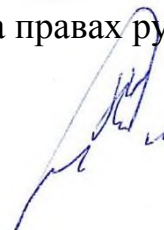


Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

**Кубанский государственный технологический университет
(ФГБОУ ВО «КубГТУ»)**

На правах рукописи



КОЧЕГУРА ДЕНИС ЮРЬЕВИЧ

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО
ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ
РЕСУРСОДОБЫВАЮЩЕГО КОМПЛЕКСА**

Специальность 2.9.4. Управление процессами перевозок

Диссертация на соискание ученой степени

кандидата технических наук

Научный руководитель:

доктор технических наук, доцент

Лебедев Евгений Александрович

КРАСНОДАР – 2024

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ГЛАВА 1. ИССЛЕДОВАНИЕ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ РЕСУРСДОБЫВАЮЩЕГО КОМПЛЕКСА	15
1.1. Тенденции эволюционных преобразований транспортно- технологического обеспечения производств	15
1.2. Особенности формирования грузопотоков и их транспортного обслуживания	24
1.3. Генезис цифровизации и использование интеллектуальных систем управления транспортно- технологическими процессами.....	30
1.4. Риски транспортно-технологического обеспечения производственных процессов	43
ГЛАВА 2. МЕТОДОЛОГИЯ ОРГАНИЗАЦИИ ТРАНСПОРТНО- ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ РЕСУРСДОБЫВАЮЩЕГО КОМПЛЕКСА	52
2.1. Информационные потоки и их роль в транспортно-технологическом обеспечении производственных процессов	52
2.2. Концепция системы управления транспортно-технологическим обеспечением производственных процессов и разработка ее математической модели	65
2.3. Сравнение адекватности работы математической модели с реальным транспортно-технологическим процессом.....	86
ГЛАВА 3. ФОРМИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ТРАНСПОРТНО- ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ РЕСУРСДОБЫВАЮЩЕГО КОМПЛЕКСА	93

3.1. Разработка алгоритма контроля качества управления транспортно-технологическим обеспечением производственных процессов	93
3.2. Формирование системы управления транспортно-технологическим обеспечением производственных процессов	106
3.3. Разработка алгоритма функционирования системы управления транспортно-технологическим обеспечением производственных процессов	110
ГЛАВА 4. ОПЫТНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ПРОВЕРКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ПРАКТИЧЕСКОЕ ВНЕДРЕНИЕ	133
4.1. Оценка эффективности результатов исследования	133
4.2. Практическое внедрение системы управления транспортно-технологическим обеспечением	143
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	149
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	155
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	183

ВВЕДЕНИЕ

Располагая богатейшими запасами минерально-сырьевых ресурсов, Российская Федерация играет ведущую роль в добыче и переработке ряда полезных ископаемых, в первую очередь, нефти и природного газа. Российская Федерация входит в ТОП-6 стран мира по запасам нефти, также в ней сосредоточено около трети мировых запасов природного газа. [34]

Нефтегазовая отрасль является одной из наиболее важных для Российской Федерации и оказывает значительное влияние на все сферы экономики страны. Будучи крайне сложной и комплексной системой, она включает в себя разведку, добычу сырья, транспортировку, хранение, очистку, переработку и дистрибуцию нефтепродуктов.

Обширная цепочка создания добавленной стоимости и риски, связанные с возникновением усиленного отрицательного эффекта будущего периода, могут привести к различным негативным результатам для конечного заказчика.

В настоящее время в мире идет жесткая конкуренция за обладание высокими технологиями. В сущности, это вопрос в том числе национальной безопасности. Данный тезис подтверждается введением санкций со стороны крупных международных технологических компаний, ИТ-решения которых активно используются в нефтегазовой отрасли. Перед Российской Федерацией стоит задача достичь технологической независимости, для чего важно построить сильную ИТ-отрасль, которая способна создавать высококласные технологические решения. Вопрос создания промышленного суверенитета является одной из основных задач, поставленных Главой государства.

На VIII конференции «Цифровая индустрия промышленной России», Председатель Правительства Мишустин М.В. отметил, что по наиболее востребованным технологическим направлениям должна быть организована разработка универсального программного обеспечения. Прежде всего, это касается средств управления жизненным циклом изделий, систем управления производством, цифрового проектирования, а также удовлетворения запросов

промышленности на инновации и сквозные технологии. Устойчивое развитие промышленных компаний по всей стране зависят от эффективности такого системного подхода. Важнейшей задачей является формирование основных типов цифровых решений, в которых есть наибольшая потребность у промышленности. Именно их разработку и будет активно поддерживать государство. И конечно, государству для этого нужна качественная навигация от самих промышленников. В первую очередь, это системы автоматизации проектирования, инженерных расчетов и системы управления жизненным циклом изделия. На втором месте по значимости – системы управления транспортно-технологическими процессами и активами, учета, мониторинга состояния оборудования, планирования технического обслуживания и ремонта. Особое внимание будет уделяться проектам по созданию комплексных программно-аппаратных решений, которые могут использоваться в промышленной инфраструктуре. [100]

Для повышения эффективности ее производственных процессов возникает необходимость в ускорении промышленного проектирования и автоматизации.

Одним из наиболее сложных процессов является планирование бурения скважин, а также их текущего и капитального ремонта (ТКРС). В настоящее время планирование осуществляется без учета возможности снижения фактически неизбежных предстоящих затрат на транспортное обслуживание этих процессов. Основным видом транспорта, обслуживающим РДК является автомобильный транспорт и спецтехника. Также не учитываются возможности сокращения пробегов автотранспортных средств при перевозке комплекта технологического и бурового оборудования. Практически отсутствуют инструменты управления жизненным циклом оборудования ресурсодобывающего комплекса (РДК). [65]

Это определило необходимость развития прогнозирования жизненного цикла оборудования РДК с помощью цифровизации транспортно-

технологического обеспечения его производственных процессов и актуальность темы исследования.

Степень разработанности темы

При подготовке диссертации проводился анализ работ, в которых описаны перспективы развития транспортно-технологического обслуживания, условия его модернизации и изменения парадигмы функционирования, вопросы устойчивого развития и нормативно-правового обеспечения. В настоящее время существует значительное число работ, которые сосредоточены на оптимизации транспортно-экспедиционной деятельности, управлении цепями поставок и эксплуатации автомобильного транспорта. Здесь можно отметить труды Алексахина С.В., Власова В.М., Ефименко Д.Б., Жанказиева С.В., Зырянова В.В., Курганова В.М., Ляпина С.А., Миротина Л.Б., Некрасова А.Г., Неруша Ю.М., Новикова А.Н., Новикова И.А., Покровского А.К., Трофименко Ю.В., Чеботаева А.А. и т. д. [4, 19, 20, 37, 38, 39, 40, 43, 46, 47, 62, 79, 81, 85, 88, 95, 96, 98, 100, 102, 106, 107, 108, 109, 114, 131, 135, 150, 151, 152, 165]

Одними из наиболее значимых научных трудов в сфере транспортно-технологического обслуживания производств являются работы Д.Дж. Бауэрсокса, Д.Л. Вордлоу, Д. Джонсона, Д.Дж. Клосса, М. Кристофера, Ташбаева Ы.Э., Д. Уотерса, К. Хендрикса, Й. Шеффи, Д. Шехтера, У. Ютнера, Яхнеевой И.В. и т. д. [56, 72, 132, 154, 155, 158, 159, 160, 170, 182]

Исследования Богданова С.И., Карминского А.М., Максимовой Г.В., Мастяевой И.Н., Мауэргауза Ю.Е. посвящены внедрению интегрированных систем управления и контроля и являются одними из наиболее актуальных в России. Среди зарубежных исследований основополагающими в данной тематике являются работы Дж. Брирли, А. Дайле, К. Друри, Р. Каплана, К. Коутона, Д. Нортон. [18, 30, 51, 52, 55, 89, 93, 94, 137, 161, 162, 163]

В части информационного обеспечения транспортно-логистической деятельности были рассмотрены исследования Березина Д.А., Глушкова В.М.,

Гринера М.З., Кузнецова И.А., Нестеренко В.И., Николаева А.Б., и т. д. [17, 28, 29, 76, 110, 113]

В данных работах подробно исследованы проблемы, связанные с обеспечением информационного обмена на всех звеньях цепочки поставок и создания добавленной стоимости, проработаны подходы к эффективному построению информационно-аналитических систем и архитектуры баз данных.

Научно-методические подходы создания систем управления жизненным циклом продукции и обеспечения цифровизации транспортно-технологического обслуживания были рассмотрены в диссертационных исследованиях Асадли Н.И., Барсегян Н.В., Гвилии Н.А., Гиссина В.И., Дмитриева А.В., Камолидинова Б.Т., Капусткина Н.А., Карапетяна М.Г., Катаева В.А., Кириной И.В., Ковригина Е.А., Кравчук И.С., Кузменко Ю.Г., Купревич Т.С., Левина С.Б., Лубниной А.А., Маслова Е.С., Михайлюка М.В., Надеждиной М.Е., Никишова С.И., Нургалиева Р.К., Павленко В.В., Пластуняк И.А., Потехиной Е.Н., Рамазанова Р.А., Савиной Н.А., Федоровой М.А., Халатяна С.Г., Халына В.Г., Шинкевича А.И. и т.д. [8, 13, 25, 27, 32, 49, 53, 54, 57, 58, 59, 71, 75, 78, 82, 87, 92, 101, 105, 111, 115, 117, 119, 120, 124, 128, 138, 141, 142, 156]

Однако нет работ, где поднимаются вопросы обеспечения непрерывного транспортно-технологического обслуживания и обеспечения производственных процессов РДК.

Таким образом, существующие подходы к исследованию проблемы транспортно-технологического обслуживания и обеспечения производственных процессов не могут являться полными, так как остается недостаточной проработка данных вопросов применительно к специфике РДК. С учетом значимости данной отрасли для экономики Российской Федерации, крайне важно рассмотреть возможность и обосновать внедрение наиболее передовых транспортно-технологических решений в части обслуживания РДК, в том числе при ТКРС.

Целью исследования является создание гибкой и унифицированной системы управления транспортно-технологическим обеспечением производственных процессов РДК, минимизирующей простои оборудования при ТКРС.

Для достижения цели исследования поставлены и решены следующие взаимосвязанные задачи:

1. Исследование тенденций развития транспортно-технологического обеспечения производственных процессов с использованием инструментов цифровизации и интеллектуальных систем управления.
2. Определение особенностей формирования транспортных потоков РДК и факторов влияющих на транспортную емкость его производственных процессов.
3. Разработка математической модели системы управления транспортно-технологическим обеспечением РДК
4. Разработка методики и системы управления транспортно-технологическим обеспечением производственных процессов РДК и построения алгоритма ее функционирования.
5. Оценка эффективности системы управления транспортно-технологическим обеспечением производственных процессов РДК.

Объектом исследования является деятельность транспортно-технологического оператора, обеспечивающего синхронизацию работы РДК и транспортных Компаний.

Предметом исследования является процесс управления транспортно-технологическим обеспечением РДК на основе прогнозирования его грузопотоков и цифровизации.

Рабочая гипотеза – учет влияния специфических факторов (организационного, технического и технологического характера) в различных сочетаниях на транспортное обеспечение производственных процессов РДК позволит повысить их устойчивость и снизить их транспортную емкость.

Методология и методы исследования представлены фундаментальными, теоретическими и практическими исследованиями в области транспортно-технологического обслуживания производств. Также в процессе исследования рассматривались научные труды, монографии и диссертации отечественных и зарубежных авторов, отчеты и прогнозы научно-технологического развития транспорта, разработанные ведущими международными организациями и институтами. Методы исследований: прогнозирование, сопоставление, эксперимент, математическое моделирование, статистический анализ, системный анализ, экономический анализ, комплексный абстрактно-логический анализ и синтез, теория управления. В основе исследования лежит диалектический метод изучения способов управления транспортно-технологическим обслуживанием РДК.

Информационную базу работы составляют нормативно-правовые акты, регулирующие организацию работы транспорта на территории РФ, статистические данные Министерства транспорта и Федеральной службы государственной статистики РФ, российские и зарубежные стандарты системы управления жизненным циклом, аналитические материалы, описывающие подходы к внедрению концепции Индустрии 4.0. В работе использованы факты, положения и выводы, опубликованные в научной и аналитической литературе России и крупнейших международных организаций.

Научная новизна исследования:

1. Установлены основные технико-эксплуатационные факторы (организационного, технического и технологического характера) влияющие на транспортно-технологические процессы РДК и дана количественная оценка их воздействия в различных сочетаниях;
2. Разработана математическая модель расчета прогнозных показателей потребностей РДК в оборудовании, использование которой в системе управления обеспечивает повышение устойчивости и эффективности его транспортно-технологических процессов;

3. Предложена методика транспортно-технологического обслуживания РДК, позволяющая минимизировать транспортную емкость его производственных процессов на основе комплексного планирования перевозочных процессов в единстве с ними.

Область исследования соответствует следующим пунктам паспорта научной специальности 2.9.4. Управление процессами перевозок:

- Пункт 2. Технология транспортных процессов, моделирование и совершенствование транспортных технологических процессов.
- Пункт 7. Развитие технических средств и систем управления, цифровизация управления транспортными технологическими процессами.
- Пункт 8. Информационное, математическое и алгоритмическое обеспечение систем управления, включая методологию исследования и проектирования.
- Пункт 16. Организация грузовой и коммерческой работы на транспорте. Транспортное экспедирование и сервис.

Теоретическая значимость исследования основывается на расширении научного знания в сфере организации транспортно-технологического обеспечения производственных процессов РДК с учетом современных концепций, технологических решений и инструментов. Определены цели и задачи в части управления транспортными потоками, предложены решения по совершенствованию процессов управления.

Достоверность научных положений и выводов, представленных в диссертационном исследовании, подтверждается апробацией, получением положительных результатов от внедрения математической модели.

Практическая значимость исследования состоит в разработке, апробации и внедрении новых технических и технологических решений в организацию и управление процессами транспортно-технологического обеспечения РДК. Представленные в исследовании подходы и методы оптимизируют показатели деятельности РДК с учетом требований каждого

отдельного процесса и изменений внешней среды. Положения диссертации были доведены до практической реализации их предприятием, которое осуществляет транспортно-технологическую поддержку РДК.

Диссертация выполнена в рамках комплексного плана научно-исследовательских работ кафедры транспортных процессов и технологических комплексов КУБГТУ по научной проблематике «Теория и практика транспортно-технологических систем и безопасности движения» (№ГОСТ. Регистрации 7.2.01.05.).

Положения, выносимые на защиту:

1. Перечень факторов и расчет их влияния на транспортную емкость производственных процессов РДК.
2. Математический граф системы управления транспортно-технологическим обеспечением производственных процессов РДК.
3. Математическая модель системы управления транспортно-технологическим обеспечением производственных процессов РДК.
4. Компоненты и алгоритмы системы управления транспортно-технологическим обеспечением производственных процессов РДК.
5. Результаты внедрения системы управления транспортно-технологическим обеспечением производственных процессов РДК.

Апробация результатов исследования

Результаты диссертационного исследования были представлены, обсуждены и одобрены на 79-й и 80-й международных научно-исследовательских конференциях МАДИ, прошедших в 2021 и 2022 гг., заседаниях кафедры «Менеджмент» ФГБУ ВО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет» (МАДИ) в 2021–2022 гг. и заседаниях кафедры «Транспортных процессов и технологических комплексов» ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет» в 2020–2024 гг.

Основные положения диссертационного исследования включены в программно-методический комплекс учебного процесса по направлению

23.03.01 – Технология транспортных процессов и 23.03.03 – Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов на кафедре транспортных процессов и технологических комплексов Кубанского государственного технологического университета.

Научные положения, идеи, методы и алгоритмы прошли апробацию и были внедрены для практического применения в транспортном предприятии ООО «ЭнергоСервис», осуществляющего транспортное обслуживание РДК, где доказали свою эффективность.

Публикации

По теме диссертации было опубликовано 20 печатных работ, включая 6 статей в рецензируемых изданиях, рекомендуемых ВАК и 14 статей в научных журналах и сборниках.

Актуальность темы исследования

Актуальность тематики диссертации определяется огромной значимостью развития нефтегазовой промышленности для страны в условиях высокой неопределенности и динамично меняющейся внешней среды. В настоящее время крупнейшие компании отрасли нуждаются в новых инструментах управления транспортно-технологическим обеспечением ресурсодобывающего комплекса. Необходимость повышения эффективности транспортно-технологического обслуживания и устойчивого функционирования РДК, являющегося фундаментом нефтегазовой промышленности, определили выбор темы исследования.

Логика и структура работы

Логика диссертационного исследования выстроена в соответствии с поставленными целями и задачами. Работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы, состоящего из 184 источников и 7 приложений. Содержит 183 страниц машинописного текста, 25 рисунков и 8 таблиц.

Во введении обоснована актуальность темы диссертационной работы, определен предмет исследования, представлена научная новизна,

перечислены положения, которые выносятся на защиту. Проведен анализ существующих исследований по тематике работы.

В первой главе выявлены современные тенденции развития транспортно-технологического обеспечения производств. Обозначены взаимосвязи эволюционного развития промышленности и транспорта. Представлены особенности формирования грузопотоков РДК и их транспортного обслуживания, в том числе при осуществлении ТКРС. Выработан перечень мероприятий, направленный на повышение качества управления транспортно-технологическим обеспечением РДК. Описана роль цифровизации с использованием элементов Индустрии 4.0 как для логистики в целом, так и для транспортно-технологического обеспечения ресурсодобывающей отрасли в частности. Проведено исследование рисков роста зависимости транспортно-технологического обеспечения производственных процессов от цифровых технологий с учетом динамично меняющейся внешней среды.

Во второй главе описаны принципы формирования информационных потоков для целей транспортно-технологического обеспечения производственных процессов РДК и результаты исследования особенностей формирования их транспортной емкости.

Построен математический граф системы управления транспортно-технологическим обеспечением его производственных процессов. Определены процессы управления и соответствующий инструментарий. Разработана математическая модель и проверено ее соответствие реальному процессу, целью которого является формирование устойчивого транспортно-технологического обеспечения РДК, при котором, с одной стороны, минимизируются складские запасы оборудования, а с другой, гарантируется отсутствие простоев. Определены факторы влияющие на транспортно-технологическое обеспечение производственных процессов РДК и степень их влияния в различных сочетаниях. Определены основные схемы транспортно-технологического обеспечения РДК.

В третьей главе разработан алгоритм для контроля качества управления транспортно-технологическим обеспечением производственных процессов РДК. Определены транспортно-технологические процессы в рамках поддержки производственной деятельности РДК. Проведен анализ деятельности объекта внедрения. Предложена организация процесса управления технологическим использованием оборудования РДК. Определены и разработаны компоненты системы управления транспортно-технологическим обеспечением производственных процессов РДК. Построен алгоритм системы управления транспортно-технологическим обеспечением производственных процессов РДК.

В четвертой главе приведена **опытно-производственная проверка результатов исследования и их практическое внедрение**. Подтверждены перспективы применения разработанной системы управления транспортно-технологическим обеспечением производственных процессов РДК.

В заключении определены основные преимущества разработанной и внедренной системы. По результатам диссертационного исследования сформулированы основные выводы.

ГЛАВА 1. ИССЛЕДОВАНИЕ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ РЕСУРСОДОБЫВАЮЩЕГО КОМПЛЕКСА

1.1. Тенденции эволюционных преобразований транспортно-технологического обеспечения производств

Логистика как научная дисциплина и инструмент ведения бизнеса начала свое формирование в 50-х годах прошлого века. Эволюция логистики неразрывно связана с историей и развитием рыночных отношений в индустриально развитых и развивающихся странах. В период окончания второй промышленной революции в 1950–1960 гг, которая характеризовалась внедрением электрической энергии, развитием нефтяной и химической промышленности, а также средств связи, логистика находилась на этапе фрагментации. Этот этап отличает полное разделение логистической деятельности на отдельные виды операций, такие как перевозка, сортировка, хранение, грузопереработка и т. д. Единственной задачей логистики того времени было снижение суммарных операционных затрат для промышленных и торговых организаций.

В период начала третьей промышленной революции с развитием электроники и телекоммуникационных технологий логистика перешла на этап становления, который характеризовался развитием теоретических основ и практики логистики. Пришло понимание задач, направленных на поиск решений снижения логистических затрат в дистрибуции. Основной причиной интенсивного развития логистики явилось применение принципа общих затрат в распределении материальных потоков. Идея состояла в возможности перегруппировать затраты таким образом, чтобы по мере продвижения к потребителю они снижались. Также этот этап характеризовался кардинальными изменениями моделей потребительского спроса, ускоренным развитием вычислительной техники и ростом зависимостей

производственных и логистических затрат. Данные факторы ярко проявились к началу 70-х годов в США и Европе. Основными тенденциями стали рост внимания к потребностям покупателей, начала расти доля индустрии услуг, вырос уровень конкуренции практически во всех отраслях промышленности. Стремительное развитие олигополистических рыночных структур заставило бизнес искать новые подходы к организации взаимодействия между потребителями и производителями, включая систему обслуживания. Появились новые решения по сокращению сроков выполнения заказов и производства продукции. Рост спроса на продукцию привел к значительному увеличению затрат на формирование запасов в цепочке создания добавленной стоимости. Научно-технологический прогресс и необходимость сокращения издержек во всех звеньях логистической цепи привели к расширению применения вычислительных систем и информационных технологий в логистике. Появились инструменты решения оптимизационных задач, таких как выбор вида транспорта, оптимизация размещения грузов на складах и производствах, маршрутизация и т. д. [157]

В целях синхронизации работы транспорта и производственных мощностей начали широко применяться подходы «канбан» и «just in time». В контексте производственной логистики, их подход заключался в том, что если основное производство строго придерживается расписания без учета уровня запасов материалов, сырья и комплектующих, то в закупочной и сбытовой логистике перевозки проводятся часто и в строго заданные моменты времени. [50]

К началу 90-х годов компактные и доступные персональные компьютеры стали неотъемлемой частью организации бизнеса, где возникала необходимость в управлении и контроле за производственными, закупочными, распределительными и технологическими процессами. Современное программное обеспечение открыло возможности для управления логистикой с момента закупки материалов до распределения и продаж готовой продукции конечным потребителям. Цифровая информация

стала ключевым элементом современной рыночной экономики. Построение информационного пространства осуществлялось по мере создания глобальных и локальных компьютерных сетей, развития локальных и облачных баз данных, систем и стандартов электронных транзакций. Создание систем электронных банковских операций привело к внедрению в логистике стандартов электронного взаимодействия EDI (Electronic Data Interchange – электронный документооборот), по сути системы электронного документооборота штрих-кодов и систем автоматической идентификации грузов. [97, 140]

Также были внедрены и по сей день успешно используются комплексные корпоративные информационные системы, такие как MRP II (Material Requirements Planning – планирование потребности в материалах), ERP II (Enterprise Resource Planning – планирование ресурсов предприятия), CSRP (Customer Synchronized Resource Planning – планирование ресурсов, синхронизированное с клиентом), APS (Advanced Planning and Scheduling – усовершенствованное планирование), CRM (Customer Relationship Management – управление взаимоотношениями с клиентами) и другие. Это позволило частично решить задачу интеграции управления логистической деятельностью, скоординировать участников логистической цепи и вести непрерывный мониторинг её эффективности.

На следующем технологическом этапе важную роль стали играть средства проектирования и разработки сложных корпоративных информационных CASE (Computer-Aided Software Engineering – средства разработки программных и организационно-управляющих систем) систем, а также методология и стандарты интегрированной логистической поддержки жизненного цикла изделий CALS (Continuous Acquisition and Life Cycle Support – непрерывная информационная поддержка поставок и жизненного цикла изделий). Стала широко распространенной концепция Total Quality Management (TQM) – всеобщее управление качеством. Этот управленческий подход сосредотачивается на повышении качества на всех этапах

производства и доставки продукции потребителю. Это привело к интеграции операционного и производственного управления с логистикой. Рынок стал ориентироваться на нужды и потребности клиентов, предусматривая непрерывный мониторинг и выявление желаний потребителей, оперативную реакцию на изменения и быструю концентрацию ресурсов для выполнения индивидуальных заказов. [149]

Рост соперничества на глобальных рынках, начало вывода товаров с коротким жизненным циклом и повышенные требования к качеству готовой продукции заставили предприятия сосредоточиться на интегрированной логистике и управлении цепями поставок. Время соперничества отдельных компаний уступило место эпохе соперничества их цепей поставок. Непрерывное развитие корпоративных информационных систем, Интернета и мобильных технологий создало новые возможности для повышения эффективности производственных и логистических компаний. Принципы согласования бизнес-процессов, моделей планирования и управления активно развиваются на основе единого обмена информацией между поставщиками и их клиентами на всей логистической цепи. [134]

Данные процессы существуют и развиваются в рамках 3-й промышленной революции. Однако уже в 2011 году на промышленной выставке в Ганновере Правительством Германии был поднят вопрос о необходимости изменения подходов к развитию информационных технологий на производствах, которые в рамках описанных выше подходов достигли пределов своего развития. Встал вопрос не столько о повышении уровня автоматизации отдельно взятых процессов на различных звеньях создания добавленной стоимости, а о превращении традиционных предприятий в «умные», т. е. в предприятия, где автоматизированные средства производства взаимодействуют между собой без участия человека. Были выявлены ключевые технологии, которые легли в основу «новой промышленной революции» – Индустрии 4.0. [123] Ключевые технологии Индустрии 4.0 представлены на рисунке 1.1.

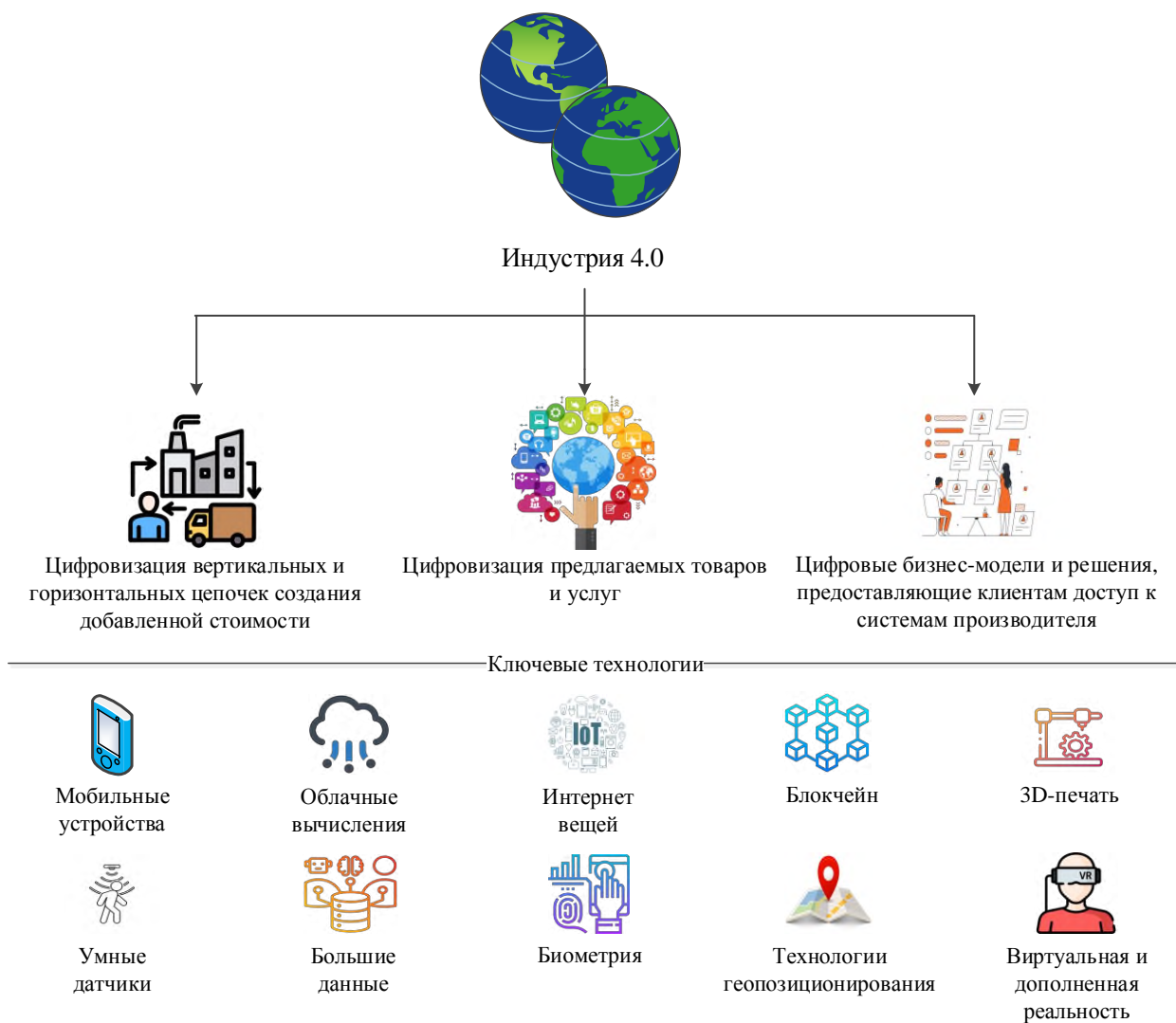


Рисунок 1.1 – Ключевые технологии Индустрии 4.0.

В сегодняшних реалиях материальный мир неразрывно связан с виртуальным. Результатом этой связи стало появление цифровых экосистем. Роботизированное производство, «умные» заводы и цифровая логистика – звенья трансформированной отрасли. Индустрия 4.0 означает все большую автоматизацию абсолютно всех процессов и этапов производства: цифровое проектирование изделия, создание полной цифровой копии (цифровой двойник), совместная работа дизайнеров, инженеров и логистов в единой цифровой среде, удаленное конфигурирование промышленного и логистического оборудования на производстве под технические требования конкретного продукта, автоматический заказ компонентов для сборки в

нужном количестве и «точно в срок», мониторинг пути комплектующих до производства, сборки и поставки готовой продукции до потребителя. [168] Также, в отличие от предыдущих производственной и логистической моделей, производитель контролирует условия эксплуатации готового продукта и осуществляет поддержку, как в офлайн, так и в онлайн режимах, предупреждая о потенциальных неисправностях, и под конец жизненного цикла осуществляет рециклинг, возвращая часть материалов в новый производственный этап.

Сформулированы основные принципы построения Индустрии 4.0, следуя которым предприятия могут внедрять отдельные сценарии четвертой промышленной революции на производствах: [171]

1. Прозрачность. Создание цифровой копии реальных объектов в виртуальной среде, благодаря чему возможна максимально адекватная симуляция реальных процессов, которые происходят с оборудованием, продуктами, производством и цепями поставок.
2. Совместимость. Способность устройств, машин, сенсоров, датчиков и людей взаимодействовать и общаться друг с другом в единой среде с помощью средств интернета вещей (Internet of Things, IoT).
3. Техническая поддержка. Обеспечивает возможность принятия решений на основе собранной информации, в том числе позволяет полностью заместить человека на рутинных и опасных операциях.
4. Децентрализация управленческих решений. Обеспечивает делегирования принятия некоторых решений искусственному интеллекту. Задача состоит в том, чтобы передать принятие решение машине во всех операциях, где не требуется участие человека, или это участие возможно минимизировать. Человеческие ресурсы используются только для контроля или в случае возникновения экстренных ситуаций.

В результате перехода на эти принципы происходит изменение приоритетов. Концепция бережливого производства начинает уступать

концепции выпуска персонализированной массовой продукции по принципам Agile с сохранением и, возможно, снижением издержек за счет роботизации, сокращения числа брака и более эффективного использования ресурсов. Благодаря Agile подходу появляется возможность достичь индивидуального подхода к клиентам и персонализировать заказы согласно личным предпочтениям потребителей. [175] За счет роста числа уникальных опций для своего продукта производитель увеличивает маржинальность бизнеса.

Современные решения по доставке должны соответствовать общемировым тенденциям по внедрению передовых технологий на производствах. Концепция «Индустрия 4.0» направлена на снижение расходов путем автоматизации процессов, устранения избыточных звеньев в бизнес-цепочках и ускорения взаимодействия с потребителями товаров. Эти задачи требуют решения не только в производственных процессах, но и во всех сопутствующих сферах, таких как доставка и складирование. [127] Несоответствие качества доставки и хранения качеству производства способно напрямую влиять на прибыльность бизнеса и понижать его конкурентоспособность.

У бизнеса возникает необходимость оптимизировать затраты на транспортную логистику, используя новые технологии, обеспечивая при этом ее качество и оперативность.

Однако переход на новые производственные и логистические принципы связан с рядом сложностей. Требуются изменения на всех звеньях создания добавленной стоимости. Например, если компания использует старые ERP и CRM системы, то переход может быть невозможен. В случаях индивидуального конфигурирования сотен тысяч изделий требуются программные и аппаратные решения, способные обработать многократно выросший объем данных. [164] Наиболее распространенным решением для перехода является программный комплекс SAP S/4 HANA, поддерживающий технологии IoT и машинного обучения. В отличие от предшествующих систем, S/4 HANA способна осуществлять выгрузку наиболее используемых

кластеров данных в оперативную память многократно ускоряя обработку транзакций. Например, на комплексных производствах наукоемкой продукции система способна выполнять более 10 тыс. материальных транзакций в минуту и осуществлять мониторинг материальных потоков в режиме реального времени. Новая система поддерживает функционал точного планирования производства в рамках всей логистической сети, в том числе на этапе доставки готовой продукции. [177]

На этапе доставки у производителей появляется широкий набор сценариев по оптимизации и сокращению издержек. Следует выделить 3 направления:

- Инвестиции в развитие и цифровизацию собственной доставки;
- Диверсификация доставки, в том числе совмещение собственной логистики и аутсорсинга;
- Аутсорсинг.

При развитии в цифровизацию собственной логистики требуются существенные вложения в актуальные ИТ решения в сферах транспортной и складской логистики. Максимальный экономический эффект в таком случае составляет до 30% снижения операционных затрат как на этапе складирования, так и на этапе транспортировки. При этом экономия на разработке и внедрении ИТ решений может привести, наоборот, к весомым прямым и косвенным потерям. Также, с учетом активной эксплуатации цикл обновления автопарка сокращается до 5–7 лет. [146] При превышении данного порога прямые и косвенные издержки эксплуатации автотранспорта становятся выше затрат на обновление автопарка. В целом ежегодные издержки крупного бизнеса на содержание собственной службы логистики исчисляются миллиардами рублей.

Помимо издержек на парк транспортных средств, открытие и обновление распределительных хабов для бизнеса федерального масштаба является также необходимым условием, так как тренд на децентрализацию логистики делает сортировку, например, только в Москве нецелесообразной. Для повышения

управляемости логистики крупнейшие предприятия зачастую выводят профильные подразделения в отдельные юридические лица. Также, в последние годы наблюдается тенденция, связанная с продажами подконтрольных транспортных компаний крупнейшим независимым операторам в обмен на гарантированное транспортное обслуживание. В таких случаях осуществляется продажа не самого логистического бизнеса, а актива с сервисным контрактом. [9] Часть крупных промышленных и торговых компаний не избавляется от непрофильного бизнеса полностью, отдавая часть логистических операций на аутсорсинг. В рамках аутсорсинга осуществляется взаимодействие с несколькими логистическими операторами одновременно для обеспечения ценового маневра. Тем не менее тренд по выводу логистических операций из бизнеса остается наиболее явным. По различным оценкам использование 3PL и 4PL услуг независимых операторов позволяет экономить от 10 до 30% по сравнению с содержанием собственной транспортно-технологической службы. [48]

Для целей интеграции логистических сервисов в бизнес компаний, не имеющих собственной службы, используются инструменты API (Application Programming Interface – интерфейс прикладного программирования), которые объединяют ERP и CRM системы предприятий и логистических операторов. В зависимости от требований такие API могут обеспечивать взаимодействие предприятий не с одним независимым оператором, а с десятками. В таком случае в систему интегрируется единый тарификатор для быстрого выбора той или иной службы доставки, учитывающий различные параметры – маршрут, мод доставки, сроки, тип груза и т. д. Для целей ведения статистики учитывается KPI (Key Performance Indicator – ключевой показатель эффективности) каждого логистического оператора. Таким образом предприятие получает возможность анализировать как частоту обращения к каждому конкретному перевозчику, так и выявлять проблемы (или негативные отзывы клиентов).

1.2. Особенности формирования грузопотоков и их транспортного обслуживания

РДК являются ключевыми генерирующими мощностями грузопотоков природных ресурсов, направляемых переработчикам сырья на внутреннем и зарубежном рынках. Сам процесс добычи этих ресурсов также требует значительных транспортных затрат. Подготовка, организация и поддержание технологических процессов добычи невозможны без непрерывного транспортного обслуживания. Обычно для этой цели используется автомобильный транспорт из-за его мобильности и гибкости.

Для целей транспортно-технологического обеспечения производственных процессов РДК материнской компанией формируются транспортные структуры, которые обслуживают все профильные дочерние предприятия, рассредоточенные на определенном пространстве, площадь которого зачастую сопоставима с размерами регионов и даже некоторых европейских стран. Эти транспортные структуры выполняют основную часть перевозок, необходимых для поддержания активов материнской компании, и их эффективность непосредственно влияет на производственные процессы и на выработку единицы объема природного ресурса. На рисунке 1.2 представлена динамика себестоимости добычи, включая долю транспортных затрат.

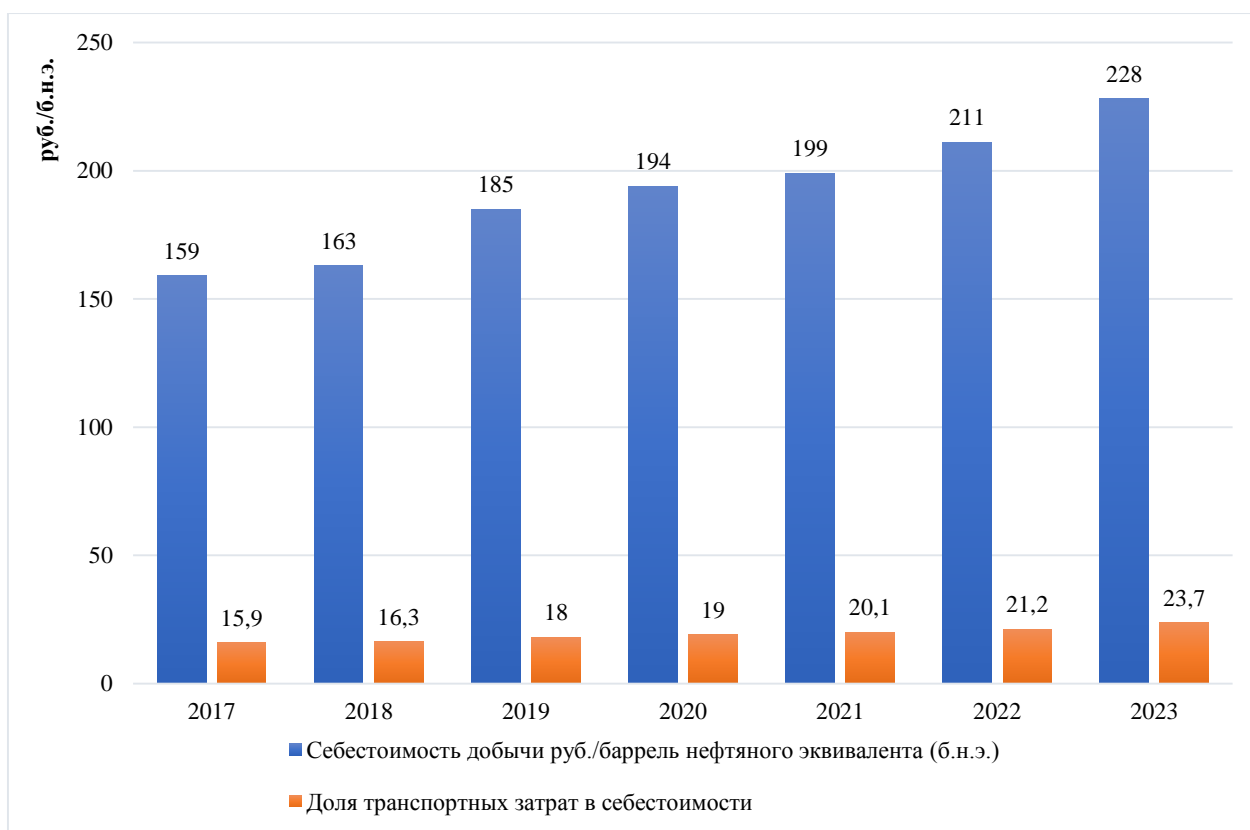


Рисунок 1.2 – Динамика себестоимости добычи продукции РДК. [65]

Кроме автомобильного транспорта, находящегося в собственности транспортных структур РДК, к работе привлекаются внешние логистические операторы различных организационного правовых форм собственности. Весь собственный и аутсорсный автомобильный парк по отношению к предприятиям РДК является технологическим транспортом, который обеспечивает непрерывность производственных и технологических процессов на всех этапах цепочки создания добавленной стоимости.

Основной задачей функционирования технологического транспорта является выбор оптимальных вариантов организации транспортного обслуживания внутрипроизводственной логистики на транспортном пространстве комплекса, видов и этапов подвижного состава, организации путей совместного планирования транспортных, производственных и складских процессов. Это обусловлено тем, что одновременная оптимизация состояния и функционирования технологического транспорта является главным условием достижения эффективности его работы в реально

сложившихся условиях. Одновременно функционирование технологического транспорта должно быть адаптивным и обслуживаемым технологическим процессом основной деятельности РДК.

Приоритет этих процессов должен учитываться и при повышении эффективности работы технологического транспорта, что является его внутренней целью с обязательным количественным выполнением всех требований по транспортному обслуживанию комплекса в целом. Интегральный подход к организации транспортного обслуживания основных производственных процессов комплекса обеспечивает практическую реализацию основополагающих принципов транспортной логистики: надежность и снижение транспортных затрат при обеспечении работы РДК и полном удовлетворении его транспортных потребностей.

Для формирования общих подходов при рассмотрении транспортного обеспечения РДК, в составе которого находится специализированные организации, обслуживаемые технологическим транспортом, необходимо дифференцированное рассмотрение всех направлений деятельности комплекса, сопровождаемых транспортными услугами в соответствии со структурной схемой, представленной на рисунке 1.3. [99]

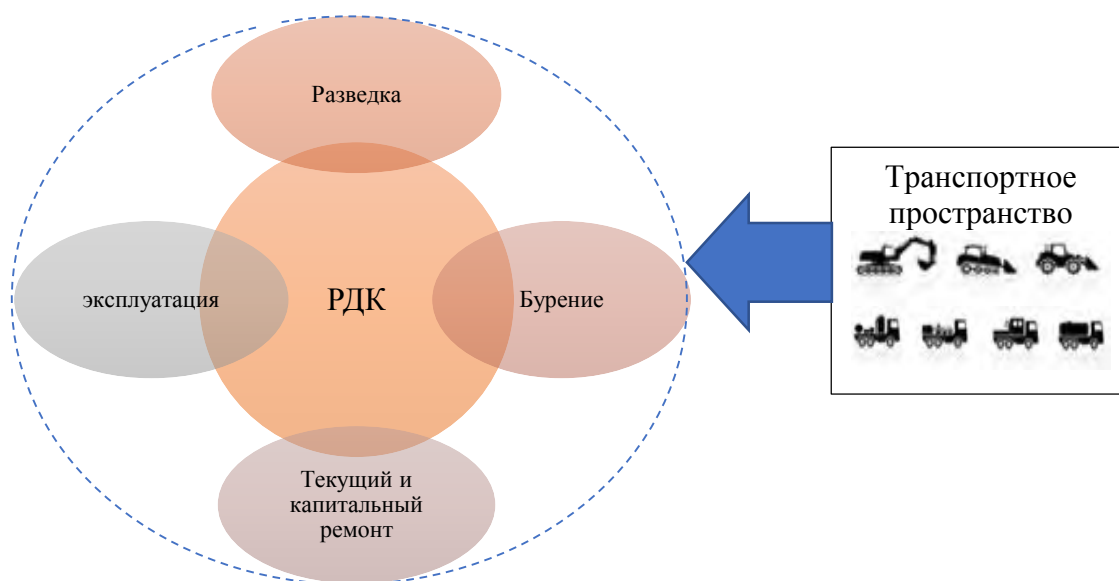


Рисунок 1.3 – Структурная схема организации РДК.

Каждая специализированная организация РДК выполняет свои функции, которые являются типовыми для предприятий РДК конкретной отрасли. Исходя из статистических данных следует, что наиболее транспортоемкой является работа управления интенсификации и ТКРС скважины. Его задачи должны выполняться в соответствии с годовыми планами производства работ по ТКРС, а также с учетом прогнозных данных, которые определяются на основе математической модели. Все работы, проводимые на скважине в указанные нормативные и прогнозные периоды времени, выполняются с применением комплекта бурового и технологического оборудования.

Для управления транспортным обслуживанием внутрипроизводственной логистики РДК определены структура и весовые характеристики одного комплекта бурового и технологического оборудования, которые приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Структура и виды характеристики одного комплекта бурового и технологического оборудования.

Номер в групповой отправки (<i>i</i>)	Наименование (<i>k</i>)	Общий вес (q_i) (тонн)
1	Блок-мост	10
2	Хлористый кальций	20
3	Глина	10
4	Труба бурильная	20
5	Насосно-компрессорная труба	10
6	Передвижная электростанция	12
7	Стрела трубоукладчика	4,5
8	Трактор (бульдозер)	15
9	Емкость для приготовления раствора	3
10	Бойлер (емкость на санях)	5
11	Сани для бурового оборудования	5
12	Сани с трубами БРС	15
13	Дополнительное технологическое оборудование	1,2
	ИТОГО:	130,7

Формирование грузопотоков определяется исходя из особенностей функционирования РДК и отличается от формирования грузопотоков в других видах деятельности.

Перечислим основные особенности РДК, оказывающих значительное влияние на формирование транспортных потоков: [66, 80]

1. Срок службы оборудования РДК в соответствии с нормативной документацией. Оборудование РДК имеет обширную номенклатуру наукоемких изделий, изготовленных разными производителями.
2. Характеристики месторождения. Номенклатура используемого оборудования на РДК зависит от характеристик каждого конкретного месторождения, например глубина залегания, содержание примесей, климатические условия и др.
3. Фактический объем добычи на месторождении. Анализ статистики показывает, что доля транспортных расходов на единицу объема добычи природных ресурсов увеличивается.
4. Управление скважиной и ТКРС. Наиболее транспортноёмкими процессами РДК, нуждающимися в автотранспортном обслуживании, являются производственно-технологические процессы управления интенсификации и ремонта скважин на нефтедобывающем месторождении, входящих в его состав. Основным объемом грузовых перевозок РДК является комплект бурового и технологического оборудования, перевозимый автомобильным подвижным составом в соответствии с графиком ТКРС, находящихся на территории нефтедобывающего месторождения РДК.
5. Транспортная доступность РДК. Транспортно-технологическое обеспечение РДК может быть крайне осложнено отсутствием транспортной инфраструктуры к нефтедобывающему месторождению. Данная особенность обуславливает необходимость предварительной разработки транспортных схем перевозки комплекта бурового и технологического оборудования и оценки их эффективности в

соответствии с коэффициентом соотношения дальности транспортировки к протяженности маршрута.

