать продукт в аптеку, больницу или государственное учреждение, или же необходимы карантин и уничтожение. Отслеживание цепочки поставок в режиме реального времени в сочетании с возможностями машинного обучения и искусственного интеллекта дает компаниям более четкое представление о вакцинах и других лекарствах в пути, а также возможность смягчать проблемы по мере их возникновения или даже прогнозировать и полностью предотвращать их.

В развитых странах активно появляются инновации в области упаковки. Новые разработки в области транспортных контейнеров-рефрижераторов позволяют лучше контролировать температуру окружающей среды в течение более длительного периода времени. Новые транспортные контейнеры с регулируемой температурой оснащены усиленной изоляцией и резервными системами. Эти резервные системы обеспечивают поддержание температуры в случае выхода из строя первой системы.

Упаковка была в центре внимания недавних инноваций в области холодных цепей. Отходя от старых решений, таких как сухой лед, новые процессы включают активное управление температурой, возможность повторного использования и улучшенные процедуры очистки, исключая перекрестное загрязнение. Улучшение чистоты может быть затруднено, когда упаковочные

материалы сильно различаются по целостности и реакции на чистящие жидкости. В последнее время в качестве решения используется импульсная дезинфекция ультрафиолетовым светом на основе ксенона (PX-UV). Было показано, что в некоторых случаях это приводит к снижению количества супербактерий на 5 log КОЕ на чашках с шипами. В настоящее время «Криопорт» разрабатывает эту технологию для своих криогенных грузоотправителей [104].

Чтобы обеспечить согласованность и точность во время доставки, регистраторы данных для отслеживания информации об упаковке становятся все более точными и целостными. В то время как новые трекеры могут определять температуру, местоположение, ориентацию, влажность, давление и другие параметры, многие используют литий-металлические или ионно-литиевые батареи. Они классифицируются как опасные грузы и должны соответствовать ряду правил при перевозке самолетом. Поскольку это ограничение может ограничить применение трекеров в будущем, активно ведется поиск альтернативных источников питания.

Благодаря достижениям в области технологий стало возможным отслеживать температуру и условия фармацевтических поставок на протяжении всего процесса холодовых цепей. Один из методов мониторинга температурных условий заключается в том, чтобы включить в поставку небольшое устройство, называемое регистратором данных температуры. Эти устройства могут измерять температуру, удар, влажность и вибрацию. После того, как груз доставлен, данные можно вручную загрузить в систему. Более продвинутые рефрижераторы оснащены оборудованием для мониторинга, позволяющим вести спутниковую регистрацию температуры по всей партии груза. Если температура отклоняется, сигнализация будет сигнализировать об этом колебании, позволяя резервным механизмам предотвратить порчу груза. Такой непрерывный мониторинг во время транспортировки гарантирует, что чувствительный к температуре груз доставлен в пункт назначения в идеальном состоянии.

Внедрение датчиков с поддержкой 5G вскоре позволит заинтересованным сторонам видеть больше данных в режиме реального времени. Это также может

обеспечить более тесную связь между транспортными средствами, что является особенно важной технологией, поскольку мир движется к беспилотным системам. На наш взгляд в Китае внедрение датчиков с поддержкой 5G представляется особенно перспективным, поскольку значительная часть страны уже имеет хорошо развитую 5G сеть.

Температура, несомненно, является критическим фактором в холодовых цепях поставок фармацевтической продукции. Однако безопасность доставки является еще одной важной проблемой. В 2020 г. известен случай, когда только одна кража привела к потере онкологических препаратов на сумму 1,2 млн долл [87]. В результате фармацевтические компании уже много лет делают весомые инвестиции в безопасность. В дополнение к физической безопасности отслеживание датчиков на основе Интернета вещей позволяет получать данные и оповещения в режиме реального времени, чтобы лучше понять безопасность и состояние продукта. Благодаря круглосуточному отслеживанию физического местоположения каждого груза грузоотправители могут получать оповещения, когда грузовик останавливается или уходит с заданного маршрута, и могут точно определить местонахождение грузовика, отклонившегося от маршрута. Некоторые предложения по обеспечению безопасности также определяют места, где вероятность кражи наиболее высока, включая первую и последнюю мили, и могут предупреждать производителей, когда груз приближается к зоне высокого риска. Такое сочетание физических и интеллектуальных решений позволяет укрепить цепочку командования и контроля фармацевтической компании, тем самым снизив вероятность потерь и обеспечив доставку жизненно важных лекарств по назначению. Здесь отмечается приверженность компаний применению блокчейн технологии.

Блокчейн технология может использоваться в холодовых цепях поставок фармацевтики в США для обеспечения прозрачности и безопасности процесса. Например, блокчейн может использоваться для отслеживания местоположения и температуры медикаментов в режиме реального времени, а также для проверки подлинности источника и качества продукта. Кроме того, блокчейн может

использоваться для улучшения процесса сертификации и аудита, что позволяет упростить процесс проверки соответствия стандартам и требованиям качества. Это может помочь ускорить процесс поставок и снизить затраты на административные процедуры. Несколько американских компаний уже начали использовать блокчейн в холодной цепи поставок фармацевтики. Например, компания Chronicled разработала систему MediLedger, которая использует блокчейн для отслеживания поставок фармацевтических продуктов от производителя до конечного потребителя. Компания Viant также предлагает решения на основе блокчейн для управления поставками фармацевтики, включая отслеживание температуры и других параметров в холодовых цепях. Кроме того, компания IBM работает над проектом под названием IBM Blockchain, который также может использоваться для управления поставками фармацевтики. Технология блокчейн используется также и компаниями в Японии. Например, компания NTT Data использует блокчейн для отслеживания поставок медицинских препаратов, а компания Fujitsu разрабатывает систему блокчейн для управления цепочкой поставок медицинских товаров. Кроме того, компания Hitachi разрабатывает систему блокчейн для отслеживания поставок медицинских препаратов и медицинского оборудования.

Основным препятствием для эффективной прозрачности холодовых цепей поставок является плохая коммуникация. Исторически логистическая отрасль была децентрализованной, что побудило многие организации разработать собственные рабочие процессы и системы, особенно это ярко демонстрируется на рынке логистики холодовых цепей Китая, где частные компании относительно недавно стали участниками данного вида поставок фармацевтической продукции.

Чтобы решить эту проблему, фармацевтические компании в развитых странах, например в США, внедряют выделенные общие системы для эффективной связи по всей сети цепочки поставок. Например, уведомления и обмен сообщениями, встроенные в интеллектуальные системы, позволили им значительно сократить количество телефонных звонков и электронных писем, кото-

рые должны делать сотрудники. Данные также имеют жизненно важное значение для любого эффективного сотрудничества в холодной цепи поставок и позволяют своевременно принимать эффективные решения.

Кроме этого, для обеспечения безопасности и коммуникации перспективным представляется использование технологии блокчейн. Это позволит оптимизировать логистические процессы в холодových цепях поставок фармацевтических препаратов за счет улучшения мониторинга процессов, повышения эффективности реагирования всех участников логистики на чрезвычайные ситуации и своевременного поиска их решений [46].

Помимо наглядности, безопасности и прозрачности, ведущие логистические компании холодových цепей поставок фармацевтического рынка развитых стран более эффективно реагируют на возникающие риски в цепи за счет цифровизации. Для принятия эффективных решений в логистике холодových цепей поставок первостепенное значение имеют данные. Скорость и гибкость холодových цепей поставок возможны только при наличии надежных данных в каждой точке цепи. Решения в области видимости должны иметь возможность корректировки в режиме реального времени для защиты жестких и меняющихся требований, на которые влияют температура, погода и другие внешние факторы. Самые умные системы используют машинное обучение, которое дополняет человеческие знания. Основываясь на достоверных данных, правильные модели могут помочь руководителям значительно повысить свою способность принимать решения в отношении оптимальных окон встреч, перевозчиков, маршрутов, времени прибытия на объект, обеспечивая оптимальное использование ресурсов по всей холодной цепи поставок.

В связи с этим особый интерес среди инновационных технологических решений в холодových цепях поставок фармацевтического рынка представляет технология цифровых двойников. Цифровой двойник – это виртуальное представление всей экосистемы холодной цепи поставок – виртуальная карта активов по операциям и бизнес-процессам, построенная на основе огромных объемов доступных, достоверных данных в режиме реального времени, передавае-

мых через подключенные системы [107]. Благодаря оцифровке и мониторингу сквозных холодовых цепей поставок, получающийся в результате цифровой поток связанных данных позволяет участникам цепи поставок моделировать и оптимизировать операции.

Цифровые двойники позволяют генерировать и обмениваться глубокими интеллектуальными данными, полученными из многочисленных источников по каждому звену холодовых цепей поставок. Моделирование происходит виртуально, поэтому цифровые двойники можно безопасно и экономично развернуть, чтобы обеспечить работу цепи поставок в режиме реального времени. Усовершенствования в области видимости, контроля и поддержки принятия решений помогают производителям фармацевтической продукции осмысленно решать новые и устаревшие задачи, а также активно корректировать курс, используя подход «все время в режиме реального времени», чтобы преодолеть разрыв между планом и его выполнением.

При внедрении в расширенной сети поставщиков, производственных, транспортных и других партнеров в расширенной цепи создания стоимости цифровой двойник может оптимизировать операции и ускорить создание ценности с помощью порталов для совместной работы в режиме реального времени, объединяя заинтересованные стороны по всему предприятию в коллективных усилиях по обеспечению качества, целостности и безопасности фармацевтической субстанции и лекарственного препарата.

Решающее значение для успеха возможностей цифровых двойников имеют стандарты и процессы, связанные с данными, которые составляют цифровой поток. Ключевое категорическое различие, которое следует здесь провести, заключается в отслеживании так называемых «жестких атрибутов» и «мягких атрибутов» в холодовых цепях поставок. В то время, как отслеживание жестких атрибутов включает в себя представление о местонахождении и состоянии товаров и материалов в режиме реального времени по мере их движения по цепи поставок, отслеживание мягких атрибутов учитывает бизнес-процессы и рабочие процессы, которые применяются на протяжении всего пути. Когда

фармацевтические предприятия добиваются прозрачности путем одновременного отслеживания как аппаратных, так и программных атрибутов, они могут добиться более детального обзора бизнес-процессов и быстрее выявлять любые исключения или организационные узкие места. У них также есть более надежные наборы данных для поддержки более упреждающих и даже прогнозирующих сценариев моделирования цифровых двойников. Отслеживание на основе жестких атрибутов использует датчики Интернета вещей и контекстные системы для сбора и интерпретации достоверной информации о сырье, компонентах и готовой продукции в режиме реального времени. Это дает представление о задержках или колебаниях температуры при транспортировке, а также о том, поврежден ли компонент, находящийся в состоянии покоя, на заводе или на складе. Тем временем мягкое отслеживание атрибутов фокусируется на событиях из рабочих процессов, связанных с заказами, отгрузками, документацией, такой как торговое оформление, качество, а также на том, проходят ли эти документы и процессы гладко, отмечая любые несоответствия в ценах, графиках поставок, условиях контракта или сопутствующие процессы.

В совокупности сочетание жесткого и программного отслеживания атрибутов позволяет цифровым двойникам получать более полную картину состояния холодных цепей поставок, что позволяет быстрее выявлять и решать проблемы. Данные об инцидентах передаются в алгоритмы глубокого машинного обучения и рассуждений для поддержки принятия решений в реальном времени и даже прогнозного анализа и решения проблем.

Цифровые двойники тесно связаны с автоматизацией как инновацией в области управления логистикой холодных цепей фармацевтической продукции. В данной сфере используются автоматизированные системы, которые управляют процессом хранения и транспортировки медикаментов, что позволяет снизить риски ошибок и повысить эффективность. Среди компаний США и Японии известны следующие виды систем автоматизации холодных цепей поставок фармацевтической продукции (рисунок 3.1).

Системы автоматической идентификации и сбора данных (AIDC)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• отслеживание перемещения фармацевтического препарата по всей цепи поставок</li> </ul>
Системы управления складом (WMS)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• позволяют автоматизировать процессы хранения и отгрузки товаров</li> </ul>
Системы управления транспортом (TMS)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• позволяют оптимизировать маршруты доставки и управлять транспортными ресурсами</li> </ul>
Системы электронного документооборота (EDI)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• позволяют автоматизировать процессы обмена документами между участниками цепи поставок</li> </ul>
Системы управления качеством (QMS)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• позволяют контролировать качество продукции и процессы ее производства и хранения</li> </ul>

Рисунок 3.1 – Системы автоматизации холодových цепей поставок фармацевтической продукции

Таким образом, анализ инноваций в управлении логистическими процессами холодových цепей поставок на рынке фармацевтической продукции в развитых странах позволил обнаружить, что ведущие логистические компании холодových цепей поставок с особым вниманием относятся к внедрению инновационных решений в процессы мониторинга и управления. Ими широко и комплексно используются технологии Интернета вещей, GPS и RFID датчиков для мониторинга и температуры и состояния перевозимого фармацевтического груза, поддерживается платформизация и обмен данных при активном использовании блокчейн для обеспечения безопасности передачи информации, создается интеллектуальная и полностью автоматизированная система управления процессами транспортировки и хранения фармацевтической продукции в холодových цепях поставок. Компании также с особым интересом относятся к развитию технологий анализа больших данных, основанной на применении машинного обучения и алгоритмах искусственного интеллекта.

Китайские компании холодových цепей поставок фармацевтической продукции могут использовать опыт инноваций развитых стран. Применение цифровых технологий в холодových цепях поставок на рынке фармацевтической продукции в Китае представляется определенно перспективным и позволит до-

стичь новых успехов в повышении качества логистики холодových цепей данного сегмента рынка. В связи с этим, необходимым представляется формулирование соответствующих методических рекомендаций.

### 3.2. Методические рекомендации к применению цифровых технологий в холодových цепях поставок на фармацевтическом рынке Китая

На основе проведенного анализа зарубежного опыта передовых технологических решений в диссертации предложены методические рекомендации по внедрению цифровых технологий в холодových цепи поставок на рынке фармацевтической продукции Китая (рисунок 3.2).

