

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –
МСХА имени К. А. ТИМИРЯЗЕВА»

На правах рукописи

НЕКРАСОВ СЕРГЕЙ ИГОРЕВИЧ

**ВЛИЯНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ БЕЗОТКАЗНОСТИ И
РЕМОНТОПРИГОДНОСТИ ТРАНСПОРТНЫХ МАШИН НА
ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОЦЕССА ПЕРЕВОЗКИ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ**

Специальность: 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для
агропромышленного комплекса

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени

кандидата технических наук

Научный руководитель
доктор технических наук,
профессор
Апатенко Алексей Сергеевич

Москва – 2024

Содержание

ВВЕДЕНИЕ	4
ГЛАВА 1. СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ	10
1.1 Особенности производства сельскохозяйственной продукции в Российской Федерации	10
1.2 Основные требования к перевозке сельскохозяйственной продукции	15
1.3 Анализ исследований в области перевозки сельскохозяйственной продукции	18
1.4 Вопросы по обеспечению надежности транспортно-технологических машин в процессе эксплуатации	21
1.5 Определение характерных признаков системы перевозки сельскохозяйственной продукции и описание основных принципов ее функционирования	26
1.6 Вывод и задачи исследования	35
ГЛАВА 2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ ПЕРЕВОЗКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ	39
2.1 Описание исследуемого процесса перевозки сельскохозяйственной продукции и основные этапы разработки его функциональной модели	39
2.2 Зарубежный опыт в области управления организационно-технологическим обеспечением предприятия	47
2.3 Показатели надежности транспортных машин влияющий на эффективность перевозки сельскохозяйственной продукции	48
Выводы по второй главе	50
ГЛАВА 3. РАЗРАБОТКА ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ПРОЦЕССА ПЕРЕВОЗКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ	52
3.1 Внедрения программно-аппаратных комплексов в конструкцию транспортных машин	52
3.2 Выбор средств имитационного моделирования процесса	55
для перевозки сельскохозяйственной продукции	55
3.3 Этапы создания имитационной модели процесса перевозки сельскохозяйственной продукции	57
3.4 Определение параметров компьютерного эксперимента	60

3.5 Подготовка исходных данных к загрузке в имитационную модель	66
Выводы по третьей главе	70
ГЛАВА 4. МЕТОДИКА СБОРА СТАТИСТИЧЕСКИХ ДАННЫХ И ПРОВЕДЕНИЯ, РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ..	71
4.1 Статистическое исследование об отказах	71
4.2 Проведение статистических испытаний с применением метода Монте-Карло	75
4.3 Определение параметров компьютерного эксперимента	78
4.4 Уточнение допустимой погрешности моделирования и оценка временных затрат на реализацию серии компьютерных экспериментов	80
Выводы по четвертой главе	82
ГЛАВА 5. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ	83
5.1 Интерпретация результатов серии компьютерных экспериментов	83
5.2 Результаты имитационного моделирования эксплуатации различных вариантов транспортных машин при перевозке сельскохозяйственной продукции	89
Выводы по пятой главе	96
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	98
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	100
ПРИЛОЖЕНИЯ	113

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования.

Согласно национальному докладу о ходе и результатах реализации в 2023 году Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия сельхозпроизводство выросло на 10,2%. В 2023 г. валовой сбор овощей открытого грунта вырос, на 4,5 %, плодовых и ягодных культуры на 1,5 %. Поэтому вопросы повышения производительности труда и снижения повреждений продукции АПК на транспорте приобретают все большее значение.

Одной из наиболее существенных и сложных задач при транспортировке сельскохозяйственной продукции является сохранение ее качества и снижение потерь, в которой весомая роль отводится автомобильному транспорту, как важнейшему звену в системе функционирования АПК России. Транспортная стратегия Российской Федерации до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 27 ноября 2021 г. № 3363-р. Новая стратегия нацелена устранить недостатки транспортной сети, связать все регионы России стабильными, надёжными транспортными путями, организовать эффективную и быструю перевозку грузов.

Сегодня для предприятий АПК с большим парком транспортно-технологических машин существующие методы планирования перевозок нуждаются в новых решениях. Такие современные подходы, как гибридные методы реализации транспортных задач, обеспечение высококачественной информационной поддержки, методы и модели сетевого планирования на практике оказываются малоприменимыми.

Организация транспортировки сельскохозяйственной продукции сопряжена с рядом особенностей связанных с изменением своих свойств и качеств под действиями погодных условий и колебаний во время транспортировки. В реальных условиях эксплуатации парка машин вероятность появления неисправности деталей, узлов и агрегатов не регламентирована и происходит в результате внезапных отказов.

В связи с этим, решение вопросов, направленных на формирование системы транспортно-технологического взаимодействия в АПК, является актуальной темой научного исследования.

Степень разработанности.

Большой вклад в исследование процессов перевозки сельскохозяйственной продукции, оптимизации формирования парка машин и их надежности внесли ученые: И.А. Юхин, А.С. Сметнев, А.Л. Севостьянов А.Ю. Измайлов, С.И. Головин, В.И. Кузнецов, А.А. Раюшкина, А.Г. Левшин, О.Н. Дидманидзе, А.С. Дорохов, В.А. Евграфов, М.Н. Ерохин, А.С. Апатенко, Л.Б. Миротин, В.А. Житков, В.М. Курганов, В.И. Рассоха, А.Н. Скороходов, А.А. Зангиев, Е.Ф. Шульга, Н.С. Севрюгина, Н.В. Алдошин и другие.

В их работах рассмотрены ключевые подходы организации транспортного обслуживания предприятий АПК при перевозке сельскохозяйственной продукции.

Целью исследования является установление влияния показателей безотказности и ремонтпригодности транспортных машин на эффективность процесса перевозки сельскохозяйственной продукции.

Задачи исследования.

Для достижения цели работы сформированы следующие задачи:

1. Провести анализ системы транспортного обеспечения сельскохозяйственного производства и определить транспортно-технологические показатели процесса перевозки сельскохозяйственной продукции, влияющие на качество и стоимость.

2. Исследовать существующие методы и модели организации перевозок и обосновать необходимость совершенствования процесса перевозки с учетом специфики транспортируемой продукции и показателей надежности транспортных машин.

3. Описать логическую структуру процесса перевозки сельскохозяйственной продукции, с учетом показателей надежности транспортных машин.

4. Выбрать среду и средства моделирования, разработать рабочую версию и осуществить ее настройку с последующей оценкой адекватности и точности.

5. Провести сбор и обработку статистической информации транспортных машин при перевозке сельскохозяйственной продукции, в том числе показателей безотказности и ремонтпригодности транспортных машин в условиях реальной эксплуатации.

6. Разработать и апробировать методику по определению оптимальных параметров процесса перевозки сельскохозяйственной продукции с учетом показателей безотказности и ремонтпригодности транспортных машин.

7. Оценить экономическую эффективность внедрения результатов научного исследования.

Объектом исследования являются транспортные машины, осуществляющие процесс перевозки сельскохозяйственной продукции.

Предметом исследования являются показатели безотказности и ремонтпригодности транспортных машин.

Научная новизна. Заключается в разработке имитационной модели по определению оптимальных параметров перевозки сельскохозяйственной продукции с учетом показателей безотказности и ремонтпригодности транспортных машин.

Теоретическая и практическая значимость работы.

Разработанный алгоритм и программное обеспечение для системы поддержки принятия решений по управлению предприятием позволяют уменьшить влияние внезапных отказов и сократить время простоя транспортных машин. Статистические данные, полученные в ходе имитационного моделирования на основе созданной методики, обеспечивают проведение комплексного анализа текущего состояния системы, поиск решения для достижения оптимальных показателей за счёт структурной и параметрической конфигурации процесса перевозки сельскохозяйственной продукции.

Практическая ценность результатов научных исследований подтверждается внедрением разработанных программных модулей системы «Сапфир» в условиях транспортной компании «Технология Движения».

Результаты работы актуальны для АПК при выборе оптимального варианта эксплуатации имеющегося парка машин, прогнозировании продолжительности и стоимости перевозок, работ по техническому обслуживанию и ремонту.

Методология и методы исследования.

Теоретической и методологической основой выполненных исследований послужили труды ученых в области организации машинно-использования, решающие задачи повышения эффективности эксплуатации транспортных машин, в том числе и в сельском хозяйстве. Применены методические подходы, основанные на принципах исследования особенностей производственных процессов, как сложной многокомпонентной технологической системы. Положения, выводы и результаты экспериментов диссертационной работы получены с применением следующих инструментов: теория графов, методы определения распределений выходных характеристик, теория вероятностей, методы имитационного моделирования. Разработанные модели и методы прошли проверку через программную симуляцию имитационных экспериментов на моделях. Эмпирической базой исследования стали официальные данные ТК «Технология Движения».

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Структура имитационной модели и результаты имитационного моделирования процесса перевозки сельскохозяйственной продукции в зависимости от специфики перевозимой продукции и показателей безотказности и ремонтпригодности транспортных машин.

2. Методика по определению оптимальных параметров процесса перевозки сельскохозяйственной продукции с учетом показателей безотказности и ремонтпригодности транспортных машин.

3. Результаты оценки экономической эффективности использования имитационного моделирования в процессе планирования и распределения транспортных машин в условиях реальной организации.

Степень достоверности и апробация результатов.

Исследования проводились с использованием стандартных методик в соответствии с разработанной программой экспериментальных исследований. Достоверность результатов имитационного моделирования обеспечивается качеством настройки модели, что в достаточной мере подтверждается в процессе калибровки. Полученные экспериментальные данные расширяют и дополняют технологии изучения сложных стохастических систем и позволяют оценить эффективность производственных процессов.

Диссертационное исследование выполнялась в рамках программы «Студенческий-стартап 2022» при поддержке Фонда Содействия Инновациям.

По результатам проведенных исследований разработан программно-аппаратный комплекс информационной системы «Сапфир», а также ряд вспомогательных программных модулей, что подтверждается свидетельствами о государственной регистрации программ для ЭВМ: №2024610468 «Сапфир-1.1: Программно-аналитический комплекс организации взаимодействия между подвижным составом автомобильного транспорта и складами»; №2024610603 «Сапфир-1.0: Программно-вычислительный комплекс моделирования транспортно-технологических систем»; № 2024665968 «Сапфир 1.2 Программно-вычислительный комплекс загрузки транспортных средств».

Апробация работы.

Основные результаты научной работы обсуждались и получили положительную оценку в профессиональной среде на семинарах, круглых столах и научно-практических конференциях: Digital technologies in agriculture of the Russian Federation and the world community, Stavropol, 27–30 сентября 2021 года; Международная научная конференция молодых учёных и специалистов, посвящённая 135-летию со дня рождения А.Н. Костякова, Москва, 06–08 июня 2022 года.; Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях,

Саратов, 27–28 апреля 2022 года; 26-я Московская международная межвузовская научно-техническая конференция студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых «Подъемно-транспортные, строительные, дорожные, путевые, мелиоративные машины и робототехнические комплексы», Москва, 12–13 мая 2022 года; чтения академика В.Н. Болтинского, Москва, 25–26 января 2023 года; Подъемно-транспортные, строительные, дорожные, путевые, мелиоративные машины и робототехнические комплексы, Москва, 26–27 апреля 2023 года; Транспортные и транспортно-технологические системы, Тюмень, 13–14 апреля 2023 года; 11-ая Международная молодежная научная конференция, Курск, 18–19 апреля 2024 года; 28-я Московская международная межвузовская научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых, Москва, 26 апреля 2024 года; Всероссийский студенческий научный семинар «Инновационные технологии беспилотного авиационного и высокоавтоматизированные транспортные средства для АПК», Москва, 24 сентября 2024; Научно-практической конференции, посвященной 90-летию Шарова Н.М., Москва, 23-24 октября; Международная научная конференция «АГРОНОМИЯ – 2024» (AgriScience2024) 19-20 ноября 2024 г., так же представлены на отраслевой выставке Российская агропромышленная выставка: «Золотая осень–2024», г. Москва, 8–12 октября 2024 г. – золотая медаль «За разработку программно-вычислительного комплекса Сапфир».

Публикации результатов исследований.

Основные положения и результаты диссертационного исследования изложены в 17 научных публикациях, из которых 4 статьи опубликованы в изданиях, рекомендованных ВАК РФ, 2 статья в изданиях, входящих в международные базы научного цитирования Scopus, получено 3 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ.

Структура и объем диссертации.

Диссертация включает в себя введение, пять глав, заключение, список используемых литературных источников из 100 наименования. Работа содержит 139 страниц машинописного текста, поясняется 58 рисунками и 10 таблицами.

ГЛАВА 1. СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

1.1 Особенности производства сельскохозяйственной продукции в Российской Федерации

Торговая политика Российской Федерации в области сельхозпродуктов и продовольствия претерпела значительные изменения. В связи со сложившейся многокритериальной задачей возникла необходимость пересмотра устоявшихся в предыдущие годы методов и схем управления.

В условиях международных санкций и ответного эмбарго возникла потребность в обеспечении населения овощами и фруктами, так как текущий уровень производства не покрывает потребности. В 2023 году по данным Росстата потребление составило 114 кг на душу населения при рекомендуемом значении 140 кг. Ожидается, что с нынешним прогнозом урожайности уровень продовольственной безопасности достигнет 90%, а также возрастет до 20,5 млн тонн в ближайшие годы, что на 34,9% выше показателей 2023 года. На рис 1.1 представлен валовый сбор овощной продукции.

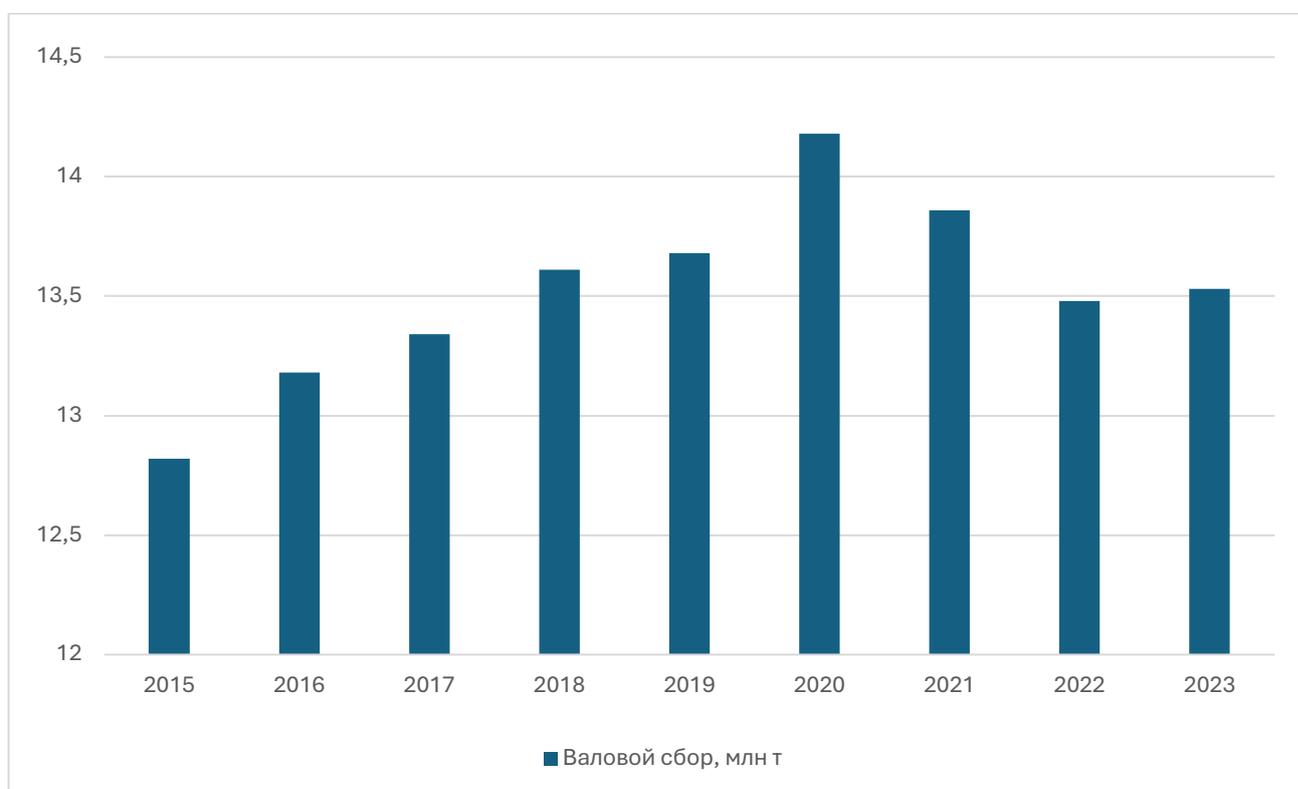


Рисунок 1.1 – Валовой сбор овощной продукции

По данным ФАО (FAO), потери сельскохозяйственной продукции происходят на всех этапах производства «от поля до прилавка» (рис. 1.2).