Для оптимального решения задач транспортно-технологического обеспечения РДК с учетом вышеперечисленных особенностей необходимо проведение ряда мероприятий, связанных с повышением качества управления, в том числе:

- Определение факторов, влияющих на транспортно-технологическое обеспечение РДК;
- Разработка алгоритма процесса качества управления РДК;
- Проведение транспортно-технологической оценки на предмет сокращения транспортной работы и непроизводительных пробегов технологического транспорта для формирования планового графика осуществления ТКРС РДК;
- Планирование процесса ТКРС с учетом имеющихся и предстоящих возможностей снижения затрат на транспортное обслуживание РДК;
- Разработка технологической пошаговой блок-схемы подготовки планов ТКРС, организации его транспортного обслуживания взаимной корректировки на основе сопоставления;
- Пошаговая оценка взаимосвязанных смежных производственно-технологического и транспортно-технологического процессов путем итерации до минимальных транспортных затрат, при полном и своевременном транспортном обеспечении процесса ТКРС для разработки оптимальной схемы транспортного обслуживания;
- Разработка организационно-технологической схемы подготовки заявки на транспортное обслуживание, последовательность ее рассмотрения и принятия окончательного решения для обеспечения исполнения;
- Внесение изменений в работу структур организации планирования и обеспечения взаимодействия производственно-технологического и транспортно-технологического процессов;

- Создание программного продукта управления транспортно-технологическим обеспечением производственных процессов РДК с использованием принципов цифровизации;
- Учет факторов, влияющих на транспортную емкость обслуживания РДК и ситуационный анализ их влияния на процесс транспортного обслуживания;
- Составление рациональной и эффективной транспортной схемы обслуживания транспортного пространства РДК при доставке груза на объект;
- Разработка предложений по изменению существующего способа управления жизненным циклом оборудования РДК для снижения транспортной емкости транспортно-технологического обеспечения производственных процессов.

Таким образом для повышения эффективности работы РДК необходимо проанализировать все особенности его функционирования и на их основе с использованием интеллектуальной системы управления и принципов цифровизации создать систему управления транспортно-технологическим обеспечением производственных процессов РДК.

1.3. Генезис цифровизации и использование интеллектуальных систем управления транспортно-технологическими процессами

Цифровизация – это процесс внедрения современных цифровых технологий во все сферы жизни человека и процессы производства. В глобальном плане цифровизация представляет собой концепцию экономической деятельности, основанной на цифровых технологиях. Ключевыми направлениями цифровизации являются: [130]

- Новые цифровые бизнес-модели;
- Создание цифровых товаров и услуг;
- Управление жизненным циклом продукции;

- Автоматизированный сбор, обработка и хранение информации;
- Цифровое проектирование изделий и продукции;
- Управление производственными процессами и цепями поставок;
- Администрирование;
- Автоматизация ручного труда с использованием робототехники и электронного документооборота.

Компании, наиболее активно развивающие цифровые технологии, вырываются в лидеры отрасли. Логистика входит в ТОП-5 наиболее цифровизированных отраслей в мире. Именно в области логистики значимости систем обработки и анализа данных придается наибольшее значение. [148]

Глобальное движение в сторону цифровизации трансформирует логистическую отрасль. Оно меняет каналы движения товаров, способы поставки и процессы управления цепочками создания добавленной стоимости. Традиционные подходы к формированию цепей поставок уйдут в прошлое, их заменят комплексные системы, включающие процессы производства, потребления и его обслуживания на всех звеньях цепи создания добавленной стоимости.

Уже в ближайшем будущем логистика не будет ограничиваться лишь перемещением материальных ресурсов. Часть логистических потоков будет переориентирована на обмен информацией и создание «цифровых двойников» – виртуальных аналогов реального объекта, которые в своих ключевых характеристиках дублируют его и способны воспроизводить состояние реального объекта при разных заданных условиях виртуальной среды. [36]

Подобные инновации уже сегодня активно используются в сфере дистрибуции медиаконтента, где произошло замещение физических носителей виртуальными объектами. Аналогичные изменения происходят и в других сферах производства и услуг. В будущем, благодаря расширению применения аддитивных методов производства часть продукции, доставка которой осуществлялась только физически, перейдет в цифровое

пространство. Например, появится возможность производства значительной части строительных материалов не на специализированных производствах, а непосредственно на объектах строительства. Еще в 2014 году китайская компания Shanghai WinSun Decoration Design Engineering начала осуществлять 3D печать целых зданий, что на 50% снизило стоимость строительства, на 60% сократило затраты материалов и на 80% повысило производительность труда. [183] В перспективе 10–15 лет логистика стройматериалов, вероятно, изменится полностью.

В традиционной логистике существует 4 уровня аутсорсинга логистических услуг. На первом уровне (1PL) производитель осуществляет логистические обслуживание собственных процессов самостоятельно. Второй уровень (2PL) предполагает осуществление процесса перевозки внешним оператором, однако организация цепи поставок остается прерогативой грузоотправителя. Третий уровень логистики (3PL) — это полный аутсорсинг логистики и управления операционной деятельностью оператору. Четвертый уровень логистики (4PL) отличается тем, что логистический оператор становится неотъемлемой частью клиентского процесса, управляя всеми логистическими операциями. Цифровизация логистики включает переход на уровень 5PL, где оператор предлагает свои услуги через единую интегрированную информационную платформу. Эволюция уровней аутсорсинга логистических услуг с учетом концепции «Индустрии 4.0», включающая цифровую логистику, представлена на рисунке 1.4. [10]

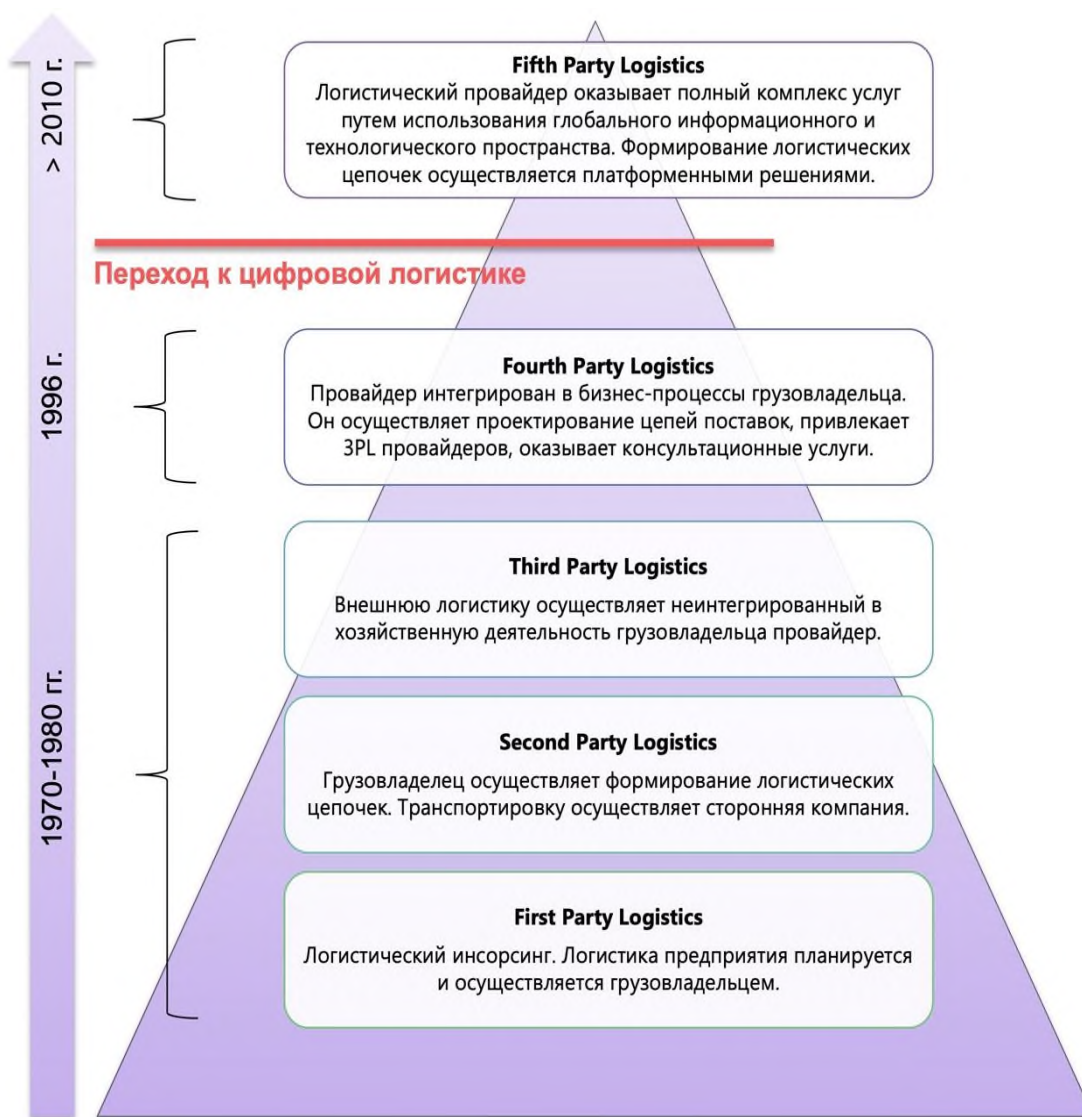


Рисунок 1.4 – Эволюция уровней аутсорсинга транспортно-технологических услуг с учетом концепции «Индустрии 4.0».

Платформы или, иными словами, платформенные решения преобразуют логистику традиционную в «логистику как услуга» (Logistics as a service). Их появление, в первую очередь, направлено на достижение эффекта «сжатия пространства» между производителем и потребителем товаров. Сами разработчики платформ не являются производителями каких-либо материальных ценностей, но они предоставляют эффективные способы взаимодействия с потребителем, обеспечивая конкурентное и прозрачное ценообразование. Косвенным эффектом является усиление локальных и международных связей. [173]

Развитие электронной коммерции и повышение требований к транспортировке, хранению и доставке стимулируют логистических операторов к повышению конкурентоспособности и внедрению новых технологий. Когда какой-либо игрок логистического рынка создает платформу, ей начинают пользоваться и другие игроки рынка, прежде всего, маленькие и средние компании, не имеющие собственных ресурсов для разработки, но способные оперативно перестроить свои бизнес-процессы. Использование таких платформ дает им конкурентные преимущества сразу «из коробки», так как за сравнительно низкую цену платформы они имеют весь необходимый пакет инструментов для работы – системы электронного документооборота, аналитику, базы данных и т. д. [6] В отличие от традиционной модели дистрибуции товаров, предполагающей высокие требования к планированию и формированию запасов на случай волатильности спроса, платформенные решения позволяют эффективнее планировать запасы, тем самым значительно снижать издержки на хранение. Таким образом, в ряде случаев традиционные решения не способны конкурировать с операторами, перешедшими на платформу. Также, при разработке платформенных решений повышается эффективность работы с массивами больших данных при создании новых услуг и оптимизации логистических потоков. Если отдельные решения способны улучшить только какой-либо определенный бизнес-процесс, то платформенные решения делают возможным достижение нескольких целей одновременно. Таким образом платформенные решения позволяют оперативно и эффективно интегрировать бизнес-процессы участников цепочки поставок, контролировать запасы и предоставлять дополнительные индивидуальные услуги.

Примером платформенных решений в логистике могут служить такие сервисы как TRAFFIC от VIA-Technologies. Платформа, по аналогии с Яндекс.Такси и Uber осуществляет подбор только тех перевозчиков, которые соответствуют критериям поиска грузоотправителя. За время

функционирования платформа обеспечила сокращение времени простоев автопарка на 50%, снижение нагрузки на персонал на 30%, вдвое сокращено время подбора подвижного состава. [178]

Для конечных потребителей взаимодействие с оператором через платформу дает возможность отслеживать все возможные предложения на рынке, позволяя выбирать наиболее подходящее, по аналогии с экраном GDS (Global Distribution System – глобальная дистрибуторская система) в гражданских авиаперевозках.

Следует ожидать, что платформенные решения внесут огромные изменения во все сферы экономики Российской Федерации, в том числе и в сферу добычи нефти и газа благодаря необходимости разработки и внедрения широкого набора «сквозных» технологий, перечисленных в Программе «Цифровая экономика России»: [147]

- Большие данные;
- Искусственный интеллект и нейротехнологии;
- Блокчейн;
- Квантовые вычисления;
- Новые производственные технологии;
- Сенсорика и робототехника;
- Беспроводная связь;
- Промышленный интернет и интернет вещей;
- Дополненная и виртуальная реальность.

В краткосрочной и среднесрочной перспективах две последние из вышеперечисленных технологий окажут наиболее заметное влияние на логистику. Пример – доставка товаров до потребителя «от двери до двери», или так называемая доставка на «последней миле». На сегодняшний день этот этап транспортировки все еще полностью зависит от человеческого труда. Он несет на себе большую часть затрат и в итоге определяет удовлетворенность клиентов. Автоматизация и цифровизация процессов доставки на «последней

миле» позволит покупателям выбрать наиболее подходящий вариант получения заказа, а логистическим операторам – сократить одну из самых крупных статей расходов, на которую приходится до 50% от общих издержек на логистику. [35] Уже сейчас, наряду с традиционными способами доставки грузов – по почте, через сеть постаматов или курьером, получает распространение использование дронов, роботизированных тележек и беспилотных колесных транспортных средств. Интернет вещей уже в краткосрочной перспективе сделает возможным контроль процесса доставки в режиме реального времени. Логистические операторы смогут аккумулировать данные с датчиков и данные о клиентах, что расширит перечень специальных и упреждающих сервисов доставки как в B2B, так и в B2C сегментах рынка.

Мировым лидером использования дронов для доставки грузов на «последней миле» является Amazon. Использование малых беспилотных летательных аппаратов позволило компании осуществлять доставку грузов в день заказа и в 85% случаев снизить затраты до минимума. [176] В Китае для нужд розничной торговли дроны активно использует сервис JD.com. Не отстают от зарубежных лидеров и российские логистические операторы. Успешные испытания дрона инкассатора проводил Сбербанк, а Яндекс уже запустил пилотное использование автономных колесных транспортных средств в некоторых районах Москвы.

Помимо этого, логистические компании активно рассматривают возможность перевода транспортных средств, использующих традиционные виды топлива на альтернативные. Многие из них планируют замену в своем автопарке на электромобили. Они не только оценивают преимущества использования электромобилей из-за легкости технического обслуживания и снижения расходов, но и стремятся быть в курсе глобального тренда на охрану окружающей среды, подтверждая свою ответственность и стремление к снижению вредных выбросов.

Помимо доставки грузов на этапе «последней мили» технологии интернета вещей могут использоваться при производстве и складировании запасов. Складская логистика уже делает скачок на новый уровень развития. Активная информатизация управления складами и их автоматизация становится главным трендом развития. Она охватывает все больше и больше процессов, меняя концепцию работы складов. В первую очередь, речь идет о методе сборки заказов, когда не человек движется к товару, а товар движется к человеку. Новые технологии внедряются даже в такой сложный и трудоемкий процесс, не приносящий реальной прибыли, как инвентаризация. В настоящее время появляются технологии складской инвентаризации при помощи дронов. Для ее проведения склады приостанавливали работу, переставая обслуживать клиентов до тех пор, пока не пересчитают все хранящиеся материальные ценности. Использование дронов позволяет провести нудную монотонную работу максимально качественно, не используя персонал. Достаточно запустить дрон со сканером со специальным программным обеспечением, и он проведет инвентаризацию сам. Кроме того, данная технология позволяет выполнять эту работу когда угодно, с любой периодичностью, по группе товаров выборочно или по всему складу, не останавливая работу склада в целом. Необходимо только отслеживать, чтобы при размещении товаров штрих-коды находились в зоне видимости дрона. [44, 45, 74]

Постоянно появляются новые решения, повышающие эффективность работы – более совершенные сканеры, QR-коды со все большим объемом данных и т. д. IT-технологии постепенно забирают на себя и функции контроля и обеспечения безопасности. Новые технологии в сфере видеонаблюдения способны в автоматическом режиме определять, где могут возникать опасности краж, анализировать все движения, выявлять наиболее рискованные места в организации перемещения товаров и сотрудников по складу, а также делать определенный анализ происходящего и своевременно об этом оповещать. Специализированные программы дают объективный

анализ рисков, который позволяет принимать правильные управленческие решения.

Важным трендом складской логистики является сокращение потребности в больших складских площадях. Инновации производственных процессов сокращают количество расходных материалов и комплектующих, а многие товары физически уменьшаются в размерах. Например, у электромобилей отсутствует как минимум треть деталей, используемых в традиционных автомобилях. Это означает сокращение объемов хранения и транспортировки в глобальном масштабе.

Таким образом, автоматизация и роботизация эффективна там, где нужно совершать простые операции, повторяющиеся постоянно или периодически. Роботы незаменимы в хорошо отлаженных процессах, не требующих частых изменений. Техника может выполнять функции автономно по заранее заданному алгоритму. Можно сказать, что новые девайсы ускоряют все процессы, благодаря чему сокращаются издержки на складскую логистику.

Автоматизация играет ключевую роль при поставке материальных ресурсов и комплектующих с производственного склада на производственную линию. Использование роботизированных систем подачи комплектующих на производственную линию помогает сократить риски простоев и повысить гибкость в управлении запасами на складах производства. Эксплуатация роботизированных систем погрузки-разгрузки полностью автоматизирует процессы комплектования и упаковки. В результате появляется возможность сквозного контроля и гибкого управления всеми звеньями цепи поставки, минимизируется риск срыва графиков транспортировки и перемещения товаров, которые приводят к усиленному отрицательному эффекту будущего периода, а именно, когда незначительные, на первый взгляд, задержки в начале цепи поставки приводят к лавинообразным задержкам поставки готовой продукции. Автоматизация этих процессов способна снизить операционные издержки на 20%. [1, 121] А глубокая синхронизация роботизированных систем на складах краткосрочного хранения и

производстве позволяет полностью отказаться от складов долговременного хранения.

Технологии дополненной реальности также станут одной из важнейших составляющих логистики. Несмотря на то, что виртуальная и дополненная реальность сегодня используется в основном в сфере развлечений, в будущем большая часть проектных и инженеринговых работ будет производиться с использованием решений, поддерживающих данные технологии. Внедрение единой виртуальной платформы у финишера, его поставщиков и логистических операторов обеспечит абсолютное взаимодействие в рамках совместных работ, связанных с разработкой новых продуктов и их перемещением в пространстве в материальном или виртуальном виде. Сократятся стоимостные и временные затраты на прототипирование и испытания, увеличится производительность труда, сократятся циклы производства и вывода продукции на рынок, повышая конкурентоспособность и гибкость производителей. Преобразования логистических решений во времени с повышением уровня цифровизации представлены на рисунке 1.5.

[73]



Рисунок 1.5 – Преобразования логистических решений с повышением уровня цифровизации.

Цифровизация поможет решить актуальные проблемы современной логистики, такие как отсутствие полноценной ИТ-интеграции всех участников цепи поставок, высокая фрагментация логистического рынка, а также дисбаланс между спросом и предложением на логистические услуги.

При этом, следует отметить, что несмотря на многообещающие преобразования в логистике, связанные с цифровизацией, логистическому рынку, особенно крупным операторам, присуща некоторая латентность во внедрении инноваций. За последние 10 лет инвестиционные компании во всем мире вложив цифровые логистические стартапы более 1 млрд долл. США. При этом объем инвестиций традиционных операторов в цифровые стартапы менее 10% от вышеуказанной суммы. Поэтому несмотря на то, что цифровизация – это залог сохранения и развития бизнеса в меняющемся мире, доля транспортных и логистических компаний, оценивающих свой текущий уровень цифровизации как продвинутый составляет около 30%. Таким образом, далеко не все операторы готовы перестраивать отлаженные бизнес-процессы. Причем данная проблема касается не только операторов, действующих на территории Российской Федерации, но и в мире. В странах ЕС и США многие логистические операторы даже не начали перевод своей деятельности на «цифру». Например, водители вместо того, чтобы получать карту маршрута, например, на планшет или смартфон, получают ее в виде перечня адресов на бумаге. То же касается инвойсов и деклараций – вместо электронной подписи используется бумага и ручка. Таким образом в ряде случаев цифровизация ограничивается сайтом и базовыми платформенными решениями, но все внутренние процессы действуют по технологиям 20–30-летней давности. [11, 22, 24, 33]

Тем не менее, помимо роста конкуренции в мире существует ряд драйверов развития цифровизации в логистике. В России такими драйверами являются цифровая эволюция и Национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации». В сфере логистики целый ряд вопросов всегда инициируется государством и не может быть решен без его

вмешательства. Примером могут служить системы обязательной маркировки товаров «Честный знак» и перспективный государственный сервис «Безбумажные перевозки пассажиров и грузов». [147]

Первая система обязует всех игроков рынка осуществлять маркировку товаров, которая будет гарантировать подлинность и качество товара. В настоящее время она обязательна для табачной продукции, обуви и лекарственных препаратов. Вторая обеспечит онлайн оформление документов для грузовых перевозок на автомобильном транспорте, в том числе, при оформлении документации для международных перевозок.

Помимо этого, для повышения конкурентоспособности и снижения затрат российские перевозчики, крупнейшие ритейлеры, а также добывающие и перерабатывающие компании применяют мультиагентные технологии на основе искусственного интеллекта, системы управления транспортом TMS (Transportation Management System) и складами WMS (Warehouse Management System). По различным оценкам логистическим операторам удастся снизить затраты по отдельным направлениям на 10–35%. [42, 60, 179, 181]

Активно присутствуют на рынке цифровых решений для логистики и сотовые операторы. Внедрение в логистику решений на базе интернета вещей сокращает издержки на топливо, ремонт подвижного состава и простои, значительно снижается аварийность, а соответственно и затраты на страховку. В отдельных случаях уже в первый месяц внедрения экономия достигает 15%. [129]

В будущем именно темпы внедрения цифровых технологий изменят расстановку сил в транспортной логистике, так как клиенты начинают выбирать тех операторов, которые обеспечивают максимальное удобство и полную прозрачность процессов при минимальной цене.

1.4. Риски транспортно-технологического обеспечения производственных процессов

Современные предприятия, в том числе предприятия РДК, вынуждены функционировать в условиях высокой неопределенности, растущей конкуренции и изменений в мировой политике. РДК подвергается различным угрозам и рискам, которые могут повлиять на устойчивость развития. Устойчивость развития, как правило, определяется многими факторами, но основным является конкурентоспособность. А в современных реалиях достижение конкурентоспособности без цифровизации невозможно.

В настоящее время динамика развития инновационной активности в добывающей промышленности не находится на желаемых уровнях роста. Можно выделить следующие причины, которые препятствуют развитию цифровизации и переходу к Индустрии 4.0:

- Устаревшая нормативно-правовая база, не соответствующая новым реалиям;
- Отсутствие единых стандартов и требований к программам развития цифровизации и их реализации;
- Дефицит специалистов и недостаток соответствующих образовательных программ.

Следует отметить, что переход к стандартам цифровой экономики несет и некоторые негативные последствия, в том числе дефицит ресурсов, необходимых для внедрения инноваций в различные сферы экономики, возможную безработицу в традиционных отраслях, исчезновение ряда профессий и необходимость подготовки новых кадров. Растут требования к кибербезопасности и повышается зависимость отраслей от развития информационных технологий. [7, 118, 125]

В целом факторы рисков цифровизации можно распределить на следующие уровни:

- Внутренние риски ресурсодобывающих организаций;
- Риски микроуровня;

- Риски мезоуровня;
- Риски макроуровня;
- Риски мегауровня.

Среди внутренних рисков ресурсодобывающих организаций выделяются:

- Внедрение новых решений в производственные процессы;
- Необходимость полного переформатирования организационной структуры;
- Построение новых цифровых взаимосвязей между всеми подразделениями предприятий РДК;
- Рост зависимости от темпов развития информационных технологий;
- Риски кибербезопасности;
- Необходимость выделения дополнительных финансовых средств для разработки и внедрения инструментов цифровизации и Индустрии 4.0.

Риски микроуровня связаны с проблемами интеграции единых цифровых сред у всех основных стейкхолдеров и создания платформ для взаимодействия организации с поставщиками, логистическими операторами, потребителями и регуляторами, в частности:

- Формирование пула новых поставщиков оборудования, которое соответствует производственным целям и задачам;
- Внедрение эффективной платформы для взаимодействия с поставщиками;
- Разработка новых политик безопасности;
- Применение новых технологий в логистических процессах и создание соответствующей платформы, встраивающей все виды транспорта и участников перевозочного процесса;
- Отсутствие цифрового взаимодействия с регуляторами и недостаточно эффективная нормативно-правовая база в этой части. [70, 91]

Риски мезоуровня предприятий РДК зависят от способности и институциональной среды регионов, где они функционируют, разрабатывать

и внедрять инновационные технологии. В частности, на этот уровень также следует включить риски, связанные с ограниченностью источников финансирования инновационных проектов, сложность привлечения иностранных инвестиций, а также недостаточное развитие практик государственно-частного партнерства.

К рискам макроуровня относятся внутривластные и социальные риски, в частности следует выделить изменение федеральной нормативно-правовой базы, недостаточную ориентацию страны на инновационную модель развития, а также общее негативное отношение общества к цифровизации, например, по причине боязни потери рабочих мест.

Риски мега уровня характеризуются общими изменениями трендов развития крупнейших мировых экономик.

Менеджмент рисков в современных реалиях является основным инструментом устойчивого развития для любой компании, особенно для добычных и перерабатывающих компаний. Но он должен применяться комплексно и систематично, иначе теряет свою эффективность. В условиях высокой неопределенности управление рисками позволяет организации идентифицировать угрозы и выработать эффективные методы контроля за возможными уязвимостями. Интеграция современных практик управления рисками является не просто еще одной современной тенденцией, а ключевым элементом защиты стейкхолдеров и выгодоприобретателей организации. Учитывая важность данного направления, были разработаны подходы, учитывающие накопленный мировой опыт, в том числе:

- Корпоративное управление рисками (FERMA RMS – Federation of European Risk Management Association – Risk Management Standard), которое базируется на основах традиционного риск-менеджмента. Это четко структурированный подход, который объединяет стратегии, бизнес-процессы, технологии, знания и человеческие ресурсы в единую экосистему с целью выявления и управления неопределенностями и их последствиями. [133]

- Интегрированная модель (Integrating with Strategy and Performance. The Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission (COSO)). Отражает конкретные указания и рекомендации по созданию интегрированной системы управления рисками в рамках организации. [166]
- Стандарт ISO 31000:2018 (Risk Management – Guidelines). Устанавливает унифицированные управленческие принципы и предписания, носящие общий характер по формированию инфраструктуры риск-менеджмента. Содержит поэтапные рекомендации по разработке и реализации системных и логических процессов, которые необходимы для осуществления эффективного риск-менеджмента. [172]

В рамках Индустрии 4.0 хозяйствующие субъекты будут вынуждены разрабатывать иные подходы для управления рисками, поскольку при цифровизации кардинально преобразуются профили неопределенности, а также возникают новые категории организационных рисков.

1. Перерывы на производстве. Является одним из основных рисков. Влечет за собой сбой всех производственных процессов по причине внешних воздействий, в том числе, пожаров, стихийных бедствий, наводнений, взрывов, а также сбоев в цепи поставок.
2. Хакерские атаки. Рост зависимости от информационных технологий приводит к росту рисков, связанных с информационной безопасностью. Последствия данного риска наиболее чувствительны для предприятий, поскольку приводят к огромному экономическому и репутационному ущербу. Кибер-инциденты включают в себя также отказы техники и человеческий фактор.
3. Форс-мажор и стихийные бедствия. Данный риск приводит к материальным и экономическим потерям для бизнеса, общества и экологии. Особенно проявляется в тех регионах, где развитие инфраструктуры отстает от темпов урбанизации.

4. Изменения нормативно-правовой базы. Включает в себя изменения в налоговом, трудовом и торговом законодательстве. Часто связано с введением протекционистских мер для защиты отечественных производителей. Как правило, такие меры приводят к потере конкурентоспособности для бизнеса и финансовым потерям для государства.
5. Изменение конъюнктуры рынка. Колебания курсов валют, процентной ставки, изменение цен на энергоносители и флуктуация на рынках ценных бумаг приводят к финансовым потерям и невозможности точно спрогнозировать последствия.
6. Пожар. Один из крупнейших рисков для бизнеса, так как является причиной риска возникновения перерывов на производстве.
7. Внедрение новых технологий. Возможности, которые потенциально может получить бизнес благодаря новым технологиям огромны. В то же время новые технологии в силу, именно, своей новизны требуют значительных капиталовложений, которые могут не окупиться в будущем.
8. Изменение климата. Данный риск не может быть проконтролирован компанией, но может иметь меньшие последствия благодаря подготовке.
9. Репутационные последствия. Эти риски включают в себя нарушения техники безопасности и охраны труда, имеющие последствия для здоровья и безопасности персонала, партнеров и потребителей. Негативная информация в эпоху доступного Интернета и распространения социальных сетей может иметь тяжелейшие последствия для бизнеса.
10. Дефицит кадров. На рынке труда наблюдается недостаток квалифицированных сотрудников, имеющих компетенции, соответствующие требованиям Индустрии 4.0. Конкуренция работодателей за профессионалов, обладающих знаниями и опытом в

сфере искусственного интеллекта, машинного обучения и управления рисками многократно возросла.

Помимо этого, происходит кардинальное изменение самого понятия риска. В рамках Индустрии 4.0 речь идет о цифровом риске, который целесообразно определять как влияние неопределенности на результативность, обусловленное цифровизацией внутри и вне организации. В ближайшем будущем на смену традиционным программным продуктам для управления рисками будут использовать полуавтоматические и автоматические библиотеки, генерируемые из больших данных, что позволит обладать знаниями об угрозах в режиме реального времени. [41, 86]

Основополагающими процессами риск-менеджмента станут:

- Управление данными;
- Использование информационных технологий в бизнес-процессе управления рисками;
- Аналитическая работа, формирование сложных математических моделей и использование искусственного интеллекта для целей прогнозирования;
- Визуализация негативных последствий в виртуальном пространстве и платформах дополненной реальности;
- Построение новых организационных связей.

К сожалению, в силу ряда обстоятельств, в том числе по причине того, что, занимаясь цифровизацией, бизнес еще не смог полноценно рассмотреть возникающие риски, уровень готовности предприятий к условиям высокой неопределенности можно оценить как низкий. Однако с течением времени и роста применения инструментов Интернета вещей качество данных будет расти. Это приведет к качественному наполнению базы данных ERP систем для точного прогнозирования рисков и принятия проактивных решений, в том числе и в автоматическом режиме с использованием инструментов искусственного интеллекта, тем самым, предотвращая рискованные события на ранней стадии. [139]

Таким образом, можно сформулировать ряд тенденций развития риск-менеджмента в эпоху цифровизации:

1. Интеграция управления рисками с бизнес-процессами организации.
2. Ориентирование на развитие риск-ориентированной культуры, которая представляет собой формирование образа мышления, системы корпоративных ценностей и свода правил поведения, которым следуют все сотрудники компании.
3. Автоматизация управления рисками и принятия управленческих решений.
4. Повышение эффективности использования ресурсов для управления рисками.
5. Построение проактивного подхода управления рисками и идентификация симптоматики возникающего риска на ранней стадии с помощью инструментов больших данных, предиктивной аналитики и современных методов анализа бизнес-процессов, например HAZOP (исследование опасности и работоспособности), HACCP (анализ опасности и критических контрольных точек), RCA (анализ первопричин), FMEA (анализ видов и последствий отказов), SWIFT (структурированный анализ сценариев по принципу «что, если?»), 5 почему и т.д. [126]

Отдельно от традиционного риск-менеджмента и рисков, связанных с непосредственно цифровизацией РДК, следует рассмотреть недавно выявленные риски, связанные в том числе с распространением COVID-19. Согласно докладу о глобальных рисках Всемирного экономического форума именно риски возникновения пандемий, социальное неравенство, недостаточная устойчивость развития общества и связанные с ними риски отказов кибербезопасности станут главными глобальными рисками на ближайшие 10 лет. Пандемия COVID-19 выдвинула на первый план слабые места в системе здравоохранения, подходах к организации трудовых бизнес-процессов и безопасности сети Интернет. В частности, в связи с ростом

активности использования Интернет-ресурсов в период массовой изоляции значительно выросло число кибератак. В целях ответа на данный вызов международной организацией по стандартизации совместно с Международной электротехнической комиссией была опубликована новая техническая спецификация ISO/IEC TS 27110 «Информационная безопасность, кибербезопасность и защита конфиденциальности. Руководящие указания по разработке основ кибербезопасности». Эта спецификация представляет собой согласованный на международном уровне минимальный набор концепций и определений для гармонизации подходов к обеспечению безопасности в сети Интернет. Техническая спецификация ISO/IEC TS 27110 дополняется новым стандартом ISO/IEC TS 27100 «Информационная технология. Кибербезопасность. Обзор и концепции.», в котором дается определение кибербезопасности и определяется ее контекст с точки зрения управления рисками информационной безопасности, когда информация находится в цифровой форме, а также выявляются взаимосвязи между информационной безопасностью и кибербезопасностью. [169]

Для РДК России пандемии по примеру COVID-19 способны нанести разрушающий удар. Так в период массовой изоляции населения снижение мобильности достигло таких масштабов, что в марте 2020 года российская марка нефти Urals упала в цене до \$18,64 за баррель, а в апреле 2020 года майские фьючерсы на американскую марку нефти WTI упали до \$-40 за баррель, что является рекордно низким показателем. [145] Несмотря на то, что данное событие носит скорее технический характер, риск возникновения новых пандемий способен нанести непоправимый ущерб как для мировых экономик, так и для РДК в частности.

Помимо глобальных рисков, связанных с пандемией COVID-19, особое внимание необходимо уделить рискам, которые связаны с растущим санкционным давлением на Россию, которое ощутимо меняет ландшафт ведения бизнеса для РДК как в части доступности технологий, так и в части перестроения старых логистических цепочек. Такие ограничения еще сильнее

повышают важность развития процессов цифровизации отраслей, так как цифровизация является инструментом повышения эффективности, т. е. экономического роста интенсивного типа, а не экстенсивного, завязанного на повышение производительности путем увеличения численности ресурсов.

ГЛАВА 2. МЕТОДОЛОГИЯ ОРГАНИЗАЦИИ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ РЕСУРСОДОБЫВАЮЩЕГО КОМПЛЕКСА

2.1. Информационные потоки и их роль в транспортно-технологическом обеспечении производственных процессов

Еще в недавнем прошлом проблемы управления транспортно-технологического обеспечения производственных процессов касались преимущественно физических и материальных потоков, информации отводилась второстепенная роль. В традиционном транспортно-технологическом обеспечении производств информационный поток мог как опережать материальный, так и следовать одновременно с ним и после него. Направление информационного потока по отношению к материальному могло быть как прямым, так и встречным:

- Опережающий информационный поток во встречном направлении содержал, как правило, сведения о заказе;
- Опережающий информационный поток в прямом направлении содержал предварительные сообщения о прибывающем грузе;
- Одновременно с материальным потоком могла идти информация в прямом направлении о количественных и качественных параметрах материального потока;
- Вслед за материальным потоком во встречном направлении проходила информация о результатах приемки груза по количеству, по качеству, разнообразные претензии и подтверждения. [90]

Сегодня мир находится на рубеже, когда информационные потоки в логистике становятся приоритетными, а управление транспортно-технологическим обеспечением трактуется как процесс управления информационными ресурсами. Зависимость информационного потока от материального и наоборот становится все менее очевидной. Чтобы быть конкурентоспособным в среде с высоким уровнем макроэкономической и

геополитической неопределенности, предприятия РДК должны уметь прогнозировать то, какие технические сбои могут возникнуть в будущем и с какими барьерами на всей цепи поставок придется столкнуться для непрерывного обеспечения необходимым оборудованием автомобильным транспортом.

В будущем, при развитии технологий аддитивного производства, когда данный производственный метод выйдет за рамки прототипирования, вполне вероятно, что логистика материальных потоков будет важна только для сырья и сверхсложных наукоемких продуктов. Все остальное будет возможно напечатать на 3D-принтере непосредственно на объекте, загрузив полученную спецификацию от разработчика, не дожидаясь доставки компонентов в готовом виде. Например, значительную долю запчастей для нефтяного и горно-шахтного оборудования, аппаратов добывающей промышленности, бурового и дробильно-сортировочного оборудования можно будет изготовить непосредственно на месте добычи, не останавливая процессы РДК. [2]

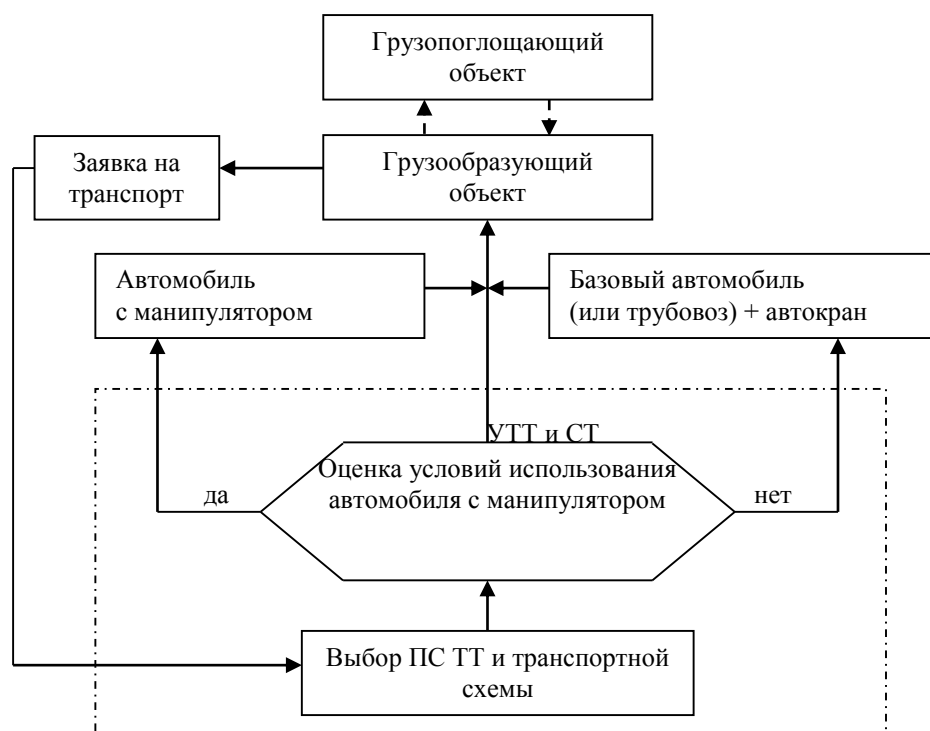
Поэтому ключевой задачей управления транспортно-технологическим процессом становится изучение информационной среды и выявление потенциальных угроз внутренней и внешней сред. Система управления транспортно-технологическим обеспечением производственных процессов РДК путем анализа внутренней и внешней среды должна выявлять вероятные технические сбои и прогнозировать жизненный цикл продукции таким образом, чтобы обеспечить бесперебойную работу РДК путем поставки необходимых комплектующих с использованием автомобильного транспорта. Для этого должна быть разработана методология анализа изменения информационной среды объектов РДК и обслуживающих их логистических систем.

Чтобы информационные потоки и поступающая по ним информация отвечали требованиям системы управления транспортно-технологическим обеспечением производственных процессов РДК, а также поддерживали необходимый уровень контроля и прогнозирования событий, они должны

опираться на такие принципы как доступность, прозрачность, точность, гибкость, своевременность и оперативность. Быстрый доступ к информации непосредственно влияет на скорость ответов на запросы и способность усовершенствовать стратегии управленческих решений. Следует отметить, что информация о состоянии груза или его местоположении должна быть доступна независимо от физического присутствия менеджера или грузоотправителя. Это необходимое условие для повышения устойчивости деятельности объектов РДК и их управляемости. Информационный поток должен отражать как текущие показатели, так и их динамику, включая возможности прогнозирования. Для эффективной работы цифровизации необходимо, чтобы точность показателей, рассчитанных с помощью математической модели в информационной системе, составляла не менее 70%. [106, 110, 112] Такая высокая точность входящих данных снижает уровень неопределенности на всей логистической цепочке обеспечения производственно-технологических процессов.

Своевременность поступления данных является одним из показателей качества системы управления. Чем меньше проходит времени между наступлением реального события и отражением этого события в информационной системе, тем выше эффективность системы. Автоматически генерируемая отчетность позволяет оперативно выявлять проблемы и снижать потенциальные издержки с этими проблемами связанные.

Информационные потоки становятся приоритетными, а управление транспортно-технологическим обеспечением трактуется как процесс управления информационными ресурсами, позволяющие выявлять вероятные технические сбои и прогнозировать жизненный цикл оборудования таким образом, чтобы обеспечить бесперебойную работу (Рисунок 2.1).



УТТ и СТ – управление технологического транспорта и спецтехники;

ПС ТТ– подвижной состав технологического транспорта;

----- - контур формата принятия решения по выбору транспортных средств;

————— - информационная связь.

Рисунок 2.1 – Deskриптивная схема подготовкe перевозного процесса с указанием в заявке условий его выполнения.

Гибкость информации определяется возможностью полностью удовлетворить информационные потребности грузоотправителя, логистического оператора и заказчика. Качество функционирования информационной системы также определяется полнотой ответов на те запросы, которые она обрабатывает. Важной тенденцией развития информационных систем является снижение влияния человеческого фактора и в идеальных условиях роль человека должна сводиться к нулю. Тем не менее, в экстренных условиях влияние человека должно оставаться абсолютным, даже если система обладает или будет обладать инструментами искусственного интеллекта для автоматического принятия управленческих решений. Системы должны оперативно обнаруживать экстренные ситуации в

автоматическом режиме и своевременно уведомлять пользователей. В связи с этим возникает необходимость в построении такой транспортно-технологической системы управления, которая выявит и корректно идентифицирует все события, которые требуют внимания. [31]

Выборочные наблюдения и научно-прикладные расчеты позволяют сделать вывод, что используемые в настоящее время нормативы для планирования работы технологического транспорта являются завышенными, в которых не выделены простои подвижного состава в ожидании завершения организационно-технологических операций, сопутствующих транспортировке и после ее окончания. Это указывает на наличие резервов в использовании технологического транспорта и механизмов (ТТиМ) РДК.

Поэтому необходимо выявить качественное влияние всех факторов на транспортную емкость отдельной скважины. Для этого в работе использованы натурные наблюдения и статистические исследования, которые позволяют учесть раздельное и совокупное влияние установленных факторов. Все полученные статистические данные были обработаны с применением математических методов. На основе собранных данных о транспортной емкости (в машино-часах), времени движения транспортных средств и известных расстояниях вычисляются средние значения скорости доставки:

$$V_{Ti} = \frac{l_i}{t_i^d}, \quad (2.1)$$

где l_i – расстояние, пройденное единицей подвижного состава на i -м маршруте (км);

t_i^d – продолжительность движения на i -ом маршруте (час).

Полученное значение V_{Ti} используется для составления рабочей таблицы, предварительное значение интервалов (девиации скоростей доставки) для которой определяется по формуле Г.А. Стреджерса [104]:

$$C_u = \frac{(V_{max} - V_{min})}{(1 + 3,332 \lg n)}, \quad (2.2)$$

где V_{max}, V_{min} - соответственно максимальная и минимальная скорости, полученные в процессе исследований (км/час);

n – число проведенных наблюдений (общее количество полученных значений средней скорости выполняемых ездов).

При исследовании работы технологического транспорта для скважин месторождений РДК, было получено 418 значений скорости доставки КБиТО и материалов на скважины (V_{Ti}). Причем V_{max} составляла 45 км/час, а V_{min} – 10 км/час. Величина интервала согласно формулы (2.2) $C_u = 5$ км/час, а число разрядов $K = 8$.

Результаты вычислений приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Рабочие результаты вычислений

№ разряда	Интервал скорости доставки (км/час)	Среднее значение интервала скорости (км/час)	Эмпирическая частота (η_i)
1	2	3	4
1	5-10	7,5	7
2	10-15	12,7	16
3	15-20	17,5	30
4	20-25	22,5	120
5	25-30	27,5	138
6	30-35	32,5	74
7	35-40	37,5	27
8	40-45	42,5	6

Для графического отражения полученных результатов расчет теоретических частот, для построения выравнивающей кривой, приведен в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Эмпирические частоты (η_i) эксперимента

Среднее значение интервала, км/час	7,5	12,5	17,5	22,5	27,5	32,5	37,5	42,5
Эмпирическая частота (η_i)	9,8	15,8	35,1	114,2	138,5	68,5	36,8	5,3

Средняя скорость доставки представляет собой случайную величину, поэтому фактические скорости транспортировки КБиТО могут отличаться от средней эксплуатационной, что подтверждено практическими наблюдениями.

Гистограмма распределения скважин по скорости доставки КБиТО, транспортными средствами и выравнивающая теоретическая кривая, приведены на рисунке 2.2.

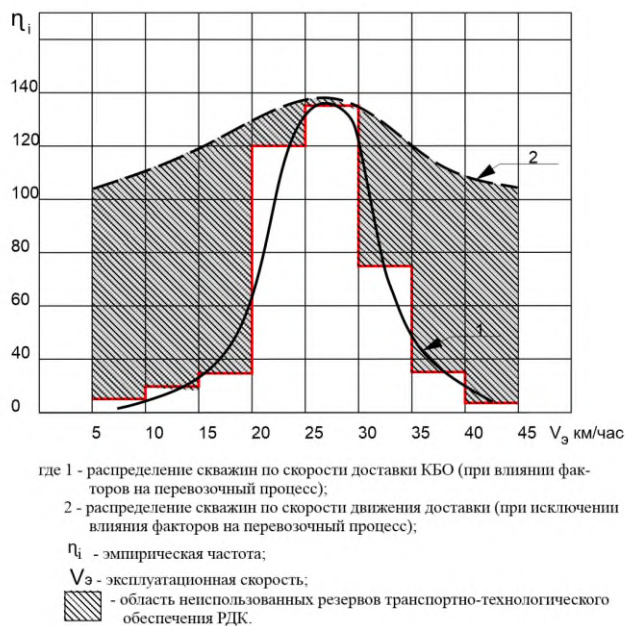


Рисунок 2.2 – Гистограмма распределения скважин по скорости доставки КБиТО транспортными средствами с выравнивающей теоретической кривой.

Представленная зависимость показывает, что транспортные средства доставляют груз на объект (скважину) с разной скоростью (и временем доставки), что влияет на транспортную емкость их обслуживания. Вместе с тем этот фактор (скорость доставки) не является определяющим в транспортной емкости обслуживания скважины.