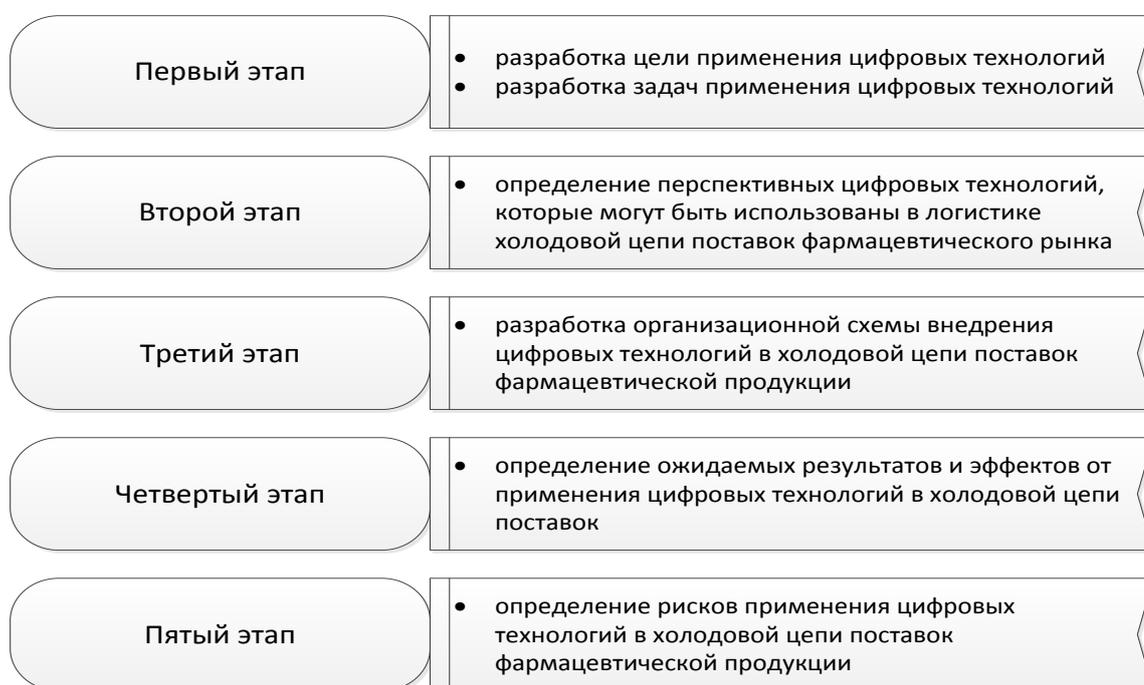


Рисунок 3.2 – Этапы разработки методических рекомендаций по внедрению цифровых технологий в холодových цепях поставок на рынке фармацевтической продукции

Методические рекомендации к применению цифровых технологий в холодových цепях поставок на рынке фармацевтической продукции предполагают в качестве основного содержания указание целей, задач, ожидаемых результатов и эффектов от применения цифровых технологий, описание возможных

рисков, с которыми могут столкнуться компании при внедрении цифровых технологий в холодовых цепях поставок.

Рассмотрим более подробно содержание каждого этапа разработки методических рекомендаций к применению цифровых технологий в холодовых цепях поставок на рынке фармацевтической продукции.

Первоначально необходимо определить цели и задачи внедрения цифровых технологий в холодовых цепях поставок на рынке фармацевтической продукции.

С развитием фармацевтического рынка Китая актуальность холодовых цепей поставок становится все более очевидной. В настоящее время холодовые цепи поставок на рынке фармацевтической продукции все еще находятся на начальной стадии развития и важным шагом для перехода к следующей стадии выступает внедрение цифровых технологий, что обусловлено рядом причин. Цифровые технологии позволяют контролировать температуру и условия хранения фармацевтических продуктов на каждом этапе поставки, что гарантирует сохранность и качество продукции. Кроме этого, с их помощью можно отслеживать местоположение груза и оптимизировать маршрут доставки, что сокращает время доставки и уменьшает риски потери или повреждения продукции. Применение цифровых технологий позволяет автоматизировать процессы управления холодовыми цепями, что снижает затраты на персонал и оборудование. Также цифровые технологии позволяют создать прозрачную систему управления холодовыми цепями.

Основной целью разработанных методических рекомендаций является подготовка к качественному переходу к управлению логистическими процессами холодовых цепей поставок за счет внедрения цифровых технологий для повышения их эффективности.

Для того чтобы достичь эту цель, необходимым представляется решение следующих задач:

– обеспечение доступа к цифровой инфраструктуре участников логистики холодовых цепей поставок на рынке фармацевтической продукции, создание

необходимых условий для применения современных цифровых технологий в цепи поставок;

- переход от традиционных моделей поставок к моделям, основанным на цифровизации, использование систем мониторинга температуры и влажности в реальном времени;

- повышение безопасности обмена информацией и данными между участниками холодовых цепей поставок на рынке фармацевтической продукции;

- формирование цифровой грамотности у сотрудников компаний, участвующих в холодовых цепях поставок на рынке фармацевтической продукции, обучение персонала, работающего с цифровыми технологиями, для обеспечения правильного использования и максимальной эффективности;

- совершенствование системы управления холодовыми цепями поставок за счет стратегического мышления и создания организационных структур, эффективно реагирующих на риски в динамичной среде холодовых цепей поставок, разработка цифровых платформ для отслеживания;

- совершенствование нормативной системы требований к логистическим процессам в холодовых цепях поставок на рынке фармацевтической продукции.

Применение цифровых технологий в холодовых цепях поставок на рынке фармацевтической продукции должно позволить преодолеть распространенные проблемы в холодовых цепях поставок, включающих снижение качества фармацевтических продуктов по причинам сбоев температурного режима, увеличения сроков доставки, неэффективного управления логистическими процессами в холодовых цепях поставок.

Вторым этапом разработки методических рекомендаций стало описание перспективных цифровых технологий, которые могут быть использованы логистическими предприятиями холодовых цепей поставок фармацевтической продукции.

Применение цифровых технологий в холодовых цепях поставок фармацевтической продукции в Китае в настоящее время носит спонтанный и неси-

стемный характер. В то же время опыт мировых ведущих компаний холодовой цепи поставок свидетельствует о том, что многие перспективные цифровые технологии позволяют повысить эффективность различных процессов холодовой цепи, включая мониторинг состояния груза, обмен информацией и данными, управление логистическими процессами. В связи с этим перспективным видится применение таких цифровых технологий в холодовых цепях поставок фармацевтической продукции в Китае, как Интернет вещей, облачные платформы обмена данными, блокчейн, интеллектуальный анализ больших данных, автоматизация и интеллектуализация систем управления.

Конкретные перспективные направления применения цифровых технологий в холодовых цепях поставок на фармацевтическом рынке включают следующие:

- использование систем мониторинга температуры и влажности в реальном времени для контроля условий хранения и транспортировки медикаментов и создание сенсорной сети на основе Интернета вещей;

- разработка цифровых платформ для отслеживания и управления холодовыми цепями поставок фармацевтической продукции, которые позволяют улучшить прозрачность и эффективность процесса;

- внедрение технологий блокчейн для обеспечения безопасности и подлинности фармацевтической продукции в холодовых цепях поставок (основная технология блокчейн);

- использование автоматизированных систем управления складом и транспортировкой фармацевтической продукции для уменьшения риска ошибок и повышения эффективности (технологии больших данных, машинного обучения, искусственного интеллекта).

Третьим этапом разработки методических рекомендаций стала разработка организационной схемы внедрения цифровых технологий в холодовых цепях поставок на рынке фармацевтической продукции.

Одним из результатов разработанных методических рекомендаций стала организационная схема внедрения цифровых технологий в холодовые цепи поставок фармацевтической продукции, представленная на рисунке 3.3.

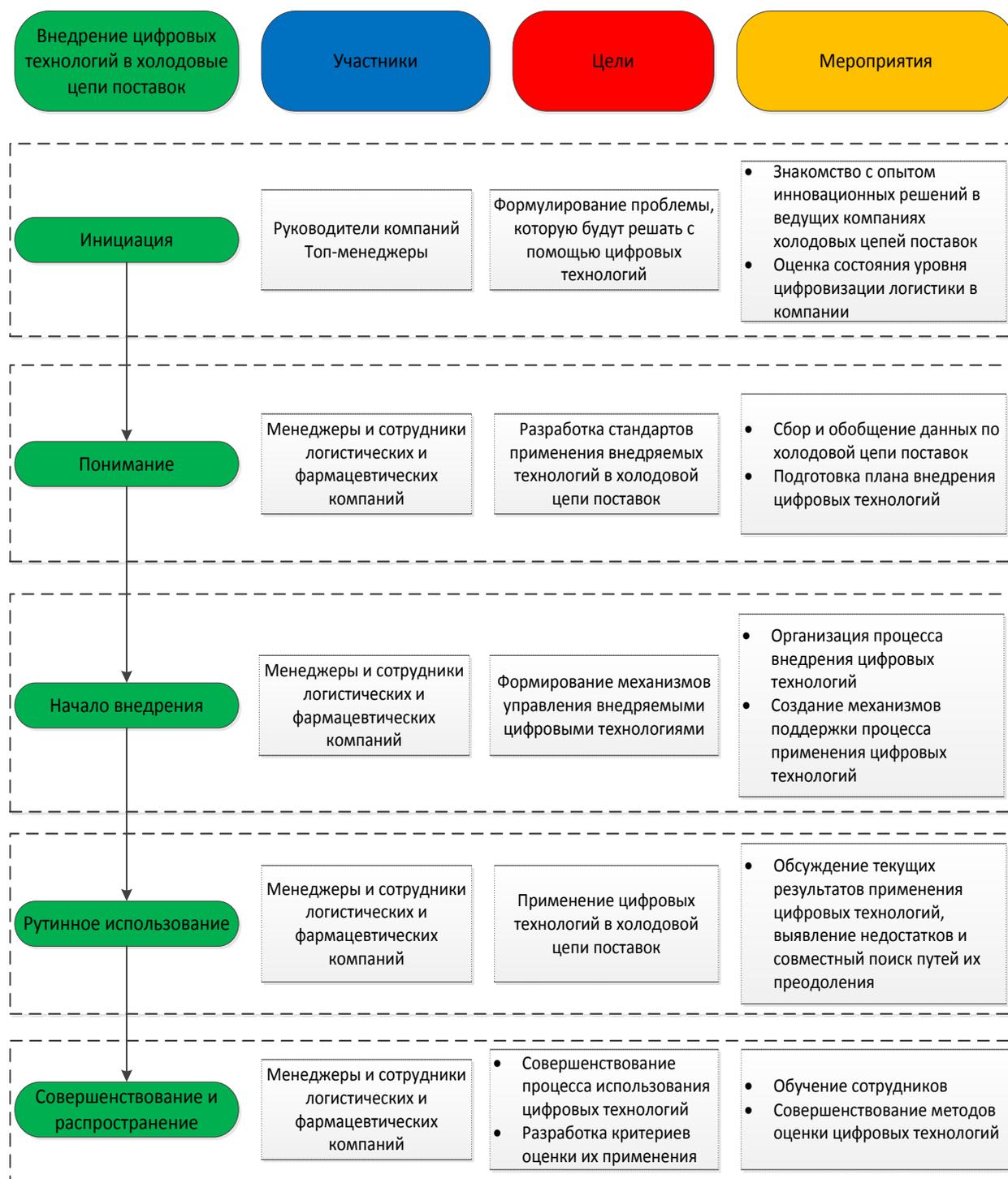


Рисунок 3.3 – Организационная схема внедрения цифровых технологий в холодовые цепи поставок фармацевтической продукции

Как видно из предложенной организационной схемы применения цифровых технологий в холодовых цепях поставок на рынке фармацевтической продукции, участниками процесса применения цифровых технологий выступают руководители, менеджеры логистических компаний, сотрудники логистических компаний, а также сотрудники фармацевтических компаний. Совместными усилиями этих участников будет достигнуто оптимальное внедрение цифровых технологий в холодовые цепи поставок.

Прежде всего, необходимо выполнить инициацию, которая сводится к формулированию проблем, которые будут решать цифровые технологии в холодовых цепях поставок на рынке фармацевтической продукции. С этой целью предполагается выполнение мероприятий по знакомству с опытом ведущих логистических компаний, занятых в данной сфере логистики холодовых цепях поставок, проведение оценки текущего состояния цифровизации в компании. Все это позволит сделать вывод о том, какие конкретно перспективные цифровые технологии могли бы быть использованы в компании.

Далее важно сформировать понимание, для чего привлекается широкий круг участников, включая менеджеров логистических компаний, их сотрудников, а также сотрудников фармацевтических компаний. Совместными усилиями необходимо выполнить сбор и обобщение данных по холодовым цепям поставок, подготовить план по внедрению цифровых технологий.

Следующим шагом предполагается разработка соответствующих стандартов и инструкций и руководств, чтобы максимально снизить вероятные риски применения цифровых технологий в холодовых цепях поставок фармацевтического рынка. Такой подход позволит зафиксировать полученные от внедрения в цепь поставок современные технологии.

После того, как завершены этапы концептуального осмысления применения цифровых технологий в деятельности компании холодовых цепей поставок фармацевтической продукции, представляется необходимым создать организационно-управленческую базу для их внедрения, что требует определения соот-

ветствующих механизмов управления в цепях поставок на рынке фармацевтической продукции.

Таблица 3.2 – Влияние цифровых технологий на эффективность управления логистическими процессами холодových цепей поставок

Цифровая технология (группа технологий)	Ожидаемый результат и эффект от применения
Использование систем мониторинга температуры и влажности в реальном времени для контроля условий хранения и транспортировки медикаментов и создание сенсорной сети на основе Интернета вещей	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Сохранение качества продукции</li> <li>• Сокращение издержек</li> <li>• Рост эффективности</li> <li>• Повышение безопасности</li> <li>• Снижение затрат</li> </ul>
Разработка цифровых платформ для отслеживания и управления холодowymi цепями поставок	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Улучшение прозрачности данных и безопасности</li> <li>• Повышение эффективности логистики</li> <li>• Улучшение качества продукции</li> </ul>
Технология блокчейн	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Улучшение прозрачности и безопасности цепи поставок</li> <li>• Сокращение времени и затрат на проверку качества и подлинности продукции</li> <li>• Улучшение управления запасами</li> <li>• Улучшение эффективности и скорости доставки продукции</li> <li>• Улучшение управления рисками и снижение потерь</li> </ul>
Использование автоматизированных и интеллектуальных систем управления складом и транспортировкой (технологии больших данных, машинного обучения, искусственного интеллекта)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Сохранение качества продукции</li> <li>• Повышение безопасности</li> <li>• Улучшение прозрачности</li> <li>• Снижение затрат</li> </ul>

В целом можно обобщить, что применение цифровых технологий в холодových цепях поставок на рынке фармацевтической продукции будет способствовать улучшению качества продукции, сокращению потерь, улучшению эффективности логистики, улучшению безопасности и прозрачности данных, снижению затрат, улучшению управления рисками.

Пятым этапом разработки методических рекомендаций стало описание возможных рисков, с которыми могут столкнуться компании при внедрении цифровых технологий в холодových цепях поставок на рынке фармацевтической продукции.

В связи с особенностями применения цифровых технологий в деятельности предприятий холодových цепей поставок фармацевтического рынка, были определены следующие вероятные риски, с которыми они могут столкнуться в процессе цифровизации.

Наиболее распространенным риском является нарушение целостности данных. При использовании цифровых технологий возможно нарушение целостности данных, что может привести к ошибкам в управлении холодowymi цепями и, как следствие, к ухудшению качества фармацевтической продукции.