Рисунок 1.2– Продовольственные потери

В данной ситуации типология рисков потерь идентична для всех видов продукции. Продовольственные потери можно разделить на технологические и потребительские (рис. 1.3).



Рисунок 1.3 – Продовольственные потери во время перевозки сельскохозяйственной продукции

Одним из драйверов экономики Российской Федерации является сельское хозяйство, на которое пришлось в 2023 году 110,2% производства продукции.

Преобладание в стране континентального климата с жарким летом и холодной зимой является фактором, ограничивающим производство культур, растущих в умеренном климате.

Большинство плодовоовощных культур производится в открытом грунте, однако объем тепличных овощей увеличивается с каждым годом. Вследствие введения санкций и запрета на импорт фруктов и овощей, спрос на отечественные продукты значительно возрос.

По прогнозам, российским производителям потребуется от 10 до 15 лет, чтобы достичь национального самообеспечения яблоками и другими основными плодовыми культурами. Производство овощей в России в промышленном секторе в 2023 году составило 7,2 млн тонн, при этом большая часть продукции произведена в условиях открытого грунта (5,5 млн тонн).

По данным Росстата (рис.1.4), в России ежегодно самые большие объемы производства приходятся на репчатый лук (113,0 тыс. тонн), капусту (101,0 тыс. тонн), морковь (39,3 тыс. тонн), столовую свеклу (22,5 тыс. тонн). В условиях открытого грунта лидируют по объемам выращенной продукции огурцы (870,5 тыс. тонн) и томаты (724,1 тыс. тонн)

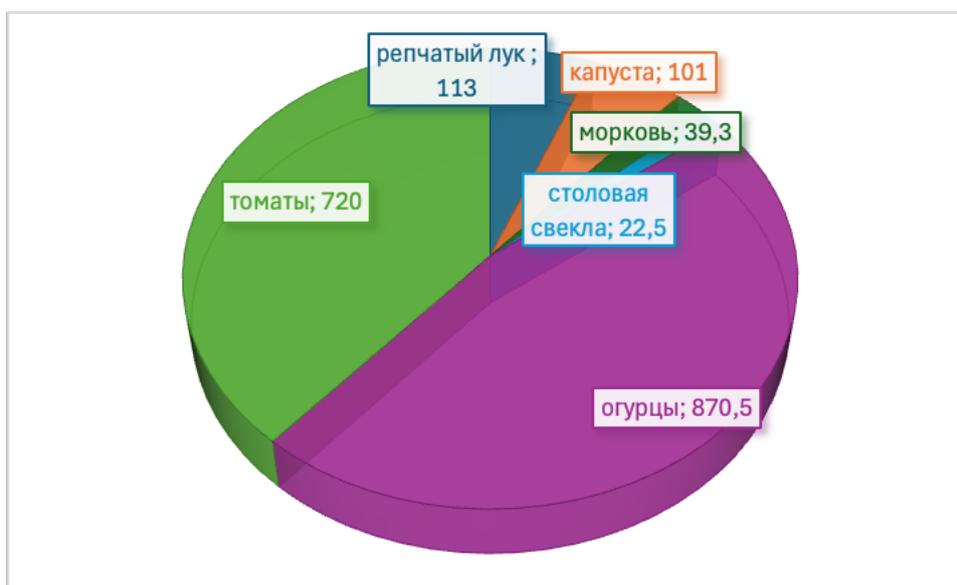


Рисунок 1.4 – Объемы производства сельскохозяйственной продукции, тыс. тонн,
(с) Росстат

Около трети всех овощей собирают в четырех южных регионах: Астраханской области, Дагестане, Волгоградской области и Краснодарском крае. По сбору в закрытом грунте лидируют Липецкая и Московская области (рис.1.5).

Оренбургская область является арбузным центром России, где собирается свыше 40% отечественных арбузов и дынь. Краснодарский край и Кабардино-Балкария лидируют по сбору яблок, груш и других семечковых культур, составляя 35% от общего объема. Виноград и косточковые фрукты, такие как сливы и персики, производятся в Краснодарском крае и Дагестане, примерно по 30% в каждом из этих регионов. Московская область занимает лидирующие позиции по производству ягод, однако ее доля в общем сборе составляет лишь около 6,5% (рис.1.6).

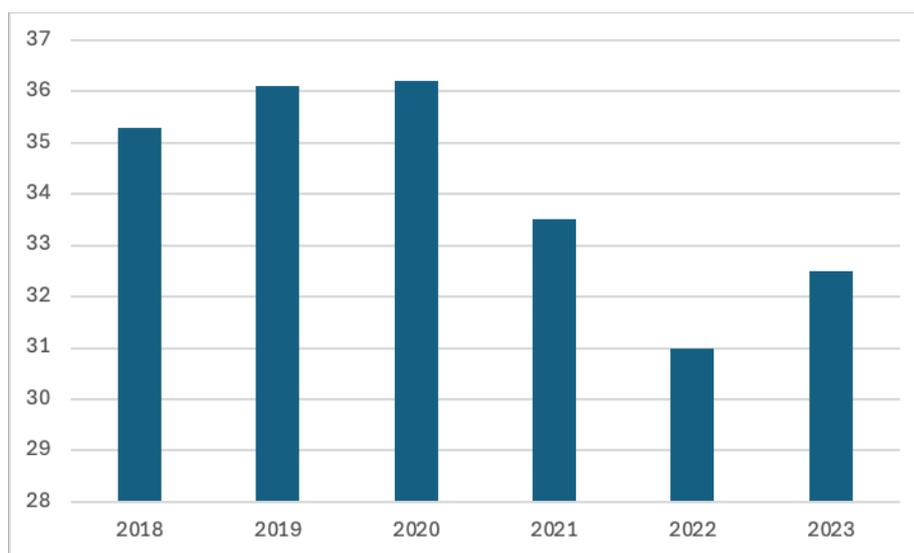


Рисунок 1.5 – Динамика валового сбора овощей в России в 2023 году в хозяйствах всех категорий, млн т. (с) Росстат

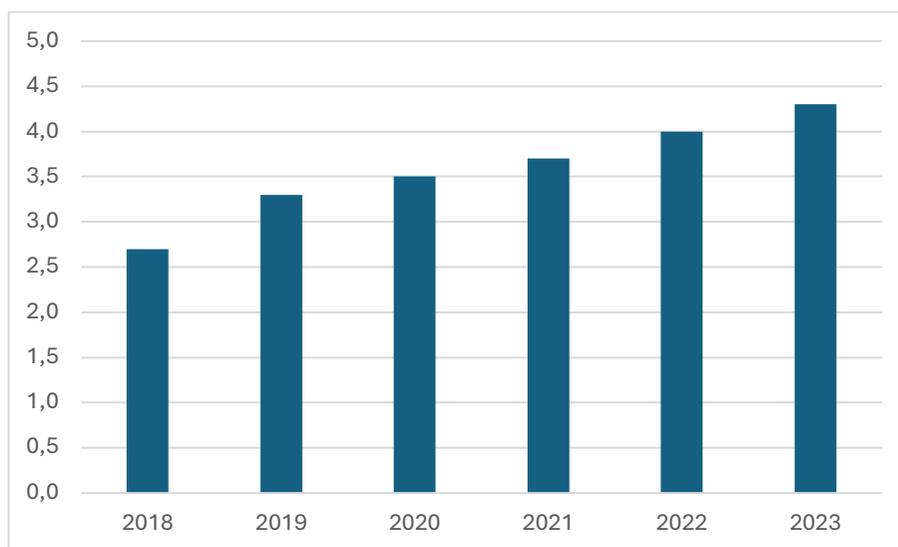
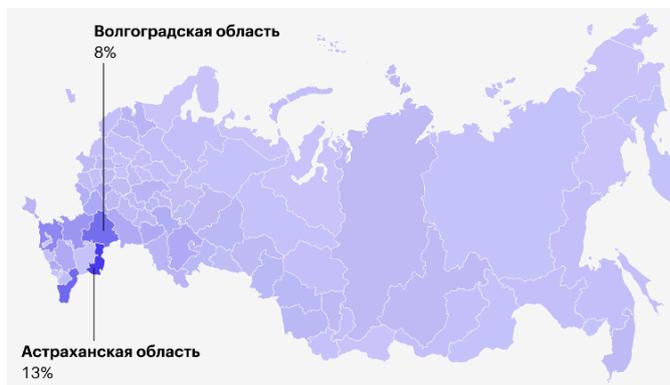


Рисунок 1.6 – Динамика валового сбора плодов и ягод в России в 2023 году в хозяйствах всех категорий, млн т. (с) Росстат

В целом, в России можно выделить следующие сезоны для овощей и фруктов (рис. 1.7):

- Зима: цитрусовые, хурма, гранат, капуста, лук, морковь, свёкла.
- Весна: клубника, черешня, вишня, редис, зелёный лук, шпинат, щавель.
- Лето: клубника, черешня, вишня, абрикосы, персики, сливы, огурцы, помидоры, кабачки, баклажаны, сладкий перец, молодая картошка.
- Осень: яблоки, груши, сливы, виноград, арбузы, дыни, тыква, кабачки, баклажаны, сладкий перец, молодая картошка.



а)



б)



в)



г)

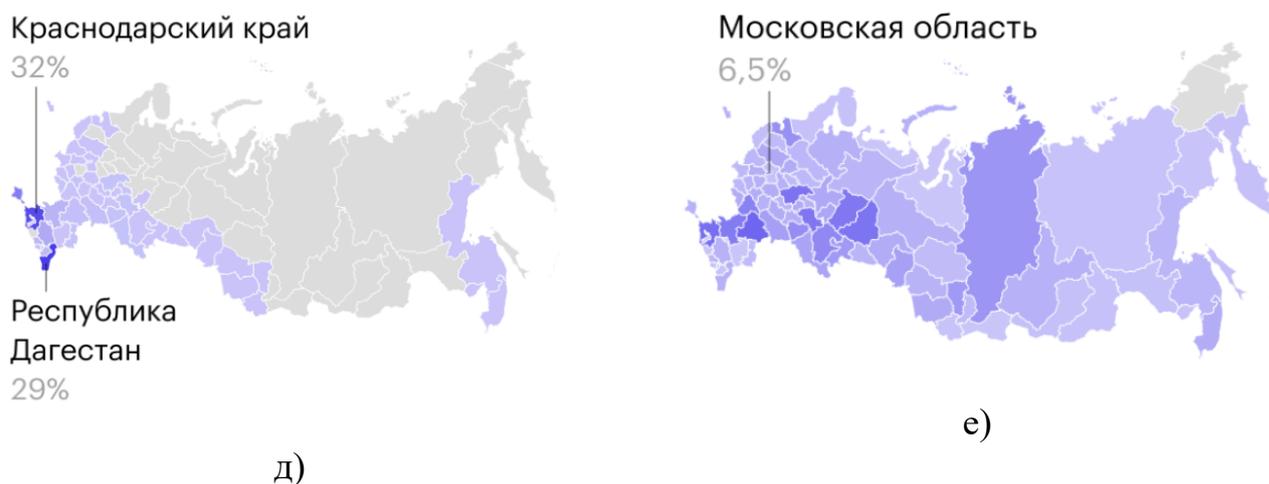


Рисунок 1.7 – Карта выращивания сельскохозяйственной продукции Российской Федерации

а) огурцы, томаты; б) бахчевые; в) яблоки, груши и другие семечковые; г) сливы, абрикосы и другие косточковые; д) виноград; е) ягоды.

Транспортировка овощей и фруктов, так же, как и другой скоропортящейся сельскохозяйственной продукции, требует осторожного обращения с грузом. Есть ряд обязательных правил, несоблюдение которых обязательно приводит к повреждению продукции.

1.2 Основные требования к перевозке сельскохозяйственной продукции

Поскольку часть сельскохозяйственной продукция относится к категории скоропортящейся, решающую роль в жизненном цикле играет сохранение качества продукции на всех этапах «от поля до прилавка». По данным ФАО (FAO, 2022), в мире уровень потерь фруктов и овощей на стадии транспортировки составляет от 3% до 18%. Более 20% сельскохозяйственной продукции не доходят до конечного потребителя из-за нарушения правил эксплуатации транспортных машин. Ежегодные убытки от потерь составляют около 8 млрд рублей, а транспортные издержки достигают 30–40% от себестоимости продукции.

Сельскохозяйственная продукция подвержена повреждениям на протяжении всего жизненного цикла, начиная с процесса сбора и заканчивая перевозкой.

Факторы, влияющие на повреждаемость плодов во время выполнения транспортно-технологических операций (рис. 1.8).

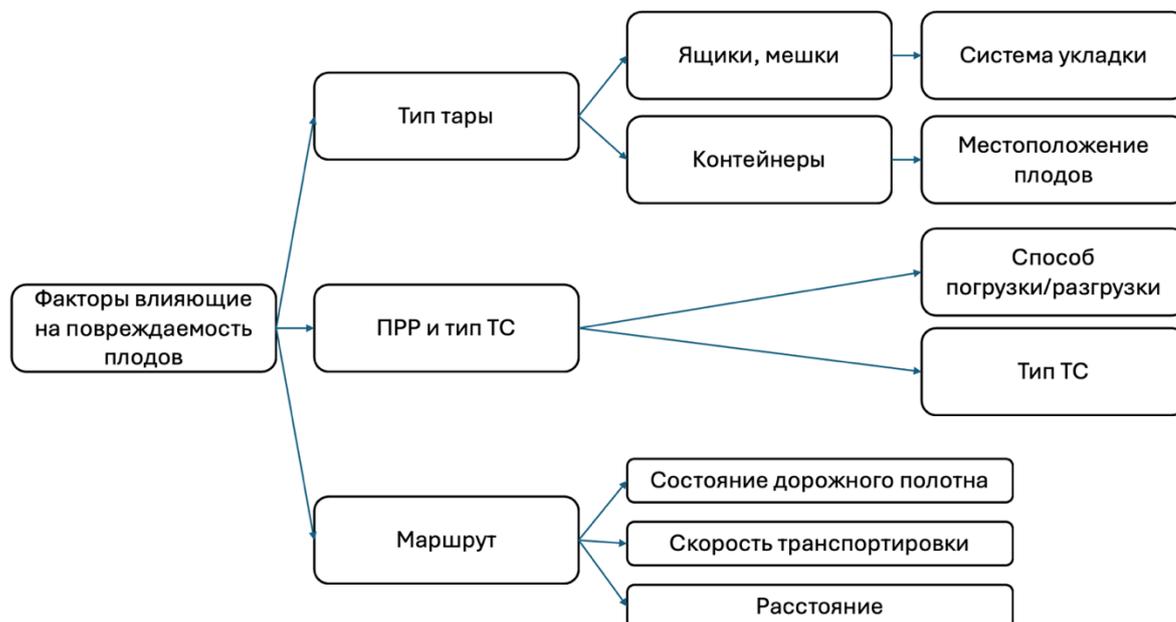


Рисунок 1.8 – Факторы, влияющие на повреждаемость плодов во время выполнения транспортно-технологических операций

На первом этапе перевозки сельскохозяйственной продукции происходит выбор тары. В России обычно используются деревянные ящики, а за рубежом контейнеры. При формировании продукции в контейнер достигается наилучшая сохранность плодов и овощей, а также сокращение времени на погрузочно-разгрузочные работы.