Эмпирические данные (обработки путевых листов) показали, что общая продолжительность нахождения транспортных средств на маршруте зависит, главным образом, от подготовленности груза к транспортировке, времени его погрузки и разгрузки, при доставке груза на место назначения.

Это подтверждает правильность рабочей гипотезы и необходимость разработки методологии транспортно-технологического обслуживания РДК, направленной на минимизацию транспортной емкости его производственных процессов путем комплексного планирования перевозочного процесса в единстве с ними.

Основными элементами информационной системы являются система управления базой данных (СУБД), сама база данных (БД), частично выгруженная в оперативную память и большие данные (Big Data), которые представляют собой неупорядоченный массив информации. Создавая СУБД и БД, разработчики стремятся создавать алгоритмы, которые упорядочат и выведут информацию по любым произвольно заданным признакам. Данные могут обрабатываться как централизованно, так и распределено с локальным и удаленным доступом. Системы централизованных БД с сетевым доступом предполагают возможность использования различных архитектур, включая облачные. Концептуальный уровень БД и СУБД должен соответствовать логическому подходу представления данных в интегрированном виде. Внутренний уровень БД и СУБД отражает требуемую организацию данных в системе хранения и должен соответствовать физическому подходу представления запрашиваемых данных. [61]

Схема управления транспортно-технологическим обеспечением производственных процессов РДК представляет собой пошаговую последовательность действий, состоящую из прогнозирования событий, планирования, реализации процесса обеспечения, анализа результатов и, в случае необходимости, корректировки. Схема представлена на рисунке 2.3.



Рисунок 2.3 – Последовательность действий управления транспортно-технологическим обеспечением производственных процессов РДК.

Управление транспортно-технологическим обеспечением имеет сложную структуру и может состоять из нескольких уровней, отличающихся по дополнительным признакам, например, по параметрам оборудования РДК, используемого на различных месторождениях. Для того чтобы увеличить эффективность работы системы управления транспортно-технологическим обеспечением производственных процессов РДК, принимается во внимание вся цепочка добавления стоимости, включающая в себя объект управления и управляющую часть. На каждом уровне системы управления реализуется набор функций, входящих в пошаговую последовательность действий. Также возникает необходимость в разработке основных принципов функционирования оператора РДК, которые можно было бы отразить в модели с учетом существующих взаимосвязей различных бизнес-процессов. Современные подходы имитационного и математического моделирования достаточно эффективны для анализа наиболее сложных и проблемных бизнес-

процессов. Существует два основных метода моделирования бизнес-процессов, структурный и объектно-ориентированный. Метод, который первоначально изучает объект моделирования и затем разрабатывает детальное описание всех бизнес-процессов, является структурным. С помощью данного метода можно построить модель в виде иерархических диаграмм, иллюстрирующую все функции системы и их взаимосвязи. На данный момент наиболее широко используемой методологией для структурного анализа управленческих систем является SADT (Structured Analysis and Design Technique). Эта технология включает стандарты такие как IDEF (Integrated Computer Aided Manufacturing Function Modeling) для функционального моделирования интегрированного автоматизированного производства, DFD (Data Flow Diagram) для диаграммы потоков данных, ERD (Entity-Relationship Diagram) для диаграммы «сущность-связь» и STD (State Transition Diagram) для диаграммы перехода состояний.

Методология объектно-ориентированного моделирования бизнес-процессов отличается от структурного подхода высоким уровнем абстракции, основываясь на представлении системы как набора взаимодействующих объектов, которые обмениваются сообщениями. Эти объекты могут представлять как конкретные предметы, так и абстрактные сущности, такие как клиенты, заказы, продукция и другие элементы. Визуальное представление конечной модели в объектно-ориентированном подходе не существенно отличается от структурной модели и представлено в виде диаграмм, соответствующих используемой нотации и правилам моделирования. Примерами объектно-ориентированного моделирования могут служить методология UML (Unified Modeling Language – унифицированный язык моделирования) и BPMN (Business Process Model & Notation – нотация и модель бизнес-процессов). Использование объектно-ориентированных моделей не исключает построения структурированных диаграмм. Наоборот, различные концепции и нотации способны дополнить

друг друга для представления наиболее точной модели, что критически важно при процессах цифровизации. [5]

Моделирование бизнес-процессов, помимо операционного управления активно используется и в стратегическом управлении, что важно для задач, стоящих в данной работе. С помощью современных управленческих инструментов возможно осуществлять гибкое регулирование и оперативные изменения в организации, которые будут отвечать внешним вызовам и повышать конкурентоспособность. При стратегическом управлении необходима фиксация текущих задач организации, чтобы достичь поставленных целей в будущем, исходя из того, что условия функционирования будут постоянно меняться, что особенно актуально для предприятий РДК.

Тем не менее, стратегическое управление не способно обеспечить точное прогнозирование. Помимо этого, существуют определенные сложности в части его применения на уровне текущей операционной деятельности в силу отсутствия системы описаний с указанием детальных шагов по решению задач. Таким образом многократно возрастает роль контроля и прогнозирования. Автоматизация этих процессов требует огромных усилий и затрат. Необходимо создание и внедрение технических и технологических решений, в частности прогнозирование жизненного цикла и риска возникновения отказов оборудования РДК со своевременным транспортно-технологическим обеспечением производственных процессов для бесперебойного функционирования предприятия.

Основой для этих решений являются концепции CALS и PLM (Product Lifecycle Management – управление жизненным циклом изделия), которая, в целом, повторяет CALS.

Концепция CALS представляет собой совокупность принципов и технологий информационной поддержки жизненного цикла продукции во всех звеньях цепочки создания добавленной стоимости. Главной целью внедрения CALS является минимизация затрат на проектирование и

разработку изделия, а также, в рамках данной работы, сокращение потерь предприятий РДК, связанных простоем оборудования в ожидании поставки новых комплектующих. CALS позволяет существенно сократить сроки освоения производства новых изделий, способствует полной цифровизации технической документации и обеспечивает более высокий уровень логистического обеспечения. Эффективность предприятий, которые внедрили концепцию CALS, повышается за счет того, что характеристики изделий и описание всех производственных процессов сохранены в унифицированном электронном формате и доступны всем участникам цепочки создания добавленной стоимости. С точки зрения технологического подхода данная концепция базируется на комплексном наборе интегрированных информационных моделей продукции, его производственной и эксплуатационной среды. Благодаря применению сетевых технологий и стандартизированных форматов хранения данных появляется возможность для совместного использования информации и корректной интерпретации данных.

Концепция CALS также является основой для создания виртуальных производств, в которых изготовление спецификаций для станков и фрезеров с числовым программным управлением (ЧПУ) может быть распределено в пространстве и времени между разными проектными группами. Для полноценной работы CALS требуется обширная программная поддержка, которая включает 2 группы инструментария.

К первой группе относятся программные продукты, необходимые для создания, обработки, конвертации информации об изделиях и производственных процессах, которые не относятся напрямую к реализации CALS. В частности, в данную группу можно включить офисные пакеты, CAD (Computer-Aided Design – система автоматизированного проектирования) решения для автоматизации конструирования и изготовления проектной документации, CAE (Computer-Aided Engineering – система автоматизированного инженерного анализа) решения для автоматизации

инженерных расчетов и процессов эскизного проектирования, САМ (Computer-Aided Manufacturing – система автоматизированного производства) решения для автоматизации технологических процессов производства и ERP решения для автоматизации задач планирования, управления запасами, ресурсами и транспортом.

Ко второй группе относятся программные продукты напрямую связанные с CALS. Например, PDM (Product Data Management – система управления данными об изделии) решения для менеджмента данными об изделии и его конфигурации, Work Flow решения для управления потоками задач при внесении изменений в технической документации, а также решения управления жизненным циклом и функционального моделирования бизнес-процессов.

Обеспечивая скоростной обмен данными, концепция CALS дает следующие преимущества для транспортно-технологического процесса:

- Возможности для выполнения сложных проектов несколькими группами одновременно;
- Прямое или косвенное управление предприятиями, осуществляющими поставку комплектующих или оборудования для РДК в рамках всей цепочки поставок, что позволяет производить необходимые модификации в зависимости от характеристик месторождения;
- Повышение качества комплектующих и готовой продукции для целей РДК;
- Повышение эффективности логистической поддержки и снижение соответствующих затрат за счет сокращения запасов и построения оптимальной маршрутной сети для транспортно-технологического обеспечения РДК.

Исходя из вышперечисленных преимуществ, концепции CALS и PLM являются неотъемлемой частью цифровизации транспортно-технологического обеспечения производственных процессов РДК и должны быть постепенно внедрены на всех этапах цепочки создания добавленной

стоимости как на уровне предприятий РДК, так и на уровне поставщиков оборудования. [77]

2.2. Концепция системы управления транспортно-технологическим обеспечением производственных процессов и разработка ее математической модели

Производственный процесс в части транспортно-технологического обеспечения РДК представляет собой движение материального и информационного потока от начального до конечного пункта.

Транспортная составляющая логистики исследуется математическими методами. Математическая модель дает возможность оценить в динамике влияние множества факторов и их сочетаний на транспортно-технологическое обеспечение РДК. Первое математическое исследование транспортно-технологических потоков было сделано Ф. Хейтом, который создал соответствующий самостоятельный раздел в прикладной математике. В настоящее время получили распространение две группы математических моделей:

- Детерминированные (с жестко заданными параметрами);
- Вероятностные (стохастические).

Данные модели отличаются между собой подходом к решению математической задачи. [144]

Несмотря на то, что математические модели в транспортной логистике используются продолжительное время, в этой области остается множество вопросов. В связи со сменой промышленной парадигмы и появлением концепции Индустрии 4.0 математическое моделирование переживает серьезные преобразования. В частности, появляются совершенно новые инструменты моделирования, такие как искусственный интеллект и вычислительные сети. Таким образом, назрела необходимость принципиальной смены методик по изучению транспортно-технологических потоков РДК. Это касается, в том числе осуществления анализа и контроля за текущими операциями, а также прогнозирования транспортных потоков для

целей повышения эффективности и снижения издержек. Изменениям должен подвергнуться и транспортно-технологический поток, включая зависимости плотности транспортных потоков от их интенсивности на заданных участках. [122]

В соответствии с гипотезой Б. Кернера построение фундаментальной диаграммы транспортно-технологических потоков устойчивых скоростей для синхронизированной фазы движения невозможно. Синхронизированная фаза движения представляет собой устойчивый транспортный поток, который склонен к синхронизации скоростей движения всех транспортных средств.

Однако по мере анализа данных и накопления опыта появилась другая гипотеза, которую выдвинул Мурашковский Ю. С., согласно которой до создания математической модели транспортных потоков необходимо найти минимальную модель. Эта гипотеза основана на аналогии с гидродинамической моделью Уайтхилла-Уизема, которая претерпела изменения от статического описания функциональных связей к динамическому взаимодействию на временной и пространственной основе. Первым исследователем в России, занимающимся разработкой математических моделей анализа транспортных потоков, был Г.Д. Дубелир, который в 1912 году начал изучение пропускной способности транспортных артерий и их пересечений.

В настоящее время управление и математический анализ транспортных (материальных) потоков невозможно представить без информационных технологий, которые используются для формирования информационных потоков, необходимых для обеспечения процессов анализа, контроля и прогнозирования. Информационные потоки, которые прямо или косвенно связаны с перевозочным процессом делятся на потоки микро- и макроуровня. [132]

На микроуровне происходит обработка информационных потоков каждого индивидуального транспортного оператора, участвующего в процессе перевозки. На этом уровне формируются внутренние

информационные потоки, связанные с текущей операционной деятельностью предприятия, а также внешние потоки, касающиеся коммерческой деятельности и взаимодействия с контрагентами. Внутренние потоки включают вертикальные элементы, такие как приказы, распоряжения и отчеты, а также горизонтальные потоки, направленные на согласование действий. Вертикальные потоки определены инструкциями соответствующих органов власти (как правило, законодательных и фискальных), а также локальными нормативными документами (ЛНД), принятыми на уровне организации. В отличие от строго формализованного вертикального информационного потока, горизонтальные информационные потоки могут принимать различные формы, содержание и формат которых зависит от степени интеграции современных технологий внутри РДК и обслуживающих его предприятий.

К макроуровню относятся потоки регионального, государственного и межгосударственного уровней, влияние на которые со стороны предприятий РДК весьма ограничено. Тем не менее, развитие внешнеторговых связей на всех уровнях создания добавленной стоимости может значительно повлиять на развитие макроуровня.

Важной задачей, направленной на повышение эффективности транспортно-технологического обеспечения производственных процессов РДК, является разработка интегрированной информационной системы. Эта система будет способствовать цифровизации всех ключевых бизнес-процессов, включая операции учета и первичной обработки документов. На этой основе происходит построение иерархической пирамиды информационно справочных систем, баз данных, СУБД и надстроек, обеспечивающих необходимый функционал по анализу, планированию и прогнозированию транспортно-технологического обеспечения. Главной задачей этой системы должна стать направленность информации потребителю, т. е. лицу, принимающему управленческие решения. Таким образом упреждаются любые неблагоприятные события при планировании

или организации перевозок оборудования для РДК. В качественном отношении поступающая информация также должна быть дифференцирована. Например, на справочную, операционную (включая информацию о текущей работе на местах) и специальную (включая информацию необходимую для принятия решений). Последняя является результатом работы вычислительных мощностей всей системы, начиная с низшего уровня пирамиды и отличается значительной наукоемкостью. Построение самой иерархической пирамиды осуществляется с ее основания. Так как транспортно-технологическое обеспечение производственных процессов РДК сопровождается огромным массивом документации основной проблемой становится обеспечение корректного документооборота и проактивного реагирования на ошибки, которые потенциально могут сорвать поставку оборудования для РДК и привести к сбоям в работе. В сложных логистических цепочках данная проблема может привести к полному обесценению технологических и финансовых преимуществ разрабатываемой системы. Для обеспечения устойчивости транспортно-технологического обеспечения РДК транспортные потоки должны непрерывно развиваться. Для этого необходимо проведение соответствующего анализа:

- Оценка эффективности работы транспортно-технологического обеспечения РДК по существующим направлениям;
- Оценка возможностей совершенствования механизмов транспортно-технологического обеспечения РДК;
- Оценка успешности преобразований транспортно-технологического обеспечения РДК в выбранных направлениях.

Для разработки и определения концепции управления транспортно-технологическим обеспечением производственных процессов РДК необходимо внести изменения в информационные системы, используемые в рамках всех производственных бизнес-процессов РДК. До недавнего времени цель информационных систем заключалась в мониторинге материальных потоков. В реалиях сегодняшнего дня системы управления переживают

трансформацию. Приоритетными становятся информационные потоки и их управление.

Для организации процесса управления транспортно-технологическим обеспечением производственных процессов РДК необходимо решение следующих задач:

- Выявление приоритетных бизнес-направлений и их характеристик;
- Предварительный прогноз значений характеристик бизнес-процессов с учетом имеющихся статистических данных;
- Проведение аналитической работы и выявление потенциальных рисков;
- Осуществление проверочных мероприятий;
- Расчет корректировочных показателей;
- Составление прогноза на основе скорректированных показателей;
- Консолидация полученных данных для целей принятия управленческих решений.

Управление РДК характеризуется сложной иерархической структурой. Управленческая структура может включать набор бизнес-процессов и подпроцессов, соответствующих определенным направлениям деятельности. Система управления транспортно-технологическим обеспечением производственных процессов РДК должна охватывать каждый из этих бизнес-процессов и подпроцессов, учитывая их цели. Такие цели могут включать повышение рентабельности, снижение затрат, увеличение объемов производства, минимизацию простоев и уменьшение влияния человеческого фактора. Данные цели могут быть описаны с помощью показателей, имеющих количественное значение. Решение задач управления наиболее актуально в узлах, которые характеризуются повышенными рисками. Речь может идти о любых видах и классификациях рисков.

От численности узлов, где возникают наиболее существенные риски, зависит потенциальная устойчивость системы управления транспортно-технологическим обеспечением производственных процессов РДК.

Существенность рисков определяется потенциальными потерями в бизнес-процессах.

После выявления узлов, где возникают максимальные риски, алгоритм системы должен применить необходимые проверочные мероприятия. В основе проверочных мероприятий лежат алгоритмы, которые подтверждают или опровергают выполнение поставленных управленческих целей.

В настоящем исследовании предлагается сформировать механизм, обеспечивающий корреляцию информационных и материальных потоков. Цель данного механизма состоит в возможности проведения анализа бизнес-процессов в режиме онлайн. Анализ бизнес-процессов включает сравнение расчетных данных с фактическими, выявление причин возникших отклонений, проведение корректировок и составление обновленных прогнозов в соответствии с данными корректировками. С учетом этого, система управления транспортно-технологическим обеспечением производственных процессов РДК должна обеспечивать возможность индивидуальной настройки каждого бизнес-процесса.

Предлагается следующий подход к анализу бизнес-процессов с целью контроля и прогнозирования. Предварительно необходимо определить уровень автоматизации всех бизнес-процессов. Далее формируется список тех бизнес-процессов, которые не могут быть подвергнуты изменениям, а также перечень узлов, в которых возникают максимальные риски. Разработка методики в обязательном порядке предполагает формирование системы показателей, которые описывают подпроцессы и оценивают их эффективность.

Процессы необходимо разложить на этапы, выделив из них наиболее важные. Для каждого процесса наиболее важные этапы должны быть определены в зависимости от характеристик этой операции, маршрута, вида транспорта, особенностей месторождения и других показателей.

Далее, в целях реализации системы управления транспортно-технологическим обеспечением производственных процессов РДК очень

важно выявить подпроцессы, которые уже автоматизированы полностью или частично, подпроцессы, которые можно оперативно автоматизировать, а также подпроцессы, которые в силу своей специфики не могут быть автоматизированы. Кроме этого, существуют подпроцессы, автоматизация которых нецелесообразна, так как требует существенных финансовых затрат, либо является чрезвычайно трудоемкой. Подпроцессы такого рода будут исключены при формировании системы управления транспортно-технологическим обеспечением производственных процессов РДК.

Для наиболее существенных рисков необходимо в подпроцессах определить ключевые узлы управления. Именно в этих узлах будут осуществляться проверочные мероприятия на соответствие фактических показателей нормативным.

Оценка результатов работы транспортно-технологического обеспечения РДК должна производиться на основе количественных и качественных показателей. Система управления транспортно-технологическим обеспечением производственных процессов РДК должна функционировать путем выбора ключевых показателей для каждого процесса и подпроцесса. Измерение и оценка результатов, которые основаны на количественной оценке деятельности транспортно-технологического обеспечения РДК будет производиться путем анализа данных показателей.

Указанные выше параметры процессов контролируются через последовательные шаги, включающие мониторинг фактического выполнения каждого этапа, что позволяет корректировать исходные показатели по необходимости. В случае необходимости корректировки производится повторный расчет первоначальных показателей. Скорректированные показатели проверяются системой управления транспортно-технологическим обеспечением производственных процессов РДК на предмет отклонений. Если разница незначительна, система продолжает работу в обычном режиме и сообщает о завершении проверочных мероприятий. В случае значительных отличий производится повторный расчет, и его результаты подвергаются

повторному тестированию. В том случае, когда проверочные мероприятия приводят к успешному результату, система управления транспортно-технологическим обеспечением производственных процессов РДК функционирует в соответствии с заданным алгоритмом.

Таким образом система управления транспортно-технологическим обеспечением производственных процессов РДК может быть описана математическими методами, которые отражают взаимосвязи бизнес-процессов и подпроцессов, возникающих на производственных процессах РДК. В основе математических методов лежит многофакторный анализ, который позволяет определять зависимости от каждого отдельного фактора и их комплексной взаимосвязи.

Для целей графического представления бизнес-процессов транспортно-технологического обеспечения РДК используется математический граф, преимущество которого состоит в возможности описывать наиболее сложные структуры данных. Математический граф является одним из основных инструментов, которые используют при решении задач искусственного интеллекта и представляет собой систему произвольных объектов с учетом их взаимосвязей по аналогии с нейронными сетями.

Основными характеристиками графа являются вершины и ребра, которые представляют собой элементы нелинейной базы данных. Вершины, т. е. объекты имеют многоуровневую топологию, а ребра, являющиеся системой взаимосвязей между объектами, визуализируют направление информационных потоков.

В результате, полностью построенный математический граф, содержащий всю информацию о транспортно-технологических процессах, дает возможность определить узлы возникновения рисков, проанализировать влияние этого риска и смоделировать систему таким образом, чтобы ее архитектура максимально эффективно решала поставленные задачи.

Наиболее эффективно представление алгоритма в информационно-графическом виде, который по своей сути является упрощенной моделью

графа. Понятие графа над базовым множеством определяется как $IG = \langle W, V \rangle$. Изображается в виде вершин (полюсов), некоторые из которых соединены линиями. Затем выбирается некоторый полюс, который называется корнем, а остальные полюса называются листьями и им приписываются записи из некоторого множества X . Некоторые вершины сети являются переключательными и им приписываются переключатели $V = \{v_i, i \in I\}$. Ребра, исходящие из каждой переключательной вершины, нумеруются подряд, начиная с 1 и называются переключательными ребрами. Остальные вершины называются предикатными, которым приписываются предикаты из множества $W = \{w_j, j \in J\}$, где I и J являются конечными множествами. [3, 84, 136, 143]

Система управления транспортно-технологическим обеспечением производственных процессов РДК визуализируется графом, представленным на рисунке 2.4.

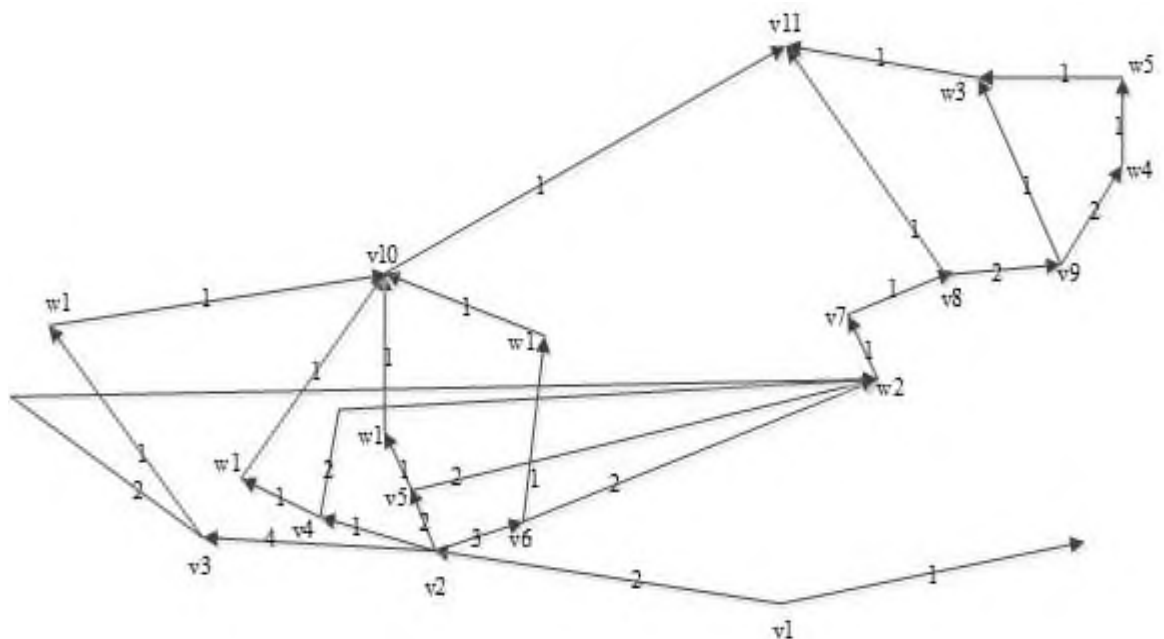


Рисунок 2.4 – Математический граф системы управления транспортно-технологическим обеспечением производственных процессов РДК.

Обозначим последовательность информационных потоков графа системы управления транспортно-технологическим обеспечением производственных процессов РДК:

- Вершина v_1 – узел контроля бизнес-процессов на предмет необходимости принятия управленческих решений;
- Ребро 1 от вершины v_1 – бизнес-процессы, не подлежащие контролю;
- Ребро 2 от вершины v_1 – бизнес-процессы, подлежащие контролю;
- Вершина v_2 – запуск системы управления транспортно-технологическим обеспечением производственных процессов РДК;
- Ребро 1 от вершины v_2 – оценка параметров процессов, формирующих набор подпроцессов;
- Ребро 2 от вершины v_2 – оценка параметров процессов на предмет необходимости автоматизации подпроцессов;
- Ребро 3 от вершины v_2 – оценка параметров процессов, в которой возникает узел принятия решений в его подпроцессах, т. е. узлы возникновения максимальных рисков;
- Ребро 4 от вершины v_2 – определение параметров подпроцессов;
- Вершины v_3, v_4, v_5, v_6 – узлы проведения проверочных мероприятий параметров процесса на первом шаге;
- Ребро 1 от вершин v_3, v_4, v_5 и v_6 – выявление параметров процессов, по которым пересчет и корректировка завершены;
- Ребро 2 от вершин v_3, v_4, v_5 и v_6 – выявление параметров процессов, по которым пересчет и корректировка не завершены;
- Вершина w_1 – узел завершения расчета заданных параметров;
- Вершина v_{10} – узел сбора и консолидации успешно рассчитанных параметров;
- Вершина w_2 – узел сбора и консолидации параметров процессов, которые должны подвергнуться дальнейшей корректировке;
- Вершина v_7 – узел расчетных и корректировочных операций;

- Вершина v_8 – узел проведения проверочных мероприятий параметров процесса на втором этапе;
- Ребро 1 от вершины v_8 – выявление параметров процессов, по которым пересчет и корректировка завершены;
- Ребро 2 от вершины v_8 – выявление параметров процессов, по которым пересчет и корректировка не завершены;
- Вершина v_9 – узел повторных расчетных и корректировочных операций;
- Вершина w_3 – узел завершения повторного расчета заданных параметров с указанием несущественных отклонений;
- Вершина w_4 – узел необходимости повторного расчета заданных параметров из-за превышения уровня допустимых рисков;
- Вершина w_5 – узел проведения проверочных мероприятий всех параметров процесса на третьем этапе;
- Вершина w_{11} – узел окончания системы управления транспортно-технологическим обеспечением производственных процессов РДК.

Опишем принцип построения и воплощения математического графа. На первом этапе вводится понятие задачи информационного поиска. Эта задача, основанная на теории оптимизации, состоит в управлении процессом приближения поисковой системы к объекту на основе частичной априорной информации. Целью поиска является обнаружение нужного объекта, достигаемое при выполнении определенных критериев завершения. Часто используемым методом для решения таких задач является метод поиска по ключу. Его суть заключается в том, что каждый объект обладает уникальным идентификатором (ключом), таким как порядковый номер, серийный номер, уникальное имя и т. д. Суть данной задачи можно сформулировать следующим образом: необходимо найти в множестве ключей, составляющих базу данных, ключ, идентичный ключу из запроса. Это и есть суть задачи информационного поиска.

Построение математического графа позволяет оптимизировать процесс поиска необходимых данных. В ходе исследования предлагается формализовать задачу информационного поиска путем привязки множества объектов поиска (ответов на запросы) к множеству запросов. Если обозначить через \mathbf{b} множество объектов поиска, а через \mathbf{a} множество запросов, получим бинарное отношение, когда запись \mathbf{b} удовлетворяет запросу \mathbf{a} , где $\mathbf{a}*\mathbf{b}$ – декартово произведение, с помощью которого определяются все возможные комбинации запросов и ответов на запросы. Задачей информационного поиска называют следующую формулу:

$$\delta = (\mathbf{a}, \mathbf{b}, \theta) \quad (2.3)$$

где \mathbf{a} – это множество запросов, \mathbf{b} – множество записей, θ – отношение поиска. Также, при более глубокой задаче поиска могут формироваться подмножества, тогда формула будет иметь следующий вид:

$$\delta_x = (\mathbf{a}, \mathbf{b}, \theta) \quad (2.4)$$

где \mathbf{x} – подмножество.

Следующим шагом будет решение задачи информационного поиска, результатом которого должно быть нахождение корректного ответа на запрос. Считается, что алгоритм поиска решает задачу информационного поиска, если на любой запрос из множества запросов \mathbf{a} он выдает все те и только те записи из \mathbf{x} , которые удовлетворяют запросу. Таким образом задача информационного поиска примет следующий вид:

$$X_{x,\theta}(\mathbf{a}) = \begin{cases} \mathbf{1}, & \text{если } \mathbf{a}\theta\mathbf{x} \\ \mathbf{0}, & \text{в противном случае} \end{cases} \quad (2.5)$$

Результат равен 1 на тех запросах, которым удовлетворяет запись x . Тогда можно сказать, что алгоритм, решающий задачу информационного поиска $\delta_x = (a, x, \theta)$, где $x = \{x_1, x_2, \dots, x_k\}$, – ни что иное как алгоритм, реализующий систему функций $\{a_{x1,\theta}, a_{x2,\theta}, \dots, a_{xk,\theta}\}$.

На основании вышеизложенного можно сделать вывод, что математический граф является эффективным инструментом построения концепции системы управления транспортно-технологическим обеспечением производственных процессов РДК. Также, математический граф может использоваться как графическое представление автоматизированной системы, использующей функции искусственного интеллекта для принятия управленческих решений.

Для корректировки плановых поставок оборудования на РДК и прогнозирования спроса на него используется математическая модель. Эта модель позволяет оценить потенциальный спрос на оборудование со стороны оператора РДК и оптимизировать логистику на основе данных, полученных с ее помощью. Потенциальный спрос может быть представлен в виде нормативного показателя при использовании математических методов.

Рассмотрим математические модели, которые используются для вычисления стандартных показателей и применяют различные подходы в зависимости от характеристик данных. Если характеристики исходных данных известны, применяется детерминированная математическая модель, которая не учитывает случайные изменения показателей, влияющие на результаты моделирования.

Если невозможно представить величину как постоянную и детерминированную, тогда для описания потребности используются статистические данные, извлеченные из имеющихся данных, с применением вероятностных распределений.

данном исследовании предпочтительно применять вероятностное распределение, так как для решения математической модели используются статистические данные об эксплуатации оборудования РДК.

Поставлена задача по расчету нормативных показателей, включая прогнозирование потребности в комплектующих для РДК и численность подвижного состава. Доставка осуществляется преимущественно автомобильным транспортом от поставщиков, заказ формируется на основе данных, получаемых от центров управления РДК. Для осуществления поставленной задачи необходимо:

- Осуществить поиск альтернативных решений;
- Установить ограничения, которым должно удовлетворять возможное решение;
- Выявить критерии, по которым будет осуществляться отбор решений.

При изменении начальных условий возможные дополнительные элементы могут быть идентифицированы в процессе поиска оптимального решения. В задачах принятия решений альтернативы обычно зависят от определенного набора переменных, которые могут быть формализованы как ограничения и критерии через соответствующие математические функции. Это приводит к созданию математической модели с переменными, ограничениями и набором критериев, известной как целевая функция. Решение такой математической модели представляет собой комбинацию значений переменных, которая оптимизирует критерии согласно поставленным задачам, таким как оценка потенциального спроса на оборудование РДК в заданных рамках ограничений. Эта комбинация значений переменных является оптимальным решением задачи.

Математическую модель для расчета прогнозных показателей можно описать как процесс максимизации или минимизации целевой функции при соблюдении заданных ограничений. Важно отметить, что такая модель является ключевой компонентой в выполнении задачи оценки потенциального спроса на оборудование РДК. Однако при принятии решений важно учитывать нематериальные факторы, которые практически не поддаются количественному измерению, но в значительной степени влияют на результат.

Задачам поиска оптимальных решений посвящены работы Р. Беллмана, Г. Вагнера, Вентцель Е.С., Гермейера Ю.Б., С. Гэсса, А. Кофмана, В. Морриса, Р. Шеннона и т.д., технические разработки которых нашли практическое применение в медицине, военной промышленности и логистике.

Исследования указанных ученых показывают, что при разработке адекватной математической модели необходимо учитывать результаты исследований в области социологии, психологии и поведенческих наук. Это связано с тем, что человеческий фактор всегда играет значительную роль в принятии управленческих решений, даже в условиях высокой степени автоматизации. Математический подход к построению модели должен рассматриваться в широком контексте всего процесса принятия решений. [15, 16, 21, 23, 26, 63, 153, 167, 174]

Переменные, которые влияют на ограничения и целевую функцию в моделях транспортно-технологического обеспечения, могут быть как дискретными, так и континуальными, то есть непрерывными и бесконечными. Ограничения в таких моделях могут быть как линейными, так и нелинейными. Расчет нормативных показателей может быть автоматизирован только частично, поэтому необходима перманентная работа аналитиков и программистов как со стороны отправителя (поставщика оборудования и транспортно-технологического оператора), так и получателя (РДК). Эта работа включает в себя следующие этапы:

- Идентификация исходной проблемы;
- Построение математической модели;
- Исполнение математической модели;
- Проверка релевантности результатов;
- Реализация и внедрение решения.

Идентификация исходной проблемы – это начальный этап работы программистов и аналитиков, в результате которого должны быть получены:

- Возможные альтернативные решения;

- Целевая функция;
- Система ограничений для математической модели.

Построение математической модели включает формализацию описательной части задачи с использованием математических отношений. В случае, когда математическая модель становится слишком сложной или не может быть приведена к стандартному виду, используется эвристический подход. Он предполагает разработку комбинированной имитационной модели.

Для оценки значимости результатов необходимо провести анализ работы модели и её выводов в различных сценариях. Модель считается значимой, если её поведение при заданных начальных условиях соответствует поведению исходной системы при тех же начальных условиях.

Внедрение решения подразумевает преобразование результатов модельного анализа в конкретные рекомендации, понятные тем, кто принимает управленческие решения, а также заказчикам исходной задачи. При принятии управленческих решений осуществляется прогнозирование последствий, поэтому используемые данные должны быть применимы к будущим событиям. Для прогнозирования изменений переменных как функций времени выделяются три методики:

- Прогнозирование с использованием скользящего среднего;
- Прогнозирование путем экспоненциального сглаживания;
- Регрессионное прогнозирование.

Каждый из указанных методов используется в зависимости от особенностей временного ряда, который представляет собой последовательность значений, измеряемых в определенные моменты времени. В рамках поставленной задачи рассматривается математическая модель расчета прогнозных показателей над вероятностным пространством всех статистических данных (A^n, B, P) , которое включает вероятности поступления нового запроса на оборудование со стороны РДК, отказа технологического оборудования, задержки груза в пути и пр., где P – вероятностная мера по

Колмогорову $P(A^n) = 1$, B – борелевское поле, $A^n = A * A * \dots * A$ – декартово произведение выборочного пространства A . Прогнозирование жизненного цикла и транспортно-технологическое обеспечение оборудования РДК заключается в том, чтобы своевременно выполнять потребности предприятий РДК при минимальных логистических издержках грузоотправителя. Введем следующие параметры:

- e_i – затраты на транспортировку оборудования на i -й период;
- O_i – стоимость запрашиваемого оборудования на i -й период;
- g_i – удельные затраты в течение рассматриваемого i -го периода;
- l_i – удельные потери i -го периода;
- r_i – удельный доход i -го периода;
- γ_i – коэффициент дисконтирования на i -й период;
- Q_i – величина случайного запроса предприятий РДК на i -й период;
- $f(Q_i)$ – плотность вероятности Q_i на i -й период.

Предположим, что рассматривается m_n запросов предприятий РДК, где n – количество временных периодов прогнозирования спроса, участвующих в расчетах. Пусть $F_i(x_i)$ – максимальный суммарный ожидаемый доход от заказов оборудования РДК от i до m_n , где x_i – транспортный резерв перед размещением i -го заказа оборудования. При реализации поставленной задачи будет использоваться принцип оптимальности Беллмана, который является основой для расчета оптимального управления системой транспортно-технологического обеспечения производственных процессов РДК. Этот принцип также известен как уравнение динамического программирования. Состояние системы, представленное как количество заказанных единиц оборудования u_i , зависит от нескольких факторов, включая затраты на транспортировку, стоимость оборудования РДК, удельные затраты за рассматриваемый период времени, удельные потери и доходы, коэффициент дисконтирования, а также случайные и вероятностные характеристики заказов оборудования РДК.

Необходимо отметить, что выборочное среднее и выборочная дисперсия являются несмещенными оценками для среднего значения и дисперсии соответственно, и именно они являются двумя первыми k -статистиками Фишера, где k_1 и k_2 n -мерные векторы (показатели выборки) и вычисляются по формулам:

$$k_1 = \int_{-\infty}^{\infty} (Qf(Q))dQ \quad (2.6)$$

$$k_2 = \int_{-\infty}^{\infty} (Q^2 f(Q))dQ \quad (2.7)$$

Критерий Фишера применяется для проверки равенства дисперсий двух выборок. Он используется для проверки целесообразности включения или исключения исходных показателей для выборки.

В поставленной задаче рассматриваются n выборок из нормальной совокупности $N(k_{11}, k_{21}), \dots, N(k_{1n}, k_{2n})$. Следовательно линейные комбинации средних значений из этих выборок – так же выборка из нормальной совокупности:

$$N(\sum_{i=1}^n c_i k_{1i}, \sum_{i=1}^n \frac{c_i^2 k_{2i}}{m_i}) \quad (2.8)$$

где c_i – некоторые константы.

Представим поставленную задачу в виде задачи динамического программирования:

$$F_i(x_i) = \max_{y_i \geq x_i} \{-e(y_i - x_i) + \int_0^{y_i} (rQ - g(y_i - Q))f(Q)dQ + \int_{y_i}^{\infty} ry_i - \gamma r(y_i - Q) + l(y_i - Q))f(Q)dQ + \gamma \int_0^{\infty} F(y_i - Q)f(Q)dQ\} \quad (2.9)$$

Так как функция ожидаемого дохода $F_i(x_i)$ вогнутая, то оптимальное решение можно определить из условия, в котором уравнение записано в векторном виде (из A^n):

$$\begin{aligned} \frac{\partial F}{\partial y} = & -e - g \int_0^y f(Q) dQ + \int_y^\infty ((1 - \gamma)r + l) f(Q) dQ + \\ & + \gamma \int_0^\infty \left(\frac{\partial F(y-Q)}{\partial y} \right) f(Q) dQ = 0 \end{aligned} \quad (2.10)$$

где величина $\left(\frac{\partial F(y-Q)}{\partial y} \right) = e$ определяется как дельта объемов заказов оборудования РДК между текущим и следующим этапом поставок оборудования.

$$\begin{aligned} -e - g \int_0^y f(Q) dQ + ((1 - \gamma)r + l)(1 - \int_0^y f(Q) dQ) + \gamma e \int_0^\infty f(Q) dQ = \\ 0 \end{aligned} \quad (2.11)$$

В соответствии с представленной в работе математической моделью, оптимальный уровень заказа оборудования РДК (y^*) определяется:

$$\int_0^{y^*} f(Q_i) dQ_i = \frac{l_i + (1 - \gamma_i)(r_i - e_i)}{l_i + g_i + (1 - \gamma_i)r_i} \quad (2.12)$$

Оптимальная стратегия каждого этапа поставок оборудования РДК при наличии x_i единиц резерва выражается следующим правилом: если $x_i < y_i^*$, то заказ оборудования РДК осуществляется на величину $z_i = y_i^* - x_i$ единиц, в противном случае необходимо дополнительно уточнить наличие заказа оборудования ($z_i = 0$).

Соответствующая функция затрат на транспортировку на i -том этапе имеет вид:

$$e_i(z_i) = \begin{cases} 0, z_i = 0 \\ E_i + e_i(z_i), z_i > 0 \end{cases} \quad (2.13)$$

Главная цель в поставленных задачах прикладной статистики заключается в том, чтобы через выборочный метод получить данные, на основании которых возможно сделать выводы о свойствах функции $F_i(x_i)$. Условия, заданные для функции $F_i(x_i)$ соответствуют требованиям поставленной задачи с учетом корреляции с исходными вероятностными данными. При формировании оценки, основанной на выборке для очередного параметра необходимо обратить внимание на сконцентрированность распределения около его истинного значения, которое характеризует распределение совокупности, из которой взята выборка. Наиболее адекватной мерой концентрации показателей в линейном случае является ее дисперсия, т.е. мера разброса полученных данных от среднего значения. Поэтому необходимо осуществить поиск несмещенных оценок параметров распределений совокупностей на основе выборок, например, средних значений, дисперсии и коэффициентов регрессии. Несмещенная оценка – это оценка параметра статистических показателей, лишенная систематической ошибки. Класс показателей этих параметров является линейными функциями элементов выборки. Для их построения достаточно ограниченности первого и второго порядков k_1, k_2 .

Рассмотрев выборку $Q_i = (Q_1, Q_2, \dots, Q_n)$ с распределением $N(k_1, k_2)$ получим интервальные показатели. Так как величина $\frac{\sqrt{n}(Q_i - k_1)}{\sqrt{k_2}}$ на отрезке $[t_1, t_2]$ имеет распределение Стьюдента, то

$$P \left\{ t_1 < \frac{\sqrt{n}(Q_i - k_1)}{\sqrt{k_2}} < t_2 \right\} = \beta \quad (2.14)$$

Таким образом, $(\bar{Q}_i - t_2 \sqrt{\frac{k_2}{n}}, \bar{Q}_i - t_1 \sqrt{\frac{k_2}{n}})$ является наблюдаемым случайным доверительным интервалом с вероятностью β . Чаще всего рассматривается доверительный интервал с $\beta = 0,95$.

В регрессионном анализе при оценке результатов планирования их средние значения задаются функцией регрессии $R(y_i) = \sum_{j=1}^n b_j x_{ji}$. Оценим параметры b_j , учитывая, что $R^{-1}(b_j) = \sum_{i=1}^n a_{ij} y_i$.

В результате вычислений получаем $R(R^{-1}(b_j)) = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n b_j a_{ij} y_i$, из чего следует, что a_{ij} удовлетворяет условию $\sum_{r=1}^n a_{jr} x_{ir} = \omega_{ij}$, где ω_{ij} – символ Кронекера. Таким образом, согласно теореме Гаусса-Маркова оценка минимальной дисперсией для b_j будет равна:

$$b_j = \sum_{i=1}^n (\sum_{r=1}^n x_{ir} x_{jr} \sum_{r=1}^n x_{ir} y_r) \quad (2.15)$$

Таким образом получена математическая модель, позволяющая непрерывно прогнозировать потребности предприятий РДК в оборудовании без систематических ошибок и при минимально допустимом риске возникновения простоев. Прогнозирование спроса необходимо для оптимизации затрат на закупку оборудования, его транспортировку и хранение. Модель оперирует стоимостными показателями, что дает возможность сокращения капитальных и операционных затрат.

Спрос на оборудование РДК находится в линейной зависимости от его жизненного цикла. Следовательно, можно утверждать, что математическая модель прогнозирования спроса решает задачу прогнозирования жизненного цикла.

Методы решения оптимизационных задач порождают вычислительные алгоритмы, которые работают по итеративному принципу. Это означает, что задача разрешается поэтапно: на каждом шаге получается решение, которое постепенно приближается к оптимальному. Итеративная природа этих

алгоритмов обычно включает выполнение большого количества однотипных вычислений, что требует использования компьютерной техники для их выполнения.

2.3. Сравнение адекватности работы математической модели с реальным транспортно-технологическим процессом

Представленная модель является инструментом исследований и позволяет оценить потенциальную потребность в оборудовании со стороны РДК. Таким образом возможно повысить эффективность управления транспортно-технологическими процессами. При этом существенным является проверка модели на адекватность. Речь идет о том, чтобы расчеты математической модели отражали реальную ситуацию.

Множество случайных факторов (таких как климатические условия, техническое состояние подвижного состава, состояние дорог и другие) влияют на выполнение транспортно-технологического процесса. Воздействие данных факторов приводит к возникновению отклонений от расчетных показателей.

Структура математической модели отражает внутреннюю логику реального процесса транспортировки оборудования РДК и взаимосвязь его отдельных элементов. Случайные факторы учитываются путем моделирования случайных событий с определенными вероятностями и случайных величин с заданными законами распределения и параметрами. В результате работы модели получаем характеристики, описываемые случайными величинами.

Таким образом, задача оценки адекватности математической модели заключается в анализе реального процесса транспортировки оборудования РДК с учетом всех взаимосвязей, которые в ней присутствуют. Для проверки адекватности модели в целом недостаточно проверить адекватность каждого отдельного элемента. Поэтому для проверки адекватности математической модели со сложной структурой используются конечные выходные

характеристики. Одной из основных характеристик транспортно-технологического процесса является количество выполненных за смену поездок в соответствии с временным графиком или сменно-суточным заданием.

Оценка адекватности математической модели заключается в проверке гипотезы о том, что фактически выполненные транспортировочные процессы по графику и количество аналогичных транспортировок в математической модели подчиняются одному и тому же закону распределения.

Для проверки такого предположения можно использовать статистические данные мониторинга реального процесса транспортировки, количество выполненных транспортировок за рассматриваемый период при различных плановых показателях, а также результаты моделирования транспортно-технологического процесса при тех же плановых показателях.

Обозначим количество реальных наблюдений через n_1 , количество модельных данных через n_2 . Таким образом результаты фактических наблюдений образуют выборку:

$$x_1, \dots, x_i, \dots, x_{n1} \quad (2.16)$$

а результаты, полученные при моделировании, выборку:

$$x'_2, \dots, x'_i, \dots, x'_{n2} \quad (2.17)$$

Предположим, что значения этих выборок расположены в порядке возрастания. Имея две точки выборки, необходимо проверить предположение о том, что эти точки принадлежат одной общей совокупности. Для решения этой задачи целесообразно использовать критерий Манна-Уитни. [153]

Задача проверки выдвинутого предположения осложняется тем, что различные значения выборки x_i и x_j ($i \neq j$) могут соответствовать различным

плановым показателям. Имея для каждого планового показателя большую выборку результатов реального транспортно-технологического процесса и математического моделирования можно обеспечить максимальную точность проверки адекватности модели.

Необходимо отметить, что соотношение между количеством планируемых показателей в реальном процессе математической модели было одинаковым.

В случае, когда рассматриваемые случайные величины являются непрерывными используется критерий Манна-Уитни. Несмотря на то, что количество выполненных транспортировок является дискретной величиной, при решении задачи проверки адекватности возможно считать ее непрерывной. Это связано с тем, что количество транспортировок за рассматриваемый период достаточно велико (более 100), а интервал между этими транспортировками минимален.

Рассмотрим формирование критерия Манна-Уитни. Выборки (2.16) и (2.17) совместно упорядочиваются по возрастанию и производится единая нумерация всех элементов от **1** до $n_1 + n_2$.