Чтобы избежать потерь из-за нарушения целостности данных необходимо регулярно отслеживать состояние технологического оборудования, систем передачи данных, а также приборов для сбора, накопления и анализа полученной информации. Такой подход надо применять на всех этапах холодových цепей, включая приемку, хранение, транспортировку и доставку, регулярное обновление и модернизация оборудования и систем мониторинга и контроля температуры для обеспечения высокой надежности и эффективности сбора данных холодových цепей.

Другим риском применения цифровых технологий в холодových цепях поставок на рынке фармацевтической продукции выступает недостаточная защита данных. При использовании цифровых технологий возможно нарушение конфиденциальности данных, что может привести к утечке конфиденциальной информации о фармацевтической продукции. Возможной рекомендацией по нивелированию данного риска может быть регулярное обучение и тренинги для персонала, работающего с холодowymi цепями, по вопросам безопасности и защиты данных, использование защищенных каналов связи для передачи данных, чтобы предотвратить их перехват и утечку, разработка и реализация стратегии резервного копирования данных, чтобы в случае сбоя системы можно было быстро восстановить информацию.

Также в процессе применения цифровых технологий в холодových цепях поставок на рынке фармацевтической продукции возможно возникновение риска неправильного использования технологий. При неправильном использова-

нии цифровых технологий возможно нарушение правил хранения и транспортировки фармацевтической продукции, что может привести к ее порче и ухудшению качества. Для преодоления данного риска может быть рекомендовано постоянное обучение персонала работе с цифровыми технологиями, использование проверенных технологий и программного обеспечения, которые соответствуют стандартам безопасности, регулярное обновление программного обеспечения, резервное копирование данных, а также соблюдение стандартов безопасности.

Другим риском применения цифровых технологий в холодových цепях поставок на рынке фармацевтической продукции выступают технические сбои. Возможной рекомендацией по нивелированию данного риска может быть предложено регулярное проведение технического обслуживания и проверки оборудования, обучение персонала, разработка планов действий по каждому из типов технических сбоев, использование систем мониторинга и контроля температуры, проведение регулярных аудитов и проверок качества холодových цепей.

Таким образом, были разработаны методические рекомендации к применению цифровых технологий в холодových цепях поставок на рынке фармацевтической продукции, в том числе определены цель и задачи их применения, описаны перспективные цифровые технологии, представлена организационно-управленческая схема их применения в компаниях-участниках холодových цепей поставок фармацевтической продукции, представлены ожидаемые результаты и эффекты от внедрения, а также описаны риски, с которым могут столкнуться компании при применении цифровых технологий.

### **3.3. Модель управления логистическими процессами в холодových цепях поставок на фармацевтическом рынке Китая**

Разработка модели управления логистическими процессами в холодových цепях поставок представляет собой поэтапный процесс, основанный на выполнении следующих действий:

- определение целей и задач модели управления;

- описание процессов и этапов холодových цепей поставок;
- определение ролей и ответственности участников в рамках логистических холодových цепей поставок;
- разработка системы мониторинга и контроля за холодowymi цепями поставок;
- создание платформы обмена данными с поддержкой технологии блокчейн;
- разработка системы анализа и управления рисками на основе технологии анализа больших данных и создания интеллектуальной системы управления.

Основными целями в предлагаемой модели управления логистическими процессами в холодových цепях поставок выступают увеличение эффективности доставки, снижение затрат на хранение и транспортировку продуктов.

Процессы и этапы холодových цепей поставок были подробно описаны в ходе предыдущих исследований в настоящей работе. Они включают хранение (промышленных холодильный склад), транспортировку до торгового медицинского предприятия (авторефрижератор), хранение на холодильном складе, рефрижераторную доставку до конечного получателя. Следовательно, основными логистическими процессами в холодových цепях поставок на рынке фармацевтической продукции Китая выступают хранение, транспортировка, доставка.

Помимо вышеперечисленных процессов в холодových цепях поставок также важно учитывать планирование и прогнозирование спроса на фармацевтическую продукцию, обработку и анализ данных о логистических процессах, спросе на продукцию, состоянии запасов и других факторах, влияющих на эффективность и результативность логистических операций.

Участниками холодových цепей поставок фармацевтической продукции являются производители, поставщики, логистические компании, склады, транспортные компании, аптеки и другие участники, которые обеспечивают сохранность и качество продукции в процессе ее транспортировки и хранения при определенных температурных режимах. Каждый из участников несет ответственность за выполнение логистических процессов и сохранение качества осо-

бого груза – фармацевтических продуктов. В зависимости от того, какая из моделей логистики используется, будь то самостоятельная логистика, сторонняя логистика или смешанная модель, состав участников и распределение ответственности между ними будут различаться.

Опираясь на предыдущие результаты исследования основных способов управления холодowymi цепями поставок в Китае, можно отметить, что совместное распределение в холодowych цепях поставок фармацевтического рынка в среде цифровой экономики может снизить затраты, способствовать сотрудничеству участников холодowych цепей поставок и повысить эффективность логистических процессов. На основе инновационных технологий, таких как Интернет вещей, большие данные, облачные вычисления и блокчейн, предлагается создать платформу для реализации цифровой трансформации холодовой цепи поставок на рынке фармацевтической продукции Китая, что позволит преодолеть информационные барьеры между участниками и решить проблемы отсутствия доверия и трудности в установлении надежного сотрудничества связи.

Предлагаемая модель управления логистическими процессами в холодowych цепях поставок на рынке фармацевтической продукции Китая имеет следующий вид (рисунок 3.4).

Одним из важных компонентов модели управления логистическими процессами в холодowych цепях поставок на рынке фармацевтической продукции Китая – система мониторинга и контроля за холодowymi цепями поставок. За счет развертывания датчиков, RFID и других технологий можно создать сенсорную сеть Интернета вещей для мониторинга температуры, влажности и вибрации во время выполнения логистических операций в режиме реального времени.

Для обеспечения сохранности фармацевтической продукции необходимо постоянно контролировать температуру в холодowych цепях. Для этого используются датчики температуры, которые устанавливаются на каждом этапе поставки. Данные с датчиков передаются в центральную систему мониторинга, где анализируются и сравниваются с заданными параметрами.

Планирование и прогнозирование спроса на фармацевтическую продукцию	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Анализ данных о продажах, потребностях клиентов и других факторах, влияющих на спрос</li> <li>• Технологии: алгоритмы ИИ, машинное обучение, большие данные</li> </ul>	<p><b>Результаты:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- точно определены объемы производства и запасов продукции;</li> <li>- сокращено время и затраты на поставку продукции, обеспечены ее сохранность и качество;</li> <li>- минимизированы риски потерь и порчи продукции, обеспечена ее доступность и своевременность поставки;</li> <li>- улучшен процесс выявления проблем и интеллектуального принятия решений на основе данных и аналитики</li> </ul>
Закупка и поставка фармацевтической продукции	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Автоматизации процессов закупки и поставки продукции, мониторинг качества продукции в холодной цепи поставок</li> <li>• Технологии: метки RFID, Интернет вещей, цифровые платформы, ИИ, анализ данных, машинное обучение</li> </ul>	
Хранение и управление запасами фармацевтической продукции	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Управления запасами продукции, контроль температурного режима и мониторинг состояния продукции в холодной цепи</li> <li>• Технологии: Интернет вещей, цифровые платформы, ИИ, блокчейн</li> </ul>	
Доставка и распределение фармацевтической продукции	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Оптимизация маршрутов доставки, контроль температурного режима и мониторинг состояния продукции в холодной цепи.</li> <li>• Технологии: Интернет вещей, цифровые платформы, анализ данных, блокчейн</li> </ul>	
Обработка и анализ данных	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Обработка и анализ данных о логистических процессах, спросе на продукцию, состоянии запасов и других факторах</li> <li>• Технологии: цифровая платформа, блокчейн, анализ данных</li> </ul>	

Рисунок 3.4 – Модель управления логистическими процессами в холодových цепях поставок на рынке фармацевтической продукции Китая

Расположение датчиков мониторинга внутри хранилища или транспортного контейнера в холодových цепях поставок фармацевтической продукции должно быть выбрано с учетом следующих факторов:

- температурные зоны
- расположение фармацевтической продукции;
- расположение оборудования;
- расположение дверей;
- организация рабочего пространства.

Внутри хранилища или транспортного контейнера могут быть различные температурные зоны, которые могут влиять на качество и стабильность медикаментов. Поэтому датчики мониторинга должны быть расположены в каждой температурной зоне.

Датчики температуры могут быть расположены в разных местах внутри хранилища или транспортного контейнера в зависимости от требований хранения фармацевтической продукции.

Кроме этого, важно учитывать, что оборудование, например, кондиционеры и вентиляторы, может влиять на температуру внутри хранилища или транспортного контейнера. Датчики мониторинга должны быть расположены вблизи оборудования, что позволит передавать более точную информацию о текущем температурном режиме фармацевтического продукта.

В целом, датчики мониторинга должны быть расположены в разных местах внутри хранилища или транспортного контейнера, чтобы обеспечить полное покрытие всех температурных зон.

В настоящее время рынок логистики холодových цепей поставок Китая находится на стадии активного развития, что связано с относительно недавним допуском частных компаний в этот сегмент логистики. Одновременно с допуском частных компаний возникли проблемы, связанные с регулированием рынка, а также информационной поддержкой логистических предприятий, функционирующих на фармацевтическом рынке Китая.

Для преодоления информационных барьеров между участниками холодových цепей поставок фармацевтической продукции в диссертации разработана структура цифровой платформы обмена данными для реализации цифровой трансформации холодových цепей поставок на фармацевтическом рынке Китая (рисунок 3.5).

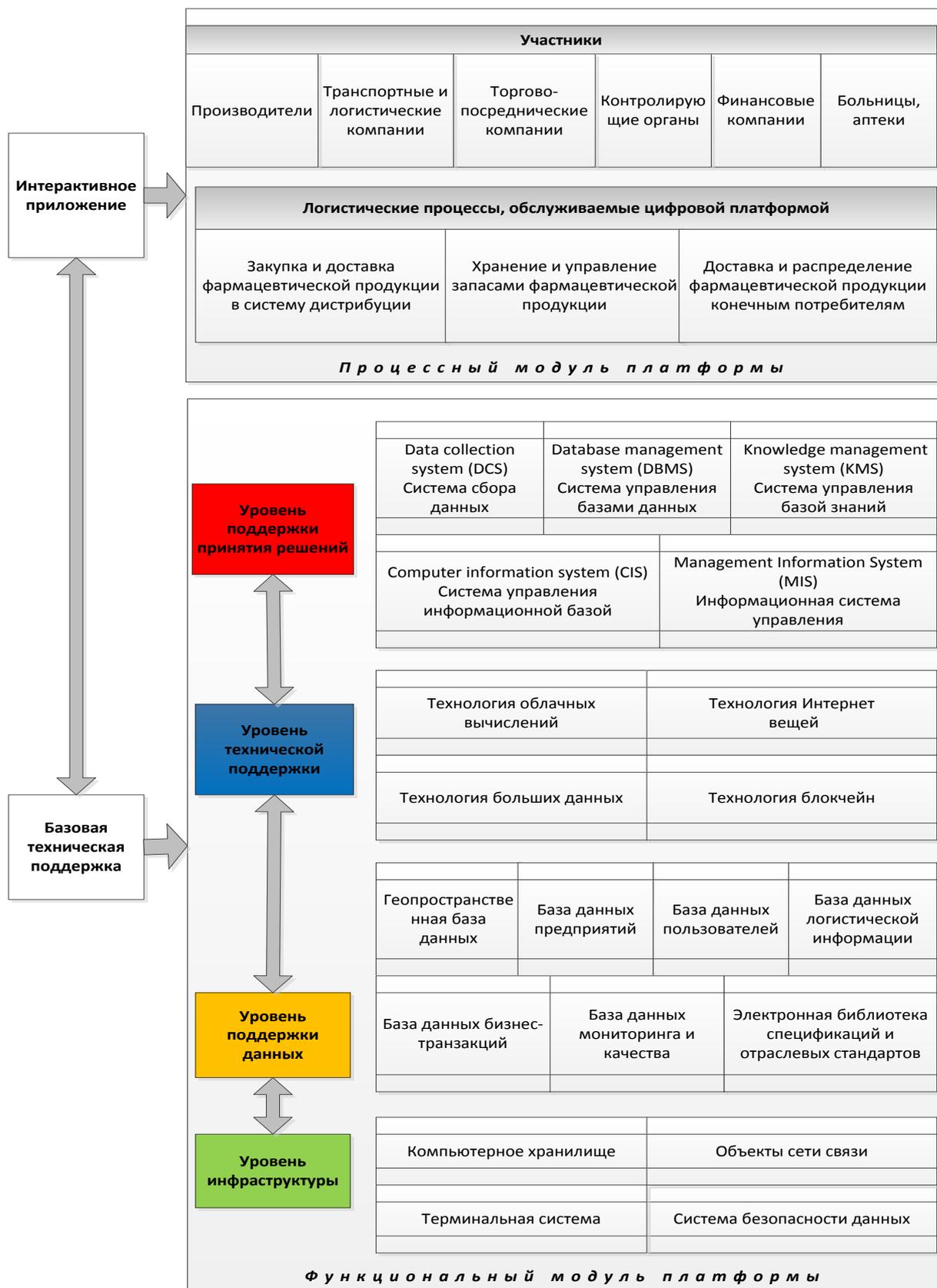


Рисунок 3.5 – Структура цифровой платформы обмена данными в холодной цепи поставок фармацевтической продукции

Базовой идеей представленной структуры цифровой платформы обмена данными является перспектива создания сенсорной сети Интернета вещей для мониторинга температуры, влажности и вибрации во время выполнения логистических процессов в режиме реального времени, направленная на повышение эффективности цепи поставок.

Предложенная структура цифровой платформы обмена данными может быть взята за основу создания Единой цифровой платформы управления логистическими процессами холодových цепей поставок фармацевтической продукции Китая.

Единая цифровая платформа будет играть важную роль в системе управления логистическими процессами в холодových цепях поставок на рынке фармацевтической продукции Китая, позволяя усовершенствовать процессы сбора информации, ее обработки, мониторинга, и в целом повысить эффективность логистических процессов холодовой цепи поставок.

Платформа информационной службы состоит из двух частей: базовой технической поддержки и реального интерактивного приложения. Базовая техническая поддержка основывается на следующих уровнях:

1. *Уровень инфраструктуры*, включает в себя компьютерное хранилище, сеть связи, терминальную систему и средства защиты информации, которые обеспечивают поддержку программно-аппаратного оборудования для построения платформы и взаимодействия с ее пользователями.