Ключевым условием сохранности продукции является соблюдение температурного режима во время их перевозки. Самым оптимальным способом перевозки, обеспечивающим высокий уровень качества продукции с ограниченными сроками годности, является использование транспорта, оснащенного рефрижератором. Еще одним важным аспектом является соблюдение скоростного режима водителем. Данные требования позволяют защитить продукцию от механических повреждений.

Выбирая упаковку для перевозки овощей, обращают внимание на два важных аспекта: экологичность материала и его способность защищать плоды от трения и

ударов. Чаще всего для упаковки овощей используют полиэтилен или специальную бумагу. Некоторые виды овощей перевозят в коробках, заполненных древесной стружкой. Срок хранения овощей также зависит от правильной укладки.

Плоды выделяют этилен, который существенно влияет на сроки хранения. Разные культуры испускают этот газ с разной интенсивностью, поэтому их нельзя хранить вместе.

Расположение интенсивно выделяющих этилен фруктов и овощей рядом с уже созревшими недопустимо, так как это может привести к порче продукции и ускоренному перезреванию, что в свою очередь вызовет гниение. Режимы перевозки и хранения овощей и фруктов согласно СанПиН (рис. 1.9).

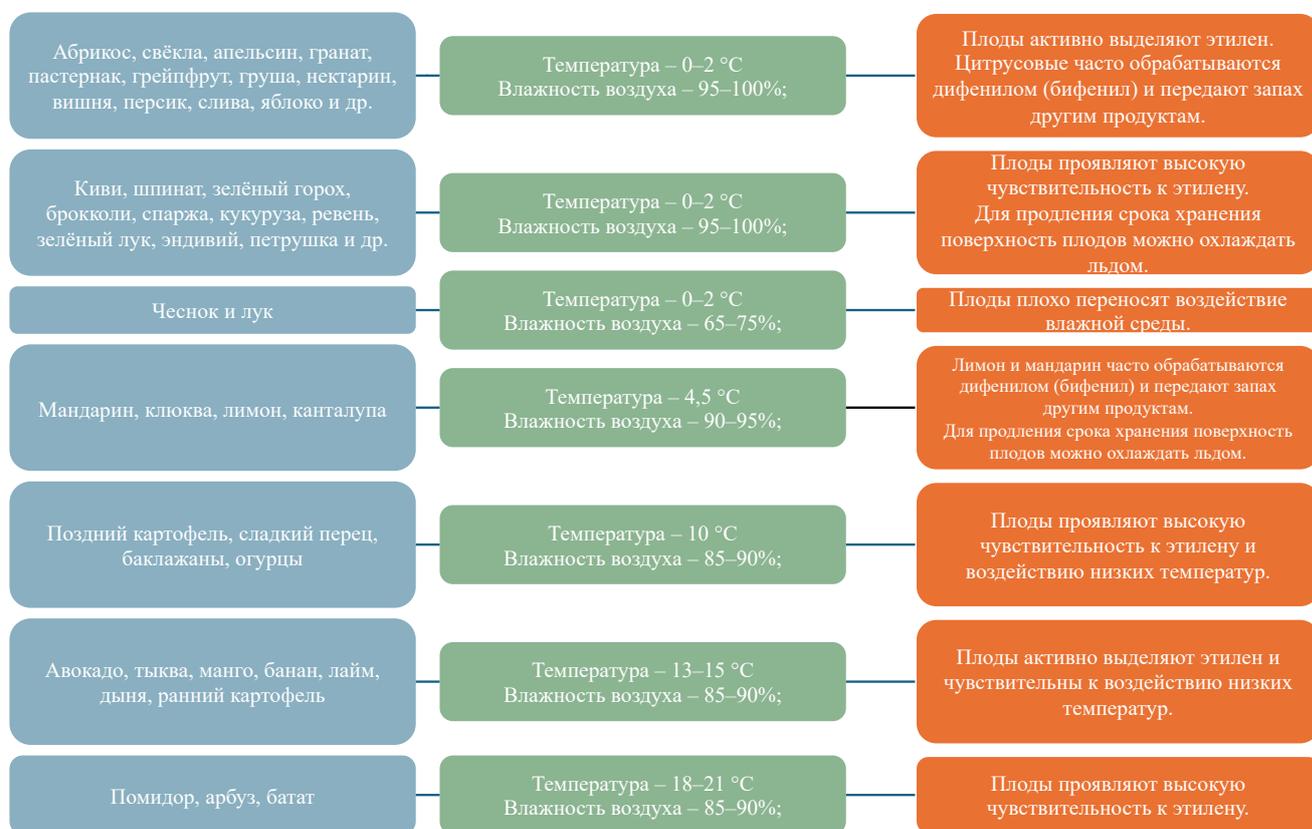


Рисунок 1.9 – Режимы перевозки и хранения овощей и фруктов (СанПиН № 2.3.6.3668-20)

Для экономической целесообразности «опасные» культуры часто грузят в один рефрижератор, размещая сильно выделяющие этилен плоды в конце кузова, а подверженные его воздействию – в начале. Это позволяет продлить их совместное хранение до двух суток.

При организации логистики необходимо учитывать все факторы риска, включая уровень выделения этилена, запах и обработку химикатами. Например, резкие запахи от чеснока или цитрусовых могут передаваться другим фруктам таким, как бананы. Кроме того, некоторые перевозчики игнорируют правила, особенно касающиеся температурного режима, что может привести к порче плодов, так как не всегда низкая температура болезненно сказывается на качестве продукции. По этому параметру продукция делится на три категории: низкой, средней и высокой чувствительности.

1.2 Анализ исследований в области перевозки сельскохозяйственной продукции

Современное состояние агропромышленного комплекса позиционирует себя, как сложная система с множеством элементов, драйвером которых являются транспортные машины со своей инфраструктурой.

Постоянный рост объема производства диктует свои правила, а именно объединения всех участников процесса в единую экосистему. Давая больше возможностей к повышению эффективности производства в целом, так и к оптимизации структурных элементов[86, 87, 88].

Научную базу составляют исследования, проводимые в ведущем аграрном вузе страны[36, 38, 39, 40, 59, 60, 68], а также другие учреждения[1, 3, 4, 5, 6, 72, 74, 91], занимающиеся вопросами обеспечения надежности транспортных средств во время перевозки сельскохозяйственной продукции.

В работах Воронежского государственного аграрного университета имени К.Д. Глинки сформированы теоретические и методические основы транспортного обеспечения предприятий АПК, а также рассмотрены вопросы мониторинга состояния транспортных средств [69].

В работах И.А. Юхина описывается технология снижения повреждаемости во время перевозки плодоовощной продукции, а также методы повышения эффективности транспортных машин [27, 94, 95, 96, 97, 98].

А.А. Раюшкина изучила проблемы повреждения и способы сохранения плодоовощной продукции во время транспортировки автотранспортом. В своём исследовании она выявила закономерности, объясняющие, почему плоды и овощи могут повредиться во время автомобильной перевозки, и предложила рекомендации, которые помогут лучше сохранить этот вид продукции [79].

В.А. Житков в своей работе описывает методы эффективного планирования грузовых автомобильных перевозок, принимая во внимание техническое состояние транспортных средств [41].

В.И. Вахламов [16], Д. Бенсон [12] в своих работах применяют технико-экономические показатели, для оценки эффективности эксплуатации парка машин.

В своей работе Л.С. Трофимова подробно описываются ключевые показатели эффективности использования транспортных средств, а именно коэффициент технической готовности, коэффициент использования грузоподъемности, скорость движения, время простоя, а также их влияние на процесс перевозки сельскохозяйственной продукции [89].

Вопросы моделирования транспортных процессов в агропромышленном комплексе рассматриваются в научных трудах В.А. Гобермана [28].

Концепция В.М. Курганова и В.И. Рассохи [78] связана с применением ситуационного подхода к транспортному процессу и имеет ряд преимуществ, а именно управление через разные ситуации, протекающие в подсистемах, и определение ключевых точек воздействия, ориентируясь не на текущее состояние показателей системы.

Л.Б. Миротин предложил концепцию, нацеленную на оптимизацию и повышение эффективности управления предприятиями путем выделения процессов с назначением ответственного лица, наделенного полномочиями принимать решения [62].

В.М. Курганов, установил, что применение методов оценки и обеспечения надежности перевозок, основанных на моделировании процессов, является одним из ключевых факторов формирования парка машин предприятий АПК [53, 99].

В проанализированных работах большое внимание уделяется вопросам формирования оптимального парка машин, а также методам его эффективного использования. Однако недостаточно освещенными остаются вопросы оценки повреждаемости и порче сельскохозяйственной продукции и надежности транспортных машин, участвующих в данном процессе.

Основные проблемы рационального использования транспорта в сельском хозяйстве [19, 20, 21, 22] можно представить следующими блоками (рис. 1.10).



Рисунок 1.10 – Базовые проблемы рационального использования транспорта в сельском хозяйстве

Особенности организации транспортных работ в сельском хозяйстве требуют учета множества факторов, среди которых разнообразие грузов, сезонность перевозок, взаимодействие транспортных средств с другой техникой и различный диапазон расстояний.

Также актуальна проблема оперативного управления транспортными средствами. Неправильное планирование приводит к простоям транспортной техники и значительным потерям урожая. Для решения этой проблемы необходимо

разрабатывать планы, отражающие все аспекты процесса производства «от поля до прилавка»

1.4 Вопросы по обеспечению надежности транспортно-технологических машин в процессе эксплуатации

В начале прошлого века были сделаны первые исследования в области теории надежности технических систем, которые касались расчета прочности механических систем и использования к ним статистических и теоретико-вероятностных методов. К примеру, А.Р. Ржаницыным были разработаны статистические методы, позволяющие рассчитать надёжность объектов строительной механики. По мере проведения последующих исследований, были сформулированы определения надежности систем, основанные на интенсивности отказов элементов, которые составляют данную систему.

Авторы работ [81, 82, 83, 92], направленных на повышение надежности поставок, говорят о надежности транспортных систем, а также приводят классификацию неисправностей транспортных систем и факторов, способствующих повышению надежности транспортных систем.

В исследованиях в области планирования и управления перевозками затрагивают оценку критериев оптимальности перевозок, различные методы подбора транспортных средств, подходы к формированию системы показателей для оценки эффективности системы перевозок [56].

М.В. Грязнов [35, 99], дал следующие определение надежности как, комплексному показателю, включающему в себя способность предприятия АПК выполнить перевозку с должным качеством (точно в срок с минимальными потерями во время доставки), а также поддерживать регламентируемый уровень технической готовности транспортных средств.

Устойчивость и надёжность транспортно-технологических машин предприятий АПК напрямую зависит от их конкурентоспособности, экономичности, а также от минимизации затрат на труд, материальные и сырьевые ресурсы.

Данный метод оценки надежности транспортного обслуживания основан на сравнении количества заявок, удовлетворяющих требованиям клиента, с общим количеством заявок на доставку. Также учитывается вероятность выполнения транспортных заданий в заданных объемах и с показателями качества. Установлено, что важнейшим фактором, оказывающим влияние на надёжность транспортного обслуживания, является техническая готовность транспортных средств.

В виду того, что предприятия не могут регламентировать вероятность безотказной работы транспортных машин, чаще всего на практике используется коэффициент технической готовности, который определяется по формуле 1.1:

$$K_{\text{ТГ}} = \frac{\sum_{i=n}^n T_{\text{раб}j}^j}{\sum_{i=n}^n T_{\text{раб}}^{1j} + \sum_{i=n}^n T_{\text{ремонт}eJ}^j} \quad (1.1)$$

где $T_{\text{раб}j}^j$ – время нахождения транспортной машины в исправном состоянии, ч.;

$T_{\text{ремонт}eJ}^j$ – время простоя транспортной машины в ремонте, ч.

Для оценки эффективности транспортно-технологических машин рекомендуется выбирать вероятность безотказной работы или коэффициент технической готовности в качестве критерия.

В соответствии с выбранной стратегией предприятия, критерием эффективности может быть как минимизация удельных затрат, так и максимизация коэффициента технической готовности при минимизации вероятности отказов. Коэффициент технической готовности зависит от наработки и возраста автопарка. Влияние возраста автопарка на работоспособность машин (рис 1.11) .



Рисунок 1.11 – Эффективность работы парка машин

Жизненный цикл транспортных машин, состоит из нескольких последовательных этапов, охватывающий весь срок эксплуатации. Это время считается наиболее важным, поскольку оно влияет на разработку и осуществление технического перевооружения, а также на развитие материально-технической базы. Итоги деятельности предприятия и его структурных подразделений, в том числе ремонтной базы и автопарка, зависят от того, сколько времени машина находится в эксплуатации. Этот показатель может быть измерен как в километрах пробега, так и в годах использования машины. Показатели транспортной машины и его годовой пробег являются взаимосвязанными. Выделяют следующие виды сроков службы автомобилей (рис. 1.12) [43, 44, 47, 48, 49, 50, 51].



Рисунок 1.12 – Сроки службы автомобилей

Срок эксплуатации транспортного средства может быть больше или меньше экономически обоснованного. Срок эксплуатации может быть скорректирован с учетом различных факторов. Завод-изготовитель, как правило, устанавливает минимальный срок службы машины – 3 года (100–200 тыс. км).

Согласно законодательству, максимальный срок эксплуатации автомобилей не может быть ограничен. В «Положении о ТО и ремонте» есть только один показатель, который имеет ограничения – это пробег до капитального ремонта, который корректируется и устанавливается в соответствии с «Правилами проведения ТО и ремонта» [80].

В настоящее время предприятия АПК стоят перед проблемой критического состояния транспортных средств. Большинство из них находятся в эксплуатации за пределами допустимого срока службы, а значительная часть – приближается к критическому сроку эксплуатации.

При формировании возрастной структуры парка следует соблюдать следующие рекомендации [18]:

- необходимо осуществлять прогнозирование изменения возрастной структуры парка (минимум один раз в год);

- необходимо учитывать возрастную структуру парка автомобилей, а также темпы их списания и пополнения;

- обновление парка машин;

Поэтому для любого предприятия АПК в области транспортного обеспечения является первостепенной задачей найти соответствие между фактическим и рациональным временем работы автомобилей, что экономически выгодно.

Со временем становятся определяющими для перехода транспортного средства в предельное состояние, которое может привести к его окончательному или временному прекращению эксплуатации.

По функциональному назначению приоритетной задачей любого предприятия, обладающего парком машин, является повышение эффективности его использования путем своевременного обновления или модернизации.

Нормативно-правовая база в области работы транспортных машин обширна и включает множество документов различного уровня. В них отражены требования к водителям и правила дорожного движения, однако вопросы надежности транспортных средств в этих документах напрямую не регулируются. Это указывает на то, что правовое регулирование данного вопроса только начинает развиваться.

Помимо правовой системы, есть еще и методическая, основанная на системе национальных и международных стандартов (рис.1.13).



Рисунок 1.13 – Нормативно – правовая система надежности

Проанализировав нормативно-правовую систему [29, 30, 31, 32, 33, 34], регулирующую надежность транспортно-технологических машин, можно сделать вывод, что несмотря на наличие множества стандартов, на практике не применяется, что негативно сказывается на обеспечении надежности транспортных машин.

1.5 Определение характерных признаков системы перевозки сельскохозяйственной продукции и описание основных принципов ее функционирования

Результаты анализа особенностей процесса перевозки сельскохозяйственной продукции позволили установить взаимосвязь всех участников процесса, функционального назначения каждого элемента [26], мониторинга эксплуатационно-технологических свойств транспортных машин так и парка машин в целом. Применение системного подхода позволяет уточнить зависимость различных связей между параметрами транспортных средств, влияющих на процесс перевозки сельскохозяйственной продукции. Для изучения и решения

данных задач, выделяется целый блок методов, а именно системное исследование [85, 71]

Под данным термином в различных научных источниках [13, 14, 15, 70] понимается «системный анализ», «системный подход», «системно-структурный анализ» и др. Следует отметить, что под системным подходом мы понимаем более обширное содержание.

В определенном смысле данный подход считается рекомендацией и не имеет строгой методики.

В большинстве исследований в сфере перевозки сельскохозяйственной продукции в основе лежит системный подход. Обусловлено это тем, что в данных процессах преобладает множество факторов и ограничений, которые необходимо учитывать. При это необходимо отметить, что в свою очередь они преобразуются в эмерджентную среду.