Затем подсчитывается сумма рангов (номеров) у тех элементов, которые принадлежат выборке (2.15). Эта сумма обозначается буквой **T** и называется статистикой Уилкоксона. Затем определяется величина:

$$n = n_1 * n_2 + \frac{n_1(n_1+1)}{2} - T \quad (2.18)$$

Если выборки (2.16) и (2.17) получены из одной и той же общей совокупности, то величина (2.18) имеет определенное распределение, не зависящее от вида закона распределения самой общей совокупности.

Для критерия **n** при $n_1 \leq n_2 \leq 20$ составлены таблицы вероятностей.
[180]

При $n_1 \geq 0$ и $n_2 \geq 0$ распределение **n** описывается нормальной

плотностью распределения и для определения границ экстремумов используются таблицы нормального распределения.

Величина n имеет следующие числовые значения:

$$m_n = \frac{n_1 * n_1}{2}; \quad \sigma_n = \sqrt{\frac{n_1 * n_2 * (n_1 + n_2 + 1)}{12}} \quad (2.19)$$

В целях оценки адекватности математической модели порядок использования критерия Манна-Уитни выглядит следующим образом:

1. Задается уровень приоритетности критерия, обозначенный через q (обычно $q = 0,05 - 0,01$).
2. Определяются числовые значения m_n и σ_n по формулам (2.19).
3. Определяются критические значения n (обозначим их U_q), симметрично расположенные относительно m_n , из соотношения:

$$q = 1 - \int_{m_n - U_q}^{m_n + U_q} \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} * e^{-\frac{(n - m_n)^2}{2\sigma^2}} * dn = 1 - \varphi\left(\frac{n_q}{\sigma_n}\right) \quad (2.20)$$

где $\varphi(Z)$ – удвоенная нормированная функция Лапласа.

4. Определяется значение T как сумма номеров элементов выборки статистических данных в общей ранжированной объединенной выборке.
5. Определяется значение n по формуле (2.18).
6. Значение n сравнивается с $(m_n - U_q)$ и $(m_n + U_q)$.

Предположение об адекватности математической модели выполняется, если удовлетворяется условие:

$$(m_n - U_q) \leq n \leq (m_n + U_q) \quad (2.21)$$

В противном случае предположение об адекватности математической модели не принимается.

На рисунке 2.5 показаны графики, полученные после анализа статистических данных и результатов математического моделирования с использованием метода скользящего усреднения. Графики отображают изменение процента выполнения плановых показателей транспортировок в зависимости от временного периода.

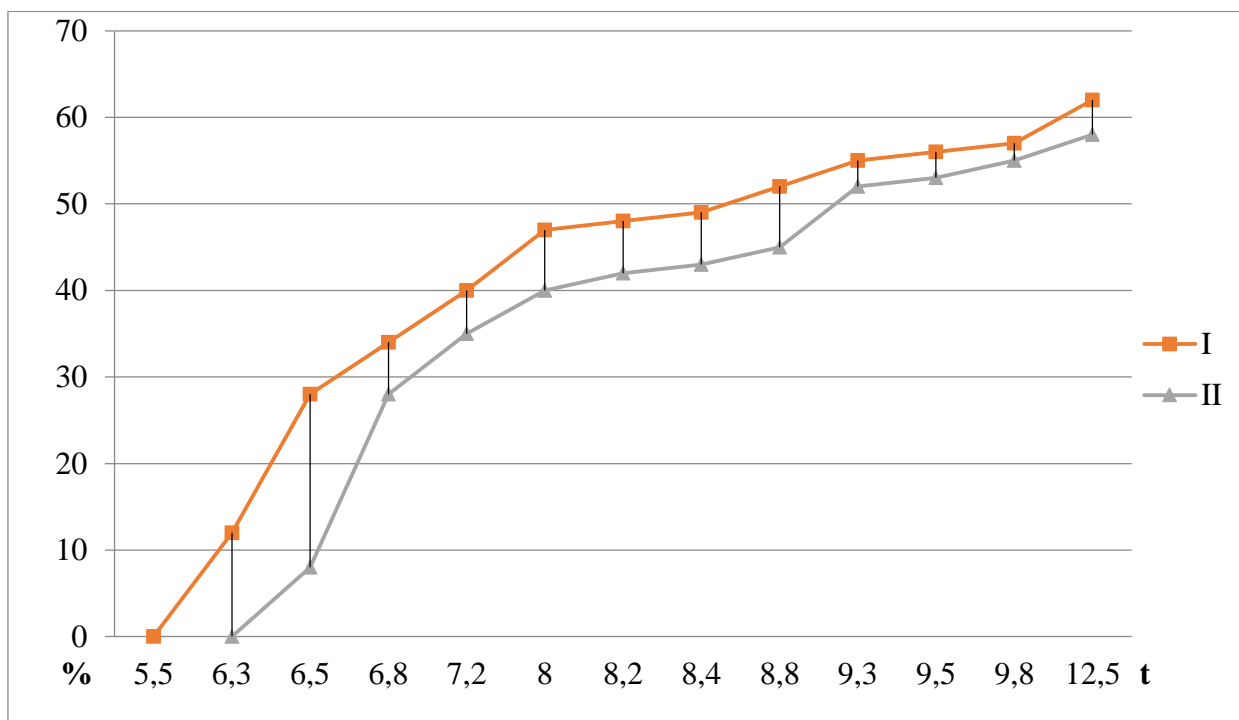


Рисунок 2.5 – Динамика измерения процента своевременно выполненных транспортировок по данным математического моделирования (II) и реальным данным статистики (I).

На основе статистических данных и результатов математического моделирования, используя критерий Манна-Уитни, были выполнены расчеты для проверки адекватности математической модели:

1. Был принят уровень приоритетности критерия $q = 0,01$.
2. Определены числовые значения:

$$m_n = \frac{n_1 * n_2}{2} = \frac{24 * 24}{2} = 288$$

$$\sigma_n = \sqrt{\frac{n_1 * n_2 (n_1 + n_2 + 1)}{12}} = \sqrt{\frac{24 * 24 (24 + 24 + 1)}{12}} = 48,50$$

$$n_1 = n_2 = 24$$

3. Выявлено критическое значение U_q исходя из условия:

$$q = 1 - \varphi \frac{U_q}{\sigma_n},$$

при $q = 0,01$ имеем:

$$\frac{U_q}{\sigma_n} = 2,58$$

Следовательно: $U_q = 2,58 * 48,50 = 125,12$

4. Выявлено значение T , равное сумме рангов элементов статистической выборки в общей выборке всех элементов, расположенных по возрастанию: $T = 645$.

5. Произведен расчет значения критерия n по (2.18)

$$n = 24 * 24 + \frac{24(24 + 1)}{2} - 645 = 231$$

6. Произведен расчет величины $m_i n - U_i q = 162,88$ и $m_n - U_q = 413,12$.

7. При сравнении величины n с $m_n - U_q$ и $m_n + U_q$ имеем $162,88 < 231 < 413,12$.

Так как выполнено условие 6 считаем верным предположение об адекватности математической модели.

Следовательно доказано, что разработанная математическая модель

может использоваться для исследования транспортно-технологического обеспечения производственных процессов РДК. Кроме этого, математическая модель может использоваться для анализа влияния выявленных факторов и их сочетаний, а также способствует выработке принятия управленческих решений на операционном уровне.

Для решения задачи прогнозирования жизненного цикла оборудования РДК и спроса на него в математической модели необходимо использовать реальные показатели транспортно-технологического процесса.

ГЛАВА 3. ФОРМИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ РЕСУРСОДОБЫВАЮЩЕГО КОМПЛЕКСА

3.1. Разработка алгоритма контроля качества управления транспортно-технологическим обеспечением производственных процессов

Эффективность транспортно-технологического обеспечения РДК напрямую зависит от качества функционирования разработанной концепции системы. Для анализа качества функционирования, в первую очередь, необходимо произвести идентификацию условий деятельности РДК и определить основные факторы, влияющие на его транспортно-технологическое обеспечение.

Установлены, что объем транспортно-технологического обеспечения производственных процессов РДК может варьироваться в зависимости от степени воздействия следующих факторов:

- Погодные условия ($f1$);
- Скрытые дефекты используемых материалов ($f2$);
- Аварийные отказы технологического оборудования ($f3$);
- Индивидуальные характеристики скважины ($f4$).

Влияние этих факторов способно значительно изменить объем фактического и прогнозного транспортно-технологического обеспечения, в том числе объемы перевозок на объектах и отдельных участках маршрутов, используемых для транспортировки комплекта бурового и технологического оборудования от скважины к скважине. Наличие перечисленных факторов вызывает необходимость корректировки маршрутов транспортировки комплекта бурового и технологического оборудования, состава транспортируемого технологического комплекта и выбора наиболее эффективной транспортной схемы их доставки.

Причем, если фактор $f1$ может быть учтен в начале транспортного обслуживания производственных процессов РДК, то факторы $f2$, $f3$, $f4$

выявляются только в ходе обслуживания РДК, каждый в отдельности или в определенном сочетании: $f_2 + f_3 + f_4$; $f_2 + f_3$; $f_3 + f_4$; $f_2 + f_4$.

Но, если факторы f_2 и f_3 приводят к увеличению транспортной работы, связанной с дополнительной доставкой объемов технологических материалов и необходимых узлов или агрегатов для восстановления работоспособности технологического оборудования, то фактор f_4 приводит, как правило, к остаткам технологического материала после выполнения работ на скважине и возможности использования оставшегося объема для ремонта на следующей скважине, т. е. к снижению транспортной работы автомобилей технологического транспорта.

Установлено, что из 100 циклов доставки комплекта бурового и технологического оборудования на скважины, расположенные в пределах одного месторождения, на выполнение которых планировалось 14600 машино-часов, влияние факторов распределилось следующим образом:

- Ситуация f_2f_3 : 4,5% машинных отправок, вызвавших повторные ездки (маш. часы);
- Ситуация f_2 : 3% машинных отправок, вызвавших повторные ездки (маш. часы);
- Ситуация f_3 : 2% машинных отправок, вызвавших повторные ездки (маш. часы);
- Ситуация f_4 : -5% машинных отправок, вызвавших повторные ездки (маш. часы);
- Ситуация $f_2f_3f_4$: 4,2% машинных отправок, вызвавших повторные ездки (маш. часы);
- Ситуация f_2f_4 : 3,5% машинных отправок, вызвавших повторные ездки (маш. часы);
- Ситуация f_3f_4 : 4,3% машинных отправок, вызвавших повторные ездки (маш. часы).

Из приведенных данных следует, что при одновременном воздействии всех факторов дополнительные транспортные затраты машино-часов увеличиваются на 4,2%. Факторы f_2 и f_3 повышают трудоемкость транспортно-технологического обеспечения в отдельности на 3% и 2% соответственно, а в совокупности f_2f_3 это увеличение составляет 4,5%. Это происходит потому, что их влияние локальное и совокупное проявлялось на разных езках. Таким образом $f_2f_3 \neq f_2 + f_3$, поскольку совокупное их влияние компенсировалось одной повторной ездой, а не отдельными. Наибольшее влияние оказывает фактор f_4 в обособленном положении и снижает влияние других факторов при их одновременном наличии. Но в этом случае $f_2f_3f_4 \neq f_2f_3 + f_4$. Это обусловлено тем, что f_4 снижает транспортную емкость транспортно-технологического обеспечения производственных процессов РДК.

Общая (делимая) грузовая отправка формируется по приведенному перечню по нескольким машинным отправкам. Затем подбирается автомобильный подвижной состав, обеспечивающий транспортировку общей грузовой отправки общей массы (Q). В этом случае:

$$Q = \sum_{i=1}^n q_i^k \quad (3.1)$$

где i – номер грузового места k -ого наименования; n – количество наименований комплекта, q_i^k – вес единицы i -ого грузового места k -ого наименования.

На рисунках 3.1 и 3.2 приведено графическое содержание изложенного материала.

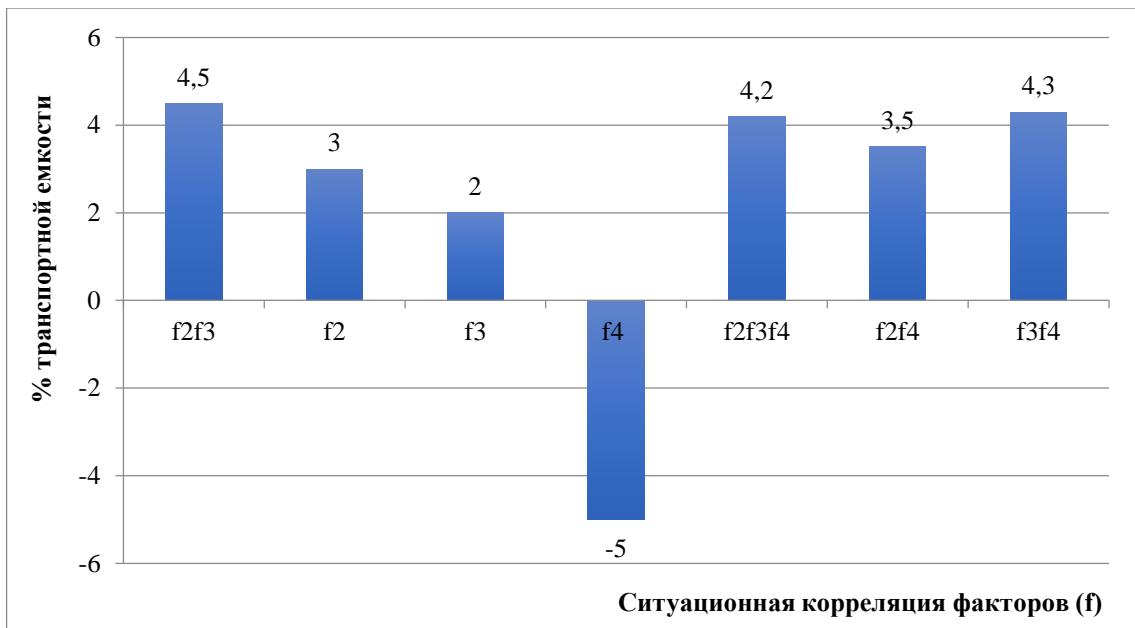


Рисунок 3.1 – Изменение транспортной емкости процесса ТКРС при воздействии приведенных факторов в различных сочетаниях.

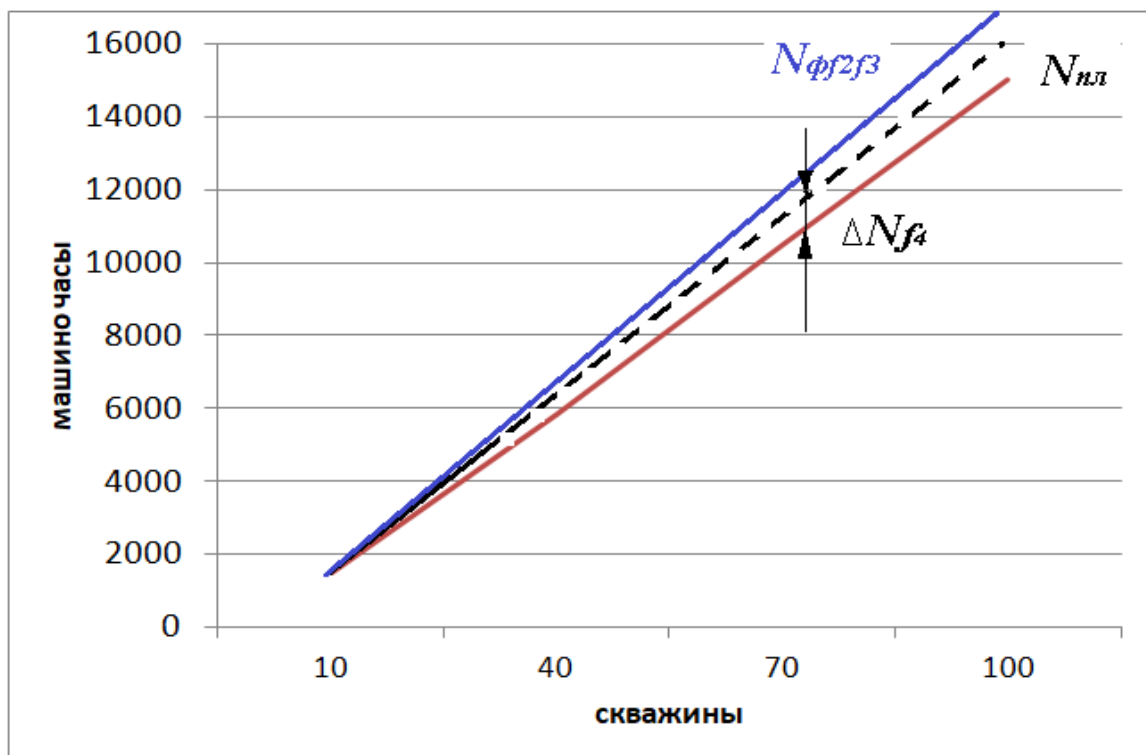


Рисунок 3.2 – Изменение транспортной емкости процесса обслуживания РДК.

где $N_{пл}$ – плановая транспортная емкость (при выполнении плановых ездов),
 $N_{ф2f3}$ – фактическая транспортная емкость процесса обслуживания РДК при

одновременном воздействии факторов f_2f_3 , ΔN_{f_4} – резерв снижения транспортной емкости процесса обслуживания РДК при исключении отрицательного локального воздействия фактора f_4 . [64, 65, 66, 67, 68, 69, 80, 99]

Физическая интерпретация этого явления подтверждает закономерность полученных результатов исследования. Из общей теории управления следует, что для коррекции отклонений, возникающих в любом технологическом процессе, управленческая структура должна иметь специфические резервы, которые помогают сокращать негативное влияние и способствуют увеличению положительного влияния на качество и эффективность обслуживания РДК.

Одним из основных производственно-технологических процессов РДК и нефтедобывающих месторождений, входящих в его состав, является ТКРС.

Обнаружено, что план ТКРС разрабатывается без учета неизбежных будущих затрат на транспортное обеспечение процесса и без учета возможного сокращения пробегов автомобилей технологического транспорта при перевозке комплекта бурового и технологического оборудования от скважин, которые были подвергнуты капитальному ремонту, к скважинам, ожидающим капитального ремонта, с использованием существующей транспортной инфраструктуры РДК.

Для улучшения эффективности транспортно-технологического обеспечения РДК необходимо разработать планы ТКРС и транспортного обслуживания с минимальными затратами на транспортировку, основываясь на цифровой трансформации и сопоставимости характеристик этих процессов.

Задача заключается в оценке соответствия последовательности скважин, связанных сетью технологического транспорта и объединенных маршрутной сетью с минимальными транспортными затратами и уменьшением числа поездок в соответствии с существующим планом ТКРС. Степень соответствия можно оценить по наличию несоответствий в последовательности поездок к

запланированным скважинам и значительным холостым пробегами технологического транспорта.

Маршрутную сеть РДК представлена в виде множества точек X_i (объектов, включенных в план ТКРС), соединенных транспортной сетью. Причем транспортная сеть не обеспечивает прямое соединение «каждой со всеми и всех с каждой» (Рисунок 3.3).

Для составления рациональной транспортной схемы доставки груза на объекты плана ТКРС можно применить алгоритм Флойда с использованием последовательности из n итераций начальной матрицы

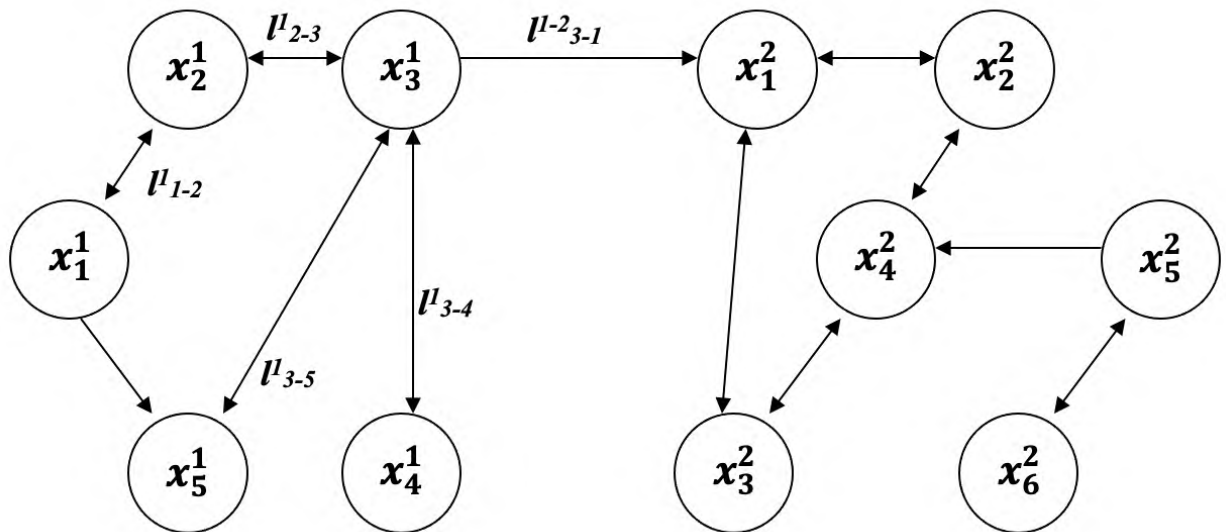


Рисунок 3.3 – Графическая иллюстрация маршрутной сети РДК.

где x_i^k – это i -й объект ТКРС k -ого нефтедобывающего месторождения: ($i \in I^k, k \in K$), $l_{i-(i+1)}^1$ – расстояние между смежными объектами ТКРС соединенных участком ведомственной транспортной сети, l^k – общее количество объектов ТКРС k -ого нефтедобывающего месторождения, K – общее количество месторождений, входящих в состав РДК.

Решение изложенных задач позволяет составить технологическую блок-схему их решения и составления программного продукта для использования его не только при подготовке плана ТКРС и его транспортного обслуживания, т. е. на уровне планирования производственно-технологического и

транспортно-технологического процессов, но и в процессе их взаимодействия, если имеет место влияние непредвиденных и неучтенных факторов.

В результате анализа транспортного процесса, обеспечивающего ТКРС, была установлена средняя продолжительность времени перемещения комплекта бурового и технологического оборудования со скважины, сданной в эксплуатацию после капитального ремонта, на очередную скважину, включенную в план капитального ремонта.

Проблема снижения транспортных затрат РДК решается за счет сокращения непроизводительных пробегов технологического транспорта путем интеграции и взаимодействия транспортно-технологических и производственно-технологических процессов (нуждающихся в транспортном обслуживании) на стадии их планирования.

Анализ работы нефтедобывающего комплекса в целом и технологического транспорта в частности показал, что перемещение комплекта бурового и технологического оборудования может выполняться по трем транспортным схемам (приведены на рисунках 3.4 а, б, в):

1. Перемещение комплекта бурового и технологического оборудования выполняется в пределах границ и на территории одного нефтедобывающего месторождения. В этом случае местом межсменного простоя технологического транспорта является скважина с завершенным капитальным ремонтом (Рисунок 3.4).

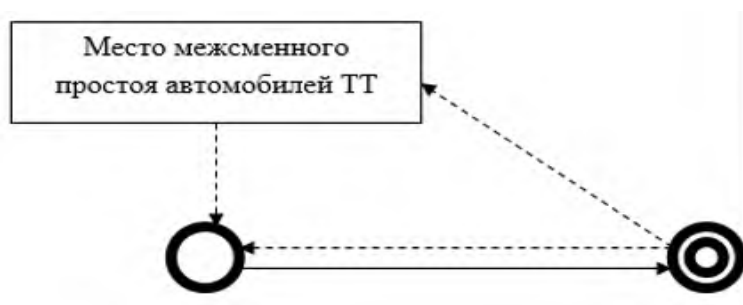


Рисунок 3.4 (а) – Транспортная схема перемещения комплекта бурового и технологического оборудования в пределах одного нефтедобывающего месторождения.

2. Перемещение комплекта бурового и технологического оборудования выполняется со скважины одного нефтедобывающего месторождения на скважину соседнего нефтедобывающего месторождения, но при условии, что время ездки (t_{er}), с учетом протяженности маршрута (L_m), значительно превышает продолжительность подрядного времени (рабочей смены) транспортного средства (T_H). В этом случае:

$$t_{er} \gg T_H \quad (3.2)$$

Местом межсменного простоя технологического транспорта является основная производственная база (Рисунок 3.5).

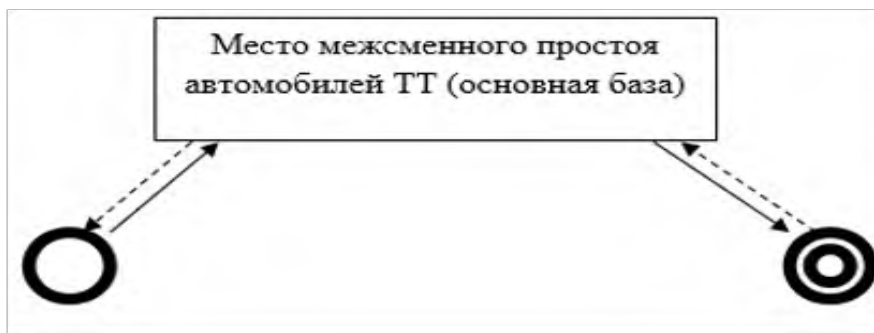
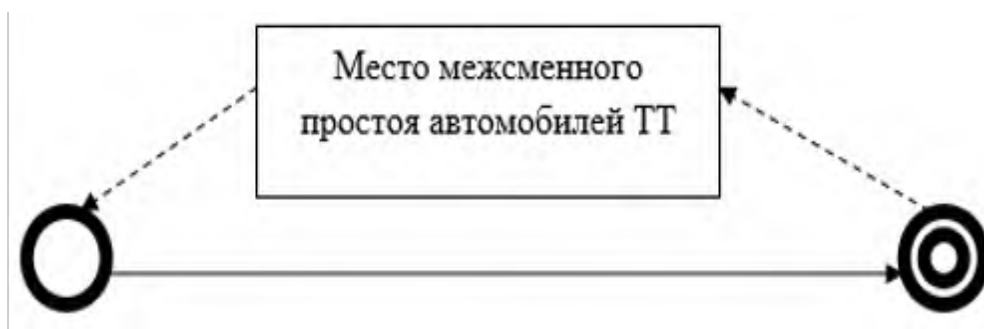


Рисунок 3.4 (б) – Транспортная схема перемещения комплекта бурового и технологического оборудования со скважины одного нефтедобывающего месторождения на скважину нефтедобывающего месторождения при условии $t_{er} \gg T_H$.

3. Перемещение комплекта бурового и технологического оборудования выполняется со скважины одного нефтедобывающего месторождения на скважину другого нефтедобывающего месторождения при условии, что продолжительность ездки (t_{er}), с учетом продолжительности маршрута (L_m), меньше или равно продолжительности нарядного времени транспортного средства (T_H):

$$t_{er} \leq T_H \quad (3.3)$$

В этом случае местом простоя технологического транспорта является его основная производственная база (Рисунок 3.6).



где



- скважина, сданная в эксплуатацию после ТКРС

- скважина, ожидающая плановый ТКРС

Рисунок 3.4 (в) – Транспортная схема перемещения комплекта бурового и технологического оборудования между нефтедобывающими месторождениями.

В ходе анализов этапов транспортно-технологических процессов перемещения комплекта бурового и технологического оборудования для ТКРС было установлено, что выбор транспортной схемы доставки грузов от места их погрузки до места назначения зависит от соотношения данного расстояния транспортировки груза (l_{er}) и общей длины маршрута. Для транспортной сети транспортного пространства нефтедобывающего месторождения и РДК в целом был установлен размер этого соотношения, который равняется:

$$\frac{l_{er}}{L_m} \leq 0,67 \quad (3.4)$$

Т. е. при $l_{er} \leq 0,67 L_m$ необходимо менять транспортную схему работы технологического транспорта на более эффективную, как для технологического транспорта нефтедобывающего месторождения, так и для

РДК в целом. Данный коэффициент должен рассчитываться технологическим перевозчиком для конкретных условий предстоящей транспортной работы.

Эффективная схема работы технологического транспорта позволяет осуществить:

- Функциональную интеграцию производственных структур комплекса, связанных с транспортным обеспечением его работы;
- Выбор рационального места базирования подвижного состава на период осуществления перевозок по выбранной транспортной схеме;
- Формирование оптимальной структуры технологического транспорта для работы в составе РДК.

Одним из основных показателей качества управления является требование к работе технологического транспорта – «доставка груза в нужное время». В то время, как показатель «доставка с минимальными затратами», заказчиков транспорта и потребителей выполняемых им услуг, интересует чисто номинально. И зависит это от уровня мотивации их со стороны руководства РДК.

Формирование системы показателей является одним из важнейших условий для качественного управления и эффективного функционирования оборудования РДК.

В то же время, для того чтобы оценить качество работы транспортно-технологического обеспечения РДК недостаточно знать значение достигнутых результатов. Также необходимо анализировать структуру и корреляцию показателей с учетом текущих приоритетов. Особенно важно проводить комплексную оценку, которая может включать различные комбинации показателей и отражать приоритеты в реальных условиях на предмет соответствия действиям лиц, принимающих стратегические решения. Уровень управленческого качества за определенный период может быть оценен на основе отклонений в структуре показателей, что позволяет анализировать допущенные ошибки и разрабатывать меры по их устранению в будущем.

Глобальные цели системы управления транспортно-технологическим обеспечением производственных процессов РДК разбиваются на частные цели. Рассмотрим виды показателей достижения частных целей. Они могут быть определены как технические, организационные и финансовые показатели

Технические и организационные показатели показывают результаты деятельности РДК в натуральном выражении, а финансовые показатели – в стоимостных.

Динамика и взаимосвязи в рамках первой группы показателей ориентированы на специалистов, занятых операционной деятельностью, а анализ корреляции между первой и второй группой показателей используется для принятия управленческих решений стратегического характера.

Технические и организационные показатели необходимы для управления производственно-хозяйственными операциями. Они точно описываются для целей менеджмента и включают множество качественных и количественных характеристик, которые не имеют критического значения для более общих задач. Финансовые показатели формируются на основе технических и организационных данных путем суммирования информации. Этот процесс сокращает размерность количественных данных и упрощает классификацию групп показателей, исключая излишнюю детализацию без потери информативной ценности. Однако именно экономические показатели отражают эффективность всей системы.

Финансовые показатели системы управления транспортно-технологическим обеспечением производственных процессов РДК дифференцируются на доходные и денежные показатели.

Показатели, отражающие доходность, оценивают возможность предприятий РДК генерировать добавленную стоимость, например прибыль или рентабельность. Показатели, отражающие денежные потоки, оценивают финансовую стабильность предприятий РДК. Например, показатель чистого

денежного потока позволяет проанализировать возможность непрерывности производственных процессов

После идентификации показателей системы управления транспортно-технологическим обеспечением производственных процессов РДК необходимо построение блок-схемы, которая описывает алгоритм процесса оценки качества управления. Блок-схема представлена на рисунке 3.5.

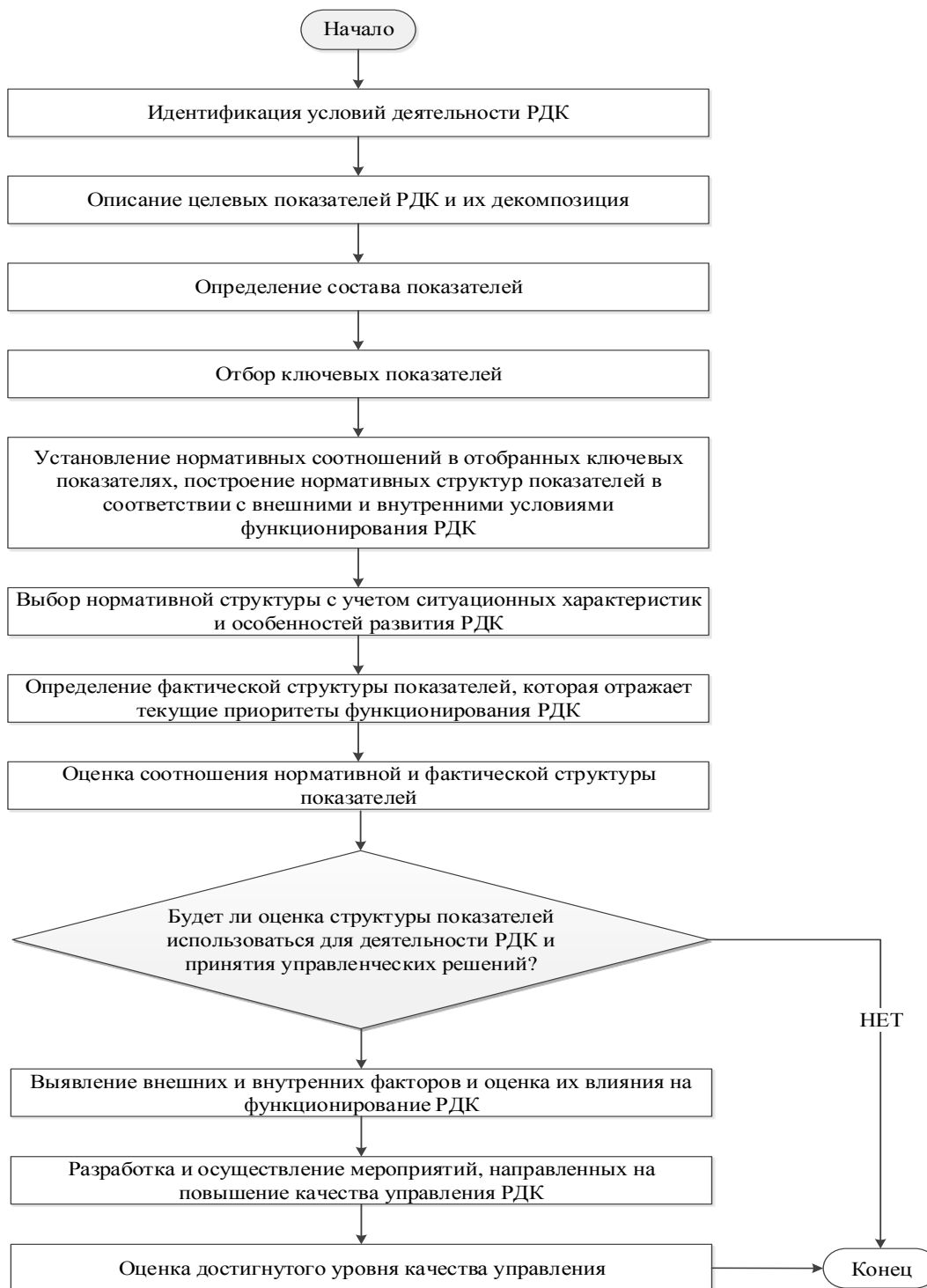


Рисунок 3.5 – Алгоритм процесса качества управления РДК.

В итоге качество управления РДК и эффективность прогнозирования жизненного цикла оборудования зависит от того, каким образом организованы контрольные функции. Цель контрольных функций – производить контрольные действия к тем областям, где с наибольшей вероятностью могут возникнуть риски, в том числе риски искажения информации. В узлах возникновения наибольших рисков должны формироваться проверочные мероприятия, которые представляют собой действия, подтверждающие или опровергающие выполнение поставленных целей. Внедрение проверочных мероприятий подразумевает введение дополнительных этапов согласования и контроля на всех уровнях процесса создания добавленной стоимости, которые будут выполнять следующие функции:

- Определение ответственности должностных лиц;
- Разграничение доступа к информации;
- Авторизация транзакций или действий в полном соответствии с регламентом;
- Документальное оформление проверочных мероприятий;
- Распределение задач контроля, прогнозирования и принятия управленческих решений.

Проверочные мероприятия должны быть сгруппированы по следующим категориям:

1. Санкционирование;
2. Контроль, в том числе:
 - a. Сравнение текущих и расчетных показателей;
 - b. Сравнение текущих показателей и показателей прошлых периодов;
 - c. Анализ информации, в том числе управленческой и финансовой, построение выводов о выявленных расхождениях, а также предпринимаемых действиях по корректировке;
 - d. Сравнение информации из внутрикорпоративных источников с информацией, находящейся в общем доступе;

е. Контроль результатов в разрезе ключевых подразделений.

Цифровизация транспортно-технологического обеспечения производственных процессов РДК представляется необходимой для качественного и эффективного управления, должна быть имплементирована во все ключевые бизнес-процессы, включая запросы на новые комплектующие и их транспортировку на каждый конкретный объект РДК.

Выполнение задач транспортно-технологического обеспечения производственных процессов РДК зависит от корректного определения внешних и внутренних факторов, планирования процессов обслуживания и ТКРС РДК, обеспечения взаимодействия производственно-технологического и транспортно-технологического процессов, а также профессионально построенных и выверенных проверочных мероприятий, учитывающих динамику изменений внутренней и внешней среды функционирования РДК.

3.2. Формирование системы управления транспортно-технологическим обеспечением производственных процессов

Целью формирования системы управления транспортно-технологическим обеспечением производственных процессов РДК является проактивная поддержка производственных процессов РДК. Возникает необходимость осуществления контрольных функций по отношению к тем процессам, в которых наиболее вероятны риски искажения данных и сбои выполнения основных задач. Важность ускоренного реагирования на изменения внешней среды требует значительных усилий по реструктуризации операционной деятельности транспортно-технологического оператора, изменений его систем учета, организации системы контроля, оптимизации управленческих бизнес-процессов и т.д. Формирование системы управления транспортно-технологическим обеспечением производственных процессов РДК как отдельного модуля в информационной системе, внедренной на транспортно-технологическом предприятии, необходимо начать с детализации специфики деятельности. Детализацию специфики деятельности

транспортно-технологического предприятия для оказания поддержки объектов РДК можно определить как структурированную схему преобразования сущностей, которая реплицирует последовательность бизнес-процессов и связей между ними.

Бизнес-процесс в рамках модели определяется как последовательность взаимосвязанных и взаимозависимых действий, которые будут определяться материальными, временными и экономическими показателями. Входящие потоки, проходя через бизнес-процесс, будут преобразовываться в выходящие потоки, которые могут быть как результатом всей цепочки бизнес-процессов, так и началом следующего бизнес-процесса. На рисунке 3.6 представлены основные транспортно-технологические бизнес-процессы в рамках поддержки деятельности РДК, обеспечивающие непрерывность его функционирования, которые будут проходить проверочные мероприятия.

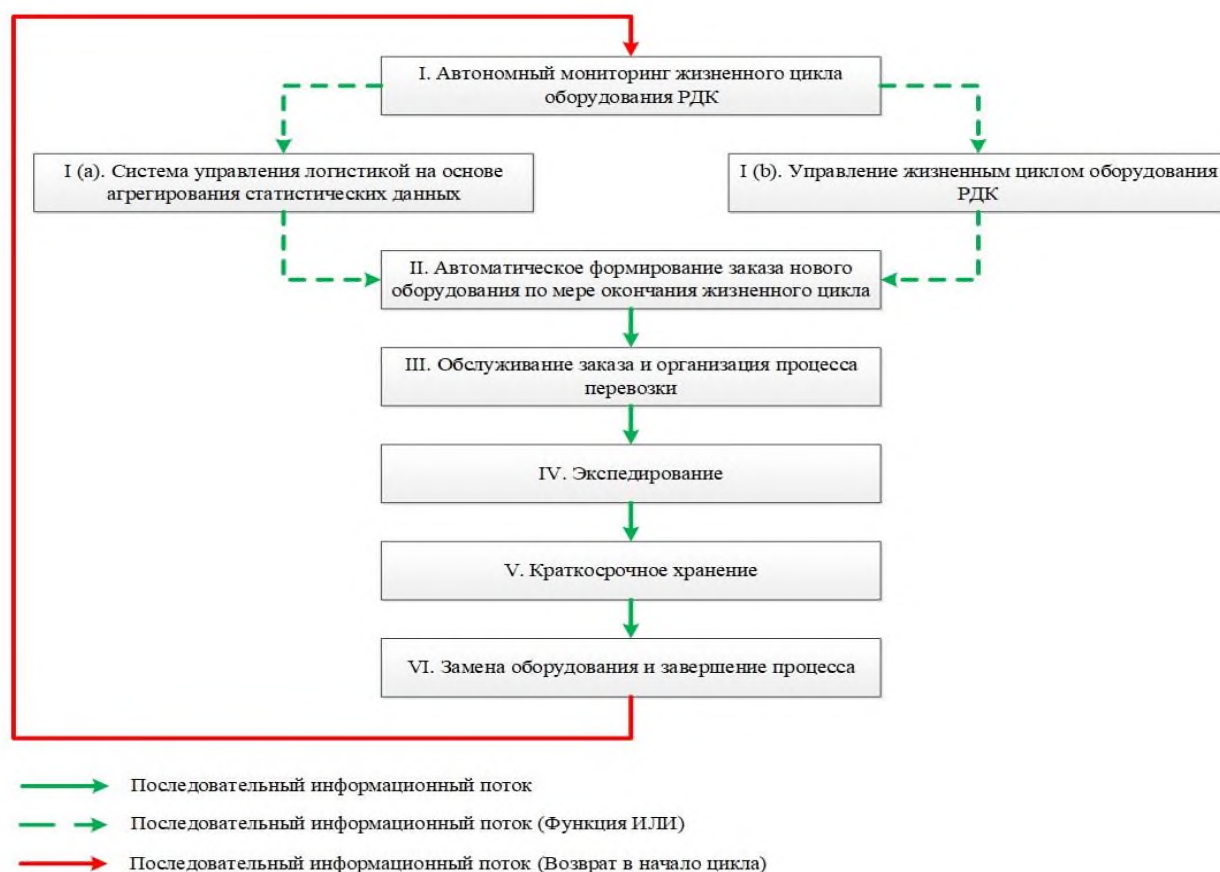


Рисунок 3.6 – Транспортно-технологические бизнес-процессы в рамках поддержки производственной деятельности РДК, которые будут подвергаться проверочным мероприятиям.

Для определения характеристик и целевых показателей каждого бизнес-процесса необходимо прописать и внедрить процедуры сбора данных. Важно принять во внимание тот факт, что часть данных должна быть получена от обществ, с которыми взаимодействует транспортно-технологическое предприятие, осуществляющее поддержку РДК. Отдельные модули системы управления транспортно-технологическим обеспечением производственных процессов РДК должны быть внедрены на базе информационных систем партнерских организаций. Таким образом достигается необходимая прозрачность выполнения задач, т. е. внедряемая система может считаться сквозной.

Описание всех бизнес-процессов, которые подвергаются проверочным мероприятиям, должно быть полным и учитывать все возможные риски. Необходим сбор соответствующей статистики в целях выявления слабых мест в транспортно-технологических бизнес-процессах.

Существует огромное множество показателей, которые характеризуют функционирование РДК. Тем не менее, для функционирования системы управления транспортно-технологическим обеспечением производственных процессов РДК нет необходимости использовать все показатели одновременно, так как может возникнуть проблема несогласованности показателей и разнонаправленности результатов. При формировании системы необходимо четкое понимание, что измерение результатов не является самоцелью. Главной целью является оценка качества функционирования всей транспортно-технологической системы обеспечения РДК при решении двух основных задач:

1. Формирование системы управления транспортно-технологическим обеспечением производственных процессов РДК на основе агрегирования статистических данных функционирования всех видов оборудования РДК, контроля состояния и прогнозирования жизненного цикла.

2. Формирование системы управления транспортно-технологическим обеспечением производственных процессов РДК через управление жизненным циклом оборудования РДК и путем внесения изменений в конструкцию и технологию производства на основании требований эксплуатанта к поставщикам оборудования и услуг.

Число показателей может изменяться в зависимости от целей и задач, стоящих перед эксплуатантом. Однако оценка качества управления процессом должна базироваться исключительно на той группе показателей, которая включена в данный процесс.

В ходе контроля и проверочных мероприятий происходит сопоставление реальных показателей с соответствующими показателями, полученными либо через математическую модель, либо с помощью агрегированного планирования жизненного цикла.

В таблице 3.1 представлена Содержательная часть будущей системы управления транспортно-технологическим обеспечением производственных процессов РДК, которая включает бизнес-процессы, подверженные проверочным мероприятиям, узлы принятия решений, проверочные мероприятия и их функционал, а также ответственных кураторов приведена в таблице 3.1 (приложение 1).

Каждое проверочное мероприятие, представленное в таблице 3.1, должно быть внедрено в систему управления транспортно-технологическим обеспечением производственных процессов РДК. При этом важно детальное описание каждого проверочного мероприятия, которое согласуется с куратором процесса для исключения неточности интерпретации. Детальное описание проверочного мероприятия прописывается в интерфейсе системы.

Необходимо дополнительно отметить, что в таблице 3.1 представлен полный перечень проверочных мероприятий. Фактически, в зависимости от ситуации и сложности процесса, перечень может варьироваться и включаться в систему на любом этапе выполнения.

3.3. Разработка алгоритма функционирования системы управления транспортно-технологическим обеспечением производственных процессов

Внедрение системы управления транспортно-технологическим обеспечением производственных процессов РДК производилось в ООО «ЭнергоСервис». Данное Общество ранее специализировалось на оказании транспортно-технологического обеспечения и ремонта ресурсодобывающего и энергетического оборудования. С момента своего образования в 2008 году Общество планомерно наращивало портфель договоров как с частными, так и с государственными предприятиями, являющимися системообразующими в нефтегазовой отрасли.

В распоряжении ООО «ЭнергоСервис» насчитывается более 70 единиц специальной техники, которая используется для проведения работ непосредственно на апстрим, мидстрим и даунстрим объектах.

В целях повышения гибкости взаимодействия с заказчиками и обеспечения конкурентоспособности Общество использует двухтарифную систему оплаты оказываемых услуг. Эта система позволяет независимо производить расчет работы специальной автотехники и пройденный ею за время работы путь. Таким образом, с одной стороны, заказчик снижает свои затраты на оказываемые услуги, а ООО «ЭнергоСервис», с другой стороны, способен увеличить среднюю норму прибыли на 3–5%.

До 2020 года Общество осуществляло только данную деятельность и имело неплохие финансовые результаты. Однако, в дальнейшем развитие Общества затормозилось, что было связано, с одной стороны, с достижением пределов традиционного подхода к осуществлению транспортно-технологического обеспечения РДК, а с другой – с рядом вызовов, которые были продиктованы внешними факторами, такими как пандемия, переход на дистанционную работу, усложнение логистических процессов и увеличение санкционного давления.

Таким образом перед ООО «ЭнергоСервис» встал вопрос о необходимости пересмотра и расширения существующих бизнес-процессов. После проведения анализа и консультаций с заказчиками, эксплуатирующими объекты РДК было принято решение об оказании полного набора услуг, связанного с прогнозированием и управлением жизненным циклом оборудования РДК.

Целесообразность принятия такого решения обусловлена несколькими причинами. Основной причиной стала возможность развития ООО «ЭнергоСервис» по ряду новых стратегических направлений с высокой добавленной стоимостью и с возможностью осуществления долговременных проектов. Кроме того, спрос на традиционный бизнес Общества в части транспортно-технологического обеспечения становился прогнозируемым, а следовательно, более эффективным и прибыльным.