2. *Уровень поддержки данных* – относится к различным базам данных, данные являются основным ресурсом для плавного развития общего режима распределения холодových цепей поставок фармацевтической продукции. На основе данных с помощью алгоритмов модели оптимизации платформа может рекомендовать оптимальные маршруты доставки для логистических компаний, повышать эффективность доставки и снижать затраты на логистику; с помощью исторических данных о сотрудничестве платформа может давать рекомендации относительно сотрудничества предприятий в холодových цепях поставок, с помощью модели выбора местоположения можно рекомендовать лучший

план выбора местоположения для транзитного центра для совместного дистрибьюторского альянса, чтобы реализовать эффективную работу системы холодových цепей и снизить частоту разрывов. Кроме этого, с помощью модели анализа раннего предупреждения можно реализовать раннее предупреждение о качестве и безопасности фармацевтических продуктов на протяжении всей холодной цепи поставок и обеспечить безопасность товаров в максимально возможной степени;

3. *Уровень технической поддержки* основывается на применении различных технологий, в их числе технологии больших данных, облачные вычисления, Интернет вещей, блокчейн, метки RFID.

Основная функция технологии больших данных заключается в сборе и анализе массивных данных, генерируемых в каждом звене холодových цепей поставок фармацевтической продукции. Облачные вычисления – это технология, обеспечивающая массивное хранение данных и вычислительные возможности. Использование технологии облачных вычислений при построении платформы может позволить эффективно использовать вычислительную мощность, емкость хранилища, а также возможности управления и обслуживания, предоставляемые облачными вычислениями. Основная функция технологии Интернета вещей заключается в сборе и хранении данных о грузе в режиме реального времени, включая данные о температуре и влажности, данные об открытии и закрытии холодových цепей и данные о местоположении фармацевтического груза. Технология блокчейн может обеспечить постоянное и безопасное хранение информационных данных. Информационная автоматизация блокчейна позволяет своевременно обновлять информацию, рассчитывать оптимальный маршрут и устанавливать безбарьерную связь с клиентами, снижая трудозатраты и повышая общую эффективность перевозок в холодových цепях поставок. Технология временных меток может обеспечить весь процесс отслеживания товаров, реализовать всесторонний надзор в логистических процессах холодových цепей поставок фармацевтической продукции.

4. *Уровень поддержки принятия решений.* Основная функция уровня поддержки принятия решений заключается в сборе, хранении, редактировании и извлечении различной исчерпывающей информации или файлов, абстрагировании бизнес-процесса, создании бизнес-модели и использовании статистических моделей, моделей учета или экономических моделей для анализа и синтеза различных данных. На основе прогнозирования результатов и представления отчетов о состоянии, а также использования научного подхода к управлению для оценки каждого плана принятия решений возможно обеспечить оптимальные стратегии для выбора и реализации лицами, принимающими решения в холодных цепях поставок на рынке фармацевтической продукции.

Другая составляющая платформы – реальное интерактивное приложение, которая непосредственно взаимодействует с участниками холодных цепей поставок.

Пользователями платформы информационных услуг являются фармацевтические производственные и сбытовые компании, логистические дистрибьюторские компании, торговые терминалы, сторонние регулирующие органы, осуществляющие надзор за качеством, банки, предоставляющие услуги онлайн-платежей, и интернет-компании, завершающие создание платформы и ежедневное ее обслуживание.

С точки зрения логистических процессов, цифровая платформа направлена на выполнение подготовки к распределению, транспортировке, а также завершения распределения.

Что касается подготовки к распределению фармацевтической продукции в холодных цепях поставок, данная платформа позволяет проверить квалификацию предприятия, рассмотрев его лицензию, свидетельство о постановке на учет. Предприятия могут использовать функцию поиска и запросов для самостоятельного поиска компаний, с которыми они готовы сотрудничать на платформе, чтобы увидеть, соответствуют ли они их потребностям, и проявить инициативу, чтобы связаться и достичь сотрудничества. Кроме того, клиенты платформы также могут использовать эту функцию для получения других услуг

на платформе, что удобно для пользователей, чтобы быстро и точно находить целевую информацию и улучшать качество услуг платформы. Платформа анализирует большой объем информации о спросе и предложении на платформе с помощью алгоритмов модели и связанных технологий в базе знаний и базе модели, а затем быстро сопоставляет и рекомендует оптимальный план загрузки для обеих стороны спроса и предложения, что значительно экономит время и трудозатраты на автономный поиск. Кроме этого, онлайн-взаимодействие на платформе участников холодových цепей поставок позволяет сделать коммуникацию более эффективной.

Платформа также позволит внести вклад в цифровизацию процессов распределения и транспортировки в холодových цепях поставок фармацевтической продукции. Это прежде всего сводится к выполнению ей функций управления логистическими ресурсами, мониторинга логистики в режиме реального времени, аварийной сигнализации.

В логистический процесс распределения и транспортировки в холодových цепях поставок фармацевтической продукции цифровая платформа позволит внести вклад за счет функции управления логистическими ресурсами, включающей надзор за зоной хранения, центром передачи, транспортными средствами, устройствами для сохранения температуры. Функция мониторинга логистики в режиме реального времени, которая использует технологию Интернета вещей, RFID и технологию GPS для мониторинга логистических транспортных средств холодových цепей поставок позволит в режиме реального времени проверять статус товаров, местонахождение транспортных средств и дистрибьюторский персонал, чтобы облегчить своевременное обнаружение отклонений и обеспечить безопасность логистических процессов.

Что касается повышения эффективности этапа завершения распределения, то здесь цифровая платформа будет выполнять функцию онлайн-платеж. После того, как заказ выполнен, банк предоставляет предприятию услуги онлайн-расчета средств, и предприятие может напрямую оплатить комиссию на этой платформе, позволяя тем самым значительно улучшить операционную эффек-

тивность предприятия. Функция онлайн-оценки клиентов позволит провести комплексную оценку всей службы логистики. Эти онлайн-оценки могут не только помочь платформе время от времени регулировать и контролировать предприятия на платформе, но также играть активную роль в сотрудничестве и переговорах с другими предприятиями. Платформа стандартизирует и централизует управление данными, собранными платформой, улучшает качество данных и расширяет обмен информацией, а затем проводит углубленный анализ данных в соответствии с потребностями приложения. сценарий, полностью раскрывающий ценность данных и обогащающий бизнес-функции платформы.

Являясь эффективной платформой для сбора и распространения информации, цифровая платформа информационной службы распределения холодových цепей поставок фармацевтической продукции может собирать большое количество полезных данных о транзакциях и логистических данных, которые имеют высокую практическую ценность.

Цифровая платформа будет играть важную роль в предлагаемой модели управления логистическими процессами в холодových цепях поставок на рынке фармацевтической продукции Китая, позволяя усовершенствовать процессы сбора информации, ее обработки, мониторинга, и в целом повысив эффективность логистических процессов холодových цепей поставок.

Роль государственной институциональной структуры в создании, эксплуатации и развитии Единой цифровой платформы обмена данными состоит в том, что, с одной стороны, будет создана возможность доступа к ресурсам и сервисам платформы для всех участников холодových цепей поставок. При этом будет обеспечен контроль соблюдения микроклиматических норм на основе внедренных автоматизированных технологий, фиксирующих и сигнализирующих контролирующий орган о наличии нарушений. С другой стороны, цифровая платформа как техническая система требует регулярного обслуживания и совершенствования. Государственная институциональная структура будет управлять данным процессом, обеспечивая стабильность функционирования системы и ее инновационное развитие.

Основные функции государственной структуры как контролирующего и регулирующего органа будут включать:

- создание платформы с привлечением ИТ-компаний и компаний, специализирующихся на разработке и установке цифровых механизмов и киберфизических систем;
- подключение участников холодových цепей поставок;
- предоставление необходимой логистической инфраструктуры для перевозки и хранения фармацевтической продукции (контейнеров (емкостей) с датчиками, специального изотермического оборудования и т.д.);
- осуществление технического обслуживания платформы;
- осуществление контроля соблюдения микроклиматических норм для перевозки фармацевтических препаратов на основе внедренных автоматизированных технологий, фиксирующих и сигнализирующих контролирующий орган о наличии нарушений;
- обеспечение доступа конечных потребителей для проверки соблюдения микроклиматических норм хранения приобретенной ими фармацевтической продукции.

Разработку платформы следует осуществлять с привлечением ИТ-компаний и компаний, специализирующихся на разработке и установке цифровых механизмов и киберфизических систем. Подключение акторов должно осуществляться государственной институциональной структурой, управляющей данной платформой, на основе заявления актора и приложения документов, подтверждающих статус участника рынка фармацевтической продукции (лицензии, учредительные документы с подтверждением вида деятельности – сфера фармацевтики: производители, поставщики, организации по перевозке).

Для повышения эффективности контроля над перевозкой в холодových цепях поставок требуется разработать и внедрить контейнеры с датчиками микроклимата. В этом случае контроль будет осуществляться непосредственно контейнеров, в которых будут находиться препараты. Перед помещением препаратов в контейнер, они с помощью сканирования штрих-кодов должны быть

зарегистрированы в системе вместе с контейнером, в который помещены. Это позволит контролировать движение каждой упаковки препарата в холодových цепях.

Цифровая платформа как техническая система требует регулярного обслуживания, улучшения, совершенствования. Государственная институциональная структура будет управлять данным процессом, реализуя функции контроля и регулирования. Эффективность выполнения этих функций государственными и коммерческими структурами подробно представлены в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Сравнительный анализ эффективности реализации функций по управления платформой государственной институциональной структурой и коммерческой организацией

Функция	Государственная структура	Коммерческая структура
1	2	3
1) Создание Единой платформы	<p>У государства имеются ресурсы не только на создание платформы, но и на ее инновационное развитие, интеграцию с функциями государственного контроля над качеством перевозки препаратов</p> <p>Государство, как правило, располагает требуемыми ресурсами для создания Единой цифровой платформы для широкого круга пользователей</p>	<p>Создать и обеспечить стабильное функционирование такой платформы может обеспечить только крупная компания. При этом контроль над холодowymi цепями станет исключительным интересом и функцией участвующих сторон: производителей, дистрибьютерских компаний, транспортных компаний, потребителей</p>
<p><b>ВЫВОД ПО ФУНКЦИИ:</b> и государственная структура, и крупная коммерческая смогут создать Единую платформу, но государственная структура сможет интегрировать функционал осуществления государственного контроля над холодowymi цепями. У коммерческой структуры не будет ни интереса, ни регламентированных оснований для совершения данных действий</p>		

Продолжение таблицы 3.3

Функция	Государственная структура	Коммерческая структура
1	2	3
2. Подключение акторов и потребителей как пользователей информации о движении препаратов по холодовым цепям и условиях перевозки	Для формирования окупаемой системы акторы холодовых цепей смогут пользоваться платформой на платной основе, при этом покупатели препаратов смогут осуществлять контроль условий доставки бесплатно	Коммерческая структура тоже может предложить данный вариант решения, при этом вероятней, всего, такой доступ будет организован на платной основе
ВЫВОД ПО ФУНКЦИИ: государство сможет эффективнее решить задачу с организацией бесплатного доступа покупателей препаратов для осуществления контроля условий доставки по холодовым цепям		
3) Обеспечение безопасности данных, обеспечение доверия акторов к работе платформы и стабильности ее работы	Государственная институциональная структура вызывает больше доверия со стороны акторов, как с точки зрения сохранения данных, так и с точки зрения продолжительности функционирования сервиса	Коммерческая структура не вызывает такого доверия со стороны акторов. Кроме того, в данном случае срок функционирования платформы ограничен сроком существования частной компании. При возникновении проблем правового характера, либо недостаточной финансовой стабильности работа платформы может быть приостановлена и даже прекращена, чего не может произойти с государственной платформой. Потери от приостановки операций на платформе могут привести к существенным потерям для акторов холодовых цепей, в том числе в связи с порчей препаратов
ВЫВОД ПО ФУНКЦИИ: государственная институциональная структура сможет обеспечить гарантированную бесперебойную работу сервиса, и тем самым, предотвратить возможные потери акторов, связанные с прекращением работы платформы. Коммерческая структура этого гарантировать не может		
4) Осуществление продвижения платформы	Государственная структура сможет эффективно выполнять данную функцию, а большее доверие к государственной платформе поможет справиться с данной задачей наиболее эффективно	Коммерческая структура также сможет продвигать данный сервис, но менее эффективно, нежели государственная структура
ВЫВОД ПО ФУНКЦИИ: с функцией продвижения государственная структура сможет справиться эффективнее за счет большего доверия аудитории к государственной платформе		

Продолжение таблицы 3.3

Функция	Государственная структура	Коммерческая структура
1	2	3
5) Осуществление функции технического обеспечения и обслуживания	Государственная структура сможет эффективно справиться с данной задачей	Коммерческая структура также сможет осуществлять эффективное техническое обслуживание
ВЫВОД ПО ФУНКЦИИ: обе структуры смогут эффективно выполнять данную функцию		
6) Функция технического и инновационного развития	Государственная структура располагает большими возможностями по инновационному развитию платформы, нежели коммерческая структура, что обусловлено наличием для этого ресурсов и инновационных институтов, которые будут непрерывно модернизировать и улучшать сервис	У коммерческой организации таких возможностей меньше
ВЫВОД ПО ФУНКЦИИ: государственная структура сможет выполнять данную функцию более эффективно		
7. Организация производства и передачи контейнеров акторам цепи	В рамках разработанного концепта государственная институциональная структура также будет осуществлять организацию производства контейнеров со встроенными датчиками микроклиматических показателей, с помощью которых будут контролироваться условия перевозки препаратов	Коммерческая структура такой деятельностью заниматься не будет, поскольку данный вид деятельности требует дополнительных разрешений, организации деятельности и формирования соответствующего штата персонала. Стандартные коммерческие платформы дополнительным производством и торговлей не занимаются
ВЫВОД ПО ФУНКЦИИ: данную функцию сможет выполнять только государственная структура		
8. Осуществление контроля над ходовой цепью	Организация Единой платформы позволит создать условия для осуществления контроля над холодильными цепями и качеством доставки препаратов государственным органом через автоматизированное оповещение о наличии нарушений в холодильных цепях	Коммерческая структура данный функционал выполнять не уполномочена
ВЫВОД ПО ФУНКЦИИ: данную функцию сможет осуществлять только государственная структура		

Источник: составлено автором.

Согласно таблице 3.3, часть функций сможет выполнять только государственная структура, а именно:

– государственная структура сможет интегрировать функционал осуществления государственного контроля над холодowymi цепями поставок. У коммерческой структуры может быть недостаточно регламентированных оснований для совершения данных действий;

– государственная институциональная структура в большей степени сможет обеспечить гарантированную бесперебойную работу сервисов платформы, опираясь на государственные меры поддержки, предотвратить возможные сбои в холодowych цепях поставок, связанные с нарушением работы платформы.