Востребованность и целесообразность системного подхода отражены во многих научных трудах ученых: А.А. Зангиева, В.В. Лазовского, Е.А. Лисунова, А.Н. Скороходова, Н.В. Краснощекова, А.М. Криков, Ю.Ф. Лачуги и др. [17, 42, 54, 61, 45, 46]

Для применения системного подхода необходимо провести детальный анализ протекающих в эмерджентной среде процессов, исследовать связующие элементы, изучить оптимальные условия перевозки в целях дальнейшей оптимизации процесса:

1. Провести анализ существующих видов перевозки сельскохозяйственной продукции, выделить основные элементы из основного массива данных процесса;
2. Провести анализ и декомпозицию процесса перевозки;
3. Сформировать представления о взаимодействии объектов системы и ее компонентов в эмерджентной среде, определить корректные значения применяемых терминов.

Анализ транспортного обслуживания в агропромышленном комплексе, проведенный ранее, показывает острую необходимость в проведении мониторинге

технологического процесса, в частности распределения и контроля использования производственных ресурсов.

Системный анализ – научный метод познания, представляющий собой серию операций, направленных на выявление структурных связей между элементами изучаемого процесса [23].

Структура системного анализа состоит из трех основных этапов: декомпозиции, при детальном анализе системы, обобщении собранной информации в виде модели, каждый из которых способствует оценке ключевых свойств системы. Недостаточное исследование процессов при системном анализе приводит к пробелам в описании важных структурных элементов системы [65].

Изучение процесса транспортировки сельскохозяйственной продукции и его характеристик подразумевает разработку модели, которая будет описывать структуру системы и её элементы в виде отдельных блоков. (рис. 1.14).

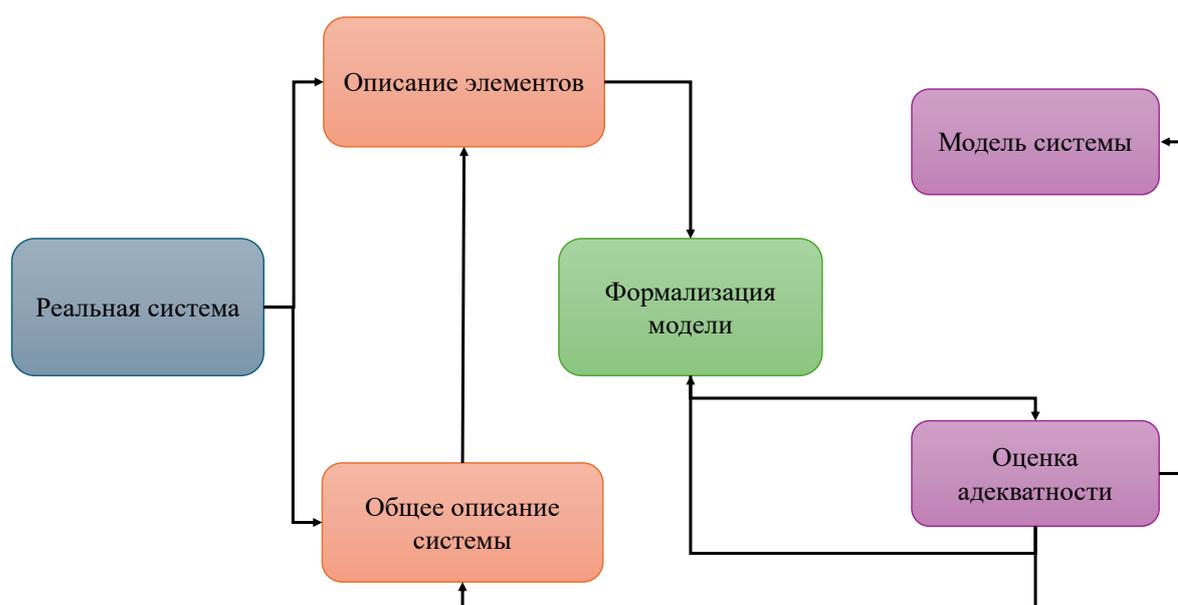


Рисунок 1.14 – Ключевые этапы создания модели перевозки сельскохозяйственной продукции для анализа особенностей ее работы

В контексте текущего исследования целесообразно сформулировать и перечислить используемые понятия и термины.

1. *Система* – совокупность элементов и связей между ними, составляющее целостное единство.

2. *Элемент системы* – базовая неделимая единица системы. В рамках текущего исследования может быть операция во время процесса перевозки, транспортное средство.

3. *Подсистема* – представляет собой самостоятельный набор элементов, наделенных самостоятельностью, но направленных на выполнение общей цели. Выделяем подсистемы: транспортные и технологические машины, осуществляющие погрузочно-разгрузочные работы.

4. *Состояние системы* – совокупность внешних и внутренних факторов. Для процесса перевозки сельскохозяйственной продукции характерно использование дискретного определения состояния системы, основанного на объеме груза, продолжительности маршрута, количестве транспортных средств, показателях надежности.

5. *Связь* – взаимная зависимость элементов системы. В структурных системах применяется обратная связь, позволяющая управлять процессом функционирования.

6. *Функционирование системы* – процесс перевозки сельскохозяйственной продукции, основанный на взаимодействии транспортных средств.

7. *Структура системы* – совокупность элементов системы, выстроенная и упорядоченная в иерархию [37].

8. *Среда системы* – совокупность существующих вне системы элементов, находящихся за пределами системы и влияющих на нее.

Так как для моделирования основной системы вспомогательный процесс не представляет должного интереса, то в текущем исследовании вводится элемент корректирующего коэффициента.

Исходя из этого, можно сделать вывод о том, что в процессе изучения основных элементов системы необходимо провести анализ причинно-следственных связей между ними. Для того чтобы это осуществить, необходимо более подробно изучить процесс перевозки сельскохозяйственной продукции. К

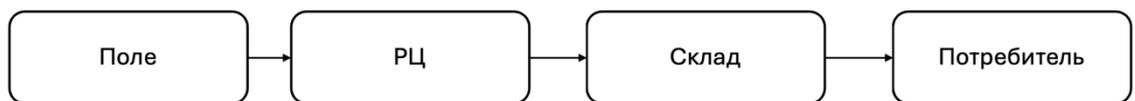
первичным свойствам относят исходные данные, полученные в ходе наблюдения за процессом, а ко вторичным – показатели производительности и надежности транспортных средств. Определение причинно-следственных связей осуществляется через декомпозицию системы на подсистемы и элементы, включая в себя создание функциональной и структурной схемы перевозки. Согласно этапам изучения, сначала анализируются свойства всей системы, а затем её элементы.

В силу своей сложности и многокомпонентности, процесс перевозки сельскохозяйственной продукции подвержен воздействию ряда факторов (специфика перевозимой продукции, географическое положение, требования к условиям перевозки, тип кузова, надежность транспортных машин). Функциональные схемы процесса перевозки сельскохозяйственной продукции (рис. 1.15).

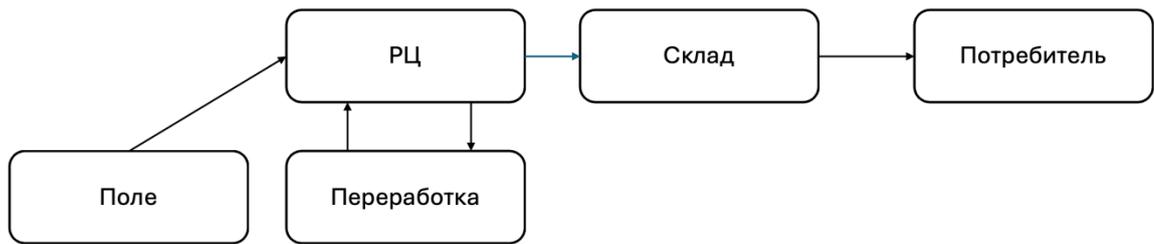
1



2



3



4

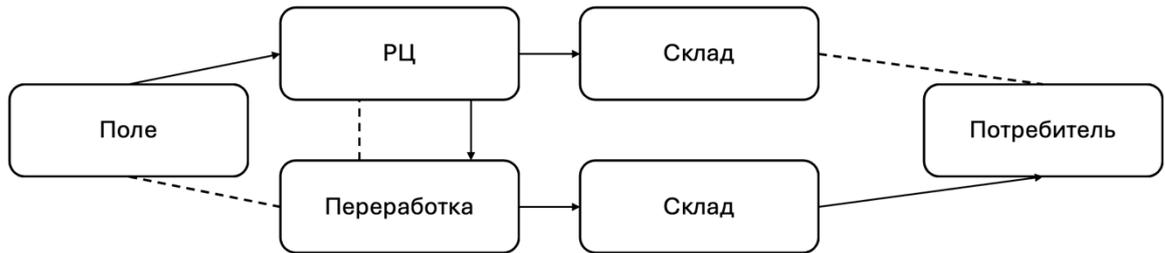


Рисунок 1.15 – Функциональные схемы процесса перевозки сельскохозяйственной продукции

В результате анализа существующих технологий установлено, что практически во всех технологических операциях с использованием техники, существуют предпосылки применения различного рода контрольно-информационных систем.

В обеспечении предприятием бесперебойной работы транспортных машин, ключевая роль отводится сокращению и минимизации простоев техники. Встроенные средства контроля совместно с системой мониторинга за техническим состоянием техники позволяют минимизировать затраты предприятия и сократить время простоя по техническим причинам [67]. На рис. 1.16 представлена структурная схема применения контрольно-информационной системы [8, 9, 10].

Мировая тенденция показывает, что рост количества контролируемых транспортных машин и параметров, предопределяет потребность в оснащении транспортных средств встроенными средствами контроля.

Как показали результаты исследования в рассматриваемом спектре решаемых задач по эффективности перевозки различных грузов актуальным является применение качественного решения в части автоматизации управления

транспортной и технологической машины путем включения в конструкцию программно-аппаратных комплексов (ПАК)[64].

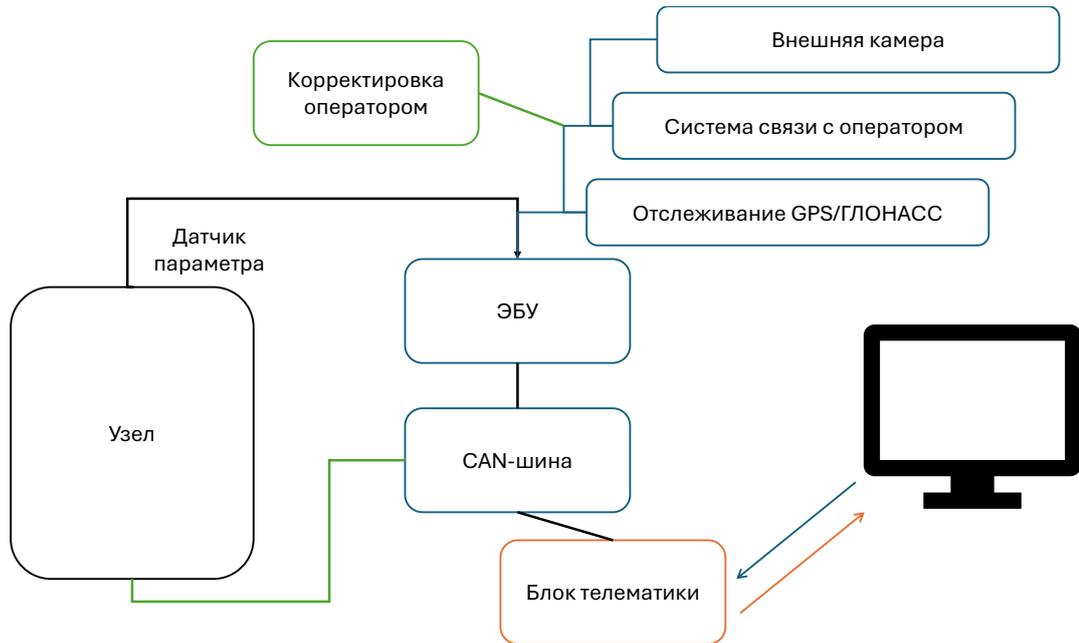


Рисунок 1.16 – Структурная схема работы контрольно-информационной системы

Применение данных комплексов позволяет решить задачу с выбором оптимальных решений, накоплением банка данных с целью адаптации к реальным условиям перевозок с учетом, принятых ранее решений. Современные автоматизированные комплексные программно-аппаратные решения [11] нашли широкое применение по диспетчеризации транспорта, мониторингу, управлению и при решении других коммерческих задач (рис.1.17).

Следует выделить преимущества программно-аппаратных систем, такие как:

1. Снижение воздействия человеческого фактора при принятии решений, зависящих от случайных факторов;
2. Неограниченное количество пользователей, использующих одновременно возможности облачной платформы.
3. Собственная библиотека данных, с помощью которой насыщается нейронная сеть правильными решениями.
4. Большой объем контролируемых параметров и факторов.

5. Облачный сервер с возможностью производить вычислительные задачи и сравнивать результаты с реальной обстановкой в целях оперативной корректировки.

6. Наличие нескольких серверов для хранения отчетов и воспроизведения ситуаций, а также для бесперебойной работы [64].

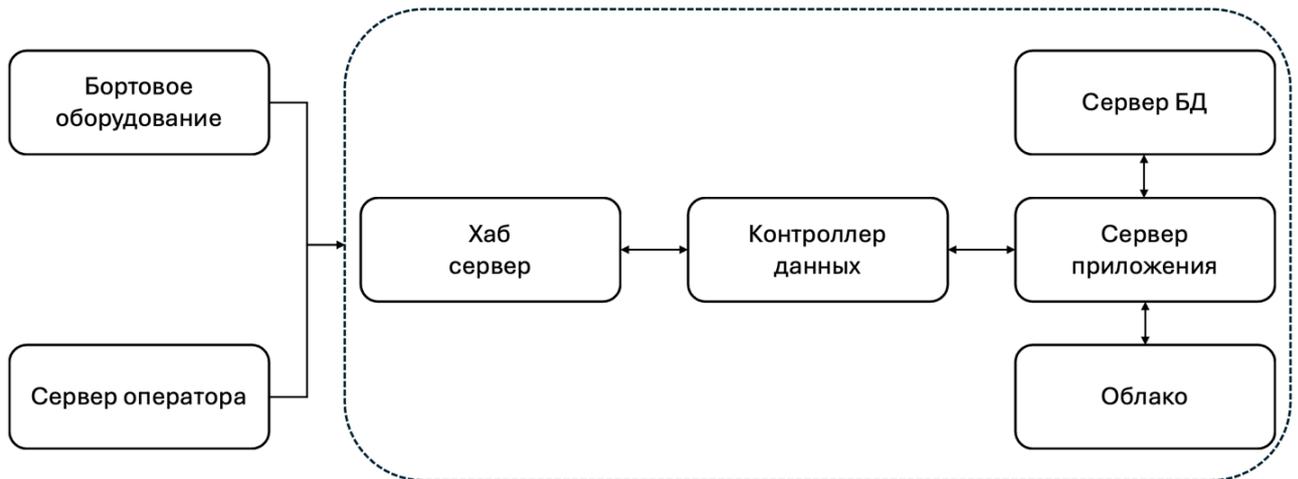


Рисунок 1.17 – Архитектура решения

Порядок монтажа ПАК на транспортном средстве включает несколько ключевых этапов, а именно установка телематического блока в кабину или специальный отсек, подключение к бортовой системе, настройка и тестирование, интеграция с платформой. Функционал ПАК (рис. 1.18).

1.6 Вывод и задачи исследования

По результатам исследования, выполненного в первой главе, можно сделать следующие выводы:

1. Анализ вопроса транспортировки сельскохозяйственной продукции показал, что уровень потерь сельскохозяйственной продукции в мире при перевозке составляет от 3 % до 18 %. В России около 15–20% продукции АПК не доходит до потребителя из-за низкого качества перевозки. Ежегодные убытки от потерь составляют около 8 млрд. рублей, а транспортные издержки достигают 30–40% от себестоимости продукции.