В своей операционной деятельности ООО «ЭнергоСервис» уже использовал широкий спектр ИТ-решений, в частности, пакеты 1С Транспорт (учет работы транспорта), 1С Предприятие (бухгалтерия), 1С ЗУП (расчет заработной платы), Контур Диадок (электронный документооборот). Для контроля текущего режима работы транспортных средств и их местоположения применялся программно-аппаратный комплект АвтоГРАФ.

На то время Общество имело традиционные инструменты мониторинга транспортных потоков. В частности, информационные системы, внедренные в ООО «ЭнергоСервис», позволяли увидеть статус транспортировки в режиме реального времени, а также строить стандартные отчеты на базе различных метрик. В систему была заложена возможность генерации идентификационного номера перевозки, отражения даты отправки и характеристик груза, загрузки и выгрузки сопроводительной документации и т. д. Тем не менее, функционал внедренного программно-аппаратного комплекса был характерен для всех предприятий в сфере транспортно-технологического обеспечения и носил ограниченный характер.

Для решения новых глобальных задач был необходим инструмент, который бы обладал рядом новых характеристик. Таким инструментом должна была стать система управления транспортно-технологическим обеспечением производственных процессов РДК.

Система должна была иметь возможность непрерывного автоматизированного обмена информацией с оператором РДК и поставщиками оборудования для создания единой информационной платформы взаимодействия типа Оператор РДК – Производитель/Поставщик оборудования – Логистический оператор.

Для обеспечения взаимодействия система должна была объединить ООО «ЭнергоСервис», поставщиков оборудования РДК и эксплуатантов из числа дочерних обществ ведущих газо- и нефтедобывающих предприятий Российской Федерации.

Также система управления транспортно-технологическим обеспечением производственных процессов РДК должна была обеспечить возможность прогнозирования потенциального спроса на транспортно-технологические операции.

В процессе решения этих задач была создана математическая модель, внедрение которой в систему дало возможность прогнозировать спрос на оборудование и услуги транспортно-технологического обеспечения.

Для достижения целей управления транспортно-технологическим обеспечением производственных процессов РДК были выбраны ключевые направления:

- Автоматизация процесса контроля показателей, влияющих на жизненный цикл оборудования РДК;
- Агрегирование массивов больших данных (Big Data);
- Автоматизация аналитической отчетности;
- Формирование показателей для расчета жизненного цикла оборудования РДК;

- Автоматизация расчета прогнозируемого жизненного цикла оборудования РДК с использованием математической модели;
- Автоматизация системы управления жизненным циклом;
- Автоматизация процессов закупочной деятельности и договорной работы;
- Автоматизация транспортно-технологического обеспечения;
- Автоматизация формирования итоговой отчетности.

С организационной точки зрения было целесообразно внедрение механизма, который обеспечивает создание специализированных рабочих групп и центров компетенций, состоящих как из сотрудников ООО «ЭнергоСервис», так и сотрудников эксплуатантов и поставщиков оборудования РДК. Для решения этой задачи была сформирована подсистема ролей пользователей.

В результате проработки ключевых направлений были определены компоненты системы управления транспортно-технологическим обеспечением производственных процессов РДК (Рисунок 3.7), которая бы позволяла решать все перечисленные задачи и объединяла в себе:

- Базу данных;
- Подсистему ролей пользователей;
- Подсистему согласования;
- Подсистему совместного виртуального цифрового проектирования;
- Подсистема логистики.



Рисунок 3.7 – Компоненты системы управления транспортно-технологическим обеспечением производственных процессов РДК.

В соответствии с требованиями, предъявляемыми к содержанию базы данных системы управления транспортно-технологическим обеспечением производственных процессов РДК, была выработана ее концептуальная модель, которая состоит из следующих таблиц и полей:

1. db_user – таблица данных о пользователях:
 - a. user_id – ключевое поле, уникальный номер идентификации пользователя;
 - b. user_login – логин пользователя;
 - c. user_password – пароль пользователя;
 - d. user_lastname – фамилия пользователя;
 - e. user_firstname – имя пользователя;
 - f. user_midname – отчество пользователя;
 - g. user_org – структурное подразделение работы пользователя;
 - h. user_position – должность пользователя;
 - i. user_group – рабочая группа пользователя, определяет роли в системе.
2. db_group – таблица данных о рабочих группах:

- a. group_id – ключевое поле, уникальный номер идентификации рабочей группы;
 - b. group_name – наименование рабочей группы;
 - c. group_dateopen – дата формирования рабочей группы;
 - d. group_dateclose – дата расформирования рабочей группы;
 - e. group_task – задачи рабочей группы;
 - f. group_result – результаты деятельности рабочей группы.
3. db_usergrouprelat – служебная таблица, предназначенная для объединения данных таблиц db_user и db_group. Позволяет пользователям находиться в нескольких рабочих группах одновременно.
- a. usergrouprelat_groupid – внешний ключ рабочей группы;
 - b. usergrouprelat_userid – внешний ключ пользователя.
4. db_oilfield – таблица данных о нефтяных месторождениях;
- a. oilfield_id – ключевое поле, уникальный номер идентификации нефтяного месторождения;
 - b. oilfield_name – наименование нефтяного месторождения;
 - c. oilfield_location – местонахождение нефтяного месторождения;
 - d. oilfield_charclimate – погодные условия на нефтяном месторождении;
 - e. oilfield_charresidue – условия осадконакопления на нефтяном месторождении;
 - f. oilfield_charage – возраст отложений;
 - g. oilfield_charzal – тип залежи;
 - h. oilfield_charcap – запасы нефти и нефтяного газа;
 - i. oilfield_chardeer – глубина залегания;
 - j. oilfield_charsoil – состав пород;
 - k. oilfield_charcontain – состав нефти;
 - l. oilfield_charadd – дополнительные параметры нефтяного месторождения.

5. db_gasfield – таблица данных о газовом месторождении.
- a. gasfield_id – ключевое поле, уникальный номер идентификации газового месторождения;
 - b. gasfield_name – наименование газового месторождения;
 - c. gasfield_location – местонахождение газового месторождения;
 - d. gasfield_charclimate – погодные условия на газовом месторождении;
 - e. gasfield_charlayer – свойства пласта;
 - f. gasfield_charcap – запасы газа;
 - g. gasfield_charlayershift – степень подвижности пластовых вод;
 - h. gasfield_pressure – давление газа в скважине;
 - i. gasfield_chardeep – глубина залегания;
 - j. gasfield_charsoil – состав пород;
 - k. gasfield_charadd – дополнительные характеристики газового месторождения.
6. db_equipment – таблица данных об эксплуатируемом оборудовании.
- a. equipment_id – ключевое поле, уникальный номер идентификации эксплуатируемого оборудования;
 - b. equipment_name – наименование оборудования;
 - c. equipment_char – перечень характеристик оборудования.
7. db_equipmentfieldrelat – служебная таблица, предназначенная для объединения данных таблиц db_field и db_equipment. Производит привязку оборудования к месторождению.
- a. equipmentfieldrelat_id – ключевое поле, объединенный идентификатор месторождения и оборудования;
 - b. equipmentfieldrelat_cond – поле хранения информации об условиях эксплуатации оборудования;
 - c. equipmentfieldrelat_dateopen – дата начала эксплуатации единицы оборудования на месторождении;

- d. equipmentfieldrelat_dateclose – дата окончания эксплуатации единицы оборудования на месторождении;
 - e. equipmentfieldrelat_status – текущий статус функционирования оборудования на месторождении;
 - f. equipmentfieldrelat_fail – поле хранения информации о сбоях функционирования оборудования на месторождении.
8. db_transport – таблица данных о транспортно-технологическом обеспечении РДК.
- a. transport_id – ключевое поле, уникальный номер идентификации транспортировки;
 - b. transport_vehicle – данные о транспортном средстве;
 - c. transport_route – данные о маршруте транспортировки;
 - d. transport_cargo – данные о грузе;
 - e. transport_status – текущий статус транспортировки и местонахождение транспортного средства;
 - f. transport_load – дата и место погрузки транспортного средства;
 - g. transport_unload – дата и место разгрузки транспортного средства;
 - h. transport_docs – поле хранения сопроводительной документации.
9. db_supply – таблица данных о поставщиках;
- a. supply_id – ключевое поле, уникальный номер идентификации поставщика;
 - b. supply_name – наименование поставщика;
 - c. supply_address – местонахождение поставщика;
 - d. supply_equipment – номенклатура оборудования у поставщика;
 - e. supply_docs – поле хранения документации на оборудование;
10. db_equipmentsupplyrelat – служебная таблица, предназначенная для объединения данных таблиц db_equipment и db_supply. Обеспечивает хранение данных об оборудовании и поставщиках «от многих к многим».

- a. equipmentsupplyrelat_equipmentid – внешний ключ оборудования;
 - b. equipmentsupplyrelat_supplyid – внешний ключ поставщика.
11. db_check – таблица хранения проверочных мероприятий и бизнес-процессов.
- a. check_id – ключевое поле, уникальный номер идентификации проверочного мероприятия;
 - b. check_name – наименование проверочного мероприятия;
 - c. check_ind – текущий показатель проверочного мероприятия;
 - d. check_forind – прогнозный показатель проверочного мероприятия;
 - e. check_leaderid – внешний ключ куратора и ответственного исполнителя;
 - f. check_success – поле хранения данных об успешном прохождении проверочного мероприятия;
 - g. check_fail – поле хранения данных о сбое прохождения проверочного мероприятия;
 - h. check_comment – поле хранения комментариев;
 - i. check_nod – поле хранения данных об узлах принятия решений;
 - j. check_act – поле хранения данных об актуальности проверочных мероприятий;
 - k. check_dateon – дата введения проверочного мероприятия;
 - l. check_dateoff – дата исключения проверочного мероприятия;
 - m. check_keys – сочетания проверочных мероприятий и узлов принятия решений;
 - n. check_keysnum – число сочетаний проверочных мероприятий и узлов принятия решений.

12. db_archive – таблица хранения архивных данных.

В графическом виде концептуальная модель базы данных представлена на рисунке 3.8.

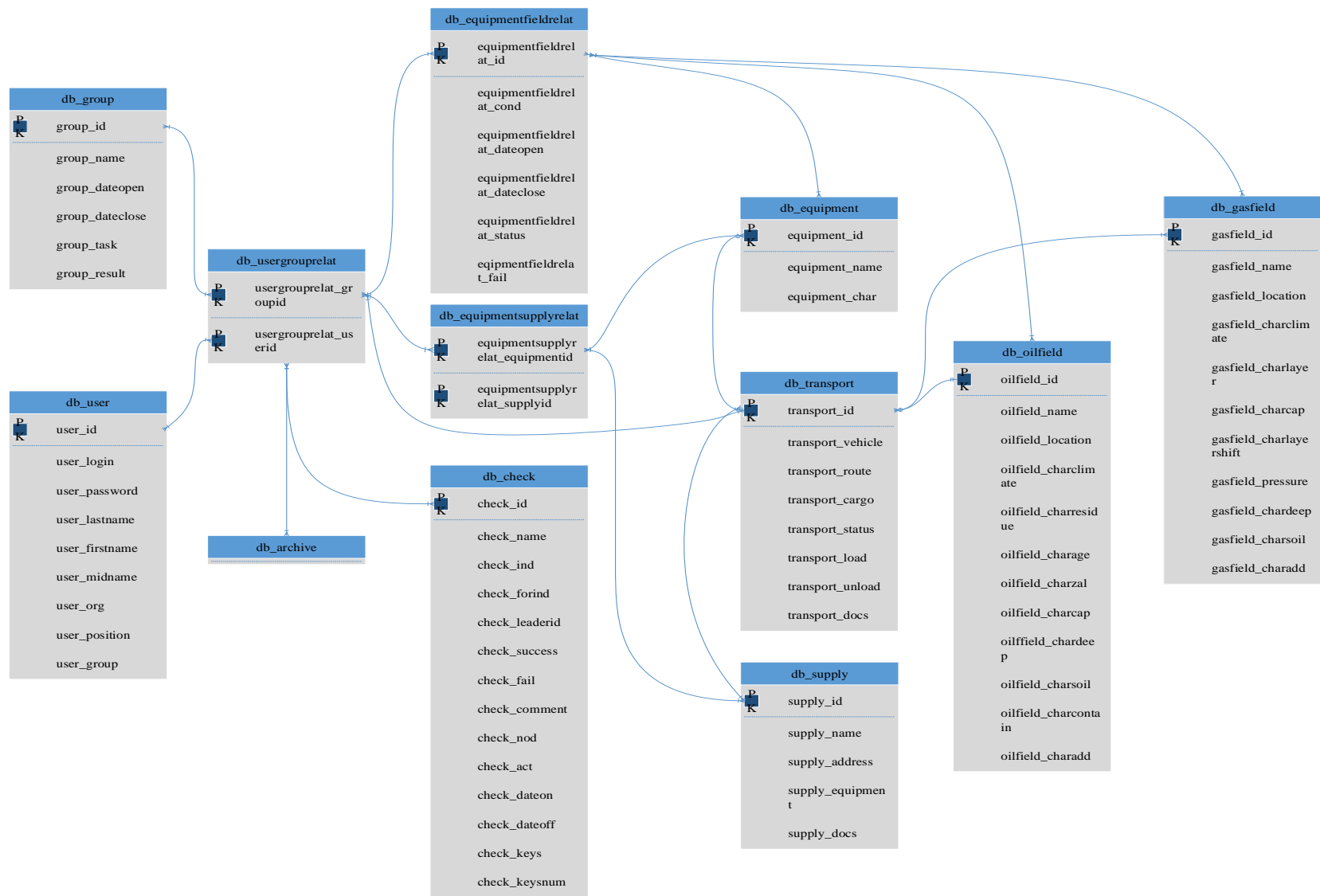


Рисунок 3.8 – Концептуальная модель базы данных системы управления транспортно-технологическим обеспечением производственных процессов РДК.

Для разграничения прав доступа к информации в зависимости от должности, функционала и места работы сотрудников со стороны ООО «ЭнергоСервис», операторов РДК и поставщиков оборудования внедрена подсистема ролей. Роль – это комплекс полномочий, который необходим пользователю системы или рабочей группе пользователей для выполнения того набора задач, который прописан в их функционале. Каждый пользователь или группа пользователей может иметь одну или несколько ролей, а каждая роль может содержать множество полномочий в различных комбинациях.

Так как построить полную ролевую модель в сфере транспортно-технологического обеспечения производственных процессов РДК, которая предполагает полное обеспечение правами сотрудников – невозможно, роли имеют динамический характер и могут меняться в зависимости от изменений условий ведения деятельности. В настоящее время внедренная ролевая модель покрывает около 70% потребностей пользователей. В случае необходимости создания новых ролей конкретным пользователям или рабочим группам осуществляется запрос через внутреннюю электронную подсистему заявок.

Помимо обеспечения информационной безопасности внедренная подсистема ролей полностью исключает выдачу несовместимых полномочий. Например, пользователь, который уже назначен определенной ролью в системе управления транспортно-технологическим обеспечением производственных процессов РДК, не может получить другую роль, если права доступа к информации в новой роли не соответствуют правам доступа в предыдущей роли.

Разработка ролей для системы управления транспортно-технологическим обеспечением производственных процессов РДК включает несколько этапов, которые представлены на рисунке 3.9.

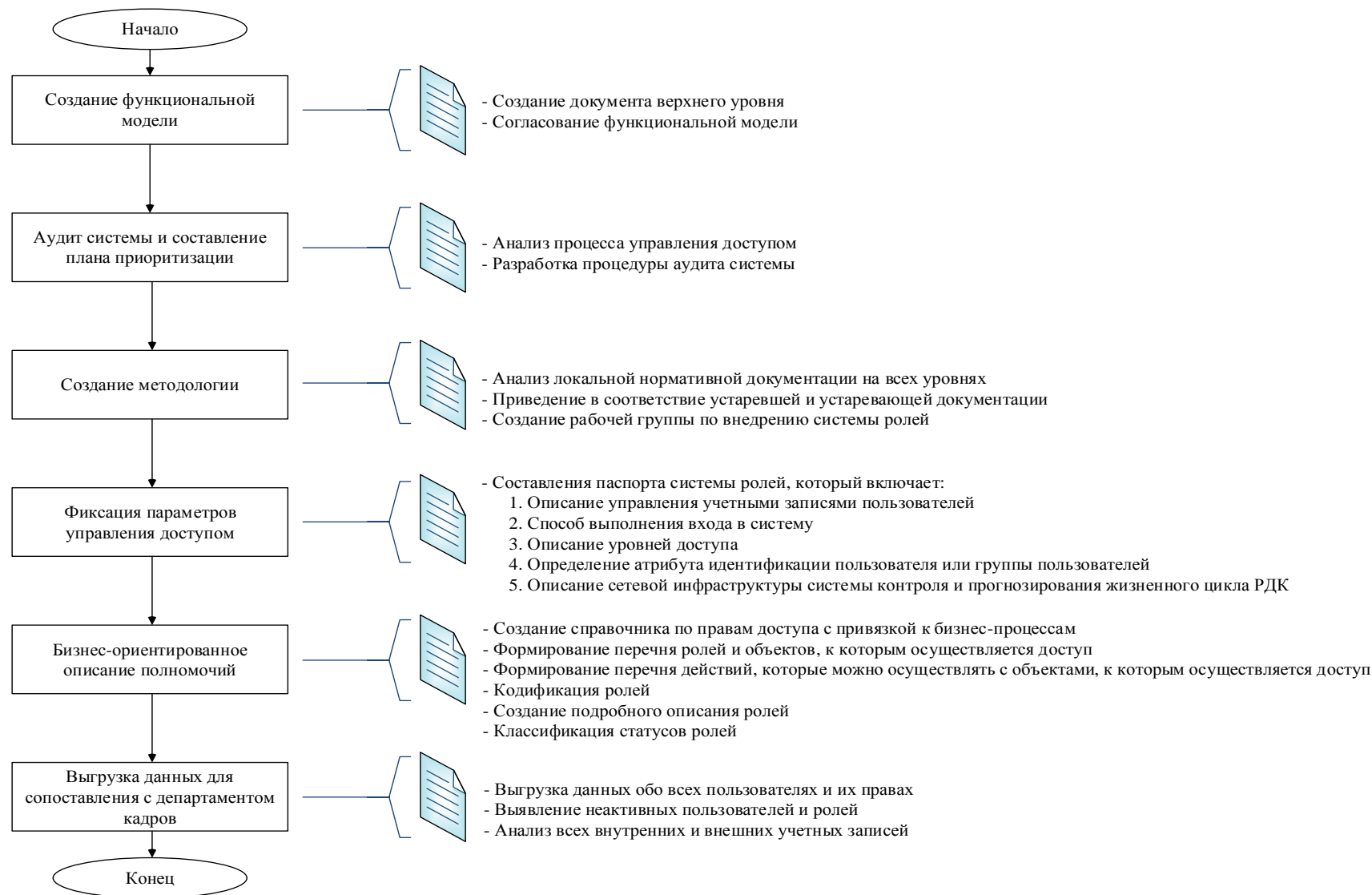


Рисунок 3.10 – Этапы разработки ролей для системы управления транспортно-технологическим обеспечением производственных процессов РДК.

На первом этапе создается функциональная модель, которая представляет из себя документ верхнего уровня, описывающий функционал каждого структурного подразделения и его сотрудников. Источниками формирования этого документа являются должностные инструкции, локальные нормативные документы, положения и т. д.

Далее функциональная модель согласуется ответственными лицами от всех структурных подразделений, которые участвуют в работе системы управления транспортно-технологическим обеспечением производственных процессов РДК.

На втором этапе осуществляется аудит всех информационных систем, которые используются в ООО «ЭнергоСервис», на РДК и у поставщиков оборудования на предмет наличия систем управления доступом к данным. В результате этого анализа вырабатываются критерии приоритетов используемых информационных систем. Таким образом выстраивается очередность по актуализации или новой разработке ролевых моделей для них. ООО «ЭнергоСервис» совместно с организациями внешнего периметра была разработана процедура аудита ARR (Access Right Review – проверка прав доступа). Куратором аудита является служба информационной безопасности, которая осуществляет непрерывное взаимодействие со службой ИТ.

Результатом проведения аудита стало формирование перечня информационных систем с их параметрами и детальным описанием. Для каждой информационной системы был выделен куратор от ООО «ЭнергоСервис» и организаций внешнего периметра. Зафиксированы наиболее критичные системы для единой цифровой платформы и их параметры.

На третьем этапе создается методология построения подсистемы ролей. Для этого необходим детальный анализ имеющихся документов, которые регламентируют имеющийся порядок предоставления доступа к данным. Производится актуализация документации. Далее формируется рабочая

группа, которая разрабатывает методику построения подсистемы ролей исходя из общих требований к информационной безопасности.

На четвертом этапе фиксируются параметры подсистемы ролей путем составления паспорта подсистемы, который описывает ее спецификации и алгоритмы. В частности, паспорт подсистемы описывает:

- Способы управления учетными записями (через пользовательский интерфейс или напрямую в базе данных);
- Методологию верификации пользователей в системе;
- Уровни доступа к системе;
- Описание технических спецификаций серверов и сетевой инфраструктуры;
- Операции управления учетными записями (создание, переименование, приостановка доступа, закрытие доступа и пр.);
- Алгоритмы генерации уникального номера идентификации пользователя;
- Поля учетной записи;
- Механизмы делегирования или разделения прав доступа к информации;
- Обработчик событий.

На пятом этапе осуществляется создание и описание полномочий в системе в соответствии со структурой предприятий, задействованных во внедрении подсистемы ролей. Производится детальное построение блок-схем со всеми бизнес-процессами и сотрудниками, которые в них задействованы. В частности, фиксируется наименование полномочий и объекта, к которому предоставляется доступ в бизнес-процессе, вводится справочное описание полномочий и прописываются все действия, которые возможно совершать с объектом доступа.

На шестом этапе производится выгрузка всех данных из разработанной подсистемы ролей и сопоставление информации с департаментом кадров. Данная работа на начальном этапе функционирования подсистемы ролей

осуществляется регулярно до полной корреляции открытых учетных записей и их прав со штатным расписанием (Приложение 2).

Внедрение подсистемы ролей пользователей в систему электронного документооборота (СЭД) позволило ООО «ЭнергоСервис» и его партнерам реализовать полноценную подсистему электронного согласования документов и договоров. Согласование электронных документов осуществляется по двум основным схемам.

В рамках первой схемы, представленной на рисунке 3.10, осуществляется последовательное согласование, когда каждый следующий куратор направления или ответственное лицо получит документ только после принятия положительного решения от предыдущего согласующего. Для автоматизации выбора согласующих лиц в подсистеме заранее прописаны последовательности согласований в зависимости от типа документа и поставленной задачи. Также, в случае необходимости инициатор может добавлять дополнительных согласующих.

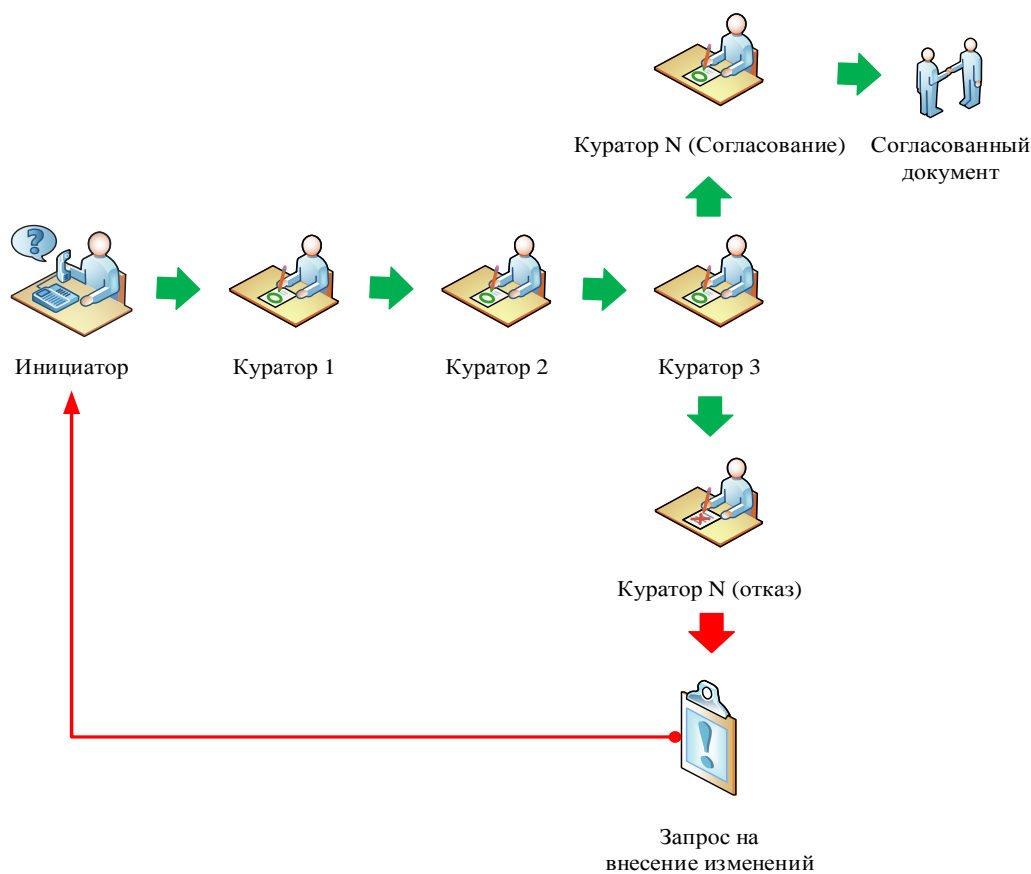


Рисунок 3.10 – Последовательное согласование документов.

В рамках второй схемы, представленной на рисунке 3.11, осуществляется параллельное согласование, когда все кураторы направлений получают документ на согласование одновременно. Во втором случае в подсистему заложена возможность совместной работы над документом в режиме реального времени для ускорения процесса согласования.

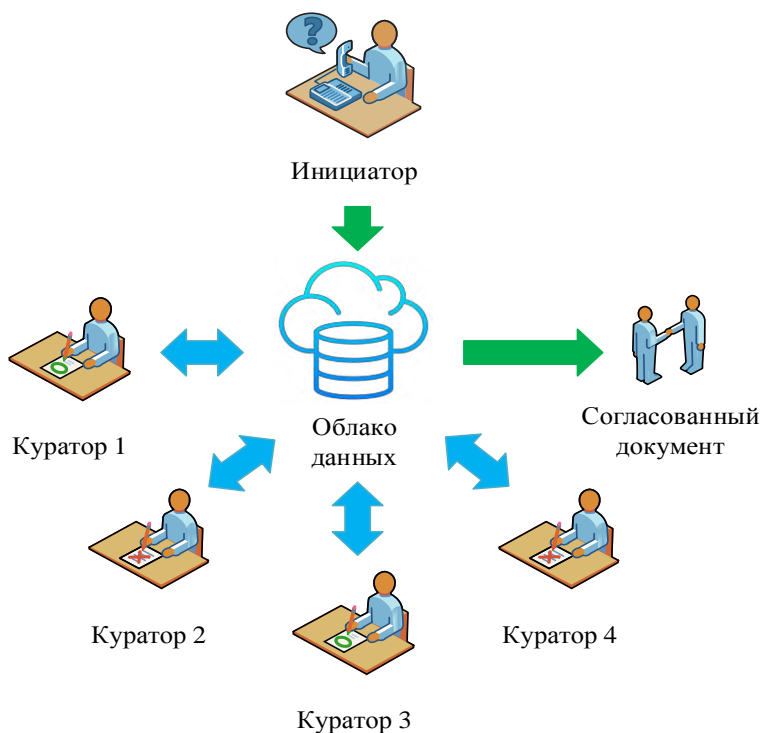


Рисунок 3.11 – Параллельное согласование документов.

Подсистема согласования документов в рамках системы управления транспортно-технологическим обеспечением производственных процессов РДК активно задействована в совместном виртуальном цифровом проектировании для целей управления жизненным циклом оборудования РДК.

Управление жизненным циклом является новым трендом, который направлен на оптимизацию транспортно-технологического обеспечения производственных процессов РДК, а также на усиление кооперационных связей производителей оборудования РДК, эксплуатантов и логистического оператора ООО «ЭнергоСервис». С точки зрения управления жизненным циклом оборудования РДК целями являются оптимизация конструкции в

соответствии с уникальными требованиями эксплуатанта, улучшение технологий производства, а также способов ТКРС. С точки зрения логистического оператора участие в управлении жизненным циклом способствует адаптации подвижного состава к требованиям, предъявляемым к транспортировке, а также возможность адаптировать свои транспортные потоки между производителем и эксплуатантом, становясь устойчивым связующим звеном (Рисунок 3.12).

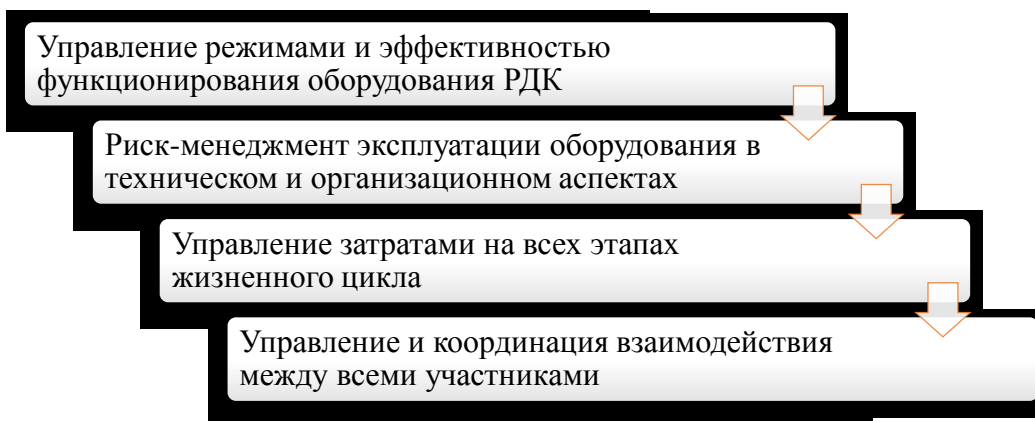


Рисунок 3.12 – Управление жизненным циклом оборудования РДК.

Для реализации управления жизненным циклом оборудования РДК были проведены следующие комплексные мероприятия:

1. Проведен анализ процессов и стоимости эксплуатации оборудования РДК в привязке к месторождениям. Внедрены системы мониторинга технического состояния и режимов работы оборудования РДК, проведены оптимизационные мероприятия в зависимости от характеристик месторождения.
2. Отлажено кооперационное взаимодействие ООО «ЭнергоСервис», производителей и эксплуатантов оборудования РДК для целей внедрения новых подходов к организации ТКРС. В дальнейшем на основе полученного опыта и накопленных данных будет повышена надежность оборудования путем изменения организационно-технических мероприятий и проведения модернизации непосредственно конструктивных частей оборудования РДК.

3. Произведена оптимизация стоимости оборудования РДК на базе кооперационного взаимодействия между ООО «ЭнергоСервис», эксплуатантами и производителями через модернизацию технологий производства и внесение изменений в конструкцию оборудования.
4. Для транспортно-технологического обеспечения производственных процессов РДК оборудованием, управление жизненным циклом которого невозможно или не рационально, используются только расчеты из математической модели прогнозирования жизненного цикла оборудования.

На начальных этапах процесса внедрения управления жизненным циклом оборудования ООО «ЭнергоСервис» столкнулось с рядом технологических и организационных барьеров. В частности:

1. Невозможность получения данных на некоторых этапах жизненного цикла в силу отсутствия системы управления поставщиками и изолированности системы мониторинга состояния оборудования РДК в режиме реального времени.
2. Избыточная длительность процессов согласования обмена данными в связи с повышенными требованиями к информационной безопасности.
3. Необходимость внесения значительного числа корректировок в действующие локальные нормативные документы ООО «ЭнергоСервис», эксплуатантов и поставщиков.

Результатом преодоления вышеперечисленных барьеров явилось создание единых инструментов идентификации и мониторинга состояния оборудования, а также возможности внесения конструктивных изменений в виде подсистемы совместного виртуального цифрового проектирования, которая впоследствии была внедрена в систему управления транспортно-технологическим обеспечением производственных процессов РДК.

С учетом показателей текущего состояния оборудования РДК и расчетных данных, полученных с помощью разработанной математической модели внедрены аналитические инструменты прогнозирования вероятных

отказов. Таким образом обеспечена гибкость в принятии управленческих решений в части выбора режимов работы оборудования с учетом сроков поставки комплектующих для ТКРС.

Подсистема совместного виртуального цифрового проектирования состоит из 4-х модулей:

- Модуль автоматизированного сбора данных;
- Модуль аналитики;
- Модуль локальной нормативной документации;
- Модуль коммуникаций.

Модуль автоматизированного сбора данных служит для хранения и обработки параметров и статусов функционирования оборудования РДК. Обработанная информация является основой для ведения статистики и управления оборудованием РДК. Модуль обрабатывает и хранит следующие данные:

- Конструктивные данные;
- Данные об обслуживании и ремонте;
- Время наработки;
- Эксплуатационная документация в привязке к текущему этапу жизненного цикла.

Модуль аналитики содержит математическую модель прогнозирования жизненного цикла оборудования РДК. Основой для получения данных для математической модели служат системы автоматизированной диагностики оборудования. Алгоритм диагностики строится на основе подхода с использованием «наблюдателей состояния», т.е. адекватных и квалифицированных моделей оборудования. На основе информации, полученной через модуль автоматизированного сбора данных и результатов расчетов математической модели, стало возможным прогнозировать параметры работы оборудования и моделировать его поведение при различных внешних факторах, минимизируя неконтролируемые риски

возникновения сбоев. Модуль аналитики является ключевым для обеспечения эффективного транспортно-технологического обеспечения производственных процессов РДК.

Модуль локальной нормативной документации содержит стандарты, методические указания, инструкции и рекомендации, регламентирующие порядок работы каждого бизнес-процесса.

Модуль коммуникации предназначен для обеспечения оперативного информационного обмена между ООО «ЭнергоСервис», эксплуатантами оборудования и его производителями.

За функционал транспортной логистики отвечает подсистема логистики, которая аккумулирует все информационные потоки, касающиеся транспортно-технологического обеспечения производственных процессов РДК. Подсистема состоит из следующих компонентов:

- Мониторинг;
- Документы;
- Метрики;
- Отчеты.

С помощью компонента Мониторинг осуществляется доступ к информации о текущем местонахождении транспортных средств, осуществляющих транспортно-технологическое обеспечение производственных процессов РДК в режиме реального времени (Приложение 3). Внедрена функция выбора отслеживаемых транспортных средств по идентификационному номеру как самой перевозки, так и по идентификационному номеру оборудования, которое загружено на подвижной состав. В соответствии с актуальным состоянием перевозки отражается информация о датах погрузки, прогнозируемых датах доставки и разгрузки. Принимая во внимание тот факт, что некоторые транспортно-технологические процессы могут иметь индивидуальные требования, отслеживаемые системой показатели могут быть добавлены вручную и иметь различный приоритет.

Компонент Документы служит для выгрузки или загрузки всей сопроводительной документации и подробного описания груза (Приложение 4). Хранение документов обеспечивает база данных, описанная выше. Привязка документации осуществляется через уникальный идентификационный номер перевозки или груза.

Компонент Метрики служит для сбора статистических данных о выполненной транспортной работе за определенный период времени. В соответствии с запросом пользователя компонент осуществляет сбор аналитической и отчетной информации из базы данных и генерирует логическое графическое представление этой информации с помощью диаграмм и гистограмм. Выходная информация, в зависимости от требований пользователя, может содержать уникальные номера перевозок, массогабаритные характеристики, объем перевозок в разрезе регионов и месторождений, затраты на перевозку, затраченное время и возникшие сбои. Графическое представление может настраиваться по диапазону дат, типам перевозки, по происхождению и назначению, а также по типу груза (Приложение 5).

Компонент Отчеты представляет собой систему отчетности в режиме реального времени для всех участников транспортно-технологического процесса как внутри ООО «ЭнергоСервис», так и за его периметром. Этот вид управленческих отчетов предоставляет пользователям детальную картину осуществления транспортно-технологических процессов (Приложение 6). Внедрены как стандартные, так и настраиваемые (гибкие) отчеты. Например, отчеты по пунктам назначения, месторождениям, объему перевозок, времени в пути, подвижному составу и т. д.

В графическом виде общую структуру разработанной системы управления транспортно-технологическим обеспечением производственных процессов РДК можно представить в виде, приведенном на рисунке 3.13.

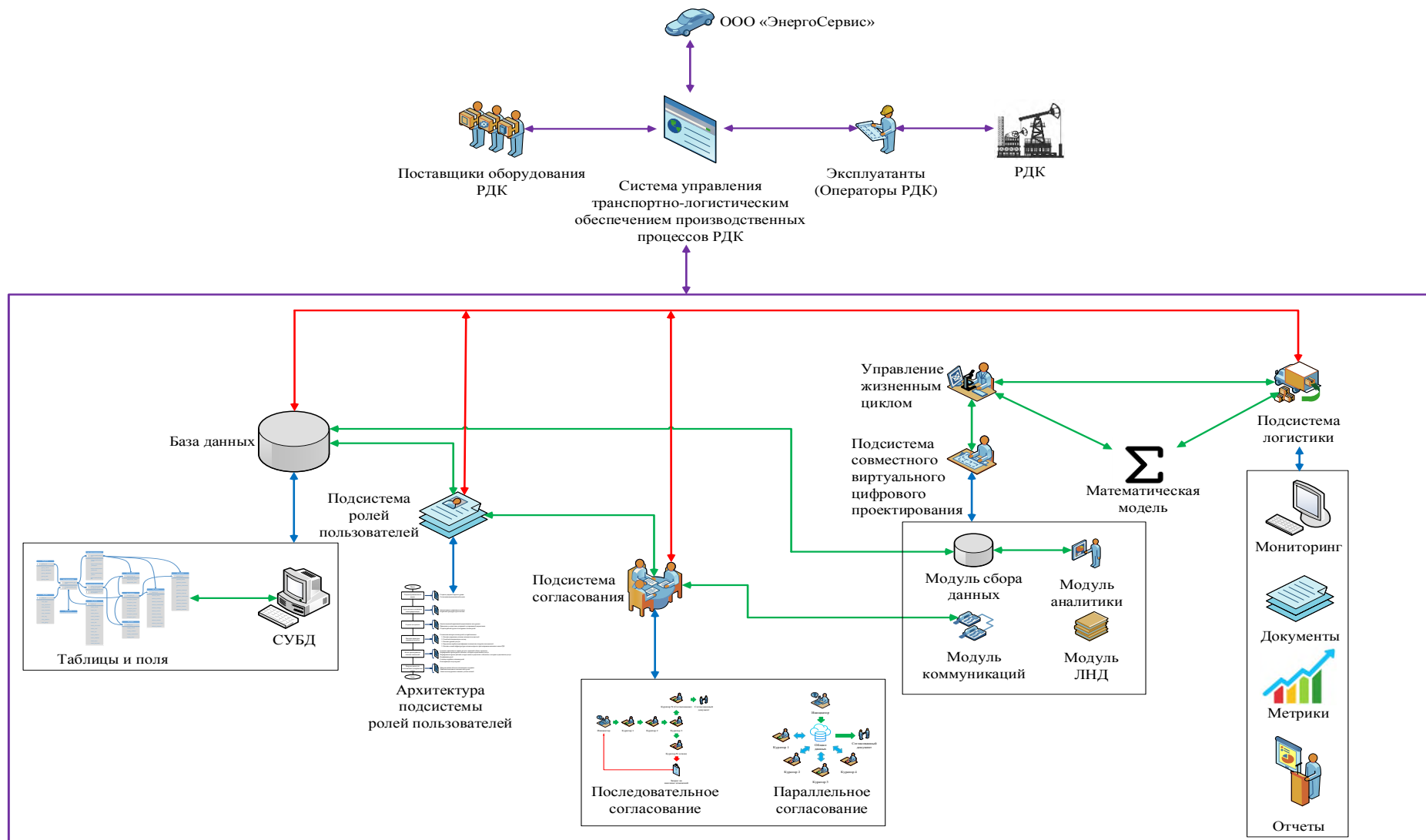


Рисунок 3.13 – Структура системы управления транспортно-технологическим обеспечением производственных процессов РДК.

Представленная система управления транспортно-технологическим обеспечением производственных процессов РДК имеет комплексный характер и способна решать ряд разнонаправленных задач, в том числе управление жизненным циклом оборудования РДК, что крайне важно для нефтегазовой отрасли. Алгоритмы решения задач данной системой приведены в приложении 7 (рисунки 1–7). При этом построение системы управления транспортно-технологическим обеспечением производственных процессов РДК, с точки зрения автора работы, целесообразно организовать на базе обслуживающего транспортно-технологического предприятия. Это связано с тем, что сама по себе логистическая функция является ключевой для обеспечения устойчивого функционирования РДК. Разработанная система охватывает все ключевые направления деятельности ООО «ЭнергоСервис» и его внешних партнеров (эксплуатантов и производителей оборудования), повышает прозрачность совместной работы, направленной на бесперебойное функционирование РДК, тем самым решая задачу цифровизации транспортно-технологического обеспечения производственных процессов.

ГЛАВА 4. ОПЫТНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ПРОВЕРКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ПРАКТИЧЕСКОЕ ВНЕДРЕНИЕ

4.1. Оценка эффективности результатов исследования

Важным аспектом практического использования результатов исследования является вопрос о размере расходов, которые необходимо понести для получения конечных результатов. Достижение максимальных результатов при минимальных расходах на единицу продукции является экономической эффективностью. Таким образом следует, что соотношение результатов и расходов, которые были понесены для достижения этих результатов, определяют показатель экономической эффективности.

Цель любой предпринимательской деятельности – получение прибыли. В случае с использованием новой информационной системы с последующей цифровизацией бизнес-процессов логистического оператора, обеспечивающего транспортно-технологическую поддержку производственных процессов РДК, необходимо производить оценку затрат на разработку, внедрение и эксплуатацию. Экономическая эффективность, в свою очередь, будет определяться через экономию ресурсов, например, благодаря снижению расходов на ТКРС, транспортное обслуживание РДК и хранение комплектующих, сокращению рабочего времени, необходимого для совершения той или иной операции, уменьшению числа ошибок и росту скорости обработки информации.

Экономическая эффективность от внедрения новых технологических решений может быть представлена двумя способами. С точки зрения взаимодействия с внешней средой – это формирование имиджа высокотехнологичной компании в отрасли и определение сроков окупаемости инвестиций, приемлемых для самой компании и ее инвесторов. С точки зрения внутреннего состояния компании – это определение объемов выполненной работы.

Экономический эффект может быть как прямым, так и косвенным. Дополнительным фактором оценки экономического эффекта может быть снижение уровня рисков, достигнутое благодаря внедрению инновационного решения в операционную деятельность предприятия.

К прямому экономическому эффекту относятся те действия, которые напрямую влияют на доходность компании. Например, сокращение временных затрат на выполнение запросов, снижение издержек в цепочках создания добавленной стоимости, повышение качества производимой работы, рост производительности труда.

К косвенному экономическому эффекту относятся те действия, которые влияют на потенциальную доходность предприятия опосредованно. Например, повышение конкурентоспособности и прозрачность управления на всех уровнях.

В части снижения уровня рисков следует отметить повышение устойчивости ведения бизнеса за счет снижения влияния негативных факторов (внутренних и внешних) на предприятие.

При разработке и внедрении новых информационных систем формирование перечня затрат является сложной задачей, так как затраты не ограничиваются покупкой оборудования и программного обеспечения, а также наймом консультантов. Необходимо учитывать также затраты на фонд заработной платы для сотрудников, участвующих во внедрении, обучение, обслуживание аппаратных и программных средств, внесение изменений.

Результаты экономической эффективности рассчитываются как разница между базовым и спроектированным вариантами функционирования предприятия. За базовый вариант принимаются результаты, полученные до внедрения системы. За спроектированный вариант принимаются результаты, полученные в результате внедрения.

В рамках данного раздела оценка экономической эффективности будет производиться по следующим оценкам:

1. Оценка экономической эффективности после внедрения системы управления транспортно-технологическим обеспечением производственных процессов РДК по сравнению с состоянием до внедрения. Эффективность рассчитывается путем определения экономии финансовых и трудовых ресурсов.
2. Оценка экономической эффективности инвестиций в разработку и внедрение системы управления транспортно-технологическим обеспечением производственных процессов РДК. Эффективность рассчитывается путем определения периода окупаемости после внедрения системы.

Оценка экономической эффективности в данных расчетах может быть статической и динамической. Разница между этими методами заключается в использовании коэффициента дисконтирования для динамического метода.

Так как система управления транспортно-технологическим обеспечением производственных процессов РДК базируется, в том числе, и на основе тех систем, которые использовались до внедрения, использование статического метода предпочтительнее. Также необходимо отметить, что экономический эффект от использования системы может оцениваться только за короткий промежуток времени в силу новизны. [12, 14, 83, 103, 104, 116]

Основными показателями, которые будут рассчитаны в рамках статического метода:

- ROI (Return on Investment – рентабельность инвестиций);
- Прирост чистой прибыли;
- Рентабельность проекта;
- PP (Payback Period – период окупаемости);
- Экономический результат функционирования системы.

ROI является финансовым коэффициентом, который демонстрирует уровень доходности или убыточности предприятия с учетом тех инвестиций, которые были вложены. В нашем случае – это рентабельность инвестиций в

разработку и внедрение системы управления транспортно-технологическим обеспечением производственных процессов РДК.

Формула ROI имеет следующий вид:

$$ROI = \frac{(R_{it}-R)}{I_k+I_э} * 100\% \quad (4.1)$$

где R_{it} – прибыль, полученная после внедрения системы, R – прибыль, полученная до внедрения системы, I_k – сумма расходов на капитальные вложения, $I_э$ – сумма расходов на эксплуатационные затраты.

Значение ROI напрямую зависит от объемов реализации продукции или услуг, затрат и запасов. Однако, вне зависимости от абсолютных значений, главными задачами любого предприятия являются повышение прибыли, снижение издержек и рост оборачиваемости основных средств. В рамках расчета экономической эффективности будет произведена оценка финансовых результатов после внедрения системы, которая позволит определить прирост чистой прибыли.

Дополнительным к ROI станет показатель рентабельности проекта, который рассчитывается исходя из экономического результата функционирования системы управления транспортно-технологическим обеспечением производственных процессов РДК.

Формула рентабельности проекта имеет следующий вид:

$$R_p = \frac{E_f}{I_k+I_э} * 100\% \quad (4.2)$$

где E_f – экономический результат функционирования системы, I_k – сумма расходов на капитальные вложения, $I_э$ – сумма расходов на эксплуатационные затраты.