Большинство других функций государственная структура также сможет выполнять более эффективно, нежели коммерческая

С помощью внедренных автоматизированных технологий, фиксирующих и сигнализирующих контролирующий орган о наличии нарушений государственная структура будет осуществлять контроль над соблюдением микроклиматических норм для перевозки фармацевтических препаратов. Контроль над холодowymi цепями поставок должны также осуществлять потребители. Для этого требуется обеспечить их доступ к платформе в ограниченном формате просмотра: при введении штрих-кода с препарата система выдаст маршрут движения продукции и заключение о наличии либо отсутствии нарушений по температурным нормам в рамках холодowych цепей поставок.

Для эффективной реализации проекта по созданию, эксплуатации и развитию единой цифровой платформы по контролю холодowych цепей поставок в фармацевтической отрасли государственная институциональная структура должна включать следующие отделы:

- технический отдел;
- отдел по работе с участниками платформы;
- юридический отдел;
- бухгалтерию;

- отдел кадров;
- отдел контроля.

Соответствующая организационная структура представлена на рисунке 3.6.



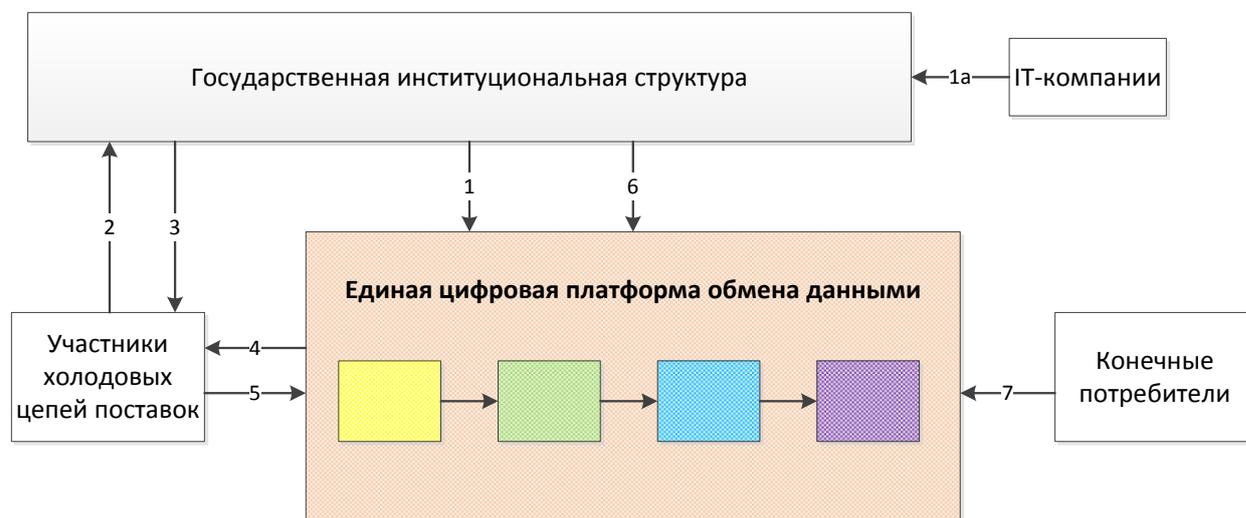
Рисунок 3.6 – Организационная структура государственной институциональной структуры, которая будет осуществлять управление единой цифровой платформы по контролю холодной цепи поставок в фармацевтической отрасли (авторская разработка)

Источник: разработано автором

Согласно рисунку 3.6, ввиду предполагаемой малой численности штата оптимальным вариантом является выбор линейной структуры управления, ко-

торая обеспечит быстроту принятия решений, а также позволит снизить риски образования бюрократических издержек.

Общий механизм работы платформы, управляемой государственной институциональной структурой представлен на рисунке 3.7.



где

1. – создание платформы, ее запуск, техническое обслуживание, инновационное развитие;
- 1а. – участие ИТ-компаний в создании, техническом обслуживании и инновационном развитии платформы;
2. – подача заявления на регистрацию в единой цифровой системе;
3. – регистрация в цифровой системе;
4. – получение доступа к логистической инфраструктуре;
5. – регистрация упаковок препаратов и контейнеров в системе, регистрация движения, получение информации с датчиков;
6. – осуществление контроля над холодной цепью
7. – контроль соблюдения микроклиматических условий при доставке препарата

Рисунок 3.7 – Общий механизм работы Единой цифровой платформы обмена данными, управляемой государственной институциональной структурой

По нашему мнению, разработанный централизованный механизм управления работой единой цифровой платформы по контролю холодových цепей поставок в фармацевтической отрасли позволит повысить прозрачность цепи поставок, обеспечить качество фармацевтической продукции на рынке, а также снизить расходы бизнеса от потерь, связанных с порчей препаратов в рамках логистических процессов.

Функционирование платформы должно основываться на принципе самоокупаемости. Первоначально она должна быть создана на бюджетные средства, но в дальнейшем будет генерировать доход и прибыль, которые позволят окупить первоначальные затраты и в дальнейшем генерировать выручку, которая позволит покрывать расходы, связанные с ее обслуживанием, а также с инновационным развитием. Оценка экономической эффективности создания и использования разработанной платформы представлена в таблице 3.4.

Согласно таблице 3.4, государственные вложения в создание и запуск в эксплуатацию платформы окупятся через 4 года. На пятый год реализации проекта полученный положительный финансовый результат может быть направлен на инновационное развитие данного цифрового сервиса, например, может быть внедрены элементы искусственного интеллекта, а также другие актуальные инновационные технологии.

Таблица 3.4 – Оценка экономической эффективности создания и использования единой цифровой платформы по контролю холодовых цепей поставок в фармацевтической отрасли в Китае

Наименование показателя	1-й год	2-й год	3-й год	4-й год	5-й год
1	2	3	4	5	6
<b>1. КАПИТАЛЬНЫЕ ВЛОЖЕНИЯ</b>					
1. Затраты на создание платформы, тыс. юаней	100 000	-	-	-	-
2. Расходы на создание институциональной структуры и содержание персонала до начала эксплуатации платформы (срок создания платформы – 1 год)	64872 + 25 313 + 20000 = 110 185	-	-	-	-
2.1. Зарботная плата персонала, тыс. юаней/ год	51*106*12 = 64 872	-	-	-	-
- количество работников (рисунок 3.5)	51	-	-	-	-
- средняя заработная плата работников, тыс. юаней/ мес.	106	-	-	-	-
2.2. Расходы на социальное страхование работников (39,02%), тыс. юаней/ год	64872*39,02/100 = 25 313	-	-	-	-
2.2. Управленческие расходы, связанные с коммунальными платежами, канцелярскими расходами, хозяйственными расходами тыс. юаней/ год	20000	-	-	-	-
ИТОГО капитальные вложения, тыс. юаней	100 000 + 110 185 = 210 185	-	-	-	-
<b>2. ФИНАНСОВЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ТЕКУЩЕЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ</b>					
1. Выручка от пользования платформой акторами, тыс. юаней	-	39000*2 = 78000	111000*2,004 = 222444	144000*2,008 = 289 152	144000*2,012 = 289 728
- цена пользования платформой (в месяц), тыс. юаней	-	2	2*1,002 = 2,004	2,004*1,002 = 2,008	2,008*1,002 = 2,012
- количество акторов* количество месяцев, шт.	-	39000	111000	144000	144000
1-й месяц	-	500	6500	12000	12000

Наименование показателя	1-й год	2-й год	3-й год	4-й год	5-й год
1	2	3	4	5	6
2-й месяц	-	1000	7000	12000	12000
3-й месяц	-	1500	7500	12000	12000
4-й месяц	-	2000	8000	12000	12000
5-й месяц	-	2500	8500	12000	12000
6-й месяц	-	3000	9000	12000	12000
7-й месяц	-	3500	9500	12000	12000
8-й месяц	-	4000	10000	12000	12000
9-й месяц	-	4500	10500	12000	12000
10-й месяц	-	5000	11000	12000	12000
11-й месяц	-	5500	11500	12000	12000
12-й месяц	-	6000	12000	12000	12000
2. Выручка от продажи контейнеров с датчиками движения и микроклимата, тыс. юаней	-	50000*0,500 = 25000	50000*0,501 = 25050	15000*0,502 = 7530	15000*0,503 = 7545
- средняя стоимость контейнера, тыс. юаней	-	0,500	0,500*1,002 = 0,501	0,501*1,002 = 0,502	0,502*1,002 = 0,503
- ожидаемое количество продаж контейнеров, шт.	-	50000	50000	15000	15000
3. Расходы за год эксплуатации платформы, тыс. юаней	-	127940	50000*0,351 + 65132 + 25414 + 20080 = 128176	15000*0,352 + 65262 + 25465 + 20120 = 110 847	15000*0,353 + 65393 + 25516 + 20160 = 116364
3.1. Заработная плата персонала, тыс. юаней/ год	-	64 872*1,002 = 65002	65002 * 1,002 = 65 132	65132*1,002 = 65262	65262*1,002 = 65393
3.2. Расходы на социальное страхование работников (39,02%), тыс. юаней/ год	-	25 313*1,002 = 25364	25364 *1,002 = 25414	25414*1,002 = 25465	25465*1,002 = 25516
3.3. Управленческие расходы, связанные с коммунальными платежами, канцелярскими расходами, хозяйственными расходами тыс. юаней/ год	-	20000*1,002 = 20040	20040 * 1,002 = 20080	20080*1,002 = 20120	20120*1,002 = 20160
3.4. Себестоимость изготовления контейнера, тыс.	-	0,350	0,350*1,002 =	0,351*1,002	0,352*1,002 =

Наименование показателя	1-й год	2-й год	3-й год	4-й год	5-й год
1	2	3	4	5	6
юаней			0,351	= 0,352	0,353
4. Чистый денежный поток, тыс. юаней/ год	-210185	78000 + 25000 – 127940 = -24940	222444 + 25050 – 128176 = 119318	289152 +7530 – 110847 = 185835	289728 + 7545 – 116364 = 180909
5. Чистый денежный поток нарастающим итогом, тыс. юаней	-210185	-235125	-115807	+70028	+250937
6. Чистый денежный поток дисконтированный, тыс. юаней. Коэффициент дисконтирования = 10%	-210185	-24940/1,10 = -22672	119318/1,10/1,10 = 98610	185835/1,10/ 1,10/1,10 = 139621	180909/1,10/ 1,10/1,10/1,10 = 123563
7. Чистый денежный поток дисконтированный нарастающим итогом, тыс. юаней.	-210185	-232857	-134247	+5374	+128937
7. Срок окупаемости (простой), лет	4 года				
8. Срок окупаемости (дисконтированный)	4 года				

Источник: рассчитано автором.

Внедрение единой цифровой платформы обмена данными для управления логистическими процессами холодových цепей поставок фармацевтической продукции позволит получить ряд преимуществ по сравнению с децентрализованной системой, что положительно отразится на интересах стейкхолдеров (таблица 3.5).

Таблица 3.5 – Влияние единой цифровой платформы обмена данными на управление логистическими процессами холодových цепей поставок фармацевтической продукции в Китае на интересы основных стейкхолдеров

Стейкхолдеры	Влияние Единой цифровой платформы обмена данными
1. Участники холодовой цепи поставок	- снижение потерь на различных этапах товародвижения в холодовой цепи поставок; - повышение прозрачности процесса товародвижения; - повышение эффективности информационных коммуникаций; - ускорение товарооборота
2. Конечные потребители	- контроль качества продукции; - отслеживаемость поставки продукции
3. Государство	- повышение прозрачности логистических процессов холодových цепей поставок за счет создания технической возможности автоматического мониторинга всех этапов товародвижения; - повышение безопасности фармацевтической продукции для населения
4. Окружающая среда	- снижение негативного влияния на экологию за счет повышения эффективности контроля над системой товародвижения

Внедрение единой цифровой платформы обмена данными снизить потери стейкхолдеров, связанные с порчей препаратов, а также повысить прозрачность процесса товародвижения, улучшить информационный обмен между всеми участниками.

Из таблицы 3.5 следует, что внедрение цифровой платформы для управления холодowymi цепями поставок в фармацевтической отрасли в Китае позволит снизить потери акторов, связанные с порчей препаратов, а также повысить прозрачность процесса движения товаров, улучшить информационный обмен между акторами. Использование платформы будет способ-

ствовать повышению качества препаратов на рынке, их безопасности для потребителей. Снизится негативное влияние на окружающую среду от не-санкционированной утилизации медицинских препаратов.

Для оценки эффективности холодových цепей возможно использовать разные показатели. В научных кругах распространен подход к оцениванию логистики холодových цепей и на основе применения экономических и экологических показателей. Нами был предложен авторский подход к оценке эффективности холодových цепей поставок, который, по нашему мнению, учитывает влияние внешних факторов на логистические процессы в холодových цепях поставок, и в результате предложена таблица, в которой перечислены основные показатели для оценки эффективности логистики холодových цепей, включающие общие показатели, показатели эффективности процессов хранения в холодových цепях, показатели эффективности распределительно-сбытовых процессов в холодových цепях фармацевтической продукции, показатели эффективности транспортно-погрузочных процессов в холодových цепях. Анализ интересов основных стейкхолдеров холодových цепей поставок фармацевтической продукции в Китае позволил сформировать систему показателей комплексной оценки эффективности логистических процессов (таблица 3.6).

Таблица 3.6 – Система показателей комплексной оценки эффективности логистических процессов цифровой платформы обмена данными

Категория показателей	Показатели	Содержательная характеристика
Общие показатели	Адаптивность цепи поставок к спросу	Число случаев неудовлетворения спроса к общему числу поставок
	Стратегическое взаимное доверие	Балльная оценка степени доверия между участниками с учетом случаев коммуникативных сбоев
	Индекс удовлетворенности клиентов	Число повторных обращений к общему числу обращений
	Уровень цифровизации / автоматизации процессов	Балльная оценка автоматизации / цифровизации логистических процессов
Специальные показатели	Скорость выполнения заказа	Время от момента поступления заказа в систему до доставки его конечному потребителю

Продолжение таблицы 3.6

Категория показателей	Показатели	Содержательная характеристика
	Надежность процесса транспортировки	Количество своевременно перевезенных грузов требуемого качества к общему количеству перевезенных грузов
	Продолжительность хранения	Время пребывания товара на холодильном складе
	Вероятность возникновения случаев нарушения температурного режима	Отношение числа случаев хранения с нарушением температурного режима к общему количеству хранений
	Мощность холодильного оборудования	Фонд времени работы единицы оборудования на производительность одной единицы оборудования, соотнесенное с количеством единиц оборудования

Цель разработанной системы показателей состоит в том, чтобы на основе анализа представленных показателей участники холодových цепей поставок могли принимать управленческие решения о подключении к Единой цифровой платформе обмена данными.

Эффект для государства будет заключаться в:

- повышении прозрачности фармацевтической деятельности, создание технической возможности для осуществления автоматического мониторинга над движением товаров;
- получении дохода от цифровой платформы;
- повышение безопасности фармацевтических препаратов для населения.