2. Установлено, что ключевым условием сохранности продукции является соблюдение режимов перевозки и хранения овощей и фруктов согласно СанПиН № 2.3.6.3668-20. Оптимальным способом перевозки обеспечивающий высокий уровень качества продукции с ограниченными сроками годности использование транспорта, оснащенного рефрижератором. Однако, с целью минимизации затрат на транспортировку часто перевозят в открытых грузовиках без холодильных систем, приводит к механическим повреждениям и порче продукции. Также не рекомендуется разные виды продукции перевозить совместно, в связи с возможным негативным влиянием на сохранность из-за различных физико-химических свойств. Повреждения плодоовощной продукции возникают также, если температура в рефрижераторе опустилась ниже допустимых значений, температурного режима. По этому параметру сформированы три категории продукции: низкой, средней и высокой чувствительности.

3. В рассмотренных работах нет единого подхода к организации транспортировки сельскохозяйственной продукции, часть работ базируется на условиях перевозки, другая часть методах эффективного планирования, принимая во внимание техническое состояние транспортных машин. Однако взаимосвязи данных факторов не получили должного освещения.

4. В результате анализа особенностей процесса перевозки сельскохозяйственной продукции, для установления взаимосвязи всех участников

процесса, функционального назначения каждого элемента, мониторинга эксплуатационно-технологических свойств транспортных машин, так и парка машин, определено, что наиболее корректно в данном исследовании применение системного подхода.

4. В результате анализа установлено, что в большинстве технологических операций необходимо использовать контрольно-информационные системы для повышения эффективности.

В рамках изученного вопроса перевозки сельскохозяйственной продукции разработана программа исследования (рис. 1.19) и определены следующие задачи исследования:

1. Провести анализ системы транспортного обеспечения сельскохозяйственного производства и определить транспортно-технологические показатели процесса перевозки сельскохозяйственной продукции, влияющие на качество и стоимость.

2. Исследовать существующие методы и модели организации перевозок и обосновать необходимость совершенствования процесса перевозки с учетом специфики транспортируемой продукции и показателей надежности транспортных машин.

3. Описать логическую структуру процесса перевозки сельскохозяйственной продукции, с учетом показателей надежности транспортных машин.

4. Выбрать среду и средства моделирования, разработать рабочую версию и осуществить ее настройку с последующей оценкой адекватности и точности.

5. Провести сбор и обработку статистической информации транспортных машин при перевозке сельскохозяйственной продукции, в том числе показателей безотказности и ремонтпригодности транспортных машин в условиях реальной эксплуатации.

6. Разработать и апробировать методику по определению оптимальных параметров процесса перевозки сельскохозяйственной продукции с учетом показателей безотказности и ремонтпригодности транспортных машин.

7. Оценить экономическую эффективность внедрения результатов научного исследования.

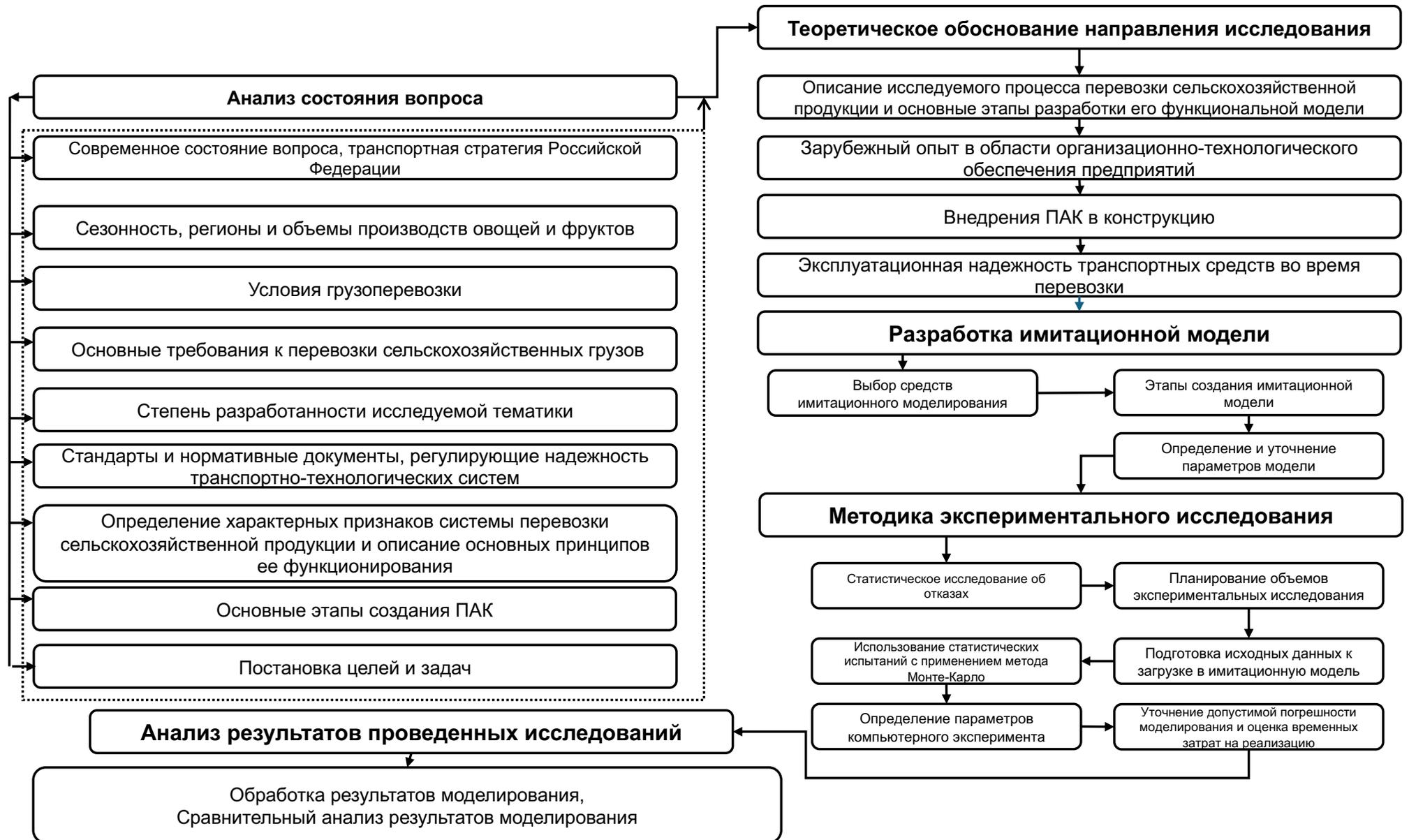


Рисунок 1.19- Общая программа исследования

ГЛАВА 2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ ПЕРЕВОЗКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

2.1 Описание исследуемого процесса перевозки сельскохозяйственной продукции и основные этапы разработки его функциональной модели

Декомпозиция процесса перевозки сельскохозяйственной продукции определяет связи между элементами системы, формируя функциональную модель.

В свою очередь, возникновение совместного поведения системы из взаимодействия с элементами привело к появлению свойства эмерджентности. Данное свойство дает возможность обнаружить новые структуры, свойства, качества, взаимодействия или модели поведения. Влияние подсистемы на системы в целом, в первую очередь зависит от специфики перевозимого груза и показателей надежности транспортных средств, которая может отличаться от перевозимой продукции.

Как правило, при формировании парка машин предприятие считает, что полная загрузка всех транспортных средств при выполнении процесса перевозки сельскохозяйственной продукции обеспечивается при соблюдении следующего равенства:

$$\frac{Q_1}{N_1 * W_1} = \frac{Q_2}{N_2 * W_2} = \dots = \frac{Q_i}{N_i * W_i} \quad (2.1)$$

где Q_1, Q_2, Q_i - объем перевозки, выполняемый транспортными машинами 1,2...i;

N_1, N_2, N_i - количество транспортных машин 1,2 ... i;

W_1, W_2, W_i - полезный объем полуприцепа 1,2 ... i;

$$N = \frac{Q}{W * T} \quad (2.2)$$

где N – необходимое количество транспортных машин;

Q – заданный объем перевозки;

T – время выполнения перевозки;

W – полезный объем полуприцепа;

Все расчеты в потребности транспортных машинах, основанные на принципе, исходящем из того, что производительность, количество и марочный состав транспортного средства не изменяется во время перевозки сельскохозяйственной продукции (метод прямого счета). На практике данные условия не выполняются, часть транспортных машин отправляются в рейс недогруженными, другие не осуществляют перевозку в определенные сроки по техническим причинам.

Применение системного подхода и математического моделирования позволяют существенно облегчить задачу исследования различных условий перевозки сельскохозяйственной продукции.

Перевозка сельскохозяйственной продукции производится по технологии, предусматривающей процесс подготовки, производств и распределение сельскохозяйственной продукции, ее переработка и сбыт. Графическая модель технологического процесса (рис. 2.1).

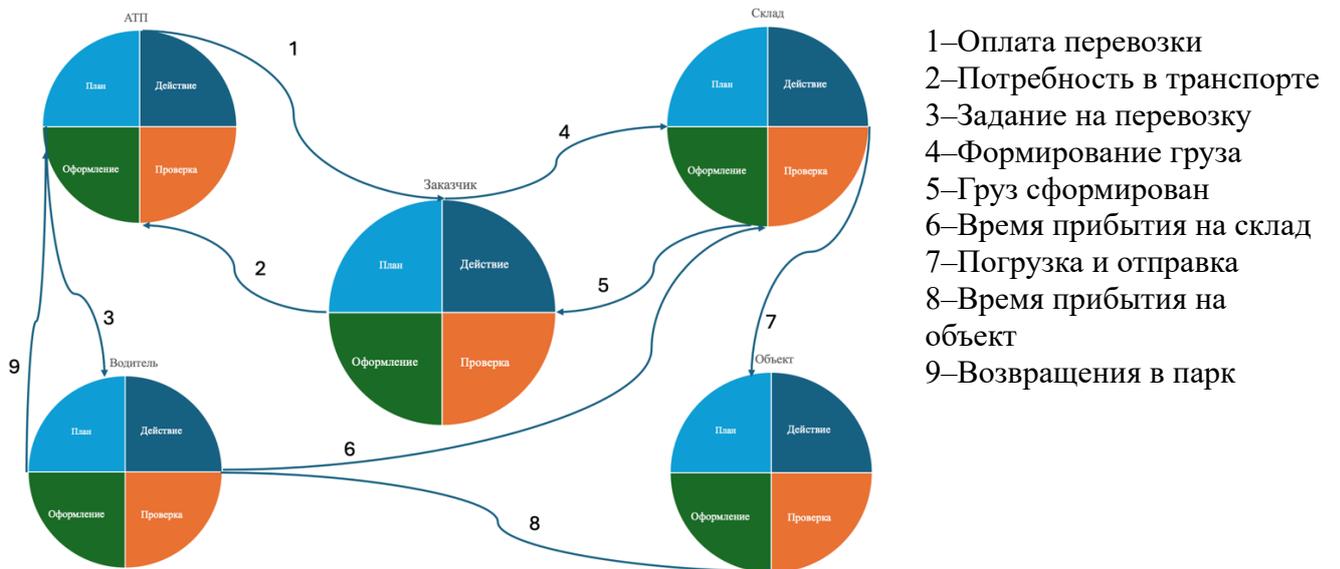


Рисунок 2.1 – Графическая модель технологического процесса перевозки сельскохозяйственной продукции

Одним из основных условий для достижения необходимого качества при перевозке является правильная укладка сельскохозяйственной продукции на палеты или в контейнер. Чаще всего повреждение продукции происходит во время погрузочно-разгрузочных работ.

Одно из главных требований для получения регламентируемого качества при перевозке является закладка сельскохозяйственной продукции в тару и выполнение погрузочно-разгрузочных работ. Опыт показывает, что снижение качества или порча чаще всего происходит во время выполнения конкретной операции, особенно если операция производится вручную. Перевозимая продукция получает механические повреждения, возникающие во время перевозки.

Для решения отмеченных вопросов могут применять погрузчики и/или рохли. Процесс погрузки (рис. 2.2).

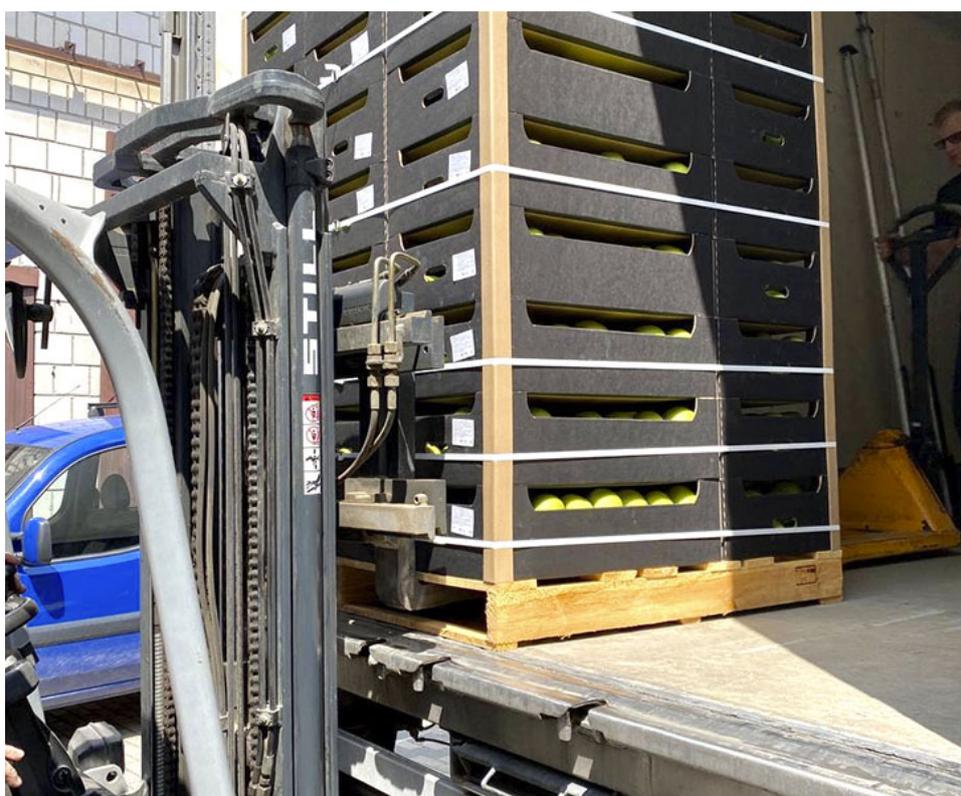


Рисунок 2.2 – Процесс погрузки сельскохозяйственной продукции

После погрузки происходит закрепление груза в кузове и отправка груза. Типовые варианты формирования грузовой единицы и дальнейшее закрепление груза (рис. 2.3).



Рисунок 2.3 – Процесс формирования грузовой единицы

Стоимость перевозки сельскохозяйственной продукции является интегральным критерием, стремится к минимуму и сводится к оптимальному значению, при выполнении следующих ограничений, а именно $C_{\phi} \rightarrow \min$, при условии, что время затраченное на перевозку равно или меньше нормативного $T_{\phi} \leq T_{\text{норм}}$, где потери продукции равно протеканию естественной усушки, усадки в зависимости от продукции $P_{\phi} \rightarrow \min$).

Чтобы определить особенности функционирования технологической системы, необходимо провести исследование ее структуры. В процессе решения задачи используются технологии функционального моделирования [101]. Стандарт BPMN является новым и достаточно популярным. Он помогает управлять бизнес-процессами в условиях их частых изменений, что является довольно распространенной ситуацией [65].

Применение современных методов обработки и анализа информации в основе которых лежит статистические данные, позволяет выявить зависимости, произвести декомпозицию процесса перевозки сельскохозяйственной продукции. С этой целью происходит разработка имитационной модели, в основе которой используется комбинированная система моделирования, а также методы

статистического анализа и прогнозирования. Пример элементов BPMS системы (рис. 2.4).



Рисунок 2.4 – Основные элементы нотации BPMS

Поскольку организация управления транспортными потоками относится к такой области, где проведение натурального эксперимента затруднительно или невозможно, имитационное моделирование во многих случаях становится единственным инструментом эффективного решений в данной области. Одним из основных достоинств этого метода моделирования BPMN является то, что в отличие от аналитического имитационное моделирование транспортных потоков данный метод позволяет многократно воспроизводить исследуемую систему и определять оптимальное ее состояние.