PP – это показатель, характеризующий временной период, необходимый для того, чтобы доход, генерируемый инвестициями покрыл затраты на

инвестиции. Помимо этого, данный показатель может выступать в качестве инструмента оценки рисков невозврата вложенных средств, так как не учитывает дисконтирование. С точки зрения рисков проект может считаться приемлемым, если период окупаемости составляет не более 5 лет. В противном случае для дополнительной оценки проекта следует использовать показатель DPBP (Discounted Payback Period – дисконтированный период окупаемости).

Формула расчета периода окупаемости выглядит следующим образом:

$$PP = \frac{I_k}{E_f} \quad (4.3)$$

где I_k – сумма расходов на капитальные вложения, E_f – экономический результат функционирования системы.

Для расчета рентабельности проекта и периода окупаемости необходимо произвести расчет экономического результата функционирования системы.

Формула для расчета экономического результата выглядит следующим образом:

$$E_f = E_{pr} + E_{ke} \quad (4.4)$$

где E_{pr} – экономия прямых затрат от внедрения системы, E_{ke} – экономия косвенных затрат.

Экономический результат от предложенной системы управления транспортно-технологическим обеспечением производственных процессов РДК определяется через сравнение трудозатрат для решения той или иной задачи до и после внедрения. Если решение аналогичной задачи позволяет снизить прямые производственные затраты, уменьшить резервный фонд для непредвиденных расходов и сократить часть персонала, то система может считаться эффективной.

Сумма капитальных затрат рассчитывается исходя из сумм необходимых вложений в основные средства, нематериальные активы и другие расходы, которые необходимо понести до внедрения системы в эксплуатацию.

Расчет экономии прямых затрат осуществляется только по тем статьям производственных расходов, по которым в результате внедрения системы будут снижены издержки.

В свою очередь итоговая экономия косвенных затрат рассчитывается по следующей формуле:

$$E_{ke} = C_{rf} * RF + I_э - E_k \quad (4.5)$$

где C_{rf} – коэффициент сокращения затрат из резервного фонда на незапланированные затраты, RF – резервный фонд на незапланированные затраты, $I_э$ – сумма расходов на эксплуатационные затраты, E_k – экономия косвенных затрат без учета средств резервного фонда.

Рассчитаем оценку экономической эффективности по разработке и внедрению системы управления транспортно-технологическим обеспечением производственных процессов РДК. Расчет произведен на базе финансовых показателей ООО «ЭнергоСервис». Выручка Общества за 2021 год составила 127,61 млн руб. Произведем расчет необходимых сумм на капитальные вложения и эксплуатационные затраты. Суммы должны учитывать расходы на разработку, тестирование, организацию и внедрение системы.

В первую очередь определим, какие расходы будут связаны с капитальными вложениями Общества для разработки и внедрения системы:

1. Капитальные вложения:

- Расходы на разработку системы;
- Расходы на дополнительное программное обеспечение;
- Расходы на модернизацию рабочих станций;

- Расходы на дополнительное оборудование сетевой инфраструктуры;
- Расходы на тестирование и доработку системы;
- Расходы на внедрение системы.

В таблице 4.1 представлены суммы расходов на капитальные вложения.

Таблица 4.1 – Суммы расходов на капитальные вложения, I_k .

Статья расходов	Сумма, млн руб.
Расходы на разработку системы	37,21
Расходы на дополнительное программное обеспечение	5,52
Расходы на модернизацию рабочих станций	3,78
Расходы на дополнительное оборудование сетевой инфраструктуры	6,33
Расходы на тестирование и доработку системы	5,92
Расходы на внедрение системы	4,56
Итого	63,32

Далее определим, какие расходы будут связаны с эксплуатационными затратами Общества на разработку и внедрение системы:

2. Эксплуатационные затраты:

- Расходы на обучение персонала;
- Расходы на техническую поддержку на этапе внедрения;
- Управленческие расходы.

В таблице 4.2 представлены суммы расходов на эксплуатационные затраты.

Таблица 4.2 – Суммы расходов на эксплуатационные затраты, I_3 .

Статья расходов	Сумма, млн руб.
Расходы на обучение персонала	1,53
Расходы на техническую поддержку на этапе внедрения	2,84
Управленческие расходы	1,71
Итого	6,08

Таким образом, итоговая сумма расходов на создание системы составит:

$$I = 63,32 + 6,08 = 69,40 \text{ млн руб.}$$

После внедрения системы управления транспортно-технологическим обеспечением производственных процессов РДК сократятся затраты на ТКРС, снизится потребность в складских запасах оборудования РДК, уменьшатся затраты на транспортное обслуживание РДК и расходы на содержание трудовых ресурсов. Кроме этого, эффект от использования внедренной системы будет состоять в экономии рабочего времени и снижении объема бумажного документооборота. (Таблицы 4.3–4.4).

Таблица 4.3 – Экономия прямых затрат от внедрения системы, $E_{пр}$.

Статьи снижения издержек	Сумма, млн руб.
Расходы на ТКРС	11,23
Расходы на хранение	2,42
Расходы на транспортное обслуживание	3,71
Расходы на содержание трудовых ресурсов	1,25
Итого	18,61

Таблица 4.4 – Экономия косвенных затрат от внедрения системы (без учета средств резервного фонда), E_k .

Статьи снижения издержек	Сумма, млн руб.
Бумажный документооборот	0,27
Командировочные расходы	1,63
Содержание управленческого аппарата	2,51
Итого	4,41

Произведем расчет суммы экономии косвенных затрат от разработки и внедрения системы управления транспортно-технологическим обеспечением производственных процессов РДК. Данная сумма будет оказывать влияние на размер резервного фонда ООО «ЭнергоСервис», который создается ежегодно

для погашения дополнительных расходов, возникающих в случае непредвиденных обстоятельств. Обычно годовая величина резервного фонда (**RF**) в Обществе составляет 10,50 млн руб. По ожиданиям руководства ООО «ЭнергоСервис» в первый год с момента внедрения системы возможно снижение затрат в части отчислений на непредвиденные дополнительные расходы на 20% (C_{rf}). Исходя из этого, резервный фонд для погашения дополнительных расходов может составить 8,40 млн руб.

Рассчитаем итоговую экономию косвенных затрат исходя из прогнозов:

$$E_{ke} = 0,2 * 10,50 + 6,08 - 4,41 = 3,77 \text{ млн руб.}$$

В соответствии с первичными документами Общества сумма косвенных затрат составляет 17,11 млн руб.

На основе исходных данных и полученных результатов произведем оценку финансовых результатов Общества после внедрения системы управления транспортно-технологическим обеспечением производственных процессов РДК (Таблица 4.5).

Таблица 4.5 – Оценка финансовых результатов Общества после внедрения системы.

Наименование	Данные до внедрения системы (млн руб.)	Данные после внедрения системы (млн руб.)	Дельта (млн руб.)
Выручка	127,61	127,61	0
Прямые расходы	109,85	91,24	-18,61
Валовая прибыль	17,76	36,37	+18,61
Прочие доходы	1,36	1,36	0
Косвенные затраты	17,11	13,34	-3,77
Налогооблагаемая прибыль	2,01	24,39	+22,38
Налог на прибыль	0,40	4,88	+4,48
Чистая прибыль	1,61	19,51	+17,90

Таким образом при использовании системы прирост чистой прибыли может составить 17,90 млн руб.

Экономический результат функционирования системы составит:

$$E_f = 18,61 + 3,77 = 22,38 \text{ млн руб.}$$

Период окупаемости проекта составит:

$$PP = \frac{63,32}{22,38} = 2,83, \text{ т. е. около } 3 \text{ лет}$$

Далее произведем расчет показателя ROI системы управления транспортно-технологическим обеспечением производственных процессов РДК. В случае, если значение ROI менее 5%, то данная рентабельность инвестиций считается низкой и над ее увеличением необходимо работать. Таким образом инвестиции в проект, у которого ROI менее 5% не эффективны. Показатель от 5% до 20% является средним для устойчивых предприятий, а значение ROI ближе к 20% говорит о сохранении стабильной работы предприятия. Высокую эффективность и результативность работы показывают проекты, ROI которых входят в интервал от 20% до 30%. ROI системы управления транспортно-технологическим обеспечением производственных процессов РДК составляет 25,79%.

$$ROI = \frac{19,51 - 1,61}{69,40} * 100\% = 25,79\%$$

Представленный выше расчет показывает, что предложенная система является инвестиционно-привлекательной.

Дополнительно рассчитаем рентабельность системы:

$$R_p = \frac{22,38}{69,40} * 100\% = 32,25\%$$

Уровень рентабельности себестоимости в 32,25% является достаточно высоким и демонстрирует, что система экономически эффективна, несмотря на большие капитальные вложения. Внедренная система позволяет существенно снизить прямые производственные затраты, а также уменьшить величину резервного фонда и управленческих расходов.

Помимо прямого экономического эффекта, можно говорить и о косвенной эффективности. К косвенным эффектам можно отнести повышение прозрачности информационных потоков, исключение ошибок, связанных с человеческим фактором, сокращение временных затрат на обработку входящей информации и принятие управленческих решений, снижение рисков, связанных с информационной безопасностью.

4.2. Практическое внедрение системы управления транспортно-технологическим обеспечением

Для целей оценки эффектов от внедрения системы управления транспортно-технологическим обеспечением производственных процессов РДК использован метод анализа выбранных ключевых показателей до внедрения системы и после ее внедрения. Сбалансированная система показателей позволяет оценить не только эффекты от внедрения на сегодняшний день, но и будущий потенциал этих достижений.

Для оценки достижений внедрения системы управления транспортно-технологическим обеспечением производственных процессов РДК использованы следующие ключевые показатели:

1. Рост числа бизнес-процессов, управляемых ООО «ЭнергоСервис». Данный показатель не привел к значительному увеличению численности сотрудников. Таким образом произошло прямое увеличение удельного объема работ в расчете на одного сотрудника. Так

как средний уровень автоматизации выполнения задач вырос на 70%, увеличение удельного объема работ не привело к увеличению трудозатрат.

2. Повышение качества обслуживания РДК. Высокое качество обслуживания привело к снижению возникновения сбоев на 23%. Для дальнейшей оценки качества обслуживания необходимо проводить регулярный контроль и мониторинг функционирования РДК.
3. Повышение качества транспортировки. В силу обеспечения прозрачности информации на всех этапах транспортно-технологического обслуживания удалось повысить контроль за перевозочным процессом и снизить уровень потерь и повреждений оборудования на 9%.
4. Снижение объема складских запасов. Поскольку в систему управления внедрена математическая модель, которая позволяет путем сбора статистических данных прогнозировать потенциальный спрос и жизненный цикл оборудования, удалось снизить объем складских запасов на 40%, что, в свою очередь, позволило снизить нагрузку на складскую инфраструктуру.
5. Снижение трудозатрат на документальное оформление. Внедрение системы управления позволило перевести весь документооборот в электронную форму. Таким образом произошло снижение трудоемкости на рутинные операции. Предложенная подсистема электронного согласования документов и договоров, являющаяся компонентом системы управления транспортно-технологическим обеспечением производственных процессов РДК позволила сократить время на согласование документов на 47%.
6. Повышение степени достоверности исходящих документов. Поскольку документы загружаются в систему управления и становятся доступными для рассмотрения многими сотрудниками с общей ролью уменьшается вероятность возникновения ошибки из-за человеческого фактора. В

случае возникновения ошибки значительно сокращается время на ее обнаружение и исправление. Это ведет к повышению производительности труда и повышению качества исходящих документов.

7. Снижение числа повторных ездов на объекты РДК. Благодаря формированию единой цифровой экосистемы взаимодействия ООО «ЭнергоСервис», поставщиков оборудования и операторов РДК практически удалось исключить повторные ездки на объекты РДК и снизить зависимость от ряда внешних негативных факторов.
8. Уменьшение длительности внеплановых простоев РДК по причине ремонтов и ожидания нового оборудования. За счет повышения качества прогнозирования жизненного цикла оборудования и организации ТКРС удалось уменьшить длительность внеплановых простоев на 82%. Также появилась возможность проактивного выявления потенциальных сбоев и предупреждение отказов оборудования.
9. Повышение качества анализа. Увеличение объема собираемой информации, которая хранится в базе данных, дает возможность повысить точность анализа и улучшить качество отчетности, что способствует принятию своевременных управленческих решений. При этом уменьшается время на принятие такого решения.
10. Полнота охвата бизнес-процессов системой управления. Внедрение системы управления позволило провести комплексную автоматизацию всей деятельности, связанной с транспортно-технологическим обеспечением производственных процессов РДК.

Необходимо отметить, что улучшение вышеперечисленных показателей возникло за счет внедрения инновационных решений.

Выполненное исследование позволило выявить основные преимущества, возникающие во взаимодействии Оператор РДК – Производитель/Поставщик оборудования – Логистический оператор:

- Появляется возможность оптимизировать инвестиционные решения на всех этапах жизненного цикла оборудования РДК;
- Обеспечивается эффективность оборудования РДК не только в краткосрочной перспективе, но и в долгосрочной;
- Формируется наиболее полная и достоверная база данных в части оборудования РДК. Доля контролируемого оборудования увеличивается с 35% до 90%. Система управления предоставляет возможность ведения полного прозрачного учета всего обслуживаемого оборудования РДК;
- Формируется ведомость ТКРС, которая позволяет контролировать и управлять процессами текущих и капитальных ремонтов. Появляется возможность повысить качество планирования ремонтов, отслеживать их выполнение, оптимизировать работу по продолжительности проведения ремонтов, оценивать реальную стоимость в режиме онлайн и прогнозировать риски;
- Появляется возможность увеличения жизненного цикла оборудования, что, в свою очередь, ведет к увеличению межремонтных периодов. Этот эффект достигается путем выбора оптимальной стратегии обслуживания оборудования РДК и своевременности принимаемых управленческих решений;
- Обеспечивается полный контроль транспортных потоков, что приводит к уменьшению холостого и непроизводительного пробега на 70%. Следствием этого стала экономия на ГСМ и расходные материалы для подвижного состава;
- Исключается возможность нецелевого использования подвижного состава и приписок пройденного пути;
- Сокращается срок закупки оборудования РДК у производителей. В связи с тем, что система управления позволяет прогнозировать спрос на оборудование РДК в заданные периоды времени, производители могут

заранее планировать свои производственные процессы и поставить оборудование в точно установленные сроки. Объем срочных закупок оборудования РДК у производителей снижен на 40%;

- Оптимизируется маршрутная сеть обслуживания РДК на основе полученных статистических данных.

Помимо отраслевой специфики внедрение системы управления позволяет получить эффекты общие для всех отраслей:

- Создается корпоративная база знаний в области управления, которая содержит в себе коллективный опыт, предполагающий передачу опыта от конкретного сотрудника всей команде в целях повышения общего уровня квалификации;
- Формируется унифицированный подход к управлению, что позволяет централизованно создавать и реализовывать корпоративные политики и процедуры в области управления, а также своевременно их корректировать;
- Внедряются единые инструменты мониторинга и оценки состояния оборудования, что приводит к внедрению приоритетов в процессы обслуживания и ремонта оборудования;
- Внедряется детализация учета использованных ресурсов в разрезе единицы оборудования;
- Создается электронный технический архив, который обеспечивает всю необходимую информацию для всех контрагентов без тиражирования бумажных копий;
- За счет преобладания плановых работ и снижения количества внезапных отказов оборудования происходит снижение закупочных цен в среднем на 15%. Закупки становятся прогнозируемыми, что позволяет говорить о предполагаемых объемах заранее и договариваться о скидках;

- Обеспечивается бесшовная интеграция системы управления с системами бухгалтерской и финансовой отчетности, что повышает достоверность этих отчетностей;
- Достигается рост корпоративной дисциплины.

На основании перечисленных эффектов и достоинств можно сделать вывод, что внедренная система позволяет осуществлять комплексное управление всеми процессами транспортно-технологического обеспечения РДК, решать сложные задачи, связанные с прогнозированием и увеличением жизненного цикла оборудования РДК, оперативно устранять возникновение сбоев, минимизировать количество ошибок, связанных с человеческим фактором и принимать своевременные управленческие решения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основным предназначением РДК является эффективная добыча полезных ископаемых. Для решения этой задачи необходимо поддерживать непрерывность процесса добычи. С учетом сложных климатических условий, необходимости постоянной организации и совершенствования транспортно-технологических процессов возникает множество рисков, связанных со сбоями и неисправностями оборудования, оказывающих критическое влияние на объемы добычи.

В современных условиях для повышения производительности РДК необходимы инструменты контроля и прогнозирования возникновения вероятных сбоев для проведения оперативных плановых и проактивных ТКРС. Качество контроля и прогнозирования возникновения вероятных сбоев обеспечивается путем повышения качества управления. В свою очередь, главным препятствием роста качества управления становится правильная организация транспортно-технологического обеспечения производственных процессов.

План ТКРС, а соответственно, и план транспортно-технологического обеспечения производственных процессов часто приходится менять в силу высокой степени неопределенности. Непредсказуемость возникаемых ситуаций приводит к тому, что планы приходится постоянно корректировать, что очень сложно на практике. Одной из главных задач становится постоянных мониторинг условий добычи и внесение корректировок в уже утвержденные планы.

Процесс контроля и прогнозирования достаточно трудоемок и дорог, поэтому для его оптимизации необходимо использование возможностей цифровизации. Грамотное использование возможностей цифровизации позволяет создать систему управления транспортно-технологическим обеспечением производственных процессов РДК, которая учитывает все взаимосвязи, определяет роли и создает целостную прозрачную картину состояния оборудования на объектах РДК.

В представленной работе определены современные тенденции транспортно-технологического обеспечения РДК, описаны актуальные проблемы, с которыми сталкиваются операторы РДК и транспортно-технологические компании их обслуживающие. На основании анализа особенностей формирования грузопотоков РДК и их транспортного обслуживания были разработаны мероприятия, направленные на повышение эффективности и качества управления РДК. Выявлено, что управление РДК осуществляется в условиях высокой неопределенности и многофакторности причин, влияющих на возникновение потенциальных отклонений. Доказано, что проблема многофакторности возникновения рисков управляема при помощи инструментов цифровизации, входящих в концепцию Индустрии 4.0.

Отсутствие своевременной и достоверной информации, отсутствие полной картины состояния оборудования в конкретных условиях функционирования, недостаточный контроль процессов, в которых возникает максимальное количество рисков, приводит к некорректному планированию и невозможности определить реальный жизненный цикл оборудования.

Проведенные исследования доказали актуальность проблемы контроля и прогнозирования жизненного цикла оборудования РДК для целей транспортно-технологического обеспечения производственных процессов.

Основные выводы и результаты работы состоят в следующем:

На основе выполненных исследований изложены новые научно обоснованные технические и технологические решения, внедрение которых вносит значительный вклад в организацию перевозок на автомобильном транспорте и развитие страны в целом:

1. Проведен анализ современных тенденций развития транспортно-технологического обеспечения производственных процессов. Выявлено, что решение многофакторных задач необходимо осуществлять с использованием инструментов цифровизации.

2. Определены особенности функционирования РДК в современных условиях. Доказано, что формирование транспортных потоков РДК в

основном зависят от планирования ТКРС. Таким образом, планирование ТКРС является одним из основных условий функционирования РДК.

3. Установлены факторы влияния на транспортную емкость производственных процессов РДК и степень их взаимодействия, в различных сочетаниях, на эффективность работы технологического транспорта при перемещении КБО на месторождениях. Показано, что учет данных факторов обеспечивает выбор эффективной схемы работы технологического транспорта, в том числе функциональную интеграцию производственных структур комплекса, связанных с транспортным обеспечением его работы; выбор рационального места базирования подвижного состава на период осуществления перевозок по выбранной транспортной схеме и формирование оптимальной структуры технологического транспорта для работы в составе РДК.

4. Разработана математическая модель прогнозирования жизненного цикла оборудования РДК, позволяющая непрерывно прогнозировать потребности предприятий РДК в оборудовании при минимально допустимом риске возникновения простоев.

5. Определены принципы формирования информационных потоков в соответствии с требованиями к системе управления транспортно-технологическим обеспечением производственных процессов РДК.

6. Предложена методика транспортно-технологического обслуживания РДК, направленная на минимизацию транспортной емкости его производственных процессов на основе комплексного планирования перевозочного процесса в единстве с ними.

7. Определены ключевые направления и компоненты системы управления транспортно-технологическим обеспечением производственных процессов РДК, включающие базу данных, подсистему ролей пользователей, подсистему согласования, подсистему совместного проектирования и подсистему логистики. Разработан алгоритм функционирования системы управления

транспортно-технологическим обеспечением производственных процессов РДК.

8. Приведена оценка экономической эффективности внедрения системы управления транспортно-технологическим обеспечением производственных процессов РДК и производственных предприятиях других отраслей – на всех их функциональных циклах (снабжения, обеспечения производства и распределения). Период окупаемости составил около 3-х лет. Показатель инвестиционной эффективности проекта ROI составил 25,79%. Прирост чистой прибыли составил 17,90 млн рублей. Рентабельность проекта составила 32,25%. Вывод: система экономически эффективна.

Разработанные модели, мероприятия и алгоритмы прошли апробацию и внедрены для практического применения в ООО «ЭнергоСервис» при транспортно-технологическом обслуживании предприятий ресурсодобывающей отрасли.

Исходя из вышеизложенного, задачи диссертационного исследования были решены, при этом цель, состоящая в создании гибкой и унифицированной системы управления транспортно-технологическим обеспечением производственных процессов РДК, в том числе минимизирующей простой оборудования при ТКРС, достигнута. Выявлены преимущества деятельности РДК при использовании разработанной системы:

1. Использование системы транспортно-технологическим оператором позволило повысить эффективность как производственных процессов РДК, так и логистической функции самого оператора. При этом образование новой организационной структуры, которая бы осуществляла эту деятельность, не требуется.
2. Разработанная система является отдельным модулем в существующей информационной среде, внедренной на базе транспортно-технологического оператора, что позволило элиминировать ряд сопутствующих статей затрат.

3. Повышено качество прогнозирования спроса на оборудование РДК и его ТКРС, что позволило снизить риски усиленного отрицательного эффекта будущего периода.
4. Возможность осуществлять постоянный мониторинг возникновения сбоев и формировать информационную базу для повышения качества управления производственными процессами РДК. Выявлять потенциальные проблемы до их возникновения.
5. Возможность агрегировать статистические данные функционирования оборудования РДК для целей управления и прогнозирования жизненного цикла.
6. Возможность создания среды совместного проектирования для внесения изменений в конструкцию и технологию производства оборудования РДК на основании требований эксплуатанта к поставщикам оборудования.
7. Система является гибкой, поэтому при определенных доработках может быть встроена в программный продукт любого транспортно-технологического оператора.

Научная новизна исследования заключается в разработке выносимых на защиту элементов концепции цифровизации транспортно-технологического обеспечения производственных процессов РДК.

Получены следующие научные результаты:

1. Математическая модель прогнозирования жизненного цикла оборудования РДК для целей управления транспортно-технологическим обеспечением.
2. Транспортные схемы перемещения оборудования РДК при воздействии факторов в различных сочетаниях.
3. Методология и система управления транспортно-технологического обеспечения производственных процессов РДК.
4. Бизнес-процессы управления жизненным циклом оборудования РДК на базе транспортно-технологического предприятия для целей повышения

эффективности как логистической функции, так и производственных процессов непосредственно на РДК.

Автор отмечает, что представленная система управления транспортно-технологическим обеспечением производственных процессов РДК способна решить задачи проактивных воздействий и стать эффективным инструментом стратегического и оперативного управления как РДК, так и транспортно-технологического оператора, обеспечивающего транспортно-технологическое обеспечение производственных процессов РДК. Возможности системы позволяют выявить слабые звенья в транспортной схеме перемещения оборудования РДК, спрогнозировать спрос на оборудование и его ТКРС, нейтрализовать уровни неопределенностей. Доказано, что система качественно улучшает управление жизненным циклом оборудования, снижает прямые и косвенные затраты и повышает конкурентоспособность.

Автор надеется, что выводы и предложения, содержащиеся в исследовании, окажутся полезными и будут способствовать устойчивому развитию нефтедобывающей отрасли Российской Федерации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Автоматизация склада. Внедрение WMS-систем. — Текст: электронный // Первый Бит: [сайт]. — URL:<https://1solution.uz/services/avtomatizatsiya-sklada-vnedrenie-wms-sistem/> (дата обращения: 22.08.2022).
2. Аддитивное производство. Почему принимать решение о внедрении аддитивного производства должен генеральный директор. — Текст: электронный // САПР и графика: [сайт]. — URL:<https://sapr.ru/article/26171> (дата обращения: 07.12.2022).
3. Алгоритмы: построение и анализ / Т. Кормен, Ч. Лейзерсон, Р. Ривест, К. Штайн. — 2-е издание. — Москва: Вильямс, 2006. — 1296 с. — Текст: непосредственный.
4. Алексахин, С.В. Автоматизированные системы управления на автомобильном транспорте / С.В. Алексахин. — Москва: Академия, 2011. — 288 с. — Текст: непосредственный.
5. Алонцева, Е.Н. Структурное моделирование процессов и систем: учебное пособие по курсу «CASE и CALS технология» / Е.Н. Алонцева, А.Н. Анохин, С.П. Саакян. — Обнинск: ИАТЭ НИЯУ МИФИ, 2015. — 72 с. — Текст: непосредственный.
6. Анисина, Е. Логистика на платформе / Е. Анисина. — Текст: электронный // РБК: [сайт]. — URL:<https://plus.rbc.ru/news/5d7f84c47a8aa95f6d08db44> (дата обращения: 17.08.2022).
7. Анохов, И.В. Влияние цифровизации на отраслевые риски (на примере транспорта) / И.В. Анохов, О.Н. Римская. — Текст: непосредственный // Стратегические решения и риск-менеджмент. — 2021. — № 12 (3). — С. 212–229.
8. Асадли, Н.И. Методы формирования стратегий промышленных предприятий в цифровой экономике: специальность 08.00.05 «Экономика и управление народным хозяйством»: диссертация на

- соискание ученой степени кандидата экономических наук / Асадли Ниджат Ибрагимович; Московский государственный институт международных отношений МИД Российской Федерации. — Москва, 2021. — 189 с. — Текст: непосредственный.
9. Ассоциация Цифровой транспорт и логистика (ЦТЛ). — Текст: электронный // TAdviser: [сайт]. — URL:<https://www.tadviser.ru/index.php> (дата обращения: 20.01.2022).
10. Аутсорсинг логистических услуг. Сравнение всех видов услуг и цены — Текст: электронный // UBI Logistic: [сайт]. — URL:<https://ubi-logistic.com/ru/outsorsing-logisticheskikh-uslug-sravneniye-vsekh-vidov-uslug-i-tseny/> (дата обращения: 29.03.2022).
11. Афанасенко, И.Д. Цифровая логистика: Учебник для вузов / И.Д. Афанасенко, В.В. Борисова. — Санкт-Петербург: Питер, 2019. — 269 с. — Текст: непосредственный.
12. Баканов, М.И. Теория экономического анализа / М.И. Баканов, А.Д. Шеремет. — 4-е издание. — Москва: Финансы и статистика, 2002. — 429 с. — Текст: непосредственный.
13. Барсегян, Н.В. Разработка стратегии развития организационных структур нефтехимических предприятий: специальность 05.02.22 «Организация производства (по отраслям)»: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Барсегян Наира Вартовна; Казанский национальный исследовательский технологический университет. — Казань, 2020. — 191 с. — Текст: непосредственный.
14. Бачурин, А.А. Анализ производственно-хозяйственной деятельности автотранспортных организаций: учебное пособие / А.А. Бачурин. — Москва: Академия, 2004. — 320 с. — Текст: непосредственный.
15. Беллман, Р. Динамическое программирование / Р. Беллман. — Москва: Иностранная литература, 1960. — 573 с. — Текст: непосредственный.

16. Беллман, Р. Прикладные задачи динамического программирования / Р. Беллман, С. Дрейфус. — Москва: Наука, 1965. — 439 с. — Текст: непосредственный.
17. Березин, Д.А. Оптимизация процесса внедрения корпоративной информационной системы на предприятии: специальность 08.00.13 «Математические и инструментальные методы экономики»: диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук / Березин Денис Александрович; Институт экономики Уральского отделения Российской Академии наук. — Екатеринбург, 2003. — 177 с. — Текст: непосредственный.
18. Богданов, С.И. Эффективные процессы распределения товаров: концепции, модели, методы реализации / С.И. Богданов, А.В. Петров. — Екатеринбург: УрГЭУ, 2008. — 162 с. — Текст: непосредственный.
19. Богумил, В.Н. Использование технологий спутниковой навигации ГЛОНАСС/GPS для расчета параметров ламинарных транспортных потоков / В.Н. Богумил, Д.Б. Ефименко. — Текст: непосредственный // Ползуновский альманах. — 2011. — № 1. — С. 70–74.
20. Богумил, В.Н. Экспериментальные исследования транспортных потоков с использованием навигационных данных (ГЛОНАСС/GPS) диспетчерских систем / В.Н. Богумил, Д.Б. Ефименко. — Текст: непосредственный // Наука и техника в дорожной отрасли. — 2011. — № 4. — С. 3–8.
21. Вагнер, Г. Основы исследования операций / Г. Вагнер. — Москва: Мир, 1972. — 371 с. — Текст: непосредственный.
22. Вайл, П. Цифровая трансформация бизнеса: изменение бизнес-модели для организации нового поколения / П. Вайл, С. Ворнер. — Москва: Альпина Паблишер, 2019. — 254 с. — Текст: непосредственный.
23. Вентцель, Е.С. Исследование операций / Е.С. Вентцель. — Москва: Советское радио, 1972. — 297 с. — Текст: непосредственный.

24. Воронов, И. Трансформация рынка транспортно-логистических услуг в условиях цифровизации экономики России / И. Воронов. — Текст: непосредственный // Логистика. — 2020. — № 4. — С. 36–41.
25. Гвилия, Н.А. Цифровая трансформация корпоративной логистики в условиях устойчивого развития: специальность 08.00.05 «Экономика и управление народным хозяйством»: диссертация на соискание ученой степени доктора экономических наук / Гвилия Наталья Алексеевна; Санкт-Петербургский государственный экономический университет. — Санкт-Петербург, 2022. — 440 с. — Текст: непосредственный.
26. Гермейер, Ю.Б. Введение в теорию исследования операций / Ю.Б. Гермейер. — Москва: Наука, 1971. — 268 с. — Текст: непосредственный.
27. Гиссин, В.И. Логистическая система управления качеством: Теория, методология, практика: специальность 08.00.05 «Экономика и управление народным хозяйством»: диссертация на соискание ученой степени доктора экономических наук / Гиссин Виталий Исаевич; Ростовский государственный экономический университет (РИНХ). — Ростов-на-Дону, 2001. — 348 с. — Текст: непосредственный.
28. Глушков, В.М. Моделирование развивающихся систем / В.М. Глушков, В.В. Иванов, В.М. Яненко. — Москва: Наука, ФИЗМАТЛИТ, 1983. — 351 с. — Текст: непосредственный.
29. Гринер, М.З. Совершенствование систем управления автотранспортными предприятиями на основе информационной интеграции: специальность 08.00.05 «Экономика и управление народным хозяйством»: диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук / Гринер Марк Захарович; Санкт-Петербургский государственный инженерно-экономический университет. — Санкт-Петербург, 2004. — 153 с. — Текст: непосредственный.

30. Дайле, А. Практика контроллинга / А. Дайле. — Москва: Финансы и статистика, 2005. — 334 с. — Текст: непосредственный.
31. Дейт, К. Дж. Введение в системы баз данных / К. Дж. Дейт. — Москва: Диалектика, 2019. — 1328 с. — Текст: непосредственный.
32. Дмитриев, А.В. Формирование и развитие цифровых экосистем транспортно-логистического обслуживания: специальность 08.00.05 «Экономика и управление народным хозяйством»: диссертация на соискание ученой степени доктора экономических наук / Дмитриев Александр Викторович; Санкт-Петербургский государственный экономический университет. — Санкт-Петербург, 2021. — 410 с. — Текст: непосредственный.
33. Дмитриев, А.В. Цифровые технологии в транспортной логистике / А.В. Дмитриев. — Текст: непосредственный // РИСК: ресурсы, информация, снабжение, конкуренция. — 2017. — С. 14–18.
34. Добыча нефти в России. — Текст: электронный // TAdviser: [сайт]. — URL: <https://www.tadviser.ru/index.php> (дата обращения: 12.08.2021).
35. Доставка последней мили. — Текст: электронный // Veeroute: [сайт]. — URL: <https://veeroute.ru/lastmile/> (дата обращения: 15.08.2022).
36. Евтодиева, Т.Е. Логистика в условиях цифровой экономики / Т.Е. Евтодиева, А.А. Полуботко. — Текст: непосредственный // Вестник Ростовского государственного экономического университета (РИНХ). — 2020. — № 1 (69). — С. 35–42.
37. Ефименко, Д.Б. Об одном подходе к построению автоматизированной навигационной системы мониторинга, диспетчерского контроля и учета работы транспорта нефтедобывающих предприятий / Д.Б. Ефименко, В.Н. Жучков, А.В. Остроух. — Текст: непосредственный // Инженер-нефтяник. — 2011. — № 2. — С. 43–47.
38. Ефименко, Д.Б. Развитие навигационной системы диспетчерского управления грузовым транспортом (на примере нефтедобывающих предприятий) / Д.Б. Ефименко, А.В. Остроух, С.А. Филатов. — Текст:

- непосредственный // Автотранспортное предприятие. — 2011. — № 11. — С. 32–35.
- 39.Ефименко, Д.Б. Современное представление о маршрутном ориентировании участников дорожного движения / Д.Б. Ефименко. — Текст: непосредственный // Безопасность дорожного движения. Сборник научных трудов. Выпуск 8. — Москва: НИЦ БДД МВД России, 2007. — С. 109–116.
- 40.Жанказиев, С.В. Научные основы и методология формирования интеллектуальных транспортных систем в автомобильно-дорожных комплексах городов и регионов : специальность 05.22.01 «Транспортные и транспортно-технологические системы страны, ее регионов и городов, организация производства на транспорте»: диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Жанказиев Султан Владимирович; Московский автомобильно-дорожный институт (государственный технический университет). — Москва, 2012. — 451 с. — Текст: непосредственный.
- 41.Зверева, Т.В. Экономические риски цифровой экономики / Т.В. Зверева. — Текст: непосредственный // Проблемы анализа риска. — 2017. — Том 14. — № 6. — С. 22–29.
- 42.Зубаков, Г. Цифровая трансформация транспортно-логистических процессов / Г. Зубаков. — Текст: непосредственный // Логистика и управление цепями поставок. — 2020. — № 1. — С. 35–38.
- 43.Зырянов, В.В. Методы моделирования скачкообразного изменения характеристик транспортных потоков: специальность 05.22.10 «Эксплуатация автомобильного транспорта»: диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Зырянов Владимир Васильевич; Московский автомобильно-дорожный институт (государственный технический университет). — Москва, 1992. — 311 с. — Текст: непосредственный.

44. Интернет вещей для логистики. — Текст: электронный // iot.ru Новости Интернета вещей: [сайт]. — URL:<https://iot.ru/riteyl/internet-veshchey-dlya-logistiki> (дата обращения: 15.08.2022).
45. Интернет вещей и логистика, ч. 1, 2: понимание и влияние IoT на логистику. — Текст: электронный // Lobanov Logist: [сайт]. — URL:https://www.lobanov-logist.ru/library/all_articles/63898/ (дата обращения: 15.08.2022).
46. Информационные технологии на автомобильном транспорте / В.М. Власов, А.Б. Николаев, А.В. Посполит, В.М. Приходько. — Москва: Наука, 2006. — 283 с. — Текст: непосредственный.
47. Использование программного обеспечения радионавигационных диспетчерских систем для транспортного обслуживания специальных объектов нефтедобывающих компаний / Д.Б. Ефименко, А.Р. Исмаилов, А.Б. Николаев, А.В. Остроух. — Текст: непосредственный // Автотранспортное предприятие. — 2012. — № 2. — С. 42–45.
48. Калужский, М. Third-Party Logistics: Трансформация понятия в сетевой экономике / М. Калужский. — Текст: непосредственный // Логистика. — 2018. — № 10. — С. 26–31.
49. Камолидинов, Б.Т. Кластерный аспект развития транспортно-логистической системы Республики Таджикистан: специальность 08.00.05 «Экономика и управление народным хозяйством»: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата экономических наук / Камолидинов Бахтиер Тошпулотович; Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими. — Душанбе, 2019. — 51 с. — Текст: непосредственный.
50. Канбан и «точно вовремя» на Toyota. Менеджмент начинается на рабочем месте / Японская Ассоциация Менеджмента. — 5-е издание. — Москва: Альпина Пабlishер, 2022. — 214 с. — Текст: непосредственный.

- 51.Каплан, Р. Сбалансированная система показателей. От стратегии к действию / Р. Каплан, Д. Нортон. — Москва: Олимп-Бизнес, 2021. — 320 с. — Текст: непосредственный.
- 52.Каплан, Р. Управление рисками. Новая система / Р. Каплан, А. Майкс. — Текст: непосредственный // Управление рисками (Серия «Harvard Business Review: 10 лучших статей»). — Москва: Альпина Паблишер, 2022. — С. 7–28.
- 53.Капусткин, Н.А. Трансформация системы транспортной логистики Вьетнама в условиях перехода к рыночной экономике: специальность 08.00.14 «Мировая экономика»: диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук / Капусткин Николай Алексеевич; Институт экономики РАН. — Москва, 2013. — 159 с. — Текст: непосредственный.
- 54.Карапетян, М.Г. Развитие логистики транспортно-экспедиционного обслуживания операторов потребительского рынка: специальность 08.00.05 «Экономика и управление народным хозяйством»: диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук / Карапетян Марат Геннадиевич; Ростовский государственный экономический университет (РИНХ). — Ростов-на-Дону, 2016. — 148 с. — Текст: непосредственный.
- 55.Карминский, А.М. Планирование производственно-логистической цепочки тактическое планирование (часть 2) / А.М. Карминский. — Текст: непосредственный // Логистика сегодня. — 2005. — № 5. — С. 8–12.
- 56.Касенов, А.Г. Система транспортно-логистического обслуживания предприятия: специальность 08.00.05 «Экономика и управление народным хозяйством»: диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук / Касенов Арман Гинаятович; Московский автомобильно-дорожный институт (государственный

- технический университет). — Москва, 2002. — 182 с. — Текст: непосредственный.
57. Катаев, В.А. Диагностирование производственного потенциала автотранспортного предприятия в конкурентной среде рынка транспортных услуг: На примере крупного АТП: специальность 05.22.01 «Транспортные и транспортно-технологические системы страны, ее регионов и городов, организация производства на транспорте»: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Катаев Виталий Анатольевич; Московский автомобильно-дорожный институт (государственный технический университет). — Москва, 2004. — 130 с. — Текст: непосредственный.
58. Кирина, И.В. Применение методов транспортной логистики в управлении цепями поставок: специальность 08.00.05 «Экономика и управление народным хозяйством»: диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук / Кирина Ирина Викторовна; Санкт-Петербургский государственный инженерно-экономический университет. — Санкт-Петербург, 2006. — 169 с. — Текст: непосредственный.
59. Ковригин, Е.А. Интеграция современных цифровых технологий в систему менеджмента качества высокотехнологичных предприятий: специальность 05.02.23 «Стандартизация и управление качеством продукции»: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Ковригин Евгений Анатольевич; Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого. — Санкт-Петербург, 2020. — 144 с. — Текст: непосредственный.
60. Кондрашова, Ю. Методика совершенствования логистических процессов с помощью цифровых технологий / Ю. Кондрашова. — Текст: непосредственный // Логистика. — 2019. — № 11. — С. 10–13.

61. Конноли, Т. Базы данных. Проектирование, реализация и сопровождение. Теория и практика / Т. Конноли, К. Бегг. — Москва: Вильямс, 2017. — 1440 с. — Текст: непосредственный.
62. Концепция автоматизированной навигационной системы диспетчерского контроля и учета работы транспорта нефтедобывающих и нефтеперерабатывающих предприятий / А.И. Губанов, Д.Б. Ефименко, А.Б. Николаев, А.В. Остроух. — Текст: непосредственный // Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности. — 2011. — № 11. — С. 12–14.
63. Кофман, А. Методы и модели исследования операций / А. Кофман. — Москва: Мир, 1966. — 351 с. — Текст: непосредственный.
64. Кочегура, Д.Ю. Особенности формирования грузопотоков ресурсодобывающего комплекса и их транспортного обслуживания / Д.Ю. Кочегура. — Текст: непосредственный // Транспорт: наука, техника, управление. — 2021. — № 9. — С. 53–56.
65. Кочегура, Д.Ю. Повышение эффективности работы автомобилей на основе цифровой трансформации транспортных технологий / Д.Ю. Кочегура. — Текст: непосредственный // Транспорт: наука, техника, управление. — 2021. — № 7. — С. 62–64.
66. Кочегура, Д.Ю. Разработка программного обеспечения документооборота производственно-технической службы в ООО «КНГ-Кубанское УГТ» / Д.Ю. Кочегура. — Текст: непосредственный // Сборник работ победителей XV Конкурса научно-технических разработок среди молодежи предприятий и организаций топливно-энергетического комплекса. — Москва. — 2007. — С. 124–127.
67. Кочегура, Д.Ю. Совершенствование транспортных технологий в ресурсодобывающем комплексе на основе учета внутрисистемных факторов / Д.Ю. Кочегура, Л.Б. Миротин, Е.А. Лебедев. — Текст: непосредственный // Логистика: Современные тенденции развития.

- Материалы XX Международной научно-практической конференции. — Санкт-Петербург. — 2021. — С. 157–162.
68. Кочегура, Д.Ю. Цифровизация управления и контроля транспортно-логистическим обеспечением РДК / Д.Ю. Кочегура, Л.Б. Миротин, Е.А. Лебедев. — Текст: непосредственный // Мир транспорта и технологических машин. — Орел. — 2022. — № 3–3(78). — С. 135–140.
69. Кочегура, Д.Ю. Эффективность работы автомобилей в контексте цифровой трансформации транспортных технологий / Д.Ю. Кочегура. — Текст: непосредственный // VII Международная научно-практическая конференция «Информационные технологии и инновации на транспорте». — Орловский государственный университет, опубликована в журнале MATEC Web of Conferences 341 00005 (2021). — Орел. — 2021. — С. 1–5.
70. Кочегура, Д.Ю. Резервы транспортно-технологического обслуживания производственных процессов ресурсо-добывающего комплекса / Д.Ю. Кочегура; Лебедев Е.А., Соскова В.В. — Текст: непосредственный // Транспорт: наука, техника, управление. — 2024. — № 5. — С. 48-51.
71. Кравченко, Г. Классификация рисков и угроз компании / Г. Кравченко, Е. Антышева. — Текст: непосредственный // SWorldJournal. — 2013. — Issue 8. — Part 4. — С. 41–48.
72. Кравчук, И.С. Математические модели и алгоритмы управления качеством производства материалов на основе углеродных структур: специальность 05.13.01 «Системный анализ, управление и обработка информации»: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Кравчук Инна Сергеевна; Московский государственный институт электроники и математики (технический университет). — Москва, 2008. — 160 с. — Текст: непосредственный.
73. Кристофер, М. Логистика и управление цепочками поставок / М. Кристофер. — Санкт-Петербург: Питер, 2004. — 320 с. — Текст: непосредственный.

- 74.Крупенский, Н.А. Цифровая логика новой логистики / Н.А. Крупенский, Ю.В. Мильшина, К.О. Вишневский. — Текст: непосредственный // BRICS. — 2018. — № 2 (20). — С. 124–127.
- 75.Крупкевич, Н.Н. Интернет вещей в логистике. Преимущества и недостатки / Н.Н. Крупкевич, Е.А. Ермакович. — Текст: непосредственный // Белорусский национальный технический университет. — 2022. — № 1. — С. 97–99.
- 76.Кузменко, Ю.Г. Методология логистической интеграции систем торгового обслуживания: специальность 08.00.05 «Экономика и управление народным хозяйством»: диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук / Кузменко Юлия Геннадьевна; Уральский государственный экономический университет. — Екатеринбург, 2014. — 323 с. — Текст: непосредственный.
- 77.Кузнецов, И.А. Автоматизированные системы управления на автомобильном транспорте / И.А. Кузнецов. — Москва: Академия, 2011. — 330 с. — Текст: непосредственный.
- 78.Кузнецова, Л.В. Методика внедрения CALS-технологий на предприятиях автомобилестроения / Л.В. Кузнецова, А.В. Олейник, М.Е. Ставровский. — Текст: непосредственный // Известия МГТУ «МАМИ». — 2010. — № 2 (10). — С. 225–236.
- 79.Купревич, Т.С. Международные грузоперевозки в условиях цифровой экономики: факторы и направления развития: специальность 08.00.14 «Мировая экономика»: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата экономических наук / Купревич Татьяна Сергеевна; Белорусский государственный экономический университет. — Минск, 2020. — 25 с. — Текст: непосредственный.
- 80.Курганов, В.М. Транспорт и склад в цепи поставок товаров / В.М. Курганов. — Москва: Книжный мир, 2008. — 278 с. — Текст: непосредственный.

81. Лебедев, Е.А. Совершенствование документооборота производственно-технической службы ресурсодобывающего комплекса / Е.А. Лебедев, Д.Ю. Кочегура, Н.А. Васильев. — Текст: непосредственный // Механика. Оборудование, Материалы и Технологии. Электронный сборник научных статей по материалам Второй международной научно-практической конференции ФГБОУ ВО «Кубанский Государственный Технологический Университет». — Краснодар: Кубанский Государственный Технологический Университет, 2019. — С. 812–817.
82. Лебедев, Е.А. Транспортное производство. Технологические особенности развития, логистика, безопасность / Е.А. Лебедев, А.К. Покровский, Л.Б. Миротин. — Москва: Инфра-Инженерия, 2019. — 236 с. — Текст: непосредственный.
83. Левин, С.Б. Организация функционирования контейнерных компаний в транспортной системе на основе современных логистических информационных технологий: специальность 05.22.01 «Транспортные и транспортно-технологические системы страны, ее регионов и городов, организация производства на транспорте»: диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Левин Сергей Борисович; Московский государственный университет путей сообщения Императора Николая II (МГУПС (МИИТ)). — Москва, 2016. — 313 с. — Текст: непосредственный.
84. Левина, Е.А. Методические основы бизнес-планирования в транспортно-экспедиторских предприятиях: специальность 08.00.05 «Экономика и управление народным хозяйством»: диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук / Левина Елена Александровна; Московский государственный университет путей сообщения (МИИТ). — Москва, 2003. — 168 с. — Текст: непосредственный.