Таким образом, в рамках исследования была предложена модель управления логистическими процессами в холодových цепях поставок на рынке фармацевтической продукции Китая, основанная на использовании Интернета вещей и цифровых технологий. Она может обеспечить безопасную транспортировку фармацевтической продукции, отслеживаемость качества и повышение эффективности цепи поставок, открывая новые возможности для развития фармацевтической промышленности Китая.

Цифровые технологии позволят собирать и анализировать данные о холодových цепях на всех этапах поставки. Это позволяет выявлять проблемы

и улучшать процессы. Например, анализ данных может помочь определить, какие этапы поставки наиболее рискованные для сохранности продукции, и принять меры для их оптимизации. В связи с этим, необходимым шагом к совершенствованию управления логистическими процессами в холодной цепи поставок выступает создание интеллектуальной системы, которая позволит проводить всесторонний мониторинг и управление цепью поставок, повышать операционную эффективность и точность и в то же время выполнять точное планирование и управление на основе результатов анализа данных для обеспечения своевременной доставки фармацевтической продукции до конечного пользователя.

В третьей главе были предложены методические рекомендации по управлению холодowymi цепями поставок на рынке фармацевтической продукции в условиях цифровой трансформации. Проведя анализ инноваций в управлении логистическими процессами холодowych цепей поставок на рынке фармацевтической продукции, представив методические рекомендации к применению цифровых технологий в холодowych цепях поставок на рынке фармацевтической продукции, а также разработав модель управления логистическими процессами в холодowych цепях поставок на рынке фармацевтической продукции Китая, были сделаны следующие выводы.

Ведущие логистические компании холодowych цепей поставок фармацевтического рынка с особым вниманием относятся к внедрению инновационных решений в процессы мониторинга и управления поставками. Наибольшее распространение в практике получают технологии Интернета вещей, GPS и RFID датчиков для мониторинга и температуры и состояния перевозимого фармацевтического груза. Обмен информацией между участниками холодowych цепей поставок, а также управление процессами производится с помощью цифровых платформ и автоматизированных интеллектуальных систем, безопасность которых поддерживается за счет технологии блокчейн. В некоторых китайских компаниях холодowych цепей поставок

фармацевтической продукции также используются цифровые технологии, но процесс их применения все еще носит несистематический характер.

В рамках диссертации были разработаны методические рекомендации к применению цифровых технологий в холодовых цепях поставок. Отмечено, что основной целью выступает переход к качественному развитию логистики холодовых цепей поставок и повышению эффективности логистических процессов на фармацевтическом рынке за счет применения цифровых технологий. Также были определены перспективные цифровые технологии, использование которых позволит улучшить управление холодовыми цепями поставок на фармацевтическом рынке, включающие Интернет вещей, цифровые платформы, блокчейн, машинное обучение и искусственный интеллект. Сделан вывод, что их применение будет способствовать улучшению качества продукции, сокращению потерь, улучшению эффективности логистики, улучшению безопасности и прозрачности данных, снижению затрат, улучшению управления рисками. Рекомендации также содержат организационную схему применения цифровых технологий в холодовых цепях поставок на рынке фармацевтической продукции, которая определяет ответственных участников и область их компетенций. В методических рекомендациях также были описаны риски, с которыми участники холодовых цепей поставок могут столкнуться в процессе применения цифровых технологий и возможные пути их преодоления.

В результате исследования предложена модель управления логистическими процессами в холодовых цепях поставок. В ее основе лежат применение Интернета вещей и цифровых технологий, в том числе облачных вычислений, больших данных, интеллектуального анализа, блокчейн, которые интегрированы в функционал цифровой платформы информационного взаимодействия участников холодовых цепей поставок.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Устойчивый рост фармацевтического рынка и появление новых видов фармацевтических продуктов, требующих поддержания низкотемпературного режима транспортировки и хранения, будут способствовать дальнейшему развитию холодových цепей поставок. Кроме этого, современное общество все большее внимание уделяет здоровью и качественным медицинским препаратам, особенно биологическим, что несомненно приведет к дальнейшему росту спроса на холодových цепи поставок. В этих условиях, важно преодолеть существующие проблемы в холодových цепях поставок фармацевтического рынка, что может быть достигнуто за счет более эффективного управления логистикой холодových цепей поставок на основе применения цифровых технологий.

В рамках настоящего исследования были рассмотрены эволюционное развитие теории управления цепями поставок, дана характеристика особенностей организации и управления логистическими процессами в холодových цепях поставок, изучены методические подходы к оценке эффективности логистических процессов в холодových цепях поставок, описано современное состояние и тенденции развития китайского фармацевтического рынка, проведен анализ организации и управления логистическими процессами в холодových цепях поставок на рынке фармацевтической продукции Китая, оценена их эффективность, выявлены инновации в управлении логистическими процессами холодových цепей поставок на рынке фармацевтической продукции, представлены методические рекомендации к применению цифровых технологий и разработана модель управления логистическими процессами в холодových цепях поставок на рынке фармацевтической продукции Китая. В результате исследования были сделаны следующие выводы.

Рассмотрев эволюционное развитие теории управления цепями поставок, мы обнаружили, что при определении понятия «управление цепями поставок» ученые из разных стран акцентируют внимание, что в его основе лежит сотрудничество, кооперация и взаимодействие поставщиков логистиче-

ских услуг и конечных получателей, а результат управленческого процесса определяется возможностью в условиях такой тесной взаимосвязи качественно выполнять логистические операции. В своем развитии логистическое осмысление цепей поставок прошло незначительный по продолжительности путь и к настоящему времени все еще отсутствует единый взгляд на сущность многих понятий, включая термин управление цепями поставок. Также обнаружено, что на современном этапе развитие цепей поставок идет по пути цифровизации и использования инновационных технологий на всех уровнях (бизнес-процессах) управления цепями поставок. Спрос на отдельные категории товаров на рынке обуславливает развитие разных видов логистики, что обусловило рост холодových цепей поставок.

Дав характеристику особенностей организации и управления логистическими процессами в холодových цепях поставок, мы пришли к выводу, что организация и управление холодowymi цепями поставок основывается на общих принципах управления цепями поставок, а также специфических свойствах холодových цепей, обусловленных необходимостью постоянного поддержания температурного интервала в заданном требованиями к конкретному грузу диапазоне. Управление холодowymi цепями – это управление всеми этапами холодových цепей, включая продукты в пути, в процессе, на хранении. Управление холодowymi цепями является важным компонентом цепи поставок, неотъемлемым элементом поддержания температурного диапазона и качества воздуха, включая уровни углекислого газа, влажности и кислорода. Любое нарушение или сбой в процессе управления холодowymi цепями во время транспортировки, обработки, хранения и демонстрации может привести к изменениям в свойствах фармацевтического продукта. Поэтому поддержание правильной температуры и среды продукта является критическим фактором успеха в цепочке поставок для всех участников от производителя, грузоотправителя до конечного потребителя.

Изучив методические подходы к оценке эффективности логистических процессов в холодových цепях поставок, мы выявили, что обеспечение каче-

ства и безопасности логистических процессов в холодových цепях поставок является важной задачей современной логистики. Недостаточно эффективное управление логистическими процессами холодových цепей поставок может снизить конкурентоспособность предприятия. Для того, чтобы осуществлять данные процессы эффективно, важно учитывать факторы, влияющие на логистику холодových цепей на каждом из этапов перемещения груза от производителя к получателю. Изучив методические подходы, мы разработали систему показателей комплексной оценки эффективности логистических процессов в холодových цепях поставок. Нами был предложен авторский подход к оценке эффективности холодových цепей поставок, который по нашему мнению учитывает влияние внешних факторов на логистические процессы в холодových цепях поставок, и в результате предложена таблица, в которой перечислены основные показатели для оценки эффективности логистики холодových цепей, включающие общие показатели, показатели эффективности процессов хранения в холодových цепях, показатели эффективности распределительно-сбытовых процессов в холодových цепях фармацевтической продукции, показатели эффективности транспортно-погрузочных процессов в холодových цепях.

Описав современное состояние и тенденции развития китайского фармацевтического рынка, мы обнаружили, что данный рынок характеризуется устойчивостью развития и к 2030 г. достигнет новых рекордно высоких показателей объема. Что касается структуры фармацевтического рынка, здесь в Китае происходят определенные изменения, связанные с ростом сегмента биологических препаратов и снижением доли химических. Именно биологические препараты выступают в качестве основного двигателя развития фармацевтического рынка в стране. Особенно важными холодových цепи поставок являются для биологических препаратов, которые имеют «живую» структуру и способны более активно по сравнению с другими препаратами изменять свои свойства в условиях отсутствия низких температур. В целом,

холодовые цепи поставок приобретают все большую актуальность на рынке фармацевтической продукции Китая.

Проведя анализ организации и управления логистическими процессами в холодových цепях поставок на рынке фармацевтической продукции Китая, мы сделали вывод, что в настоящее время холодových цепи поставок фармацевтической продукции в Китае находятся на начальной стадии развития. Несмотря на стремительное увеличение поставок холодových цепей в Китае, основная их часть приходится на пищевые продукты, в то время как фармацевтические продукты составляют лишь 5% грузов холодových цепей поставок. Значительная их часть – биологические препараты, которые составляют 60% всех логистических операций холодových цепей поставок фармацевтической продукции.

Рассмотрев современное состояние и особенности организации логистики холодových цепей поставок фармацевтического рынка Китая, было обнаружено, что до 2016 г. в стране существовала лишь единственная модель логистики холодových цепей поставок – самостоятельная, когда предприятие полностью несет ответственность и специализируется на холодových цепях фармацевтики. Как правило, позволить холодových цепи поставок могли немногие компании, в основном крупные фармацевтические компании рынка КНР. С изменениями в законодательстве, после 2016 г. на рынок холодových цепей поставок были допущены сторонние логистические компании, что привело к активному развитию перевозок фармацевтических продуктов и развитию конкурентной среды.

Оценив эффективность логистических процессов в холодových цепях поставок на китайском рынке фармацевтической продукции, мы пришли к выводу, что в настоящее время развитие холодной логистики на фармацевтическом рынке Китая находится на стадии активного развития, что связано с относительно недавним допуском частных компаний в этот сегмент логистики. На современном этапе холодových цепи поставок фармацевтических препаратов в Китае сталкиваются с рядом ограничений, прежде всего проблема-

ми в фармацевтической системе холодových цепей, компоненты которой все еще недостаточно скоординированы и согласованы между собой. Кроме этого, сохраняется высокая стоимость выполнения логистических операций в холодových цепях поставок фармацевтики. Значительное негативное влияние на качество и эффективность холодových цепей поставок оказывает отсталость технологий, используемых в управлении холодowymi цепями поставок на фармацевтическом рынке.

Выявив инновации в управлении логистическими процессами холодových цепей поставок на рынке фармацевтической продукции, мы сделали вывод, что ведущие логистические компании холодových цепей поставок с особым вниманием относятся к внедрению инновационных решений в процессы мониторинга и управления. Ими широко и комплексно используются технологии Интернета вещей, GPS и RFID датчиков для мониторинга и температуры и состояния перевозимого фармацевтического груза, поддерживается платформизация и обмен данными при активном использовании блокчейн для обеспечения безопасности передачи информации, создается интеллектуальная и полностью автоматизированная система управления процессами транспортировки и хранения фармацевтической продукции в холодových цепях поставок. Компании также с особым интересом относятся к развитию технологий анализа больших данных, основанной на применении машинного обучения и алгоритмах искусственного интеллекта.

Китайские компании холодových цепей поставок фармацевтической продукции могут использовать опыт инноваций развитых стран. Применение цифровых технологий в холодových цепях поставок на рынке фармацевтической продукции в Китае представляется определенно перспективным и позволит достичь новых успехов в повышении качества логистики холодových цепей данного сегмента рынка.

Изучив возможности цифровизации холодových цепей поставок, мы представили методические рекомендации к применению цифровых технологий в холодových цепях поставок на рынке фармацевтической продукции.

Они включают в себя несколько составляющих, последовательно разработанных на каждом из этапов формирования методических рекомендаций. Прежде всего были определены цели и задачи применения цифровых технологий в холодовых цепях поставок на рынке фармацевтической продукции, отмечено, что основной целью выступает переход к качественному развитию логистики холодовых цепей поставок и повышению эффективности логистических процессов на фармацевтическом рынке за счет применения цифровых технологий. Также были определены перспективные цифровые технологии, использование которых позволит улучшить управление холодовыми цепями поставок на фармацевтическом рынке, включающие Интернет вещей, цифровые платформы, блокчейн, машинное обучение и искусственный интеллект. Сделан вывод, что их применение будет способствовать улучшению качества продукции, сокращению потерь, улучшению эффективности логистики, улучшению безопасности и прозрачности данных, снижению затрат, улучшению управления рисками. Рекомендации также содержат организационную схему применения цифровых технологий в холодовых цепях поставок на рынке фармацевтической продукции, которая определяет ответственных участников и область их компетенций. В методических рекомендациях также были описаны риски, с которыми участники холодовых цепей поставок могут столкнуться в процессе применения цифровых технологий и возможные пути их преодоления.

Разработав модель управления логистическими процессами в холодовых цепях поставок на рынке фармацевтической продукции Китая, мы обнаружили, что достичь эффективного управления логистическими процессами в холодовых цепях поставок можно за счет создания цифровой платформы, в основе которой лежат Интернет вещей и цифровые технологии, в том числе облачные вычисления, большие данные, интеллектуальный анализ, блокчейн. Управление логистическими процессами холодовых цепей поставок на рынке фармацевтической продукции может быть улучшено за счет реализации научного подхода к применению цифровых технологий. Их использование

позволит значительно повысить эффективность логистических процессов в холодовых цепях поставок, будет способствовать снижению вероятности разрыва цепи поставок, а также внесет вклад в развитие фармацевтической промышленности страны.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Антонов Д. А., Силова Е. С., Тарынин Ю. С. Особенности института закупок в здравоохранении // Вестник ЧелГУ. 2019. № 9 (431). С. 92-99.
2. Бадокин О. В., Плетнева Н. Г. Влияние цифровой трансформации процессов взаимодействия участников цепей поставок на ключевые показатели логистики / В сборнике: Логистика: современные тенденции развития. Материалы XXIII Международной научно-практической конференции. Санкт-Петербург, 2024. С. 40-46.
3. Бадокин О. В., Плетнева Н. Г. Потенциал снижения транспортно-логистических затрат в цепях поставок в условиях цифровизации / Вестник гражданских инженеров. 2023. № 6 (101). С. 125-137.
4. Бат Н. М. Исследования системы товародвижения вакцинных препаратов в Республике Адыгея в рамках реализации приоритетного национального проекта «Здоровье» // Новые технологии. – 2010. – № 1. – С. 126.
5. Бинцзе С. Опыт китайских компаний в управлении рисками при транспортировке фармацевтических товаров в холодильной цепи поставок / С. Бинцзе // Логистика: форсайт-исследования, профессия, практика : материалы III Национальной научно-образовательной конференции : в 2 ч., Санкт-Петербург, 28 октября 2022 года. Том Часть 1. – СПб.: Санкт-Петербургский государственный экономический университет, 2022. – С. 107-109.
6. Бинцзе С. Организация закупочной деятельности на рынке фармацевтической продукции Китая / С. Бинцзе // Логистика и управление цепями поставок: сборник научных трудов / под ред. В.В. Щербакова, Е.А. Смирновой. Том Выпуск 5 (18). – СПб.: Санкт-Петербургский государственный экономический университет, 2021. – С. 120-123.
7. Бинцзе С. Организация холодильной цепи поставок медикаментов / С. Бинцзе // Современные вызовы и актуальные проблемы науки, образования и бизнеса в условиях мировой нестабильности : материалы научной конференции аспирантов СПбГЭУ, Санкт-Петербург, 19–24 апреля 2021 года. –

СПб.: Санкт-Петербургский государственный экономический университет, 2021. – С. 85-87.