Среда BPMN преобразует модели в программный код, что позволяет изменять поведение процесса в ходе его исполнения (рис. 2.5). Однако, интеграция с другими информационными системами и ограничения моделирования могут привести к сложностям. Несмотря на это, имитация процессов в среде позволяет наглядно представить взаимосвязи и хронологию выполнения процесса, что облегчает понимание его особенностей [66].

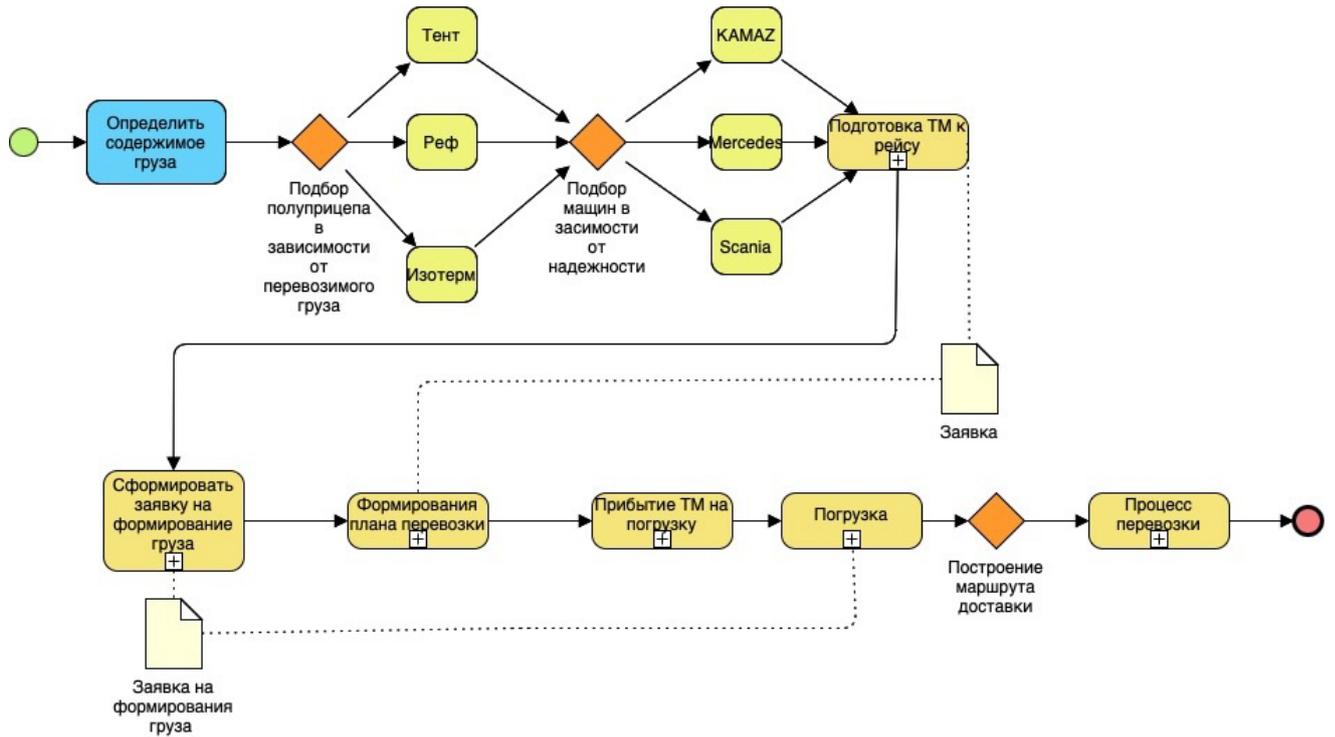


Рисунок 2.5 – Пример построения модели перевозки сельскохозяйственной продукции

Следующий уровень декомпозиции выполняется аналогично и отражает графическое представление взаимодействий между элементами. На рис 2.6 представлены основные транспортно-технологические операции, необходимые для перевозки сельскохозяйственной продукции структурированные в соответствии с функциональными блоками на основе результатов декомпозиции.

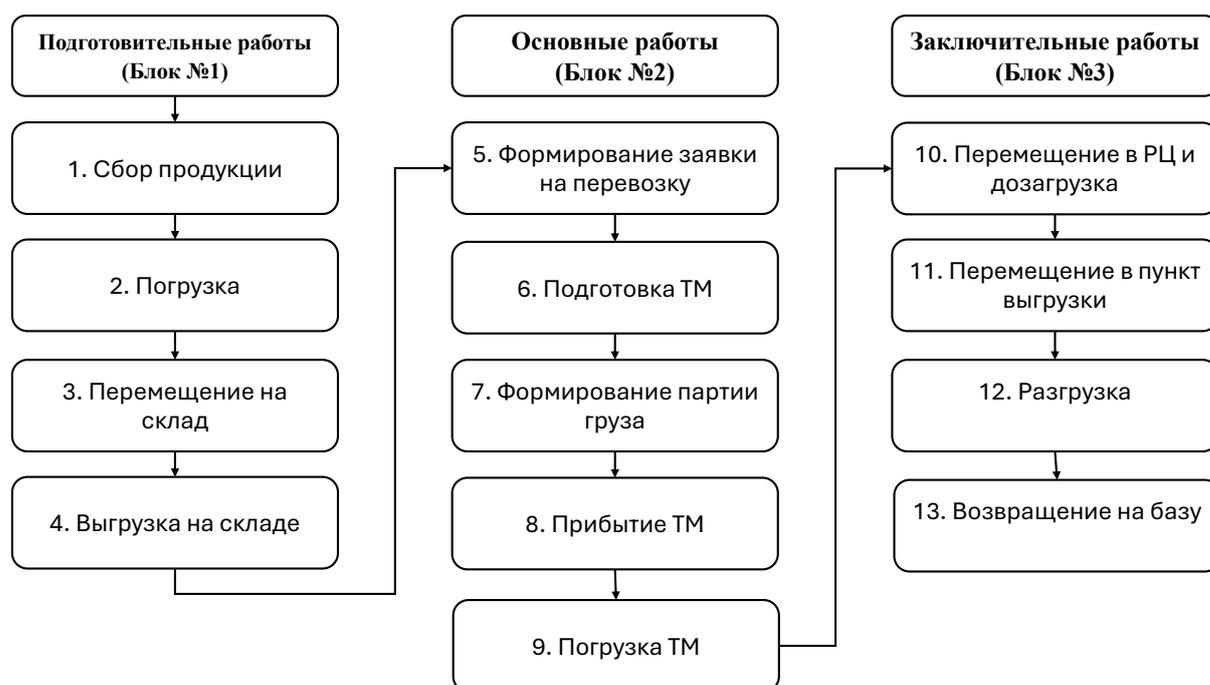
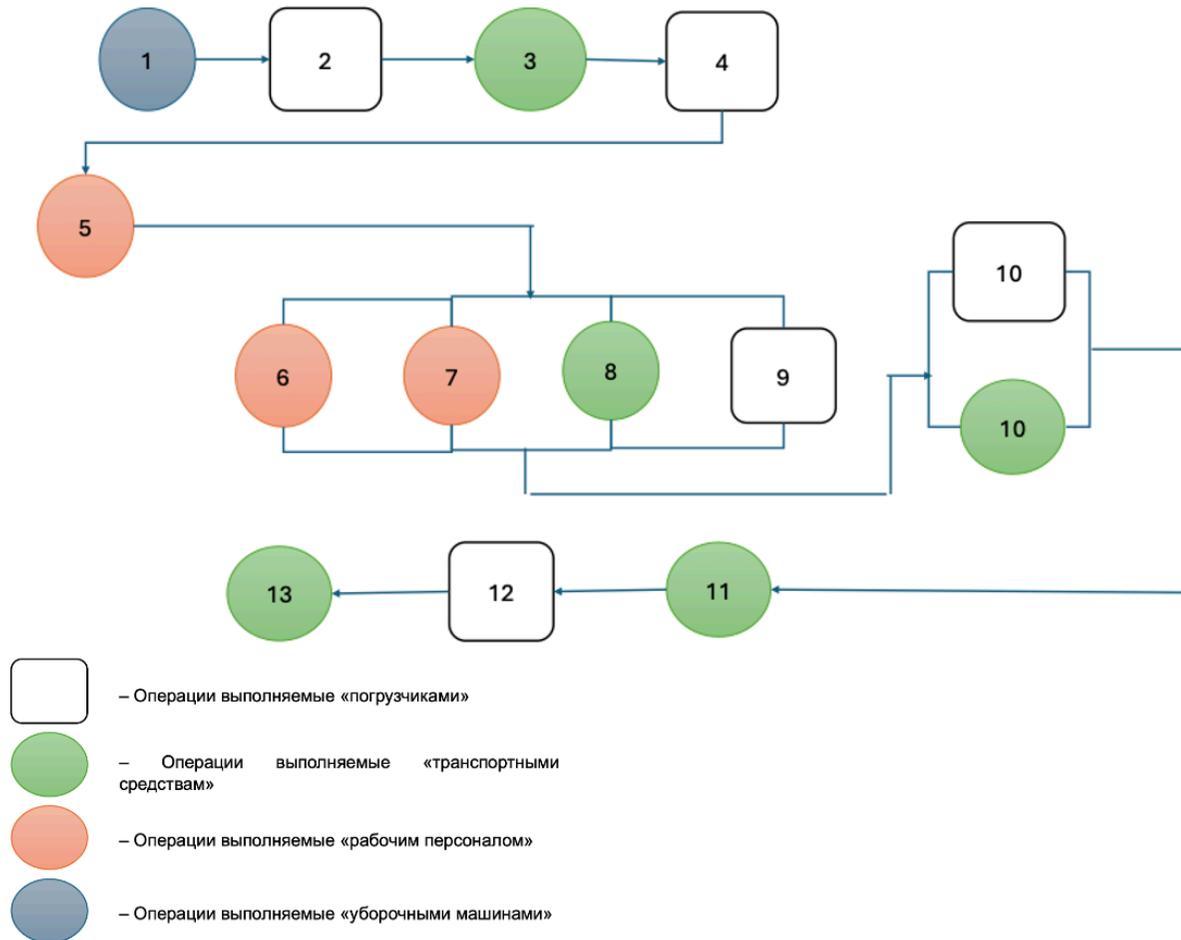


Рисунок 2.5 – Основные технологические операции процесса перевозки сельскохозяйственной продукции

Но дополнительно к ним стоит рассматривать и другие, не менее важные операции технологического процесса: сбор продукции, формирование партии, погрузка и разгрузка, подготовка транспортных машин перед выездом в рейс.

На рис. 2.6 представлена схема взаимодействия транспортных средств с технологическими операциями. Для осуществления всех требуемых транспортно-технологических операций в данных условиях будет достаточно задействовать следующий набор техники: машина для сбора урожая, погрузчик, транспортная машина.



Технологические операции:

1. Сбор продукции
2. Погрузка
3. Перемещение на склад
4. Выгрузка на складе
5. Формирование заявки на перевозку
6. Подготовка ТС
7. Формирование партии груза
8. Прибытие ТС
9. Погрузка ТС
10. Перемещение в РЦ и дозагрузка
11. Перемещение в пункт выгрузки
12. Разгрузка
13. Возвращение на базу

Рисунок 2.6 – Схема перемещения транспортно-технологических машин
в процессе перевозки сельскохозяйственной продукции

2.2 Зарубежный опыт в области управления организационно-технологическим обеспечением предприятия

В настоящее время многие российские предприятия, адаптируя зарубежный опыт, внедряют в свою производственно-хозяйственную деятельность различные подходы к управлению материально-техническим обеспечением на базе систем MRP, MRPII, ERP, DRP и др [66].

В основе этих систем лежит концепция «планирования ресурсов» или RP. В свою очередь MRP работает с компонентами, опираясь на спрос на итоговый продукт. Основная идея системы состоит в обеспечении необходимого количества компонентов на рынке, поддержания низкого уровня запасов, планирования производственного процесса. Преемницей данной системы стала улучшенная версия MRP II, которая объединяет все компоненты в единую экосистему.

Наиболее известной является ERP система, получившая от своих старых RP версий базовые модули логистики, производства, сбыта и планирования. Данные модули универсальны и могут быть адаптированы под любое производство, формируя единое цифровое пространство.

Выделяются также японские системы, в основе которых лежат концепции «бережливого производства» и «шести сигм», базирующиеся на сокращении времени, необходимого на выполнение технологических операций.

Одной из вариаций концепции является система «точно в срок» («just-in-time», JIT-система), основанная на принципе точной потребности ресурсов в заданных объемах и сроках.

Такой подход дает возможность значительно снизить объемы выпускаемой продукции в виде запасов, которые могут быть использованы в процессе восстановления производственного процесса. В случае использования JIT-системы на промышленных предприятиях необходимо учитывать четкую последовательность действий по перемещению продукции между различными этапами производства и ее передачи от производителей.

В результате достигается отсутствие ожиданий в обработке и простаивании транспортных средств. Успех ЛТ-системы зависит от выполнения вспомогательных целей: устранение сбоев, гибкость системы, сокращение сроков производства, минимизация запасов и снижение издержек.

Основная идея системы KANBAN заключается в разработке взаимодействия одного или нескольких предприятий в формировании четко расписания отгрузок, согласно данной системы продукция формируется в необходимых объемах и отгружается строго по графику.

Новой ступенью развития концепции «точно в срок», стала система LP включающая в себя преимущества комбинированного производства, позволяющего снизить потребности в ресурсах и сокращению процента брака на производстве.

Преимущества и перспективы, адаптации и внедрения подходов управления материально-техническим обеспечением базе систем MRP, MRPII, ERP, DRP и др., очевидна. МАГНИТ, X5 GROUP, METRO, Мираторг активно используют данные подходы «планирования ресурсов» для своих цепочек поставок

2.3 Показатели надежности транспортных машин влияющие на эффективность перевозки сельскохозяйственной продукции

Техническая характеристика, количественным образом определяющая одно или несколько свойств надежности объекта, именуется показателем надежности.

Выделяют единичные и комплексные показатели надежности. Единичные показатели характеризуют одно из свойств надежности объекта:

- по безотказности: вероятность безотказной работы, наработка на отказ, интенсивность отказов;
- по долговечности: средний ресурс, гамма-процентный ресурс, средний срок службы;
- по ремонтпригодности: вероятность восстановления работоспособного состояния, среднее время восстановления;
- по сохраняемости: средний срок сохраняемости, гамма-процентный срок сохраняемости.

Комплексный показатель является количественной характеристикой нескольких свойств надежности объекта:

- коэффициент готовности;
- коэффициент оперативной готовности;
- коэффициент технического использования;
- коэффициент технического использования;
- коэффициент сохранения эффективности.

В качестве предмета исследования в теории надежности приняты комплексные показатели надежности и единичные показатели по безотказности.

В рамках текущего исследования это обеспечение перевозки сельскохозяйственной продукции. Для повышения уровня надежности и обеспечения бесперебойной работы предприятия необходимо собрать сведения о работе транспортных машин, пробег до отказа, времени устранения отказа. Наиболее достоверную информацию о надежности транспортных средств дают эксплуатационные (статистические) испытания.

В теории надежности за случайную величину обычно принимают время работы изделия (время (пробег) до возникновения отказа):

$$T = 1/\lambda \quad (2.3)$$

где λ – интенсивность отказов объекта исследования (она постоянна), т. е. $\lambda = \text{const}$.

В нашей модели находится N -ое количество транспортных машин, тогда критерием надежности транспортной системы является вероятность безотказной работы, что при определенных условиях эксплуатации в заданном интервале или в пределах пробега не произойдет ни одного отказа:

$$P(t) = \frac{N-n(t)}{N} \quad (2.4)$$

где N – общее число транспортных машин;

$n(t)$ – число отказавших транспортных машин;

$P(t)$ – вероятность безотказной работы транспортных машин.

Функция $p(t)$ обладает такими свойствами:

$$0 \leq p(t) \leq 1; p(0) = 1; p(\infty) = 0, \quad (2.5)$$

Чем больше $p(t)$, тем выше надежность транспортных машин.