85. Лекции по теории графов / В.А. Емеличев, О.И. Мельников, В.И. Сарванов, Р.И. Тышкевич. — Москва: Наука, 1990. — 384 с. — Текст: непосредственный.
86. Логистические цепи сложно-технологических производств: учебное пособие / Л.Б. Миротин, В.А. Корчагин, С.А. Ляпин, А.Г. Некрасов. — Москва: Экзамен, 2005. — 288 с. — Текст: непосредственный.
87. Лопатова, Н.Г. Риски цифрового преобразования предприятия / Н.Г. Лопатова. — Текст: непосредственный // Экономическая наука сегодня. — 2021. — № 13. — С. 112–117.
88. Лубнина, А.А. Разработка форм и методов организации производственной кооперации в нефтехимической отрасли: специальность 05.02.22 «Организация производства (по отраслям)»: диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Лубнина Алсу Амировна; Казанский национальный исследовательский технологический университет. — Казань, 2021. — 387 с. — Текст: непосредственный.
89. Ляпин, С.А. Повышение эффективности управления процессами перевозок в открытых автотранспортных системах: специальность 05.22.08 «Управление процессами перевозок»: диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Ляпин Сергей Александрович; Московский автомобильно-дорожный институт (государственный технический университет). — Москва, 2008. — 365 с. — Текст: непосредственный.
90. Максимова, Г.В. Совершенствование учета затрат на производство и калькулирования себестоимости продукции химической промышленности: специальность 08.00.12 «Бухгалтерский учет, статистика»: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата экономических наук / Максимова Галина Васильевна; Санкт-Петербургский государственный экономический университет. — Ленинград, 1978. — 17 с. — Текст: непосредственный.

- 91.Маркарян, Ю.К. Исследование информационных потоков в логистической системе / Ю.К. Маркарян. — Текст: непосредственный // Символ науки. — 2016. — № 12–1. — С. 155–163.
- 92.Марцынковский, Д. Обзор основных аспектов риск-менеджмента / Д. Марцынковский. — Текст: электронный // Интернет-проект «Корпоративный менеджмент»: [сайт]. — URL:https://www.cfin.ru/finanalysis/risk/main_meths.shtml (дата обращения: 11.10.2022).
- 93.Маслов, Е.С. Разработка методов управления транспортно-экспедиционной деятельностью на основе интеллектуальных информационных технологий: специальность 05.22.01 «Транспортные и транспортно-технологические системы страны, ее регионов и городов, организация производства на транспорте»: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Маслов Евгений Сергеевич; Российский университет транспорта. — Москва, 2019. — 158 с. — Текст: непосредственный.
- 94.Мастяева, И.Н. Модель определения «ядра» интегрированной производственной структуры / И.Н. Мастяева, О.Е. Хрусталева. — Текст: непосредственный // Обозрение промышленной математики. — 2007. — № 6. — С. 1121–1123.
- 95.Мауэргауз, Ю.Е. «Продвинутое» планирование и расписания (AP&S) в производстве и цепочках поставок / Ю.Е. Мауэргауз. — Москва: Экономика, 2012. — 574 с. — Текст: непосредственный.
- 96.Миротин, Л.Б. Инновационные процессы в логистике / Л.Б. Миротин, Е.А. Лебедев, А.К. Покровский. — Москва: Инфра-Инженерия, 2019. — 392 с. — Текст: непосредственный.
- 97.Миротин, Л.Б. Интермодальные и мультимодальные системы / Л.Б. Миротин, Ы.Э. Ташбаев. — Текст: непосредственный // Транспорт, ВИНТИ. — 1992. — № 1. — С. 3–9.

98. Миротин, Л.Б. Логистическое администрирование: учебное пособие / Л.Б. Миротин, А.Б. Чубуков, Ы.Э. Ташбаев. — Москва: Экзамен, 2003. — 480 с. — Текст: непосредственный.
99. Миротин, Л.Б. Транспортная логистика / Л.Б. Миротин, Б.П. Безель, Т.О. Сулейменов. — Москва: МГАДИ (ТУ), 1996. — 211 с. — Текст: непосредственный.
100. Миротин, Л.Б. Цифровая трансформация документооборота производственно-технической службы ресурсодобывающего комплекса / Л.Б. Миротин, Е.А. Лебедев, Д.Ю. Кочегура. — Текст: непосредственный // Вестник транспорта. — Королев. — 2020. — № 4. — С. 34–37.
101. Михаил Мишустин принял участие в VIII конференции «Цифровая индустрия промышленной России». — Текст: электронный // Правительство России: [сайт]. — URL: <http://government.ru/news/48625/> (дата обращения: 02.06.2023).
102. Михайлюк, М.В. Трансформация и развитие логистики интернет-торговли в условиях многоканальной модели продаж: специальность 08.00.05 «Экономика и управление народным хозяйством»: диссертация на соискание ученой степени доктора экономических наук / Михайлюк Михаил Владимирович; Санкт-Петербургский государственный экономический университет. — Санкт-Петербург, 2019. — 420 с. — Текст: непосредственный.
103. Мобильная установка для поверки узлов учета нефтегазоводяной смеси на местах добычи в нефтедобывающих предприятиях / В.М. Власов, Д.Б. Ефименко, М.Н. Краснянский, А.В. Остроух. — Текст: непосредственный // Промышленные АСУ и контроллеры. — 2011. — № 9. — С. 14–17.
104. Молибог, Т.А. Экономика для менеджеров: учебное пособие / Т.А. Молибог, Ю.И. Молибог. — Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, 2006. — 264 с. — Текст: непосредственный.

105. Мочалин С.М. Научные основы совершенствования теории грузовых автомобильных перевозок по радиальным маршрутам: Монография, - Омск: Изд-во «Вариант-Сибирь», 2003-246 с.
106. Надеждина, М.Е. Стратегия развития производственных процессов нефтехимического предприятия с использованием инструментов индустрии 4.0: специальность 05.02.22 «Организация производства (по отраслям)»: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Надеждина Мария Евгеньевна; Казанский национальный исследовательский технологический университет. — Казань, 2021. — 210 с. — Текст: непосредственный.
107. Некрасов, А.Г. Взаимодействие информационных ресурсов в логистических цепочках поставок (на примере транспортной отрасли) / А.Г. Некрасов. — Москва: МАДИ-ТУ, 2002. — 204 с. — Текст: непосредственный.
108. Некрасов, А.Г. Транспортная логистика и международная стандартизация / А.Г. Некрасов. — Текст: непосредственный // Логинфо. — 2004. — № 2. — С. 36–41.
109. Неруш, Ю.М. Автотранспортное обслуживание потребителей и фирм по системе «точно в срок» / Ю.М. Неруш. — Текст: непосредственный // Сборник материалов IV Московского Международного Логистического Форума. — Москва: Бизнес и логистика, 2002. — С. 75–78.
110. Неруш, Ю.М. Коммерческая логистика / Ю.М. Неруш. — Москва: Объединение ЮНИТИ, 1997. — 272 с. — Текст: непосредственный.
111. Нестеренко, В.И. Повышение эффективности управленческой деятельности на основе совершенствования информационной системы предприятия: специальность 08.00.05 «Экономика и управление народным хозяйством»: диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук / Нестеренко Владимир Ильич;

- Воронежская государственная технологическая академия. — Воронеж, 2004. — 201 с. — Текст: непосредственный.
112. Никишов, С.И. Формирование и развитие адаптивно-интегрированной логистики на платформе искусственного интеллекта: специальность 08.00.05 «Экономика и управление народным хозяйством»: диссертация на соискание ученой степени доктора экономических наук / Никишов Сергей Иванович; Санкт-Петербургский государственный экономический университет. — Санкт-Петербург, 2022. — 376 с. — Текст: непосредственный.
113. Николаев, А.Б. Автоматизированные системы обработки информации и управления на автомобильном транспорте: учебное пособие / А.Б. Николаев, В.Ю. Строганов. — Москва: Академия, 2003. — 224 с. — Текст: непосредственный.
114. Николаев, А.Б. Комплексная автоматизация процессов транспортировки материалов на объекты строительства: специальность 05.13.06 «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (по отраслям)»: диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Николаев Андрей Борисович; Московский автомобильно-дорожный институт (государственный технический университет). — Москва, 1996. — Текст: непосредственный.
115. Problems of introduction of digital technologies in the transport industry / Е.В. Дуганова, Н.А. Загородний, А.Н. Новиков, И.А. Новиков. — Текст: непосредственный // *Transportation Research Procedia*. — 2022. — № 63. — С. 1024–1033.
116. Нургалиев, Р.К. Методология организации управления нефтехимическим предприятием на принципах индустрии 4.0.: специальность 05.02.22 «Организация производства (по отраслям)»: диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Нургалиев Рустам Карлович; Казанский национальный

- исследовательский технологический университет. — Казань, 2021. — 406 с. — Текст: непосредственный.
117. Общая теория статистики / О.Э. Башина, А.А. Спирин, В.Т. Бабурин [и др.]. — 5-е издание. — Москва: Финансы и статистика, 2005. — 440 с. — Текст: непосредственный.
118. Павленко, В.В. Модели оценки качества управления и оперативного планирования транспортного обслуживания региональных государственных структур: специальность 05.22.01 «Транспортные и транспортно-технологические системы страны, ее регионов и городов, организация производства на транспорте»: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Павленко Вадим Владимирович; Академия гражданской авиации. — Санкт-Петербург, 2005. — 177 с. — Текст: непосредственный.
119. Пашенко, Д.С. Риск-менеджмент – ключевой элемент в цифровой трансформации промышленного предприятия / Д.С. Пашенко, Н.М. Комаров. — Текст: непосредственный // Мир новой экономики. — 2021. — Том 15. — № 1. — С. 14–27.
120. Пластуняк, И.А. Применение принципов логистики при организации грузовых автомобильных перевозок: специальность 08.00.05 «Экономика и управление народным хозяйством»: диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук / Пластуняк Ирина Александровна; Санкт-Петербургский государственный инженерно-экономический университет. — Санкт-Петербург, 2003. — 148 с. — Текст: непосредственный.
121. Потехина, Е.Н. Управленческий учет в аптеках розничной сети: специальность 08.00.12 «Бухгалтерский учет, статистика»: диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук / Потехина Елена Николаевна; Марийский государственный технический университет. — Йошкар-Ола, 2011. — 183 с. — Текст: непосредственный.

122. Прибыль выросла на 5% после внедрения WMS на складе компании «Лидер» . — Текст: электронный // Retail.ru: [сайт]. — URL:<https://www.retail.ru/cases/pribyl-vyroslo-na-5-posle-vnedreniya-wms-na-sklade-kompanii-lider/> (дата обращения: 22.08.2022).
123. Принципы организации цифровых проектных и производственных предприятий Индустрии 4.0 / А.В. Гурьянов, Д.А. Заколдаев, И.О. Жаринов, В.А. Нечаев. — Текст: непосредственный // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. — 2018. — Том 18. — № 3. — С. 421–427.
124. Промышленность 4.0: создание цифрового предприятия. Основные результаты исследования по металлургической отрасли. — Текст: электронный // PricewaterhouseCoopers: [сайт]. — URL:<https://www.pwc.com/kz/ru/publications/publications-new/metal-key-finding.html> (дата обращения: 11.10.2021).
125. Рамазанов, Р.А. Развитие электронных коммуникаций в экосистеме финансовой логистики: специальность 08.00.05 «Экономика и управление народным хозяйством»: диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук / Рамазанов Рамазан Абдулмеджидович; Ростовский государственный экономический университет (РИНХ). — Ростов-на-Дону, 2022. — 180 с. — Текст: непосредственный.
126. Ревякин, С.А. Влияние процессов цифровизации на права человека и развитие гражданского общества / С.А. Ревякин. — Текст: непосредственный // Центр исследований гражданского общества и некоммерческого сектора НИУ ВШЭ. Презентация результатов исследования. — 2021.
127. Решение Совета Евразийской экономической комиссии от 03.11.2016 N 77 (ред. от 14.07.2021) «Об утверждении Правил надлежащей производственной практики Евразийского экономического союза». — Текст: электронный // КонсультантПлюс: [сайт]. —

URL:http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_207780/ (дата обращения: 28.11.2022).

128. Рудычева, Н. Российская промышленность 4.0: как не опоздать на поезд в будущее / Н. Рудычева. — Текст: электронный // CNews: [сайт]. — URL:https://www.cnews.ru/reviews/it_v_promyshlennosti_2018/articles/rossijskaya_promyshlennost_40_kak_ne_opozdat_na_poezd_v_budushchee (дата обращения: 03.10.2021).
129. Савина, Н.А. Организационно-методические основы повышения качества обслуживания в транспортно-логистических компаниях: специальность 08.00.05 «Экономика и управление народным хозяйством»: диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук / Савина Наталия Александровна; Институт исследования товародвижения и конъюнктуры оптового рынка. — Москва, 2009. — 187 с. — Текст: непосредственный.
130. Селезнева, Е.Ф. Влияние цифровых технологий на развитие рынка логистических услуг в современных кризисных условиях / Е.Ф. Селезнева, Н.А. Череповская. — Текст: непосредственный // Проблемы теории и практики управления. — 2021. — № 6. — С. 184–201.
131. Скляр, М.А. Цифровизация: основные направления, преимущества и риски / М.А. Скляр, К.В. Кудрявцева. — Текст: непосредственный // Экономическое возрождение России. — 2019. — № 3 (61). — С. 103–114.
132. Снеткова, О.Л. Автоматизированная система управления цепочками поставок в распределенной структуре промышленных предприятий: специальность 05.13.06 «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (по отраслям)»: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Снеткова Ольга Леонидовна; Московский автомобильно-дорожный

- институт (государственный технический университет). — Москва, 2007. — 163 с. — Текст: непосредственный.
133. Современная логистика / Дж. Джонсон, Д.Ф. Вуд, Д.Л. Вордлоу, П.Р. Мэрфи-мл. — 7-е издание. — Москва: Вильямс, 2004. — 615 с. — Текст: непосредственный.
134. Стандарты управления рисками. — Текст: электронный // Федерация европейских ассоциаций риск-менеджеров: [сайт]. — URL:<https://www.ferma.eu/app/uploads/2011/11/a-risk-management-standard-russian-version.pdf> (дата обращения: 11.10.2022).
135. Стаханов, В.Н. Теоретические основы логистики / В.Н. Стаханов, В.Б. Украинцев. — Ростов-на-Дону: Феникс, 2001. — 148 с. — Текст: непосредственный.
136. Троицкая, Н.А. Единая транспортная система / Н.А. Троицкая. — Москва: Академия, 2012. — 240 с. — Текст: непосредственный.
137. Уилсон, Р. Введение в теорию графов / Р. Уилсон. — Москва: Мир, 1977. — 208 с. — Текст: непосредственный.
138. Управленческий учёт / Э. Аткинсон, Р. Банкер, Р. Каплан, М. Янг. — 3-е издание. — Москва: Вильямс, 2005. — 874 с. — Текст: непосредственный.
139. Федорова, М.А. Вычислительные и эволюционные методы в стохастических системах с обнаружением и адаптацией: специальность 01.01.09 «Дискретная математика и математическая кибернетика»: диссертация на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук / Федорова Мария Анатольевна; Ульяновский государственный университет. — Ульяновск, 2007. — 136 с. — Текст: непосредственный.
140. Фролов, В.Г. Формирование модели оценки и предупреждения рисков в условиях цифровизации промышленных предприятий / В.Г. Фролов, Ю.А. Сидоренко, Т.С. Мартынова. — Текст: непосредственный

- // Экономика, предпринимательство и право. — 2021. — Том 11. — № 6.
— С. 1547–1562.
141. Хайрулин, С.А. Сертификация услуг товарного склада. Нормативные документы и комментарии / С.А. Хайрулин. — Москва: РИА «Стандарты и качество», 2002. — 576 с. — Текст: непосредственный.
142. Халатян, С.Г. Трансформация цепей поставок в логистической системе дистрибуции фармацевтической продукции: на примере ЮФО: специальность 08.00.05 «Экономика и управление народным хозяйством»: диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук / Халатян Севак Грачинович; Ростовский государственный экономический университет (РИНХ). — Ростов-на-Дону, 2013. — 148 с. — Текст: непосредственный.
143. Халын, В.Г. Развитие логистических систем распределения на основе активизации транзитного потенциала ЮФО: специальность 08.00.05 «Экономика и управление народным хозяйством»: диссертация на соискание ученой степени доктора экономических наук / Халын Виктор Геннадьевич; Ростовский государственный экономический университет (РИНХ). — Ростов-на-Дону, 2020. — 279 с. — Текст: непосредственный.
144. Харари, Ф. Теория графов / Ф. Харари. — Москва: Мир, 1973. — 300 с. — Текст: непосредственный.
145. Хейт, Ф. Математическая теория транспортных потоков / Ф. Хейт. — Москва: Мир, 1966. — 287 с. — Текст: непосредственный.
146. Цена на нефть марки WTI опустилась до отрицательных значений. — Текст: электронный // Forbes: [сайт]. — URL:<https://www.forbes.ru/newsroom/biznes/398635-cena-na-neft-marki-wti-opustilas-do-otricatelnyh-znacheniy> (дата обращения: 30.11.2022).
147. Цифровая логистика. — Текст: электронный // TAdviser : [сайт]. — URL:<https://www.tadviser.ru/index.php> (дата обращения: 20.01.2022).

148. Цифровая экономика РФ. — Текст: электронный // Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций: [сайт]. — URL:<https://digital.gov.ru/ru/activity/directions/858/> (дата обращения: 22.08.2022).
149. Цифровизация — главный тренд логистики. — Текст : электронный // Retail.ru : [сайт]. — URL: <https://www.retail.ru/articles/tsifrovizatsiya-glavnyu-trend-logistiki/> (дата обращения: 03.02.2022).
150. Цифровые технологии в жизненном цикле российской конкурентоспособной авиационной техники / А.Г. Братухин, С.А. Серебрянский, Д.Ю. Стрелец [и др.]. — Москва: МАИ, 2020. — 448 с. — Текст: непосредственный.
151. Чеботаев, А.А. Внедрение логистических технологий важный фактор эффективности товародвижения транспортной информации в РФ / А.А. Чеботаев, Д.А. Чеботаев. — Текст: непосредственный // Бюллетень транспортной информации: Информационно-реферативный журнал. — 1997. — № 6. — С. 7–9.
152. Чеботаев, А.А. Генезис «маятника экономики» в регулируемых рыночных отношениях / А.А. Чеботаев. — Москва: Колос, 2003. — 304 с. — Текст: непосредственный.
153. Чеботаев, А.А. Логистика и маркетинг (Маркетингологистика): Учебное пособие / А.А. Чеботаев. — Москва: Экономика, 2005. — 247 с. — Текст: непосредственный.
154. Шеннон, Р. Имитационное моделирование систем – искусство и наука / Р. Шеннон. — Москва: Мир, 1978. — 655 с. — Текст: непосредственный.
155. Шеффи, Й. Жизнестойкое предприятие. Как повысить надежность цепочки поставок и сохранить конкурентное преимущество / Й. Шеффи. — Москва: Альпина Бизнес Букс, 2006. — 450 с. — Текст: непосредственный.

156. Шехтер, Д. Логистика. Искусство управления цепочками поставок / Д. Шехтер, Г.Ф. Сандер. — Москва: Претекст, 2008. — 220 с. — Текст: непосредственный.
157. Шинкевич, А.И. Методическое обеспечение организации ресурсосберегающих производственных систем в условиях цифровизации нефтехимической отрасли: специальность 05.02.22 «Организация производства (по отраслям)»: диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Шинкевич Алексей Иванович; Казанский национальный исследовательский технологический университет. — Казань, 2019. — 380 с. — Текст: непосредственный.
158. Шумаев, В.А. Основы логистики: учебное пособие / В.А. Шумаев. — Москва: Юридический институт МИИТ, 2016. — 314 с. — Текст: непосредственный.
159. Ютнер, У. Устойчивость цепочек поставок в условиях глобального финансового кризиса: эмпирическое исследование / У. Ютнер, С. Маклан. — Текст: непосредственный // Логистика сегодня. — 2012. — № 1. — С. 42–63.
160. Яхнеева, И.В. Управление рисками в логистических системах и цепях поставок / И.В. Яхнеева. — Самара: Самарский государственный экономический университет, 2012. — 128 с. — Текст: непосредственный.
161. Bowersox, D.J. Supply Chain Logistics Management / D.J. Bowersox, D.J. Closs, M.V. Cooper. — New York: McGRAW-HILL, 2002. — 678 с. — Текст: непосредственный.
162. Brierley, J. The application of costs in make-or-buy decisions: an analysis / J. Brierley, C. Cowton, C. Drury. — Текст: непосредственный // International Journal of Management. — 2006. — № 23. — С. 794–800.
163. Cowton, C. Investigating activity-based costing in manufacturing industry / C. Cowton, J. Brierley, C. Drury. — Текст: непосредственный //

- Cyprus International Journal of Management. — 2008. — № 13 (1). — С. 21–33.
164. Cowton, C. Reasons for adopting different capacity levels in the denominator of overhead rates: a research note / C. Cowton, C. Drury, J. Brierley. — Текст: непосредственный // Journal of Applied Management Accounting Research. — 2006. — № 4 (2). — С. 53–62.
165. Digital Transformation for Logistics – What, Why and How. — Текст: электронный // TelematicsWire: [сайт]. — URL:<https://www.telematicswire.net/digital-transformation-for-logistics-what-why-how%E2%82%AC/> (дата обращения: 30.10.2022).
166. Efimenko, D.B. Automated mobile facility for quantity estimation of raw oil and gas, prospected from Suboil / D.B. Efimenko, A.B. Nickolayev, A.V. Ostroukh. — Текст: непосредственный // International journal of applied and fundamental research. — 2011. — № 6. — С. 74–76.
167. Enterprise Risk Management. Integrating with Strategy and Performance. — Текст: электронный // COSO (Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission): [сайт]. — URL:<https://www.coso.org/Shared%20Documents/2017-COSO-ERM-Integrating-with-Strategy-and-Performance-Executive-Summary.pdf> (дата обращения: 11.10.2022).
168. Gass, S.I. Model World: Danger, Beware the User as a Modeler / S.I. Gass. — Текст: непосредственный // Interfaces. — 1990. — Vol. 20. — № 3. — С. 60–64.
169. Global Digital Operations 2018 Survey. — Текст: электронный // Strategy& (Part of PwC network): [сайт]. — URL:<https://www.strategyand.pwc.com/gx/en/insights/industry4-0.html> (дата обращения: 05.11.2021).
170. Global Risks In a COVID-19 World. — Текст: электронный // PECB Insights: [сайт]. — URL:<https://insights.pecb.com/global-risk-covid-19-world/> (дата обращения: 30.11.2022).

171. Hendricks, K.B. An Empirical Analysis of the Effect of Supply Chain Disruptions on Long-Run Stock Price Performance and Equity Risk of the Firm / K.B. Hendricks, V.R. Singhal. — Текст: непосредственный // Production and Operations Management. — 2005. — Vol. 14. — №1. — С. 35–52.
172. Industry 4.0 Design Principles. — Текст: электронный // RMIT University: [сайт]. — URL:<https://www.rmit.edu.au/news/c4de/industry-4-0-design-principles> (дата обращения: 25.09.2021).
173. ISO 31000:2018. Risk management — Guidelines. — Текст: электронный // ISO.org: [сайт]. — URL:<https://www.iso.org/standard/65694.html> (дата обращения: 11.10.2022).
174. Logistics as a Service. How outsourcing transportation management can reduce transportation spend and save time. — Текст: электронный // SupplyChainBrain: [сайт]. — URL:[https://www.supplychainbrain.com/articles/36195-logistics-as-a-service#:~:text=Logistics%20as%20a%20service%20\(LaaS,benefits%20from%20innovative%20TMS%20technology](https://www.supplychainbrain.com/articles/36195-logistics-as-a-service#:~:text=Logistics%20as%20a%20service%20(LaaS,benefits%20from%20innovative%20TMS%20technology) (дата обращения: 11.01.2023).
175. Morris, W. On the Art of Modeling / W. Morris. — Текст: непосредственный // Management science. — 1967. — Vol. 13. — С. 707–717.
176. Saima, Yaqoob Industry 4.0 And Agile Manufacturing / Yaqoob Saima, K. A. Mehreen. — Текст: непосредственный // Conference: AIMC 2018 - Asia International Multidisciplinary Conference.: Future Academy, 2019. — С. 184–193.
177. Santos, P. Amazon.com: Here's How Much Drone Deliveries Would Cost Per Delivery / P. Santos. — Текст: электронный // Seeking Alpha: [сайт]. — URL:<https://seekingalpha.com/article/3089766-amazon-com-heres-how-much-drone-deliveries-would-cost-per-delivery> (дата обращения: 15.08.2022).

178. The Digital Transformation of Manufacturing Companies. SAP's Strategy for Industry 4.0. — Текст: электронный // SAP: [сайт]. — URL:<https://www.sap.com/products/scm/industry-4-0/industry-4-0-strategy.html> (дата обращения: 15.01.2022).
179. Transforming Logistics Arena. — Текст: электронный // Industry Era: [сайт]. — URL:<https://www.industry-era.com/vendor-2019-ceo-BIA-Technologies.php> (дата обращения: 17.08.2022).
180. Transportation Management System. Управление транспортом. — Текст: электронный // TAdviser: [сайт]. — URL:<https://www.tadviser.ru/index.php> (дата обращения: 23.08.2022).
181. Walsh, J.E. Handbook of Nonparametric Statistics / J.E. Walsh. — Princeton New Jersey: D. Van Nostrand and Company, 1962. — 549 с. — Текст: непосредственный.
182. Warehouse Management System. Системы управления складом. — Текст: электронный // TAdviser: [сайт]. — URL:<https://www.tadviser.ru/index.php/WMS> (дата обращения: 23.08.2022).
183. Waters, D. Supply Chain Risk Management: Vulnerability and Resilience in Logistics / D. Waters. — 2nd edition. — London: Kogan Page Publishers, 2011. — 264 с. — Текст: непосредственный.
184. Winsun Company Profile. — Текст: электронный // Winsun 3D Printing Architecture's Future: [сайт]. — URL:<http://www.winsun3d.com/En/About/> (дата обращения: 05.02.2022).

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1. Система управления транспортно-технологическим обеспечением производственных процессов РДК.

Таблица 3.1 – Система управления транспортно-технологическим обеспечением производственных процессов РДК.

	Узел принятия решения	Куратор процесса	Проверочные мероприятия	Функционал проверочного мероприятия
I. Автономный мониторинг жизненного цикла оборудования РДК				
I (a). Система управления логистикой на основе агрегирования статистических данных				
1.1	Процесс мониторинга и агрегация показателей	Блок технического обеспечения и ремонта (периметр РДК)	Проверка данных технических паспортов	Внесение данных технических паспортов оборудования РДК.
		Блок технического обеспечения и ремонта (периметр РДК)	Сбор данных об условиях использования оборудования	Внесение данных об условиях использования оборудования РДК.
		Блок технического обеспечения и ремонта (периметр РДК)	Определение точек риска	Проверка соответствия данных технических паспортов оборудования РДК данным фактического использования. Выявление отклонений.
		Блок технического обеспечения и ремонта (периметр РДК)	Расчет рисков	Расчет отклонений и определение существенности риска использования данного оборудования РДК в текущих условиях.
		Производственный блок (периметр РДК)	Мониторинг	Отслеживание показателей функционирования оборудования РДК.

		Блок технического обеспечения и ремонта (периметр РДК)	Сбор информации	Автоматическое агрегирование телеметрических данных и их визуализация.
1.2	Фиксация кризисных инцидентов	Производственный блок (периметр РДК)	Идентификация кризисного инцидента	Тестирование работы оборудования РДК.
		Производственный блок (периметр РДК)	Условия возникновения кризисного инцидента	Выявление причины возникновения кризисного инцидента.
1.3	Анализ агрегированных данных на предмет соответствия техническим характеристикам оборудования	Блок технического обеспечения и ремонта (периметр РДК)	Выявление отклонений функционирования оборудования	Сверка нормативных показателей функционирования оборудования РДК с фактическими. Необходимость осуществления ТКРС.
		Блок технического обеспечения и ремонта (периметр РДК)	Формирование исходных данных для прогнозирования жизненного цикла	Расчет отклонений функционирования оборудования.
1.4	Прогнозирование жизненного цикла оборудования в текущих условиях с использованием математической модели	Планово-аналитический отдел (периметр РДК)	Определение показателей для прогнозирования жизненного цикла оборудования	Формирование уровней процесса управления, дифференцирующихся по набору технических показателей, влияющих на продолжительность жизненного цикла оборудования РДК.
		Планово-аналитический отдел (периметр РДК)	Расчет прогнозируемого жизненного цикла	Расчет жизненного цикла оборудования с использованием предложенной математической модели.
		Блок логистики (периметр логистического оператора)	Формирование логистической модели для целей транспортно-технологического обеспечения РДК	Сравнение нормативного жизненного цикла с прогнозным. Корректировка существующих прогнозов и планирования.

1.5	Формирование системы управления транспортно-технологическим обеспечением производственных процессов РДК в текущих условиях	Служба ИТ (периметр логистического оператора)	Формирование базы данных с расчетной информацией о сроках функционирования оборудования РДК в текущих условиях	Внесение в систему управления обновленной информации.
		Планово-аналитический отдел (периметр РДК)	Планирование потребностей РДК	Формирование перечня оборудования РДК к закупке в соответствии с расчетными сроками окончания жизненного цикла и плана ТКРС.
		Планово-аналитический отдел (периметр РДК)	Формирование задания на закупку оборудования	План-график закупки оборудования (номенклатура, сроки, частота и пр.)
I (b). Управление жизненным циклом оборудования РДК				
1.1	Процесс мониторинга и агрегация показателей	Блок технического обеспечения и ремонта (периметр РДК)	Проверка данных технических паспортов	Внесение данных технических паспортов оборудования РДК.
		Блок технического обеспечения и ремонта (периметр РДК)	Сбор данных об условиях использования оборудования	Внесение данных об условиях использования оборудования РДК.
		Блок технического обеспечения и ремонта (периметр РДК)	Определение точек риска	Проверка соответствия данных технических паспортов оборудования РДК данным фактического использования. Выявление отклонений.
		Блок технического обеспечения и ремонта (периметр РДК)	Расчет рисков	Расчет отклонений и определение существенности риска использования данного оборудования РДК в текущих условиях.

		Производственный блок (периметр РДК)	Мониторинг	Отслеживание показателей функционирования оборудования РДК.
		Блок технического обеспечения и ремонта (периметр РДК)	Сбор информации	Автоматическое агрегирование телеметрических данных и их визуализация.
1.2	Фиксация кризисных инцидентов	Производственный блок (периметр РДК)	Идентификация кризисного инцидента	Тестирование работы оборудования РДК.
		Производственный блок (периметр РДК)	Условия возникновения кризисного инцидента	Выявление причины возникновения кризисного инцидента.
1.3	Анализ агрегированных данных на предмет соответствия техническим характеристикам оборудования	Блок технического обеспечения и ремонта (периметр РДК)	Выявление отклонений функционирования оборудования	Сверка нормативных показателей функционирования оборудования РДК с фактическими. Необходимость осуществления ТКРС.
		Блок технического обеспечения и ремонта (периметр РДК)	Формирование перечня мероприятий, направленных на увеличение жизненного цикла оборудования	Создание единой платформы взаимодействия между оператором РДК и производителями оборудования
1.4	Реализация мероприятий по взаимодействию оператора РДК с поставщиками оборудования, направленных на увеличение жизненного цикла	Планово-аналитический отдел (периметр РДК)	Определение цели изменения жизненного цикла оборудования	Цели: - сокращение затрат на приобретение оборудования; - сокращение затрат на ремонт оборудования; - снижение эксплуатационных затрат; - налаживание эффективного процесса обслуживания оборудования; - разработка методов продления ресурса за счет выстраивания системы требований ко всем этапам

			жизненного цикла оборудования.
	Служба ИТ (периметр РДК)	Передача данных производителям оборудования об условиях его использования	Создание единой информационной системы у производителей и эксплуатанта оборудования РДК.
	Блок технического обеспечения и ремонта (периметр РДК)	Организация взаимодействия с производителями оборудования РДК для формирования требований ко всем этапам жизненного цикла оборудования	Создание центров компетенций с участием производителей и эксплуатанта оборудования РДК.
	Блок технического обеспечения и ремонта (периметр РДК)	Совместное решение по внесению изменений в способы и режимы эксплуатации оборудования РДК	Принятие решений по следующим направлениям: - планово-предупредительное обслуживание и ремонт; - техническое обслуживание и текущий ремонт; - корректировка режимов эксплуатации; - внесение изменений в порядок эксплуатации; - выработка способов продления ресурса или утилизации оборудования.
	Производственный блок (периметр РДК)	Тестирование новых режимов функционирования оборудования	Проведение совместных мероприятий в соответствии с принятыми решениями.
	Производственный блок (периметр РДК)	Получение результатов тестирования	Проведение мониторинга и формирование отчетности по результатам тестирования.

		Производственный блок (периметр РДК)	Анализ результатов тестирования	Обработка результатов. Сравнение функционирования оборудования в исходных и текущих условиях. Расчет отклонений функционирования оборудования.
		Блок технического обеспечения и ремонта (периметр РДК)	Совместное решение по внесению конструктивных изменений в оборудование и режимов его работы в текущих условиях	Принятие решений по следующим направлениям: - сроки и порядок планово-предупредительного обслуживания и ремонта; - сроки и порядок технического обслуживания и текущих ремонтов; - корректировка режимов эксплуатации; - внесение изменений в порядок эксплуатации; - внесение изменений в конструктивные решения.
1.5	Прогнозирование жизненного цикла оборудования в текущих условиях с использованием математической модели	Планово-аналитический отдел (периметр РДК)	Расчет прогнозируемого жизненного цикла	Расчет жизненного цикла оборудования с использованием предложенной математической модели.
		Блок логистики (периметр логистического оператора)	Формирование логистической модели для целей транспортно-технологического обеспечения РДК	Сравнение нормативного жизненного цикла с прогнозным. Корректировка существующих прогнозов и планирования.
1.6	Формирование системы управления транспортно-технологическим обеспечением	Служба ИТ (периметр логистического оператора)	Формирование базы данных с расчетной информацией о сроках функционирования	Внесение в систему управления обновленной информации.

	производственных процессов РДК в текущих условиях		оборудования РДК в текущих условиях	
		Производственный блок (периметр РДК)	Выстраивание системы требований к оборудованию	Формирование перечня требований к оборудованию и всем этапам его жизненного цикла со стороны оператора РДК к производителям.
		Планово-аналитический отдел (периметр РДК)	Планирование потребностей РДК с учетом внесения изменений в конструкцию и технологию производства оборудования	Формирование перечня оборудования РДК к закупке в соответствии с расчетными сроками окончания жизненного цикла и плана ТКРС.
		Планово-аналитический отдел (периметр РДК)	Формирование задания на закупку оборудования	План-график закупки оборудования (номенклатура, сроки, частота и пр.).
1.7	Формирование системы взаимодействия оператора РДК и поставщиков оборудования	Служба ИТ (периметр логистического оператора)	Создание устойчивых кооперационных связей производителей и оператора РДК	Формирование цифровой системы разработки и производства оборудования для РДК.
II. Автоматическое формирование заказа нового оборудования по мере окончания жизненного цикла				
2.1	Автоматическое формирование запроса поставщику оборудования РДК	Планово-аналитический отдел (периметр РДК)	Создание запроса	Формирование перечня оборудования в соответствии с планом ТКРС, жизненный цикл которого подходит к концу и направление запросов на поставку производителям.
		Правовой блок (периметр РДК)	Формирование смарт-контракта	Формирование цифрового контракта с учетом стоимости оборудования и сроков поставки, заверенного цифровой подписью.

		Планово-аналитический отдел (периметр РДК)	Передача запроса	Автоматическая передача запроса ответственным лицам вне периметра оператора РДК.
2.2	Автоматическое получение подтверждения заказа	Блок снабжения (периметр производителя)	Анализ запроса	Анализ и проверка наличия запрашиваемой номенклатуры оборудования.
		Блок снабжения (периметр производителя)	Корректировка запроса	Корректировка запроса (в случае необходимости).
		Правовой блок (периметр производителя)	Подписание смарт-контракта второй стороной	Подписание цифрового контракта ответственным лицом со стороны производителя оборудования РДК цифровой подписью.
		Блок снабжения (периметр производителя)	Передача подписанного смарт-контракта	Автоматическая передача заверенного обеими сторонами цифрового контракта в работу.
III. Обслуживание заказа и организация процесса перевозки				
3.1	Формирование заказа	Блок снабжения (периметр производителя)	Проверка наличия запрашиваемого оборудования	Автоматизированная сверка наличия оборудования на складе / запрос производителю.
		Блок снабжения (периметр производителя)	Консолидация заказа	Сортировка и накопление оборудования в соответствии с заказом.
		Блок снабжения (периметр производителя)	Подготовка документации	Подготовка транспортной документации, включая инвойсы, сертификаты и пр.
3.2	Подготовительные мероприятия	Блок снабжения (периметр производителя)	Направление запроса логистическому оператору	Автоматическое формирование запроса логистическому оператору / экспедитору по окончании подготовки транспортной документации.

		Блок снабжения (периметр производителя)	Передача логистическому оператору документации	Направление логистическому оператору / экспедитору инвойсов, сертификатов и пр.
		Блок снабжения (периметр производителя)	Определение сроков транспортировки	Автоматическое формирование сроков поставки на РДК в соответствии с договором.
		Производственный блок (периметр производителя)	Определение требований к транспортировке оборудования	Формирование перечня требований к условиям транспортировки в соответствии с техническими характеристиками оборудования.
		Блок финансового контроля (периметр логистического оператора)	Формирование стоимости транспортировки	Расчет стоимости доставки на РДК.
		Правовой блок (периметр логистического оператора)	Контрактование перевозки	Внесение в контракт дополнительных требований на условия перевозки. Формирование дополнительного соглашения.
IV. Экспедирование				
4.1	Процесс оформления документации на транспортировку	Правовой блок (периметр логистического оператора)	Проверка соответствия подготовленных документов к перевозке	Проверка наличия документов, проверка корректности данных.
		Правовой блок (периметр логистического оператора)	Корректировка документов	Внесение исправлений в документацию (при необходимости).
4.2	Расчет маршрута	Блок логистических сервисов и их планирования (периметр логистического оператора)	Контроль погодных условий	Данное мероприятие проводится в соответствии со статистическими и прогнозными данными.

		Блок логистических сервисов и их планирования (периметр логистического оператора)	Контроль технического обеспечения маршрута	Данное мероприятие проводится в соответствии со статистическими и прогнозными данными.
		Блок логистических сервисов и их планирования (периметр логистического оператора)	Проверка наличия базовой дорожной инфраструктуры	Данное мероприятие проводится в соответствии со статистическими и прогнозными данными.
		Блок логистических сервисов и их планирования (периметр логистического оператора)	Проверка интенсивности движения на маршруте	Данное мероприятие проводится в соответствии со статистическими и прогнозными данными.
		Блок логистических сервисов и их планирования (периметр логистического оператора)	Учет наличия мультимодальных хабов на маршруте	Учет возможности перегрузки на другой вид транспорта (при необходимости).
		Блок логистических сервисов и их планирования (периметр логистического оператора)	Расчет средней скорости движения на маршруте	Данное мероприятие проводится в соответствии со статистическими и прогнозными данными.
		Блок логистических сервисов и их планирования (периметр логистического оператора)	Определение запасного маршрута	Учет возможности использования запасного маршрута (при необходимости).
		Блок транспортного обеспечения (периметр логистического оператора)	Выбор и фрахт транспортного средства	Выбор и фрахт транспортного средства в соответствии с требованиями к транспортировке оборудования РДК.

		Служба безопасности (периметр логистического оператора)	Определение требований к безопасности перевозки	Обеспечение охраны груза при транспортировке (при необходимости).
		Блок логистических сервисов и их планирования (периметр логистического оператора)	Утверждение маршрута	Выбор маршрута в соответствии с заданными требованиями.
4.3	Процесс погрузки	Блок снабжения (периметр производителя)	Передача оборудования логистическому оператору	Взаимодействие между производителем оборудования и логистическим оператором / экспедитором.
		Блок мониторинга и логистики транспорта (периметр логистического оператора)	Мониторинг сроков отправки	Контроль соответствия даты отправки требованиям контракта.
		Блок мониторинга и логистики транспорта (периметр логистического оператора)	Проверка требований к перевозке оборудования	Сверка соответствия характеристик груза и требований к транспортировке.
		Блок мониторинга и логистики транспорта (периметр логистического оператора)	Контроль соответствия нормативам транспортировки	Сверка с нормативной документацией и сертификатами.
		Блок мониторинга и логистики транспорта (периметр логистического оператора)	Проверка документации на транспортировку	Контроль необходимости внесения изменений в документацию.
4.4	Процесс транспортировки	Блок мониторинга и логистики транспорта (периметр логистического оператора)	Контроль даты начала транспортировки	Сверка соответствия фактической и запланированной даты транспортировки.

		логистического оператора)		
		Блок мониторинга и логистики транспорта (периметр логистического оператора)	Контроль маршрутных данных	Сверка соответствия запланированного и рассчитанного маршрута.
		Блок мониторинга и логистики транспорта (периметр логистического оператора)	Мониторинг движения транспортного средства в пункт доставки	Контроль соответствия графику движения. Контроль скорости движения.
		Блок мониторинга и логистики транспорта (периметр логистического оператора)	Предупреждение возникновения простоев на маршруте	Контроль графика и остановок на маршруте.
		Блок мониторинга и логистики транспорта (периметр логистического оператора)	Мониторинг затрат	Контроль затрат на топливо, платные дороги и пр.
		Блок мониторинга и логистики транспорта (периметр логистического оператора)	Мониторинг безопасности движения	Контроль соответствия режима работы водителя нормативам. Контроль за осуществлением охраны груза (при необходимости).
		Блок мониторинга и логистики транспорта (периметр логистического оператора)	Мониторинг состояния груза	Контроль технического состояния оборудования РДК, температурных режимов и др. показателей в процессе транспортировки.

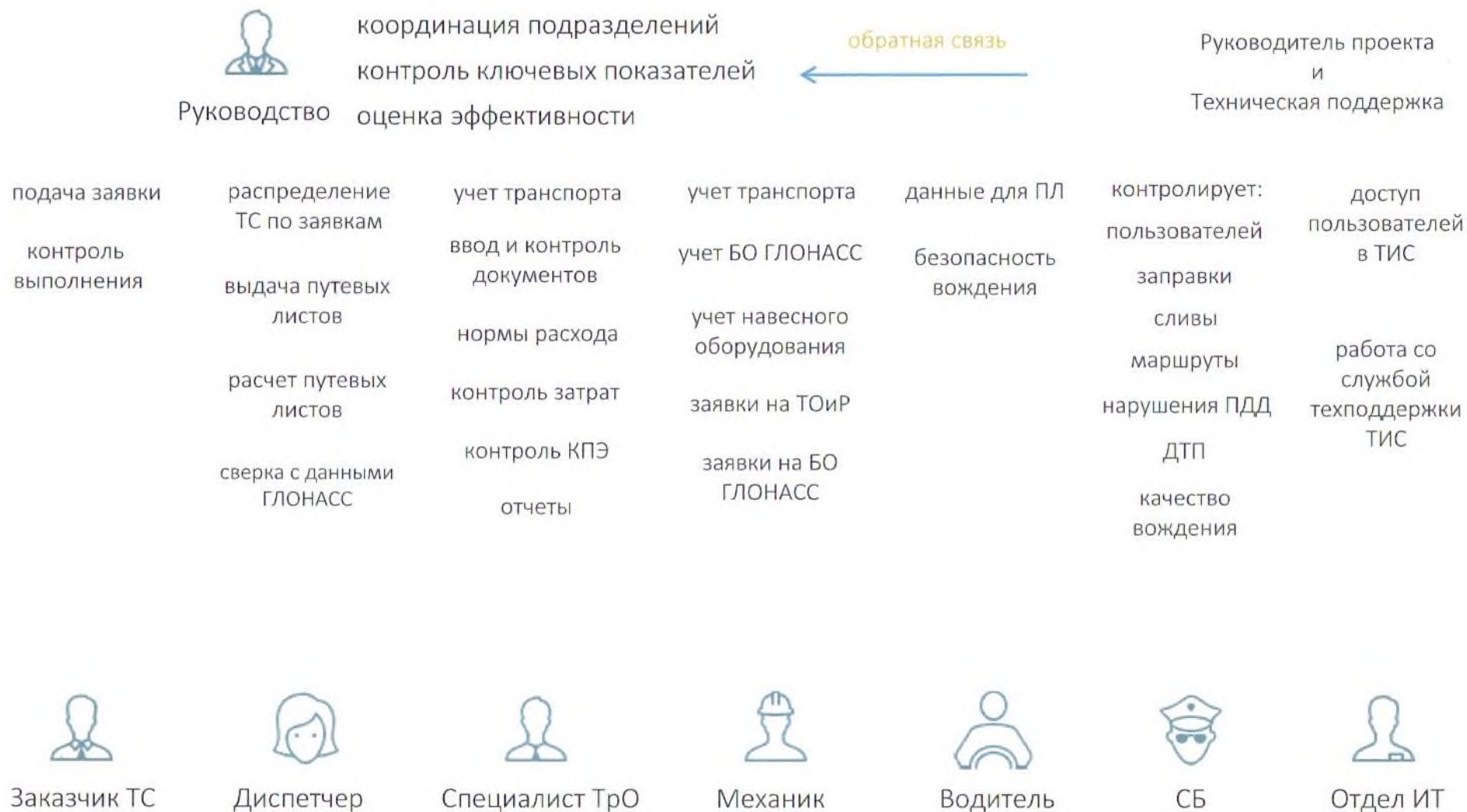
		Блок мониторинга и логистики транспорта (периметр логистического оператора)	Мониторинг мультимодальности и	Контроль за процессами перегрузки, временного хранения, погрузки и пр. (при необходимости).
		Блок мониторинга и логистики транспорта (периметр логистического оператора)	Контроль форс-мажорных обстоятельств	Корректировка маршрута и сроков транспортировки (при необходимости).
V. Краткосрочное хранение				
5.1	Разгрузка транспортного средства в пункте назначения	Складское хозяйство (периметр РДК)	Контроль документации на оборудование РДК	Сверка документации на оборудование РДК с контрактом.
		Складское хозяйство (периметр РДК)	Контроль даты прибытия транспортного средства	Сверка фактической даты прибытия транспортного средства с контрактом.
		Складское хозяйство (периметр РДК)	Контроль сохранности груза	Проверка пломб и упаковки груза.
		Складское хозяйство (периметр РДК)	Процесс разгрузки	Проведение разгрузки транспортного средства на РДК.
5.2	Распределение груза на складе временного хранения (при наличии склада временного хранения)	Складское хозяйство (периметр РДК)	Процесс распределения груза на складе временного хранения	Деконсолидация груза на складе временного хранения РДК (при наличии).
		Складское хозяйство (периметр РДК)	Контроль условия хранения	Мониторинг на предмет соответствия условий в местах хранения оборудования техническим требованиям.
		Складское хозяйство (периметр РДК)	Обновление базы данных номенклатуры оборудования на РДК	Проведение мероприятий по обновлению базы данных

				информационной системы.
VI. Замена оборудования и завершение процесса				
6.1	Формирование запроса на замену оборудования с истекающим жизненным циклом	Производственный блок (периметр РДК)	Подготовка запроса ответственным подразделениям на замену оборудования	Подготовка запроса по утвержденной форме в соответствии с локальными нормативными документами. Утверждение руководителем.
		Служба ИТ (периметр РДК)	Автоматизированная передача запроса на замену оборудования	Перенос запроса в соответствующий модуль системы. Контроль за его передачей.
6.2	Подготовка оборудования	Складское хозяйство (периметр РДК)	Обработка запроса на замену оборудования	Сверка по номенклатуре в соответствии с запросом.
		Складское хозяйство (периметр РДК)	Контроль сроков хранения оборудования на складе временного хранения	Сверка сроков хранения в соответствии с запросом.
		Складское хозяйство (периметр РДК)	Контроль состояния оборудования РДК	Визуальный осмотр на предмет целостности пломб и упаковки. Вскрытие оборудования. Визуальный осмотр оборудования и его комплектации.
		Складское хозяйство (периметр РДК)	Подготовка документации на передачу оборудования в эксплуатацию	Сверка комплектности оборудования и его состояния в соответствии с документацией. Внесение отметок (согласований) в информационной системе.
6.3	Установка нового оборудования	Блок технического обеспечения и	Приемка оборудования	Передача оборудования на установку.