8. Бинцзе С. Текущая ситуация в торговле фармацевтическим импортом и экспортом в контексте «пояса и пути» / С. Бинцзе // Логистика и управление цепями поставок : сборник научных трудов. Том Выпуск 6 (19). – СПб.: Санкт-Петербургский государственный экономический университет, 2022. – С. 133-137.

9. Бубнова, Г.В., Куренков, П., Емец, В.К. толкованию «цифровых» логистических понятий (часть I) // Логистика. - 2018. - № 5 (138). - С. 44-47.

10. Бочкарев А. А. Логистика городских транспортных систем : учебное пособие для вузов / А. А. Бочкарев, П. А. Бочкарев. — 3-е изд., перераб. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2023. — 162 с.

11. Воронова Д. Ю. Управление цепями поставок / Д. Ю. Воронова, Л. Ю. Бережная; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2019. – 169 с.

12. Герами В. Д., Колик А. В. Управление транспортными системами. Транспортное обеспечение логистики. М., Юрайт, 2020. 533 с.

13. Горба Л. К. Холодовые цепи поставок при распределении фармацевтической продукции // ЭВ. – 2021. – № 4 (27). – С. 56.

14. Горошко Н. В., Пацала С. В., Емельянова Е.К. Рынок COVID-19-вакцин как новый сегмент мирового вакцинного рынка // Вестник Кемеровского государственного университета. Серия: Политические, социологические и экономические науки. 2021. № 2 (20). С. 178-190.

15. Ефимова О.В., Пинчук С.С. Процессный подход - основа цифровых трансформаций в транспортно-логистическом бизнесе // Мир транспорта. 2022. Т. 20. № 1 (98). С. 67-72.

16. Жарков Л. В. Организация холодовой цепи при транспортировке и хранении лекарственных средств // Вестник фармации. 2009. № 2 (44). С. 6-9.

17. Каплан Э. Т., Сербаяева Н. Я., Кочетков А. В., Бекмагамбетова Г. М. Комплексный подход к определению путей повышения эффективности транспортно-логистической системы Республики Казахстан // Вестник евразийской науки. – 2020. – № 1. – С. 46.
18. Китриш Е. Ю. Управление цепями поставок: теоретические аспекты // EESJ. 2021. №1-4 (65). С. 8-15.
19. Кристофер М. Логистика и управление цепочками поставок : как сократить затраты и улучшить обслуживание потребителей / М. Кристофер. - М. [и др.] : Питер, 2004 (ГП Техн. кн.). – 315 с.
20. Королева Е.А., Сурнина А.С., Филатова Е.В. Цифровизация системы контейнерных перевозок / Транспортное дело России. 2020. – № 1. – С. 152-155.
21. Кудрявцева С. С., Барсегян Н. В., Ван А. И. К вопросу об оценке эффективности логистики в инновационной экономике / Экономический вестник Республики Татарстан. 2024. № 2. С. 5-10.
22. Кудрявцева С. С., Шинкевич М. В. К вопросу о развитии логистики в циркулярной экономике / Экономический вестник Республики Татарстан. 2020. № 3. С. 49-54.
23. Кузменко Ю.Г. Управление запасами и складская логистика: учебное пособие / Ю.Г. Кузменко, Г.М. Грейз. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2020 – 76 с.
24. Ларин О. Н., Капский Д. В., Матосов М. В., Моононхуу Ц. Критерии оценки эффективности работы цепей поставок. / Транспорт: наука, техника, управление. Научный информационный сборник. 2024. № 1. С. 3-11.
25. Ларин О. Н., Матосов М. В. Актуальные задачи повышения отказоустойчивости цепочек поставок / Логистика. 2023. № 9 (202). С. 18-22.
26. Ларин О. Н., Матосов М. В. Цифровизация цепочек поставок фармацевтической продукции / Экономика, предпринимательство и право. 2024. Т. 14. № 3. С. 657-670.

27. Ли Ихуа, Дэн Мэнцзе. Исследование построения общей системы распределения логистики фармацевтической холодной цепи в условиях цифровой экономики // Журнал Центрально-Южного университета лесного хозяйства и технологий (издание социальных наук). 2022. № 16 (05). С. 49-59.
28. Линь Чжэньцян. Информатизация помогает построить холодовую цепь вакцины // Технологии и приложения логистики. 2021. № 26 (S2). С. 26-29.
29. Логистика: интегрированная цепь поставок / Доналд Дж Бауэрсокс, Дейвид Дж. Клосс; [пер. с англ. Н. Н. Барышниковой, Б. С. Пинскера]. - 2-е изд. - М. : Олимп-Бизнес, 2006. - 639 с.
30. Логистика и управление цепями поставок – взгляд в будущее: макроэкономический аспект / О. Д. Проценко, И. О. Проценко ; Российская акад. нар. хоз-ва и гос. службы при Президенте Российской Федерации. - М. : Дело, 2012. - 191 с.
31. Логистика и управление цепями поставок : учебник для вузов / Под редакцией В. В. Щербакова. – М.: Издательство Юрайт, 2019.
32. Логистика : учебник / под ред. Б. А. Аникина. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : ИНФРА-М, 2022. – 320 с.
33. Лукинский В. С. Логистика и управление цепями поставок : учебник и практикум для вузов / В. С. Лукинский, В. В. Лукинский, Н. Г. Плетнева. — М. : Издательство Юрайт, 2024. – 359 с.
34. Маргунова В., Трифунтов А. Управление цепями поставок. – Минск: Вышэйная школа, 2018.
35. Матосов М. В., Ларин О. Н Организация взаимодействия участников фармацевтической цепочки поставок / Экономика, предпринимательство и право. 2023. Т. 13. № 4. С. 983-994.
36. Матосов М. В. Стабильность цепочки поставки в фармацевтике / В сборнике: Транспорт и логистика устойчивого развития территорий, бизнеса, государства (драйверы роста, тренды и барьеры). Материалы II Международной научно-практической конференции. Москва, 2023. С. 242-245.

37. Матосов М. В. «Холодовая цепь» как инструмент логистики лекарственных средств. В сборнике: Пространство колеи 1520: проблемы, потенциал, перспективы. Сборник трудов Межвузовской студенческой научно-практической конференции с международным участием. Москва, 2024. С. 234-238.
38. Основы логистики: учебник для вузов / под ред. В. В. Щербакова. – СПб.: Питер, 2021. – 432 с.
39. Пинчук Г. Р., Рожко О. Н. Перспективы создания цифровых двойников цепей поставок в фармацевтической логистике / В сборнике: Тенденции развития логистики и управления цепями поставок. сборник статей IV международной научно-практической конференции. Курск, 2023. С. 178-182.
40. Плетнева Н. Г., Бадочкин О. В. Влияние цифровой трансформации на повышение доступности транспортно-логистических услуг / В книге: Глобальные вызовы цифровой трансформации рынков. Санкт-Петербург, 2023. С. 118-135.
41. Плетнева Н. Г., Бадочкин О. В. Развитие методического подхода к оценке качества и эффективности транспортно-логистических услуг при реализации клиентоориентированной стратегии / РИСК: Ресурсы, Информация, Снабжение, Конкуренция. 2024. № 1. С. 22-28.
42. Рожко О. Н., Пинчук Г. Р. Системно-динамическое моделирование цепочки поставок фармацевтической логистики / В сборнике: Логистика: форсайт-исследования, профессия, практика. материалы IV Национальной научно-образовательной конференции. В двух частях. Санкт-Петербург, 2023. С. 337-345.
43. Рябов А. Е., Малышева Т. В. Инновационные подходы к управлению цепями поставок химического промышленного оборудования / В сборнике: Тенденции развития логистики и управления цепями поставок в условиях цифровой экономики. Казань, 2021. С. 203-210.

44. Сергеев В. И. Логистика снабжения : учебник для вузов / В. И. Сергеев, И. П. Эльяшевич ; под научной редакцией В. И. Сергеева. – 5-е изд., перераб. и доп. – М. : Издательство Юрайт, 2023. – 416 с.

45. Силкина Г. Ю., Шевченко С. Ю., Щербаков В. В. Потребительская ценность технологий искусственного интеллекта в цифровой логистике и управлении цепями поставок / В сборнике: Интеллектуальная инженерная экономика и Индустрия 5.0 (ИНПРОМ-2024). Сборник трудов X Международной научно-практической конференции. В 2-х томах. Санкт-Петербург, 2024. С. 243-247.

46. Смирнова Е.А., Сунь Бинцзе. Перспективы применения технологии блокчейн в логистике холодной цепи поставок на фармацевтическом рынке Китая // РИСК: Ресурсы, Информация, Снабжение, Конкуренция. – 2023. – №1. DOI: 10.56584/1560-8816-2023-1-24-30

47. Смирнова Е. А., Сунь Бинцзе. Современное состояние и перспективы использования искусственного интеллекта в логистике холодной цепи поставок на фармацевтическом рынке Китая // РИСК: Ресурсы, Информация, Снабжение, Конкуренция. – 2024. – № 1. – С. 44-49.

48. Смирнова Е.А. Управление цепями поставок в международной торговле : учебное пособие / Е.А. Смирнова. – СПб.: Изд-во СПбГЭУ, 2018.

49. Сток Джеймс Р. Стратегическое управление логистикой / Джеймс Р. Сток, Дуглас М. Ламберт; науч. ред. и предисл. В. И. Сергеева. – М.: ИНФРА-М, 2005. – 797 с.

50. Сунь Б. Внедрение цифровых решений в управление холодowymi цепями поставок на рынке фармацевтической продукции // Повышение конкурентоспособности отечественной науки: развитие в условиях мировой нестабильности Материалы научной конференции аспирантов СПбГЭУ. Под научной редакцией Е.А. Горбашко, 2023. – С.379-384.

51. Сунь Б. Методы инновационного обучения в вузах на основе современных образовательных технологий // Теория и практика современной науки. 2020. №12 (66). – С. 344-347.

52. Сунь Б. Опыт китайских фармацевтических компаний по реализации интеллектуальной логистики холодových цепей поставок / Сунь Б. // Логистика и управление цепями поставок. Выпуск 8 (21) / под. Ред. В.В. Щербакова и Е.А. Смирновой. – СПб.: Изд-во СПбГЭУ, 2024. – С. 176-178.
53. Сунь Б. Оценка эффективности логистических процессов в холодной цепи поставок на китайском рынке фармацевтической продукции / Б. Сунь // РИСК: Ресурсы, Информация, Снабжение, Конкуренция. – 2022. – № 4. – С. 17-22.
54. Сунь Б. Специфика применения онлайн-инструмента smt в фармацевтической холодной цепи // Логистика и управление цепями поставок: сборник научных трудов. Выпуск 7 (20) / под. Ред. В.В. Щербакова и Е.А. Смирновой. – СПб.: Изд-во СПбГЭУ, 2023. – С. 205-209.
55. Сунь Бинцзе. Актуальные аспекты организации холодной цепи поставок на рынке фармацевтической продукции в период эпидемии // Логистика: форсайт-исследования, профессия, практика. СПб., 2021. С. 58-63.
56. Сунь Бинцзе. Инновации в управлении складскими процессами в холодной цепи поставок фармацевтической продукции: опыт Китая // Транспортное дело России. 2023. №2. С. 100-102.
57. Тод Н.А. Алгоритм разработки логистической стратегии развития предприятия // Экономика и предпринимательство. 2021. № 3 (128). С. 1467-1472.
58. Управление закупками и поставками: учебник / М. Линдерс, Ф. Джонсон, А. Флинн, Г. Фирон; ред. Ю.А. Щербанин. – 13-е изд. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2015. – 754 с.
59. Управление цепями поставок. Учебник для СПО / под ред. В. В. Щербакова – М.: Юрайт, 2017.
60. Устойчивость цепей поставок в условиях цифровой трансформации бизнеса : монография / И. В. Шарова, Д. В. Завьялов, Е. Р. Абрамова [и др.] ; под общ. ред. И. В. Шаровой, Д. В. Завьялова. – Москва : Русайнс, 2024.

– 302 с. – ISBN 978-5-466-07095-8. – URL: <https://book.ru/book/954542> (дата обращения: 27.11.2024). – Текст : электронный.

61. Учайкин В.Ф., Шамшева О.В. Руководство по клинической вакцинологии. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2006. – 592 с.

62. Халатян С. Г. Идентификация современных тенденций развития цепи поставок в системе дистрибуции фармацевтической продукции // Вестник РГЭУ РИНХ. 2013. №3 (43). С. 78-82.

63. Цифровая логистика : учебник для вузов / В. В. Щербаков [и др.] ; под редакцией В. В. Щербакова. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2024. – 573 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-09643-9. – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://www.urait.ru/bcode/535546> (дата обращения: 27.11.2024).

64. Цифровые экосистемы в транспортной логистике: монография / А.В. Дмитриев, В.А. Нос, А.В. Парфенов. – СПб. : Изд-во СПбГЭУ, 2024. – 180 с.

65. Шинкевич А. И., Мухаматгалеева Л. Р., Бобков В. И. Роль внедрения цифровых производственных систем на фармацевтическом предприятии / Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2021. Т. 23. № 6 (104). С. 62-66.

66. Шульженко Т.Г. Актуальные проблемы управления терминально-логистическими комплексами в цепях поставок: монография. СПб.: СПбГИЭУ, 2011. – 279 с.

67. Щербаков В. В. Новая логистика и устойчивость транспортно-логистического рынка России / В сборнике: Современный менеджмент: проблемы и перспективы. Сборник статей по итогам XVIII национальной научно-практической конференции с международным участием. Санкт-Петербург, 2023. С. 489-494.

68. Щербаков В. В., Силкина Г.Ю. Инновационная динамика логистики: от цифровых преобразований к интеллектуальным решениям: моно-

графия / Г.Ю. Силкина, В.В. Щербаков. – СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2024. – 228 с.