Поддержание требуемого уровня параметров технического состояния транспортных машин за счет повышения показателей надежности обеспечивается необходимым уровнем технической готовности парка машин, выполнения сроков и качества перевозки сельскохозяйственной продукции, в целом бесперебойную работу предприятия. С учетом этого исследование причин и закономерностей изменения технического состояния транспортных машин, их узлов и агрегатов в конечном результате обеспечивает оптимальное управление их технико-эксплуатационными показателями.

Выводы по второй главе

1. Определены основные транспортно-технологические операции, необходимые для перевозки сельскохозяйственной продукции, структурированные в соответствии с функциональными блоками на основе результатов декомпозиции, дополнительно к ним стоит рассматривать и другие, не менее важные операции технологического процесса: сбор продукции, формирование партии, погрузка и разгрузка, подготовка транспортных машин.

2. В результате анализа особенностей функционирования технологической системы перевозки сельскохозяйственной продукции, установлено применение современных методов обработки и анализа информации на основе технологии функционального моделирования, а именно нотации BPMN.

3. В результате анализа зарубежного опыта в области управления организационно-технологическим обеспечением предприятия, а именно MRP, MRPII, ERP, DRP и других систем, в основе которых лежит концепция «планирования ресурсов». Установлено, что наиболее эффективной системой, существующих в данное время, являются системы типа «точно в срок» («just-in-time», JIT-система). Данная система характеризуется точными сроками перевозки и производственной мощностью предприятия. Проведенный анализ, после

применения данной системы обеспечивает: снижение продолжительности цикла перевозки на 35 %, снижение издержек на 15–20%, сокращение запасов 25%.

ГЛАВА 3. РАЗРАБОТКА ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ПРОЦЕССА ПЕРЕВОЗКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

3.1 Внедрения программно-аппаратных комплексов в конструкцию транспортных машин

Установлено, что для максимальной эффективности управления и мониторинга транспортно-технологическим процессом необходимо интегрировать в конструкцию транспортной машины контрольно-информационную систему, а также установить логику построения алгоритма передачи и приема информации [64]. Это необходимо выполнить в типовом формате, с учетом правил построения архитектуры блок-схем (рис. 3.1).

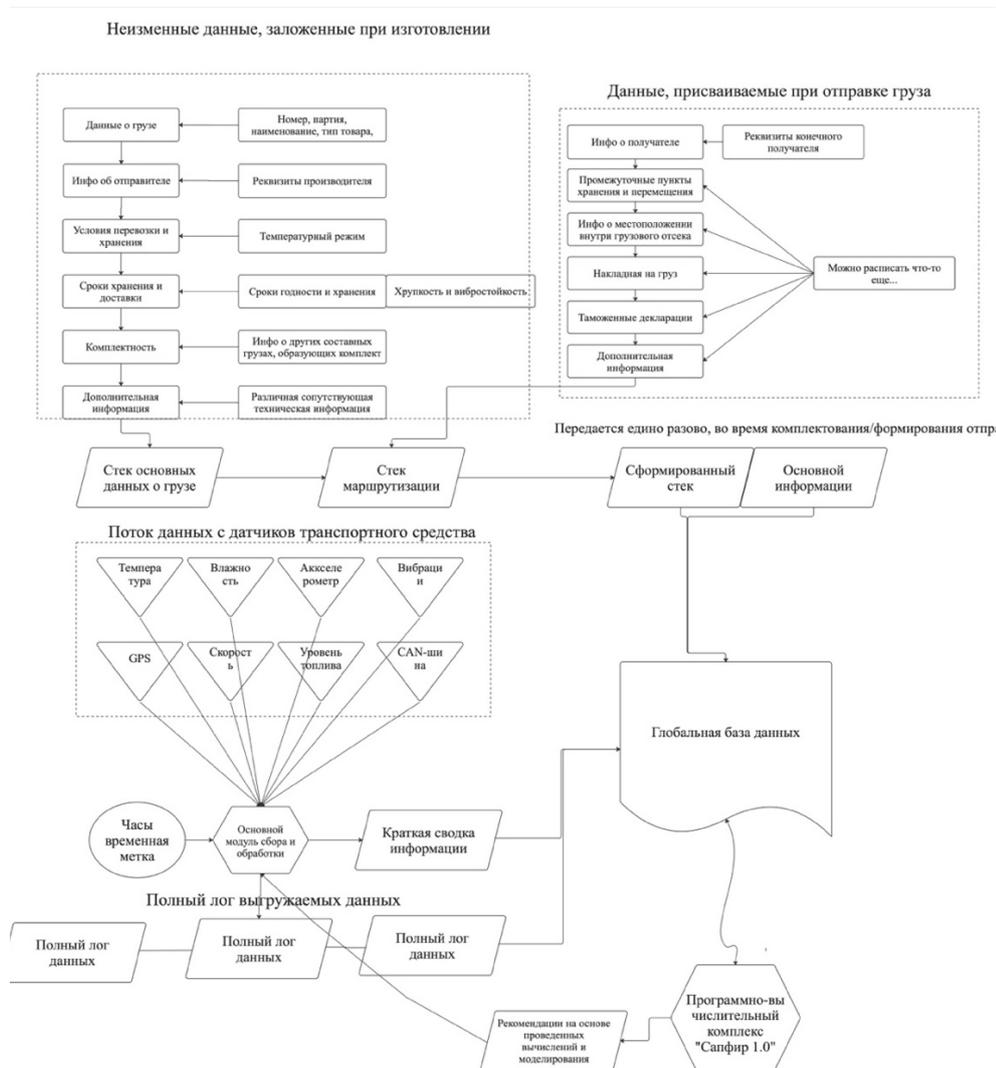


Рисунок 3.1 – Блок-схемы технологии сбора и передачи параметров транспортных машин

Этапы внедрения мониторинга технологических процессов на предприятии заключаются в установке специального оборудования (программно-аппаратный комплекс (далее ПАК)) на транспортный парк машин. Принцип установки ПАК на транспортное средство включает несколько ключевых этапов (рис. 3.2).

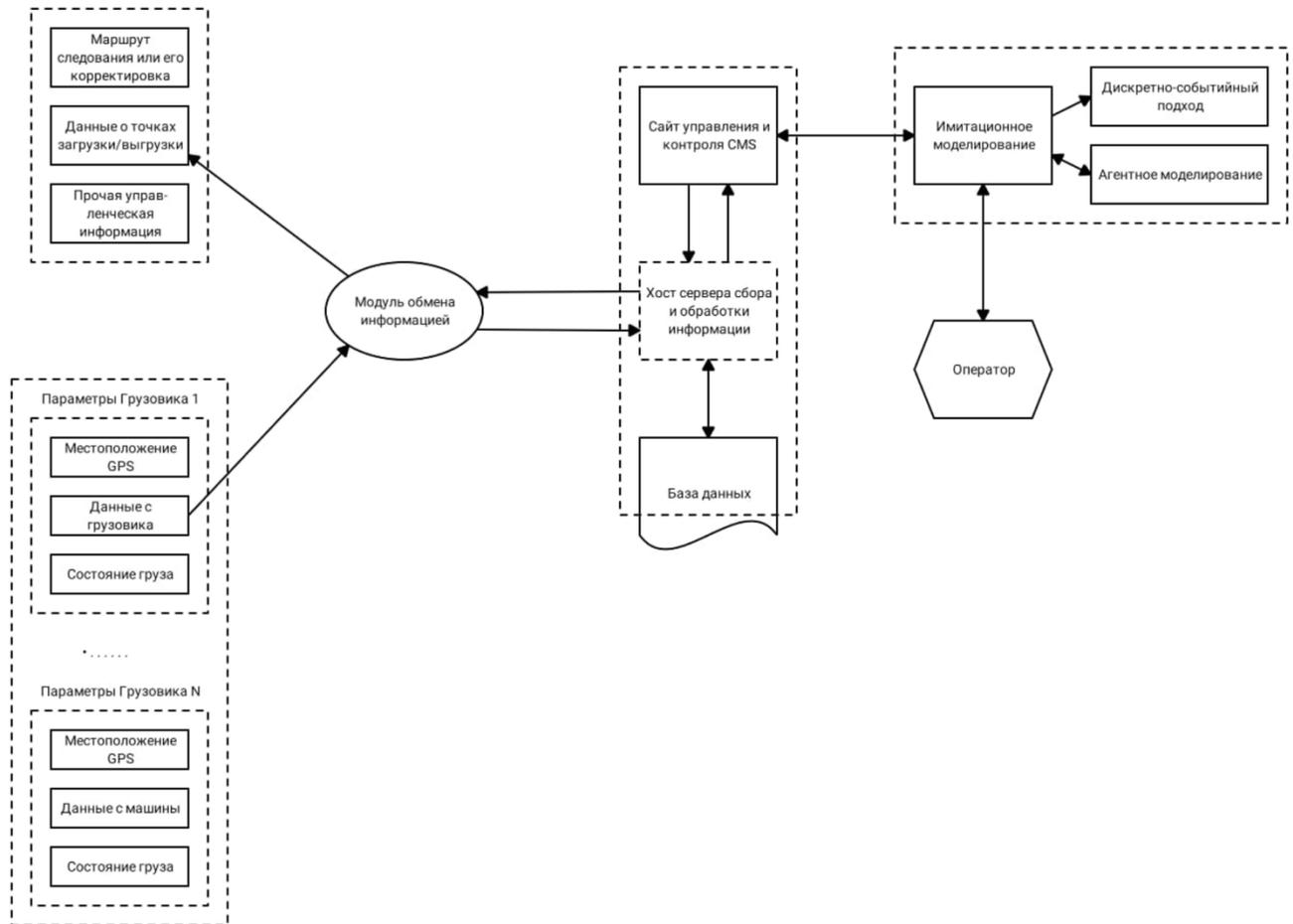


Рисунок 3.2 – Принцип установки программно-аппаратного комплекса на транспортную машину

Программно-аппаратный комплекс включает микроконтроллер, платформу обеспечивающую передачу информации с помощью GPS/ГЛОНАСС, программное ядро, размещенное на сервере, программное обеспечение, установленное на стационарном персональном компьютере или мобильном устройстве, облачный сервер. Архитектура системы (рис. 3.3).

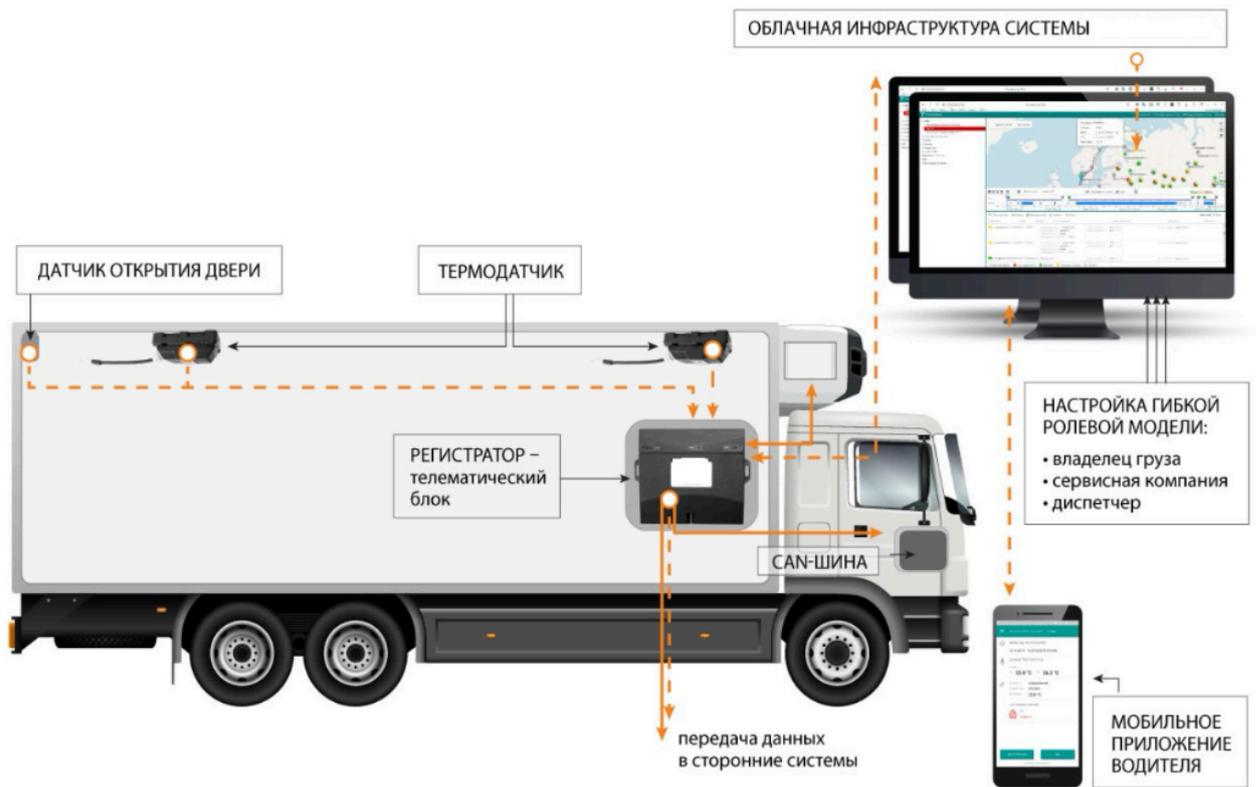


Рисунок 3.3 – Архитектура программно-аппаратного комплекса

Передача информации происходит через спутник на сервер для последующего хранения и анализа. Если система предвидит возможную неисправность или отказ, она автоматически отправляет информацию на станцию технического обслуживания, предупреждая ответственных сотрудников. Владельцы транспортного средства отслеживают его техническое состояние с помощью мобильных устройств. Интеллектуальная система контроля непрерывно производит мониторинг состояния техники, при этом транспортные средства отображаются на картах геоинформационной системы в реальном времени. Кроме того, в систему встраивается алгоритм диагностики всех узлов автомобиля, который получает данные от стандартных датчиков, установленных на транспортном средстве.

3.2 Выбор средств имитационного моделирования для процесса перевозки сельскохозяйственной продукции

Для описания процесса перевозки сельскохозяйственной продукции и его детального изучения наиболее оправданным для решения поставленной задачи, является, создание имитационной модели.

Использование имитационного моделирования позволит создать цифровую модель процесса функционирования сложной динамической системы перевозки, с последующей обработкой массива данных и его перемещения в базу данных разрабатываемого модуля. В целях изучения зависимостей элементов их влиянию на формирование рекомендаций по улучшению процесса. В настоящее время имитационное моделирование является наиболее экономичным и эффективным методом исследования сложных систем, так как позволяет учитывать все релевантные факторы в заданных условиях.

В зависимости от характера решаемой задачи используют следующие виды моделирования (рис. 3.4):

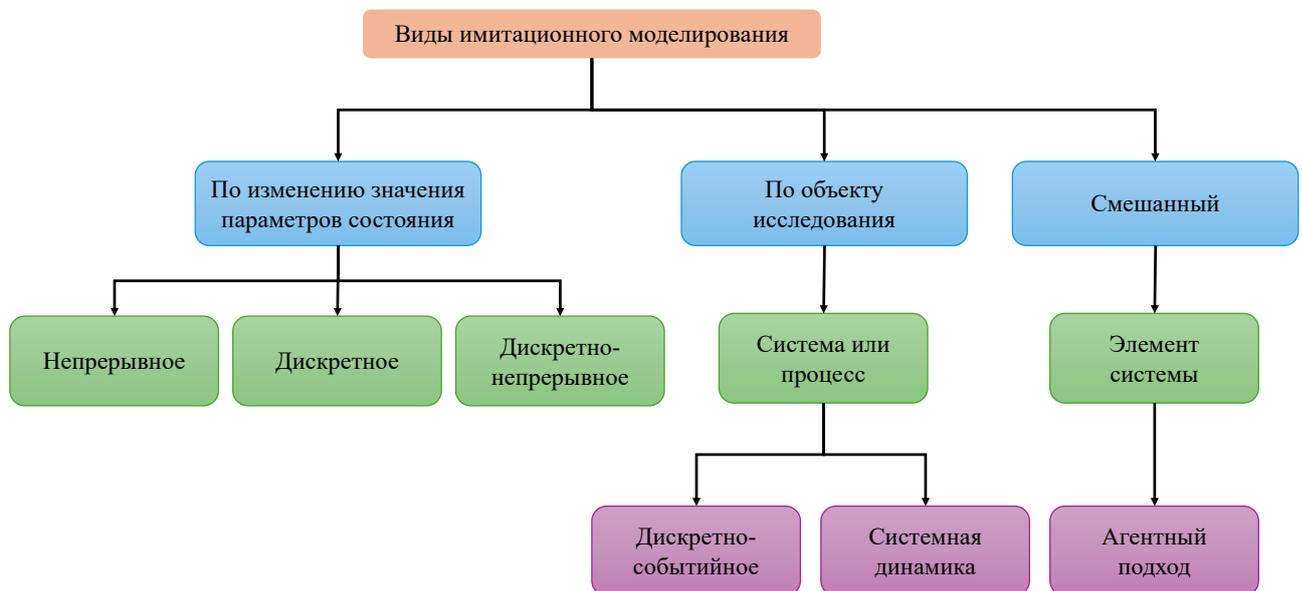


Рисунок 3.4 – Виды имитационного моделирования

Для разработки вычислительного модуля программно-аппаратного комплекса следует применить наиболее адаптивную среду моделирования, обладающая высокой скоростью обработки и вычислительной мощностью, большими функциональными возможностями:

1. Изучение результатов эксперимента, а также их обработка;
2. Высокая скорость моделирования и его качество;
3. Дополнительные функции, которые не были включены в базовые функциональные возможности, вследствие доступности из внешних источников;
4. Моделирование с использованием перспективного развития языка;
5. При необходимости модель может быть интегрирована в другие оболочки.