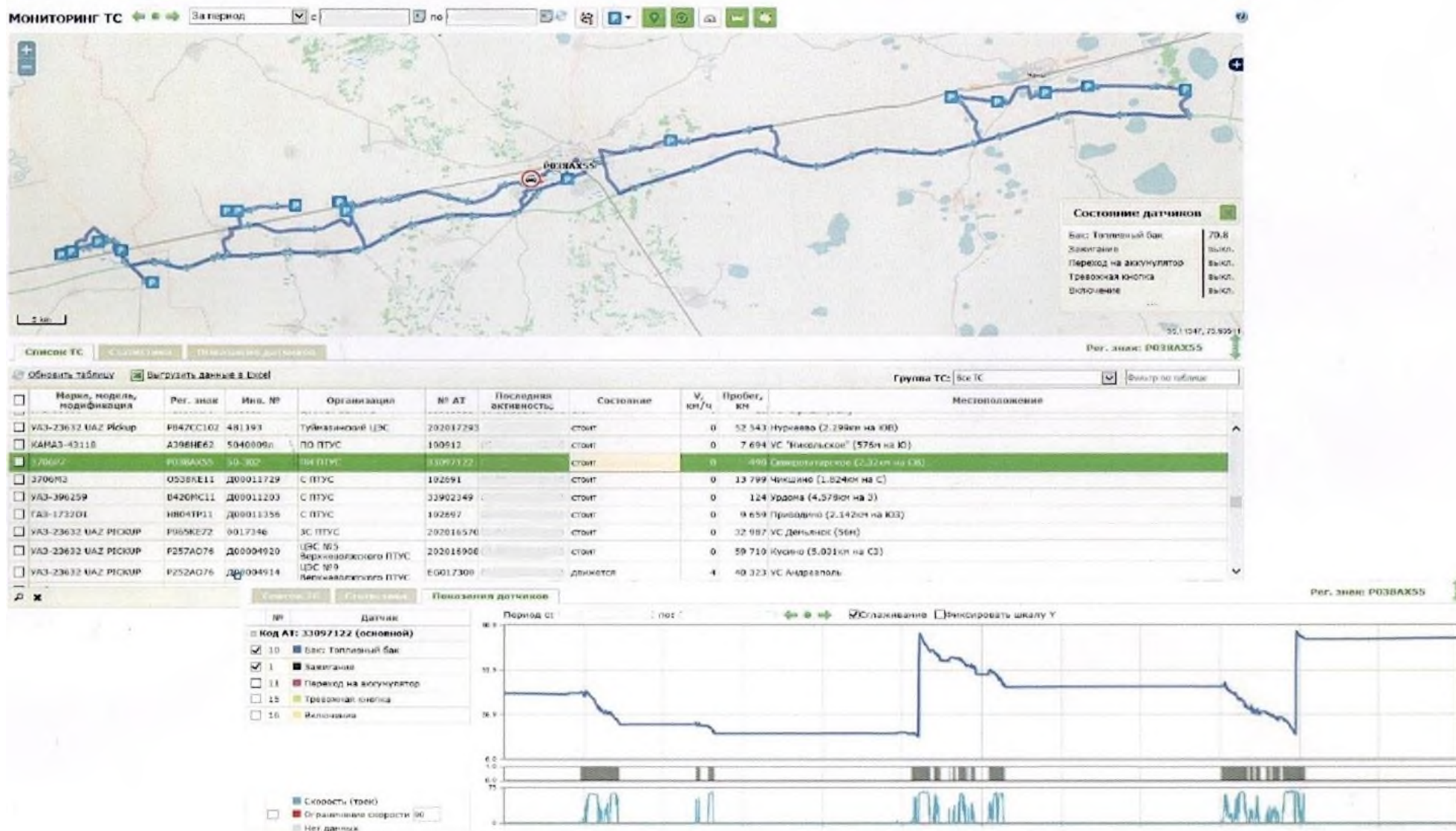
	ремонта (периметр РДК)		
	Блок технического обеспечения и ремонта (периметр РДК)	Проверка визуального состояния оборудования	Контроль оборудования на предмет повреждений и дефектов.
	Блок технического обеспечения и ремонта (периметр РДК)	Демонтаж старого оборудования	Выведение из эксплуатации старого оборудования. Проведение экспертизы. Подготовка к утилизации или передаче производителю для осуществления ремонтных работ.
	Блок технического обеспечения и ремонта (периметр РДК)	Монтаж нового оборудования	Проведение монтажных работ, установка оборудования.
	Блок технического обеспечения и ремонта (периметр РДК)	Тестовые работы	Прогон в тестовом режиме в соответствии с регламентом. Выявление дефектов и неисправностей.
	Блок технического обеспечения и ремонта (периметр РДК)	Подготовка акта приемки-передачи с дефектной ведомостью	Формирование документации о результатах прогона в тестовом режиме.
	Производственны й блок (периметр РДК)	Ввод в эксплуатацию	Перевод оборудования в режим эксплуатации.
	Производственны й блок (периметр РДК)	Актуализация информационной системы	Обновление информационной системы. Осуществление мониторинга жизненного цикла.
	Блок технического обеспечения и ремонта (периметр РДК)	Подготовка старого оборудования для утилизации и осуществление утилизации	Перевод старого оборудования на временное хранение. Произведение соответствующих расчетов.

		<p>Блок технического обеспечения и ремонта (периметр РДК)</p>	<p>Подготовка старого оборудования для текущего или капитального ремонта, модернизации</p>	<p>Перевод старого оборудования на временное хранение. Подготовка к транспортировке, взаимодействие с производителем оборудования.</p>
--	--	---	--	--

Приложение 2. Пример ролей в системе управления транспортно-логистическим обеспечением производственных процессов РДК.



Приложение 3. Компонент Мониторинг подсистемы логистики.



Приложение 4. Компонент Документы подсистемы логистики.

Серия АВ № 47309

Общие | Фикс | Запчасти | Расчет | История расчетов | Прием заказов | [Печать](#)

ПУТЕВОЙ ЛИСТ
Универсальный номер: 258018

Обработан: Статус: **Расчетан**

Разом работы: Будничной

Форма: № 4-П (повременная)

Организация: Грозавецкий ЦЭС

Учитывать время обеда: 1 часами

Печать топлива и пробега:

Время Дата

Выезд: 08:00

Заезд: 17:00

Автомобиль, прицепы

0658XC11 - XA3-23632 UAZ Pickup

Водители

Поддужный Александр Николаевич, таб. №120173

№ заявки: 273 Заказчик: филиал АО "Связьтранснефт" В расп.: филиал АО "Связьтранснефт"

Дата заявки: Маршрут: УС "Погорельское" п.Юбилей Адрес: 161327 Вологодская обл.

Задание: Транспортное обеспечение работников кол-во: 3

Диспетчер выезда: Меньшаков Андрей Витальевич Диспетчер заезда: Меньшаков Андрей Витальевич

[Настройка](#) [Сохранить](#)

Серия АВ № 47309

Общие | Фикс | Запчасти | Расчет | История расчетов | Прием заказов | [Печать](#)

Заказ: филиал АО "Связьтранснефт" - "Северное ПТУС" №1273

Работа ТС, ч

всего	1:35	0
в движении		
на холостом		

Работа водителя, ч

всего	8:00	
в наряде		
разреш.		
сверхурочн.		

Фактические

Пробег, км	113	111.0
путевой лист		ГРОНАСС
Расход, л	13.3	8.6
расчет		ГРОНАСС

Пробег /мгн/часы **Холостой ход** **Движение** **Нагрузка** **Удалить**

Дата	Тип расхода	Бак	Работа	Масса груза, т	БН	Расчетный расход
	Пробег, км	Топливные бак №1, Топливный бак №2	113 км		11.3 л/100км	13.3

Бак: Топливный бак №1 | Дата:

Принеп:

Пробег, км:

Груз:

Грузооборот

[Расчитать](#) [Внести расчет](#)

Кэффициент	%	Источник
<input type="checkbox"/> Работа кондиционера или климат-контроля	7	Работа спец. оборудования
<input type="checkbox"/> Горюдой коэффициент	5	По горюду
<input type="checkbox"/> тяжелые дорожные условия	30	IV и V категория
<input type="checkbox"/> Климат-контроль	7	Общий

Наименование оборудования: Базовая норма: Тр(ч)/Т(шт):

[Настройка](#) [Сохранить](#) [Выход](#)

Приложение 5. Компонент Метрики подсистемы логистики.

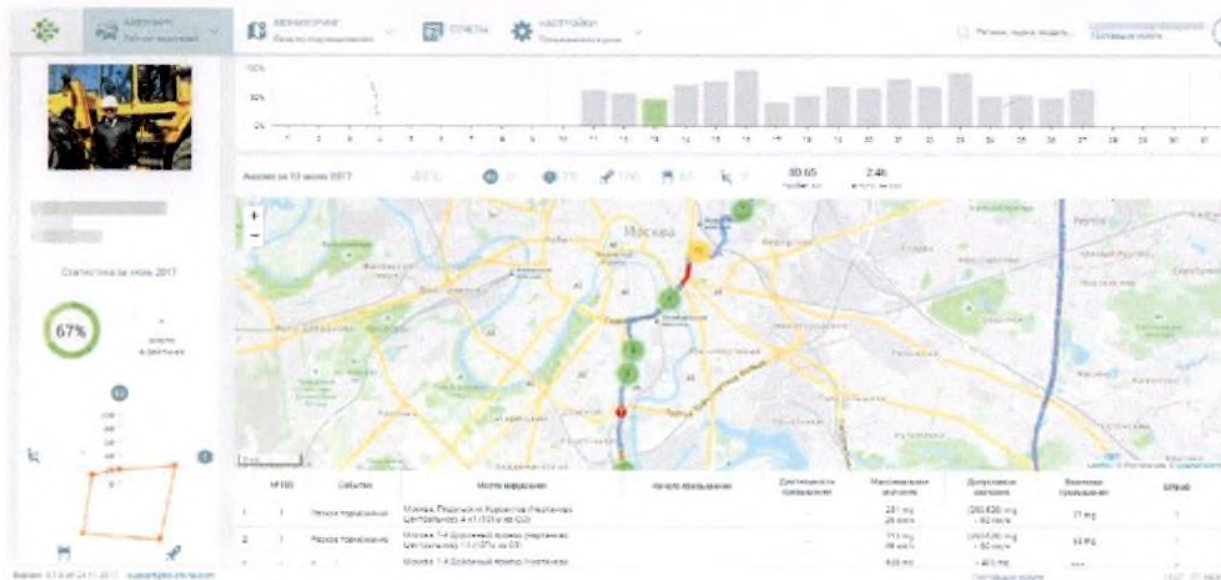


50

Персональные рейтинги водителей с бальной системой оценки вождения.



Учет пробега, ДТП и нарушений ПДД



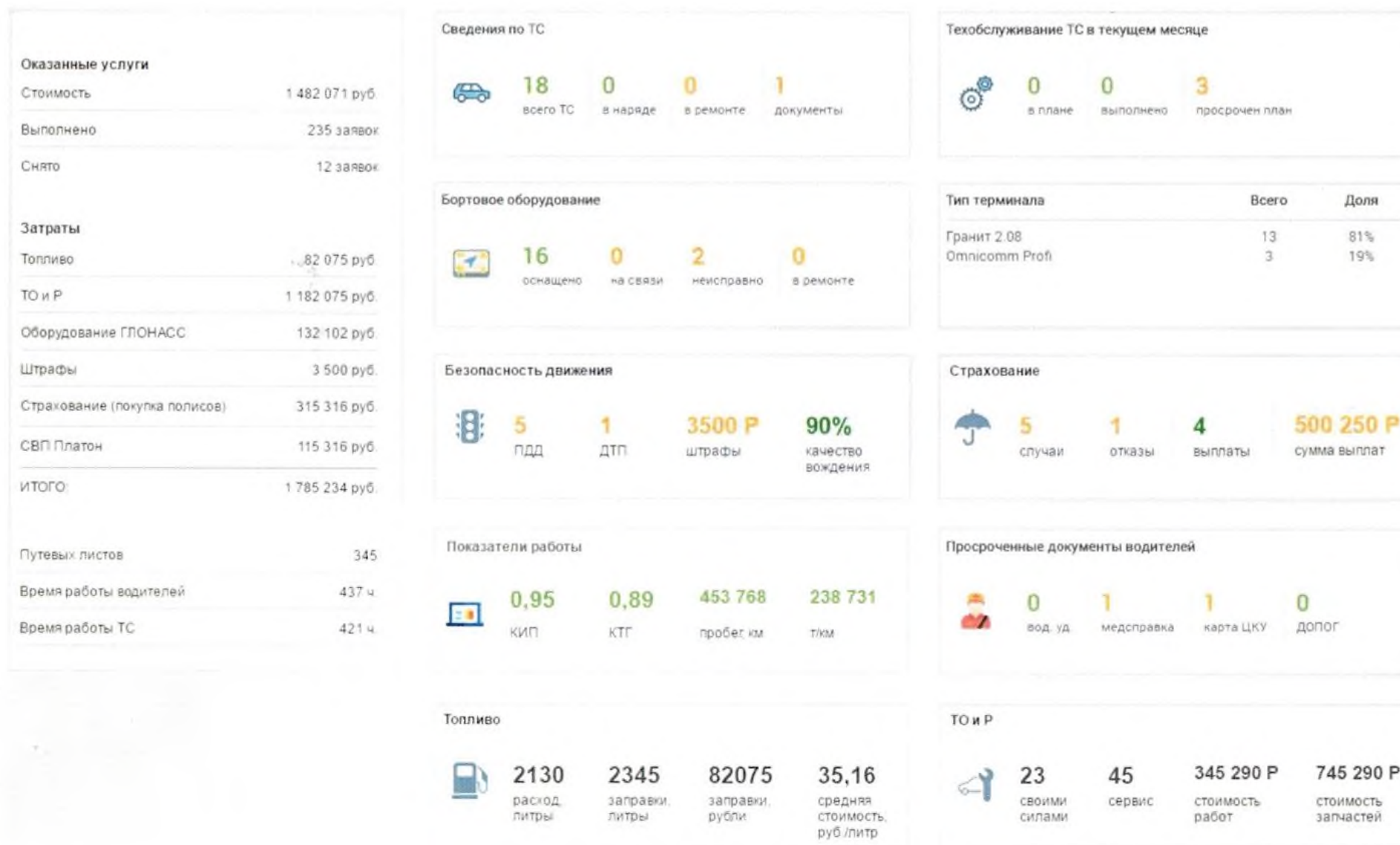
Р

Детализация по каждому водителю по дням с подробной информацией о месте и времени нарушений



Лепестковая диаграмма стиля вождения каждого водителя

Приложение 6. Компонент Отчеты подсистемы логистики.



Приложение 7. Алгоритмы работы системы.

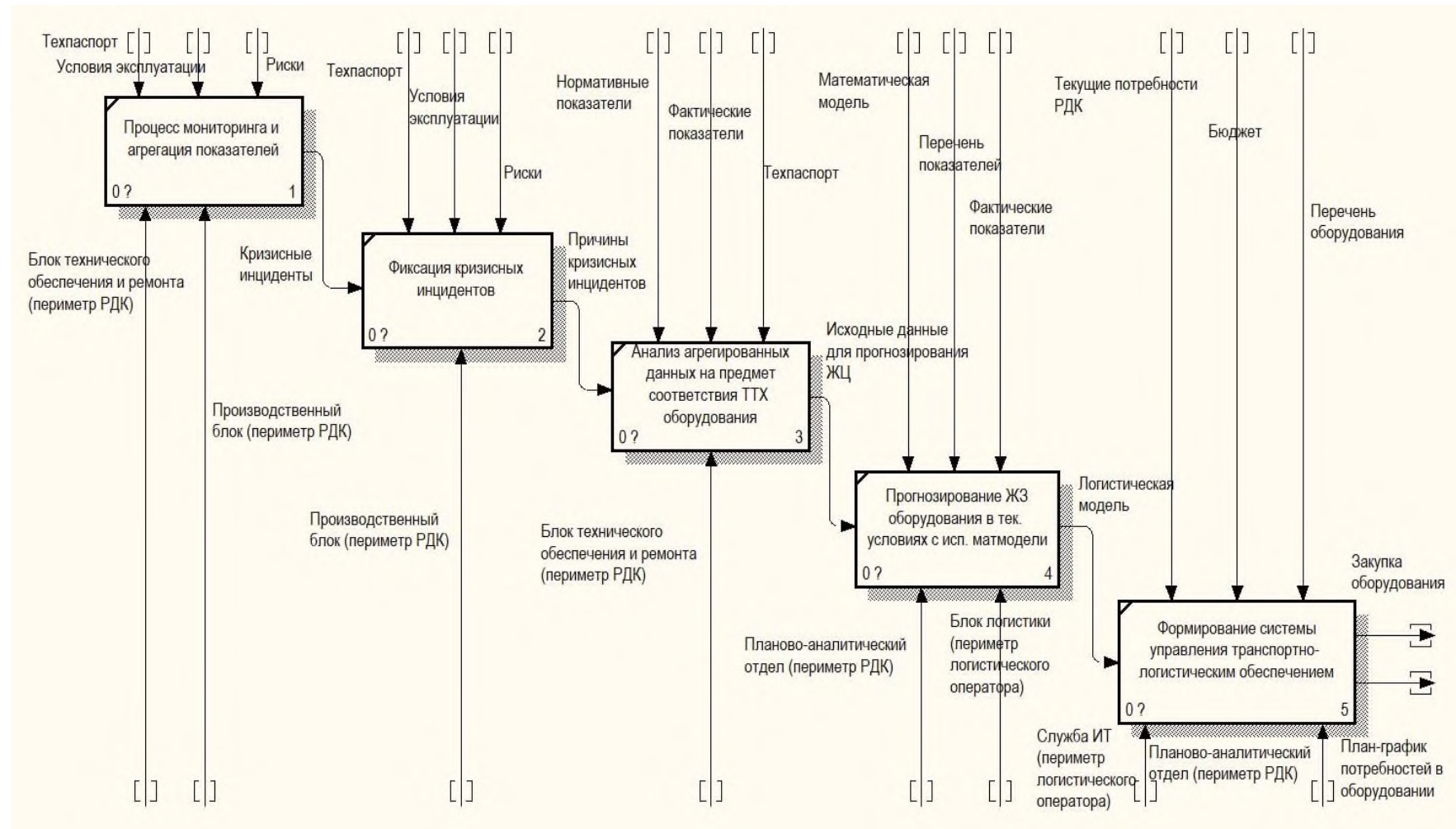


Рисунок 1 – Алгоритм I(a). Автономный мониторинг жизненного цикла оборудования РДК. Система управления логистикой на основе агрегирования статистических данных.

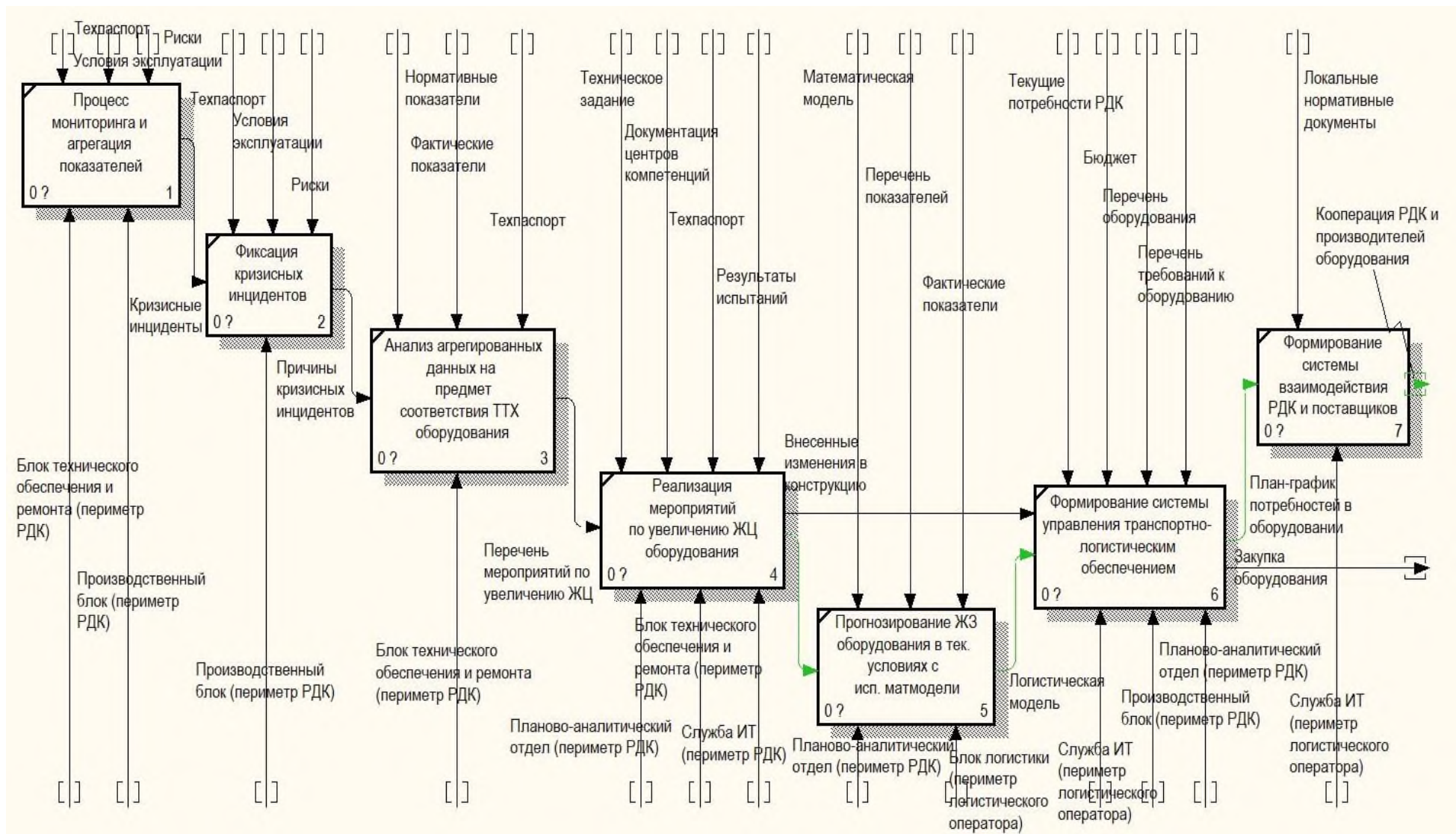


Рисунок 2 – алгоритм I(b). Автономный мониторинг жизненного цикла оборудования РДК. Управление жизненным циклом оборудования РДК.

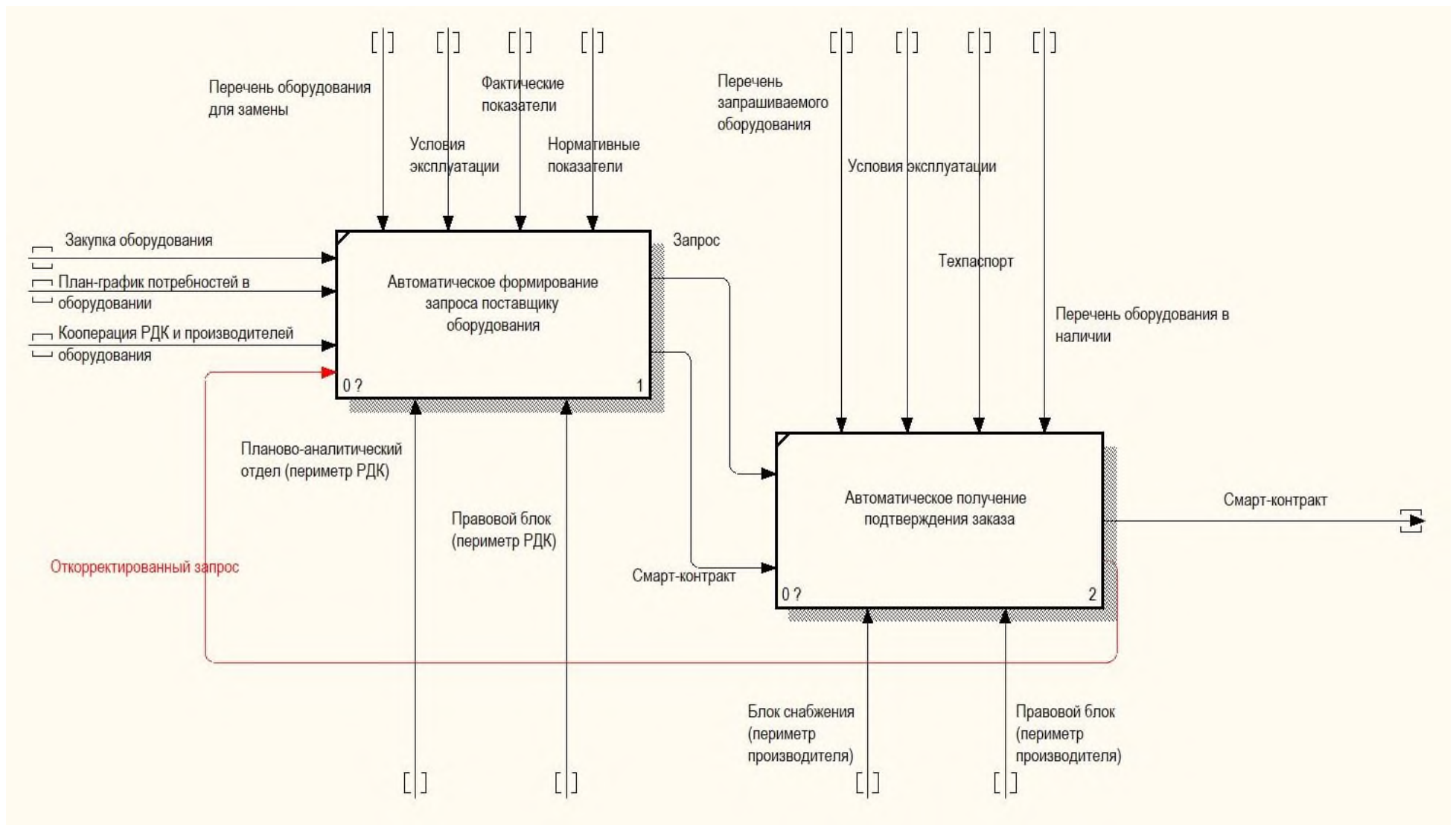


Рисунок 3 – Алгоритм II. Автоматическое формирование заказа нового оборудования по мере окончания жизненного цикла.

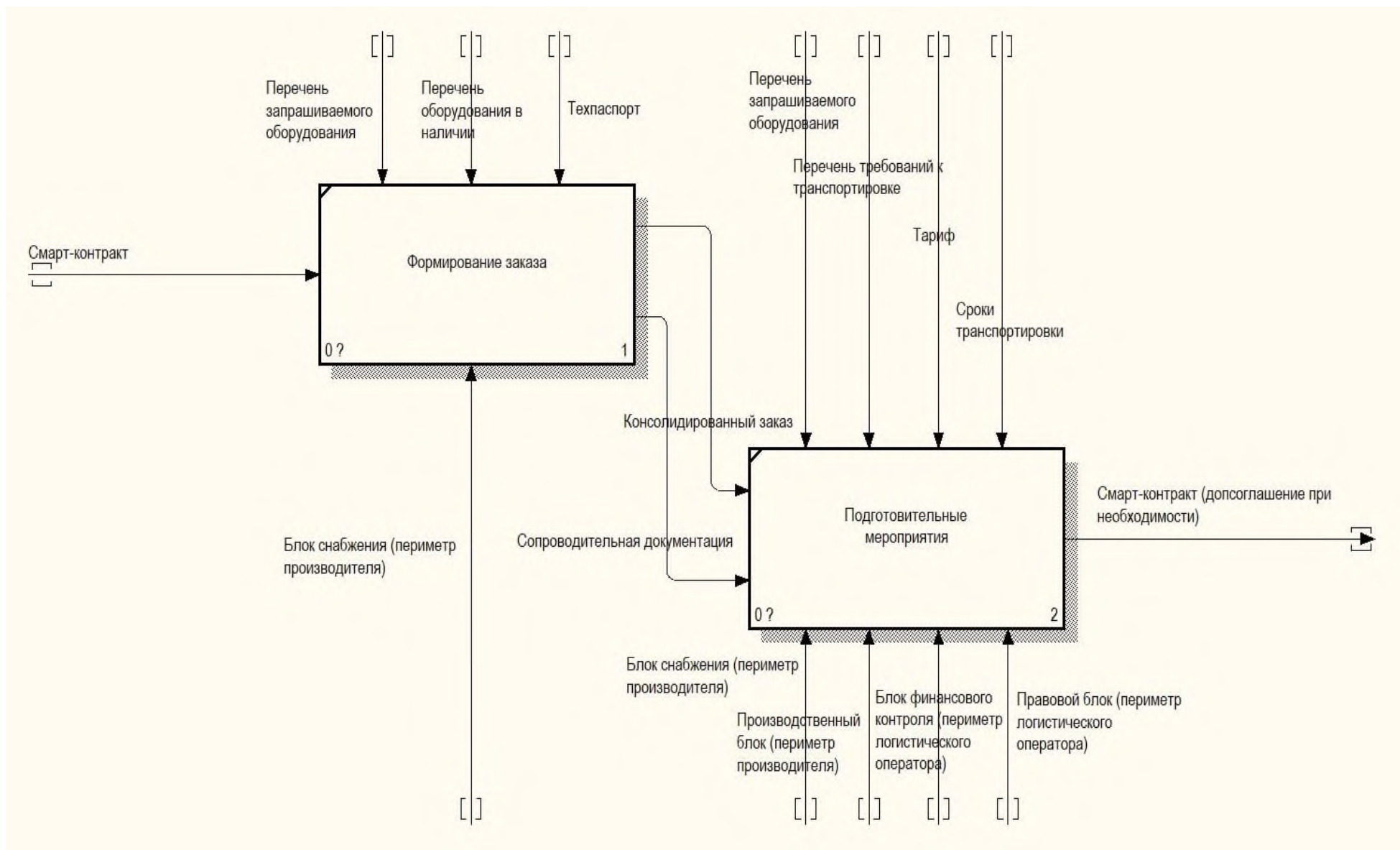


Рисунок 4 – Алгоритм III. Обслуживание заказа и организация процесса перевозки.

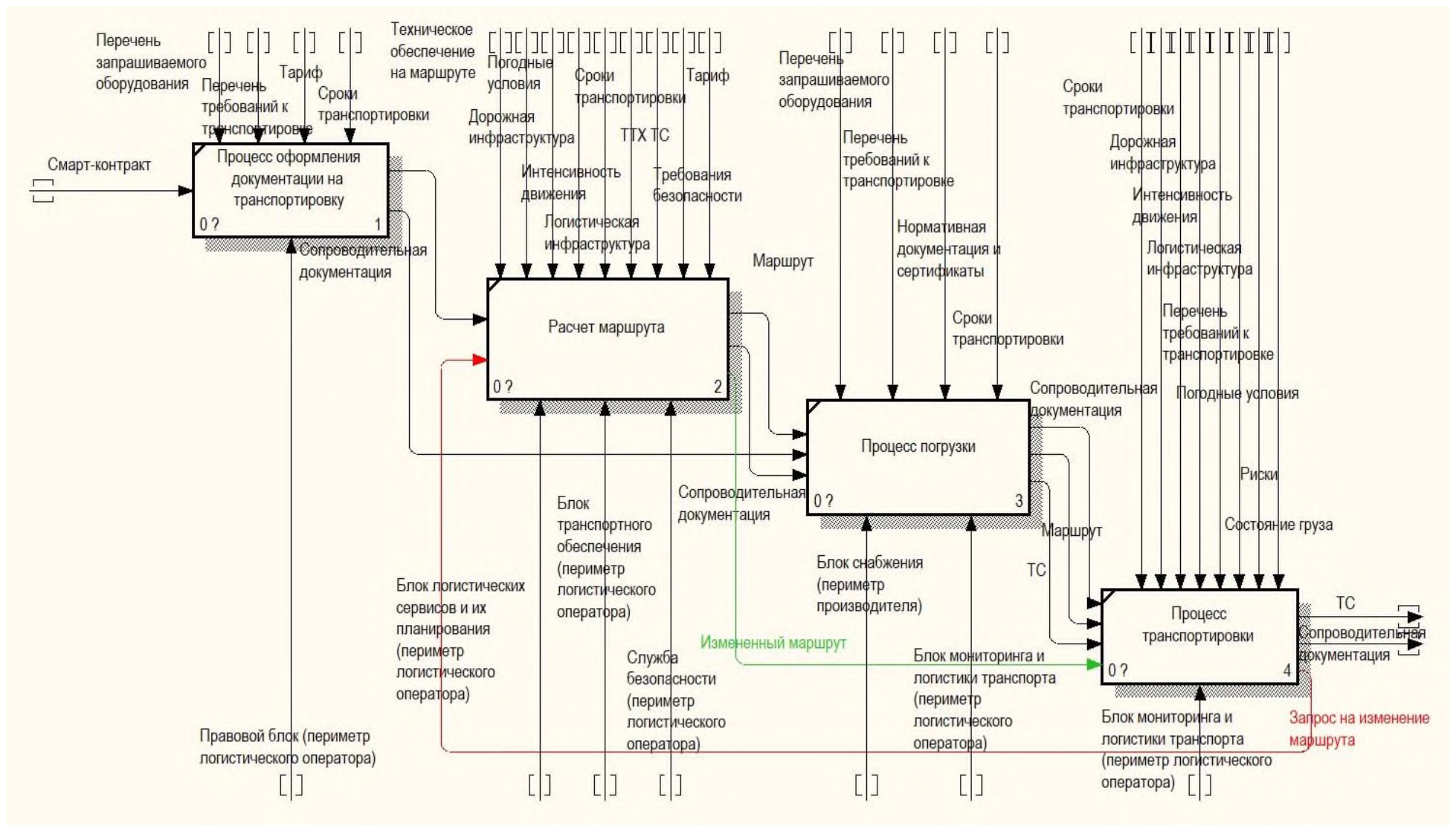


Рисунок 5 – Алгоритм IV. Экспедирование.

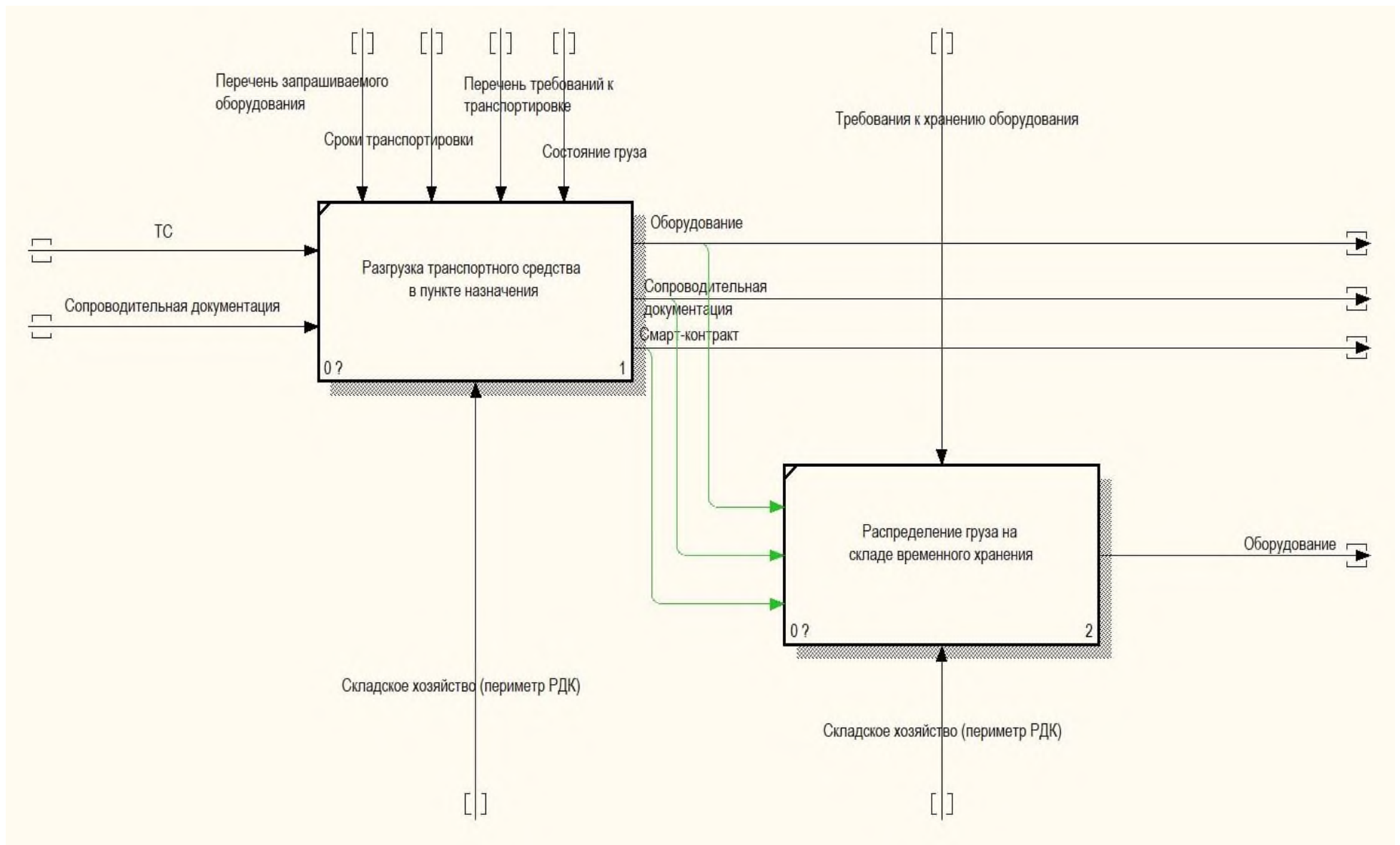


Рисунок 6 – Алгоритм V. Краткосрочное хранение.

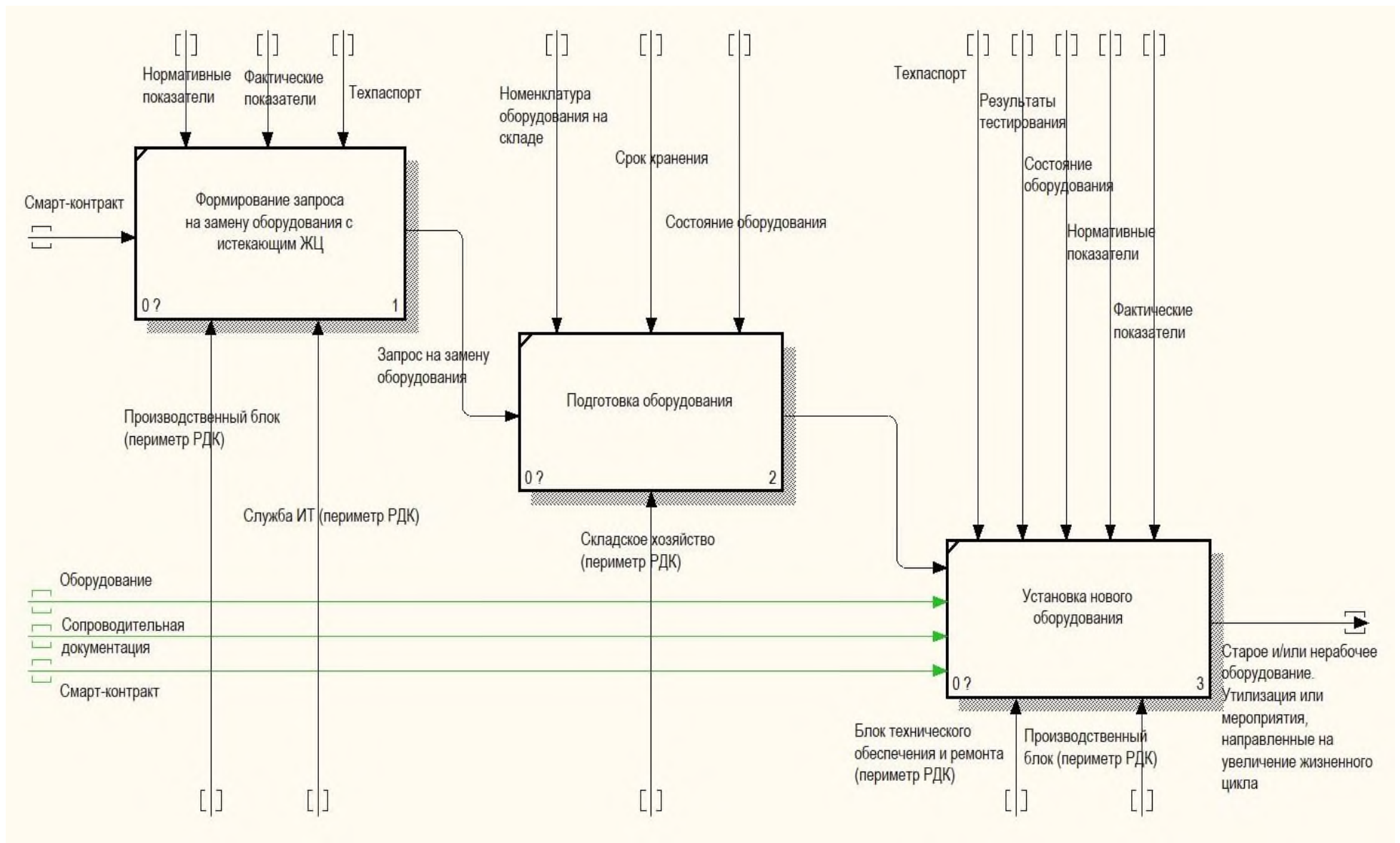


Рисунок 7 – Алгоритм VI. Замена оборудования и завершение процесса

«Утверждаю»
Генеральный директор
ООО «ЭнергоСервис»
_____ М.Е. Латышев
_____ марта 2024 г.



АКТ
о практическом использовании результатов
диссертационных исследований Кочегура Д.Ю.

Комиссия в составе:

Председателя:

Генеральный директор - Латышев Михаил Евгеньевич

членов комиссии:

Заместитель директора по логистике – Потехин Артем Сергеевич;

Главный механик – Дешевой Михаил Сергеевич.

рассмотрела материалы диссертационных исследований Кочегара Дениса Юрьевича на тему « Совершенствование транспортно-технологического обеспечения производственных процессов ресурсодобывающего комплекса» и установила следующее:

1. Разработанные автором теоретико-методологические и научно-практические положения инновационной направленности создают научные основы для комплексной реструктуризации грузовых транспортно-технологических систем, внедрение которых обеспечивает повышение эффективности эксплуатации автомобильного транспорта и вносит значительный вклад в развитие транспортно-технологического обеспечения ресурсодобывающего комплекса.
2. Область исследования диссертационной работы и полученные результаты по всем элементам научной новизны соответствуют национальным приоритетам научно-технологического развития транспортных процессов ресурсодобывающего комплекса.

3. Обоснованность положений и полученных результатов работы, их научная, практическая и экономическая значимость подтверждается внедрением основных разработок на предприятии ООО «Энергосервис» при формировании деятельности транспортно-технологического оператора, обеспечивающего непрерывность и устойчивость функционирования транспортных процессов ресурсодобывающего комплекса с получением экономического эффекта от внедрения в размере 22,38 миллионов рублей.

Председатель комиссии



М.Е. Латышев

Члены комиссии:

Заместитель директора по логистике



А.С. Потехин

Главный механик



М.С. Дешевой

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Кубанский государственный
технологический университет»
(КубГТУ)

УТВЕРЖАЮ
Проректор по учебной работе
Т.В. Коновалова
3 09 2024 г.



АКТ
№ 2 от 03.09.24
г. Краснодар
о внедрении в учебный процесс
результатов диссертационного
исследования

Комиссия в составе:

- директор института Механики, робототехники, инженерии транспортных и технических систем, д.т.н., доцент Гукасян А.В.;
 - председатель метод комиссии института Механики, робототехники, инженерии транспортных и технических систем к.т.н., доцент Хомутов М.П.;
 - заведующий кафедрой Транспортных процессов и технологических комплексов к.э.н., доцент Коновалова Т.В.;
 - доцент кафедры ТП и ТК, к.т.н., доцент Кравченко Л.А.;
 - доцент кафедры ТП и ТК, к.т.н., доцент Изюмский А.А.
- составила настоящий акт о том, что:

1. Результаты диссертационной работы Кочегура Д.Ю. на тему: «Совершенствование транспортно-технологического обеспечения производственных процессов ресурсодобывающего комплекса» внедрены в учебный процесс и используются при составлении программно-методических комплексов для подготовки специалистов по направлению 23.03.01 – Технология транспортных процессов при изучении дисциплин: «Транспортная логистика», «Теория транспортных процессов и систем», «Грузовые перевозки».

2. Использование диссертационных материалов Кочегура Д.Ю. в учебном процессе положительно влияет на качество подготовки специалистов и позволяет им приобретать знания и практические навыки по вопросам повышения эффективности использования автотранспорта и оптимизации технологических процессов перевозки грузов.

3. Результаты диссертационной работы Кочегура Д.Ю. имеют практическое значение при подготовке специалистов.

Директор ИМРИТТС,
д.т.н., доцент



А.В. Гукасян

Председатель метод. комиссии ИМРИТТС,
к.т.н., доцент



М.П. Хомутов

Зав. кафедрой ТП и ТК,
к.эк.н., доцент



Т.В. Коновалова

Доцент кафедры ТП и ТК,
к.т.н., доцент



Л.А. Кравченко

Доцент кафедры ТП и ТК,
к.т.н., доцент



А.А. Изюмский