69. Щербаков В. В. Цифровая трансформация корпоративных логистических систем: приоритеты принятий решений и ответственность / В сборнике: Логистика – Евразийский мост. Материалы XVIII Международной научно-практической конференции. Красноярск, 2023. С. 314-318.

70. Щербаков В. В., Шульженко Т. Г., Коль О. Д., Шевченко С. Ю. Концептуальные проблемы теории и методологии логистики. Санкт-Петербург, 2021.

71. Asgari N. et al. Supply chain management 1982–2015: a review //IMA Journal of Management Mathematics. – 2016. – Т. 27. – №. 3. – С. 353-379.

72. Bertolini, Massimo & Bottani, Eleonora & Casella, Giorgia & Tebaldi, Letizia. (2020). A survey analysis on sustainable practices in cold supply chains.

73. Blanchard D. Supply chain management best practices. – John Wiley & Sons, 2021.

74. Bottani, E.; Casella, G.; Nobili, M.; Tebaldi, L. An Analytic Model for Estimating the Economic and Environmental Impact of Food Cold Supply Chain. Sustainability 2022,14,4771. <https://doi.org/10.3390/su14084771>

75. Bozorgi, A.; Pazour, J.; Nazzal, D. A new inventory model for cold items that considers costs and emissions. Int. J. Prod. Econ. 2014, 155, 114–125.

76. Chen Heng, Zhang Yan, Huang Zubing. Research on the development status and countermeasures of SF Express cold chain logistics under the background of dual-cycle development // China-Arab Science and Technology Forum (Chinese and English). – 2021. – № 12. – С. 16-20.

77. Christoff A. Conradie, Leila L. Goedhals-Gerber, Frances E. van Dyk. Detecting temperature breaks in the initial stages of the citrus export cold chain: A case study[J]. Journal of Transport and Supply Chain Management, 2022, 16(0).

78. Christopher M. Logistics & supply chain management. – Pearson Uk, 2016.
79. E/ICEF/2020/CRP.13 [Электронный ресурс]. URL: <https://digitallibrary.un.org/record/3874869>
80. Fan Y., Stevenson M. A review of supply chain risk management: definition, theory, and research agenda //International Journal of Physical Distribution & Logistics Management. – 2018.
81. Farooque M. Circular supply chain management: A definition and structured literature review //Journal of cleaner production. – 2019. – Т. 228. – С. 882-900.
82. Jiang, W.; Hu, Z.; Liang, Y.; Chen, Y. Modeling and optimization of food cold-chain intelligent logistics distribution network. Adv. J. Food Sci. Technol. 2015, 7, 573–578.
83. Hargraves H. What is Cold Chain Management? [Электронный ресурс]. URL: <https://www.coldchaintech.com/knowledge/what-is-cold-chain-management/>
84. Hariga, M.; As'ad, R.; Shamayleh, A. Integrated economic and environmental models for a multi stage cold supply chain under carbon tax regulation. J. Clean. Prod. 2017, 166, 1357–1371.
85. Hugos M. H. Essentials of supply chain management. – John Wiley & Sons, 2018.
86. Khan A.U., Yousaf A. Sustainable supplier selection for the cold supply chain (CSC) in the context of a developing country // Environment, Development and Sustainability. 2021. No. 23.9. P. 13135-13164.
87. Koepke G. Shedding Light on Global Pharmaceutical Supply Chains [Электронный ресурс]. URL: <https://www.pharmexec.com/view/shedding-light-on-global-pharmaceutical-supply-chains>
88. Kot S. Sustainable supply chain management in small and medium enterprises //Sustainability. – 2018. – Т. 10. – №. 4. – С. 1143.

89. Kumar, A.; Mangla, S.; Kumar, P.; Karamperidis, S. Challenges in perishable food supply chains for sustainability management: A developing economy perspective. *Bus. Strategy Environ.* 2020, 29, 1809–1831.
90. Lambert D.M., Cooper M.C. Pagh J.D. Supply chain management: implementation and research opportunities // *The International Journal of Logistics Management.* 1998. Vol. 9 No. 2, pp. 1-19.
91. MacCarthy, B. L., Blome, C., Olhager, J., Srari, J. S., & Zhao, X. (2016). 'Supply Chain Evolution – Theory, Concepts and Science', *International Journal of Operations & Production Management*, in print. DOI (10.1108/IJOPM-02-2016-0080).
92. Mc Kinsey Global Institute. *The Internet of Things: mapping the value beyond the hype.* San Francisco: Mc Kinsey and Company; 2015.
93. Min S., Zacharia Z. G., Smith C. D. Defining supply chain management: in the past, present, and future // *Journal of Business Logistics.* – 2019. – Т. 40. – №. 1. – С. 44-55.
94. Monczka R. M. *Purchasing and supply chain management.* – Cengage Learning, 2020.
95. Nakandala, D.; Lau, H.; Zhang, J. Cost-optimization modelling for fresh food quality and transportation. *Ind. Manag. Data Syst.* 2016, 116, 564–583.
96. Pharmaceutical Cold Chain Innovations That Reduce Supply Chain Costs [Электронный ресурс]. URL: <https://www.mach1global.com/pharmaceutical-cold-chain/>
97. Plewes Katherine, Khonputsa Panarasri, Day Nicholas P J, Lubell Yoel. Cost, health impacts and cost effectiveness of iceless refrigeration in India's last-mile vaccine cold chain delivery. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 2022.
98. Rodrigue Jean-Paul, Notteboom T. *The Cold Chain and its Logistics* [Электронный ресурс]. URL: <https://transportgeography.org/contents/applications/cold-chain-logistics/>

99. Roy S. K., Roy S. Supply chain management: An overview //ZENITH International Journal of Business Economics & Management Research. – 2013. – Т. 3. – № 9. – С. 90-95.
100. Saeed M. A., Kersten W. Drivers of sustainable supply chain management: identification and classification //Sustainability. – 2019. – Т. 11. – №. 4. – С. 1137.
101. Saif A., Elhedhli S. Cold supply chain design with environmental considerations: A simulation-optimization approach. Eur. J. Oper. Res. 2016, 251, 274–287.
102. Shashi S., Singh R. Modeling cold supply chain environment of organized farm products retailing in India. Uncertain Supply Chain Manag. 2015, 3, 197–212.
103. Teixeira R. Cold Chain: Delivering Innovative Specialty Pharmaceutical Products [Электронный ресурс]. URL: <https://www.pharmexec.com/view/cold-chain-delivering-innovative-specialty-pharmaceutical-products>
104. Trending Innovations in Cold Chain Processes [Электронный ресурс]. URL: <https://proventainternational.com/trending-innovations-in-cold-chain-processes/>
105. Turan C. Ozturkoglu Y. (2022) A conceptual framework model for an effective cold food chain management in sustainability environment, Journal of Modelling in Management, Vol. 17 No. 4, pp. 1262-1279. <https://doi.org/10.1108/JM2-09-2020-0239>
106. Van der Vorst J. G. A. J. Supply Chain Management: theory and practices //Bridging Theory and Practice. – Reed Business, 2018. – С. 105-128.
107. Veerina M. Beyond visibility: Innovations in real time supply chain operations [Электронный ресурс]. URL: <https://pharmaceuticalmanufacturer.media/pharmaceutical-industry-insights/pharmaceutical-logistics-distribution/beyond-visibility-solutions-in-real-time-supply-chain-operat/>

108. Waters D. Logistics An Introduction to supply chain management. – Palgrave macmillan, 2021.
109. Waters D. Supply chain management: An introduction to logistics. – Bloomsbury Publishing, 2019.
110. Yifeng Z., Ruhe X. Application of cold chain logistics safety reliability in fresh food distribution optimization. Adv. J. Food Sci. Technol. 2013, 5, 356–360.
111. Zhang Y., Ma, T., Khan S., Sharif A. (2018). The Study on Efficient Cold Chain Logistics. 10.2991/icedem-18.2018.117.
112. Zhou Xiang. Efficiency analysis of cold chain logistics enterprises in my country based on green supply chain // Modern Economic Information. – 2017. – № 13. – С. 126-128.
113. IQVIA 预测：2026 年全球药品支出将达到 1.8 万亿美元 [Электронный ресурс]. URL: [http://www.phirda.com/artilce\\_26554.html](http://www.phirda.com/artilce_26554.html)
114. 2021 年中国仓储物流创新与发展高峰论坛暨智慧仓配医药冷链物流高质量发展会议在沪成功召开 // 物流工程与管理. 2021. №43 (5). С. 2-18.
115. 2022 年中国医药冷链物流行业发展现状预测分析 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.163.com/dy/article/H60128UT051481OF.html>
116. 安聪琢. 时变路网下医药冷链物流配送路径优化研究[D].燕山大学. 2022.
117. 柴少芬.后疫情背景下医药冷链物流评价指标体系建设与应用 // 上海商业. 2021. №7. С. 33-35.
118. 陈爱国.某热不稳定原料药冷链运输条件考察 // 物流科技. 20227 №45 (10). С. 148-151.
119. 陈真玲. 医药冷链物流运作模式与利益分配研究 / 中南林业科技大学. 2021.
120. 崔忠付.医药冷链的新特点与新趋势 // 物流技术与应用. 2021. №26 (S2). С. 10-11.

121. 崔忠付.医药冷链物流行业新特点与新趋势 // 物流技术与应用. 2021. №26 (5). С. 62.
122. 范小青,王宜怀,刘强,张艺琳.面向 NB-IoT 的医药冷链物流系统框架研究 // 现代电子技术. 2021. №44 (8). С. 29-34.
123. 方娜,黄磊.供应链管理概念研究综述 // 当代经济(下半月),2018(09):146-147.
124. 供应链运作与管理.重庆大学出版社:新编高职高专物流管理专业系列教材,2019. 331 с.
125. 郭俊佳. 医药冷链物流库存与配送协同优化研究 / 北京交通大学. 2021.
126. 国家卫健委: 2021 年全国卫生总费用支出逾 75593.6 亿元 [Электронный ресурс]. URL: <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1738216720879863375&wfr=spider&for=pc>
127. 霍家玉.基于区块链技术的医药冷链物流应用研究 // 物流工程与管理. 2022. №44 (3). С. 46-49.
128. 加速推进农产品冷链物流: 2022 年中国冷链物流市场现状及重点企业深度分析 [Электронный ресурс]. URL: [http://news.sohu.com/a/526513799\\_350221](http://news.sohu.com/a/526513799_350221)
129. 贾阳光,代丽.中国医药冷链物流管理的研究综述 // 物流工程与管理. 2022. № 44 (12). С. 154-157.
130. 李岩,王振凤,韩崇霄,叶振合.论云计算医药冷链运输模型的可行性 // 现代工业经济和信息化. 2021. №11 (7). С. 204-205.
131. 林振强,赵皎云.医药冷链物流新发展 // 物流技术与应用. 2021. № 26 (S1). С. 40-41.
132. 罗佳乐,缪华昌,王剑.医药冷链物流课程在教学中的实践应用 // 中外企业文化. 2020. № 12. С. 175-176.
133. 罗莎. BK 物流园医药冷链物流配送系统研究[D].贵州大学. 2021.

134. 马军磊,刘业鹏.浅析国内医药冷链物流的发展现状及对策 // 中国物流与采购. 2020. № 22. C. 42.
135. 马士华,林勇.供应链管理. 高等教育出版社, 2017.
136. 孟晓梅.医药冷链物流解决方案比较及应用 // 集装箱化. 2020. № 31(3). C. 18-22.
137. 任志豪,钱颖,张聪.基于复杂网络的区域医药冷链物流配送网络研究——以江苏省为例 // 物流科技. 2022. №45 (15). C. 124-127.
138. 山东非法疫苗案 [Электронный ресурс]. URL: <https://baike.baidu.com/item/山东非法疫苗案/19467587?fromtitle=山东疫苗事件&fromid=19469105&fr=aladdin>
139. 宋宇航. 基于区块链的我国医药冷链物流可追溯体系研究 / 中国民航大学. 2020.
140. 孙海浪.物流载具在医药冷链中的应用与创新发 展 // 物流技术与应用. 2022. №27 (S2). C. 75-78.
141. 王婧,肖晓钰.基于 DEMATEL-ISM 模型的医药冷链物流质量风险管理影响因素 // 物流技术. 2022. №41 (1). C. 65-69.
142. 王思静. T 公司医药冷链物流仓储中心布局优化研究 / 济南大学. 2021.
143. 王瑶. 不同配送模式下的医药冷链物流路径优化问题研究 / 广西科技大学. 2021.
144. 吴思雨,邓雪梅.我国医药冷链物流现状及发展 // 现代企业. 2020. №6. C. 84-85.
145. 徐鲁源.我国医药冷链物流存在的问题与对策 // 药学研究. 2023. № 42 (2). C. 142-144.
146. 杨倍宁.电子商务与供应链管理的概念及内在联系 // 经济研究导刊,2020(15):146-147.

147. 叶铖.医药冷链物流中小企业融资需求分析及对策建议 // 物流工程与管理. 2021. №43 (4). C. 142-145.
148. 医药行业市场现状及发展趋势分析 [Электронный ресурс]. URL: <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1758692097481740191&wfr=spider&for=pc>
149. 张海瑞.基于区块链技术的医药冷链物流应用 // 物流工程与管理. 2023. – №45 (1). C. 71-73.
150. 张凌辉.多仓协同,助力医药冷链物流高质量发展 // 物流技术与应用. 2022. № 27 (S2). C. 21-23.
151. 张婷婷,阚安康,吕岩,曹丹,袁野百合.我国医药冷链物流发展现状及趋势 // 制冷与空调. 2021. №21 (2). C. 13-19.
152. 张先敏.供应链及供应链管理概念重构 // 财会通讯,2018(15):116-123.
153. 张一群. 第三方医药冷链物流配送中心选址研究 / 渤海大学. 2021.
154. 赵皎云,林振强.以精益理念提升医药冷链物流水平——访华润医药商业集团有限公司华东区域物流总监扬大悦 // 物流技术与应用. 2021. № 26 (S1). C. 50-53.
155. 赵皎云.疫情推动医药冷链物流加速发展——访瑞康医药集团股份有限公司吉祥水(物流板块)董事长刘俊林 // 物流技术与应用. 2021. № 26 (S1). C. 54-56.
156. 赵秋萌. 后疫情时代下第三方医药冷链物流绩效评价与提升研究 / 石家庄铁道大学. 2022.
157. 中国医药行业市场规模及未来发展趋势 [Электронный ресурс]. URL: <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1757099237965466997&wfr=spider&for=pc>
158. 祝新,王瑶.基于路况的医药冷链物流配送路径优化 // 科学技术与工程. 2021. № 21 (4). C. 1548-1554.

Цифровые экосистемы в транспортной логистике : монография / А.В. Дмитриев, В.А. Нос, А.В. Парфенов. – СПб. : Изд-во СПбГЭУ, 2024. – 180 с.