Выбор средства для создания имитационной модели был осуществлен в соответствии с рассмотренными функциями, сравнительный анализ которых представлен в табл. 3.1.

Таблица 3.1 – Сравнение программ для моделирования [64]

Критерий анализа	Среда моделирования			
Наличие демоверсии	Anylogic	ExtendSim	GPSS World	PTV Vissim
Дискретно-событийное моделирование				-
Агентное моделирование			-	-
Системная динамика			-	PTV Vissim
Комбинированный подход			-	-
Объектно-ориентированный подход			-	PTV Vissim
Связь с внешними приложениями			-	
Графический интерфейс			-	-
Язык программирования	Java	ModL P	Plus	
Стоимость	Платная/ бесплатная	Платная	Платная/ бесплатная	Платная/ бесплатная

В результате сравнительного анализа программных средств моделирования очевидно, что продукт компании AnyLogic является наиболее подходящим и обеспечивает возможность подробного описания логики и поведения модели. При этом наиболее многофункционален, прост в изучении и имеет большую библиотеку

моделей и вспомогательной литературы для создания модели в короткий срок, объединяет все подходы моделирования и их всевозможные комбинации.

3.3 Этапы создания имитационной модели для процесса перевозки сельскохозяйственной продукции

Сегодня ЛТ-системы нашли отражение во многих сферах деятельности, в том числе в повседневной жизни, например доставка еды. В случае применения ЛТ-систем для производственных задач одним из очевидных примеров является процесс изготовления и доставки битума. Процесс характеризуется точными сроками доставки и производственной мощностью предприятия. Поэтому в рамках текущего исследования разработка модели будет выполнена и настроена в соответствии с особенностями процесса перевозки сельскохозяйственной продукции. На рис. 3.5 изображена схема этапов построения имитационной модели.

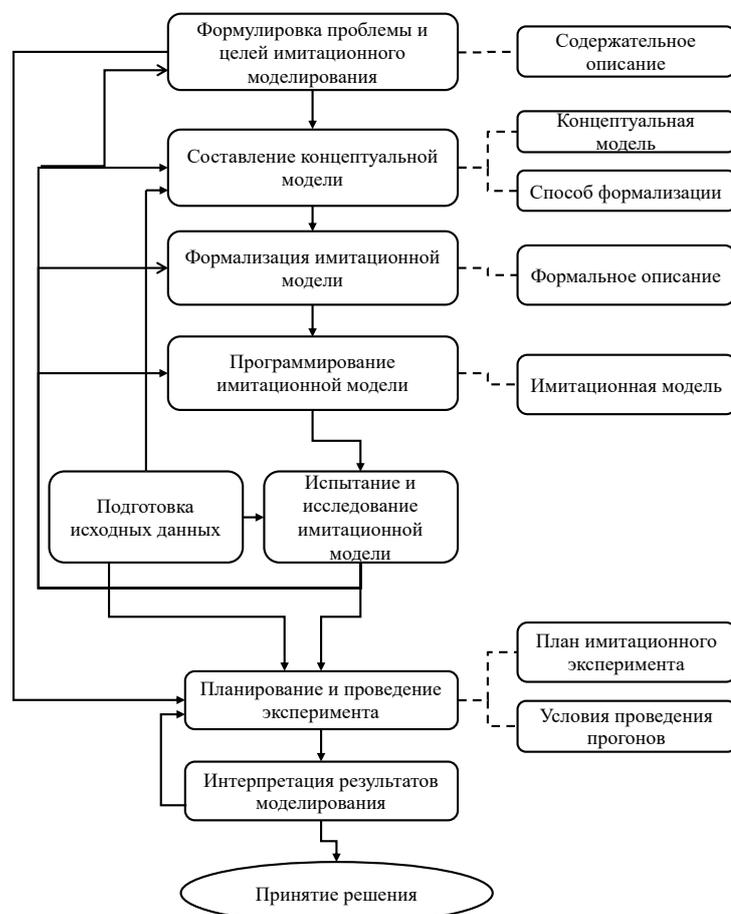


Рисунок 3.5 – Этапы построения имитационной модели

На первом этапе создания имитационной модели необходимо изучить особенности процесса доставки грузов в ЛТ-системах. С нашей точки зрения, в рассматриваемой системе существуют три основных подсистемы влияющих на весь процесс. Условно разделим их следующим образом: груз, машины, маршрут.

Основные параметры подсистем следующие: необходимое оборудование для погрузки и разгрузки, срок годности груза, объем грузоперевозок, агрегатное состояние груза, максимальная скорость транспортной машины, местоположение грузополучателя, продолжительность рабочей смены, максимальная допустимая скорость относительно дорожных условий, технические характеристики машины и др.

Разрабатываемая имитационная модель должна обладать рядом преимуществ перед другими похожими программными продуктами и решать две основные задачи.

Одна из самых известных оптимизационных задач в области логистики считается задача коммивояжера. Результатом решения данной задачи является определение оптимального маршрута (кратчайшего, самого быстрого, наиболее дешевого), проходящего через все заданные точки (пункты, города) по одному разу, с последующим возвратом в исходную точку.

Второй задачей является оптимизация количества машин используя функции дискретно-событийной моделирования, можно осуществить создание производственных и технологических процессов любой сложности. Этот метод может быть использован для решения различных задач в сфере логистики, организации массовых перевозок, и т.д. Системная динамика позволит установить взаимосвязь элементов и их влияние на процесс, обеспечивая возможность исследования причинно-следственных связей между ними, изучения различных параметров процесса перевозки и их влияния на эффективность перевозки. Данный метод наиболее востребован в моделировании динамических систем, где требуется точность воспроизведения.

Основные инструменты, используемые в среде AnyLogic для моделирования системно-динамических моделей (рис. 3.6).

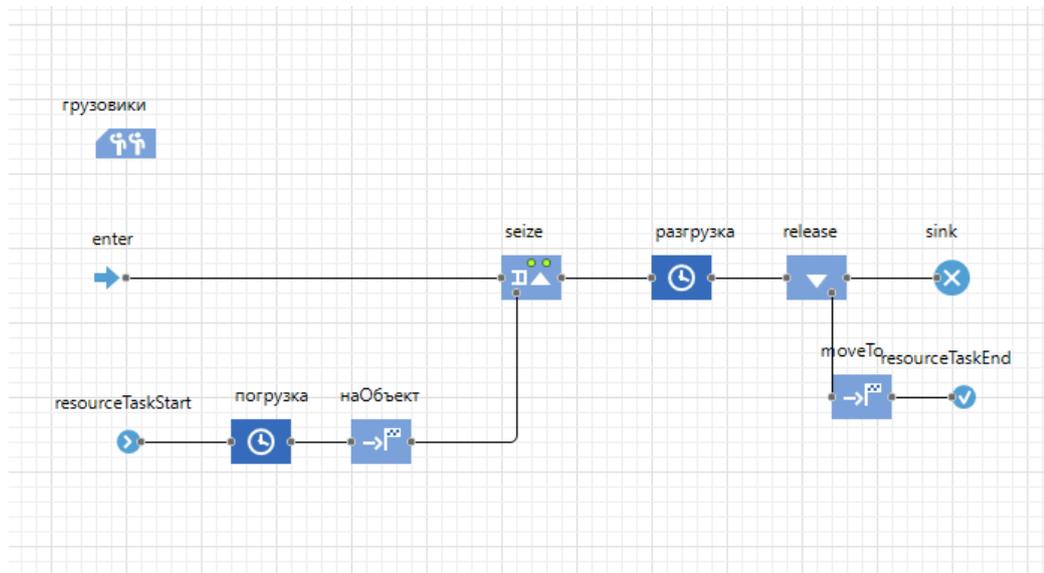


Рисунок 3.6 – Инструменты моделирования системно-динамических моделей

Установлено, что системно-динамические модели могут быть использованы для решения следующих задач и направлений: бизнес-процессы в различных сферах деятельности, экономика города, динамика населения, экологическая ситуация, развитие эпидемии. Продукт AnyLogic, предоставляющий возможность агентного моделирования, является последним из всех видов моделирования, которые предлагаемых данной компанией. Под агентом мы понимаем звено модели, которое способно иметь кэш (память), поведением, свойства. Принцип применения агентного моделирования заключается в изучении сложных систем «снизу-вверх». Проводят исследование динамики функционирования рассредоточенных систем, где глобальные правила и законы не определяют поведение системы, а индивидуальные качества и параметры агентов играют ключевую роль. В зависимости от решаемой задачи графическое изображение агента может быть выполнено в виде элементов дискретного или динамического моделирования.

Многоагентный подход заключается в исследовании модели в которой находится более одного агента. Для того чтобы рассматривать агента как самостоятельный объект, необходимо определить его параметры и правила поведения. С помощью много агентного подхода, в задачах, которые решаются с

помощью метода многоступенчатого подхода, цель исследования заключается в увеличении количества агентов в целях полноценного функционирования системы. Данный подход рекомендован для решения двух категорий задач. Первая задача включает в себя описание поведения всех агентов системы с возможностью корректировки их количества, позволяя установить зависимости необходимого количества элементов для ее решения, в соответствии с теорией массового обслуживания. Вторая задача аналогична первой, но каждый элемент имеет уникальные параметры. Много агентный подход позволяет использовать индивидуальные характеристики для каждого элемента при сохранении общего принципа поведения, что делает его эффективным для решения задач в области перевозки, складирования, снабжения и обработки заявок. После изучения возможностей пакета моделирования AnyLogic можно рекомендовать его для исследования различных сложных систем. Особенностью данного продукта является возможность самостоятельного создания и добавления необходимых инструментов к существующим библиотекам, если они отсутствуют в стандартной комплектации.

3.4 Определение параметров компьютерного эксперимента

Для определения значения показателей оперативного планирования перевозки сельскохозяйственной продукции разработана и исследована модель в среде имитационного моделирования AnyLogic [7]. Применение метода имитационного моделирования [76] позволяет получить решение при изменении входных параметров, а также предоставляет детальный анализ динамики системы с учётом изменения в подсистемах и параметрах внешней среды, отслеживает все логические условия и нелинейность процессов. Одно из преимуществ данной объектно-ориентированной среды, это привязка к GIS-картам, позволяющая моделировать в реальном времени возможность комбинирования сразу несколько видов моделирования: системная динамика, дискретно-событийное моделирование и агентное моделирование.

Построение модели происходит по иерархическому принципу и представляет собой дерево верхнего уровня, в котором агенты представлены в виде последовательных звеньев. Проведение опытов и использование Java-классов и различных агентов позволяют сформировать уровень дерева (рис. 3.7).

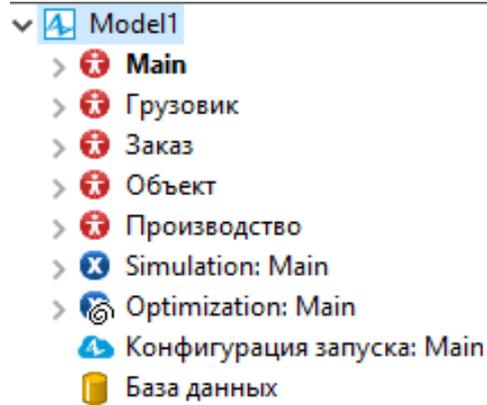


Рисунок 3.7 – Дерево составляющих частей модели

Рассмотрим агентов модели, характеризующей поведение системы в целом. Агент «Main» – выполняет роль среды для других агентов, а также задающий логику модели (рис 3.5).

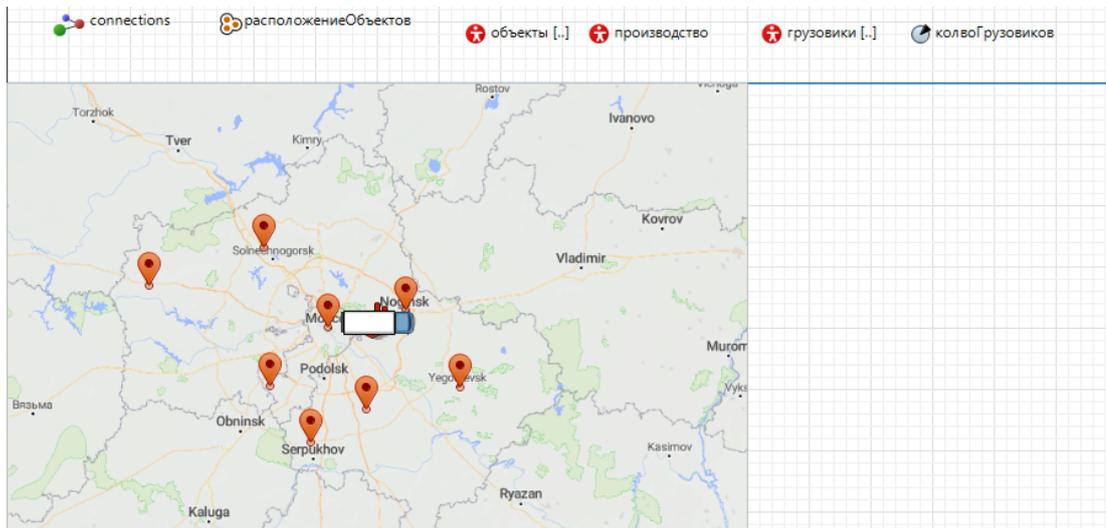


Рисунок 3.5 – Агент Main

Агент «Объект» – показывает состояние объекта, а также в нашем случае задает логику перемещения грузовиков. Диаграмма состояния представлена на (рис. 3.6).

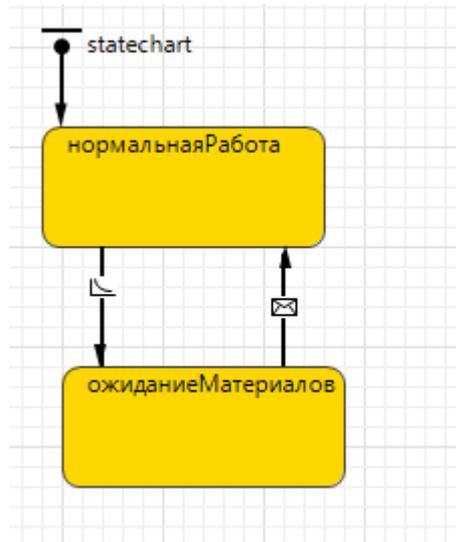


Рисунок 3.6 – Диаграмма состояния модели

Агент «Заказ-Грузовик» – будет нести набор параметров, характеризующих реальный объект (скорость, грузоподъёмность, объем заказа и т.д.).

Агент «Производство» – показывает непосредственно работу предприятия, механизм работы (рис. 3.7).

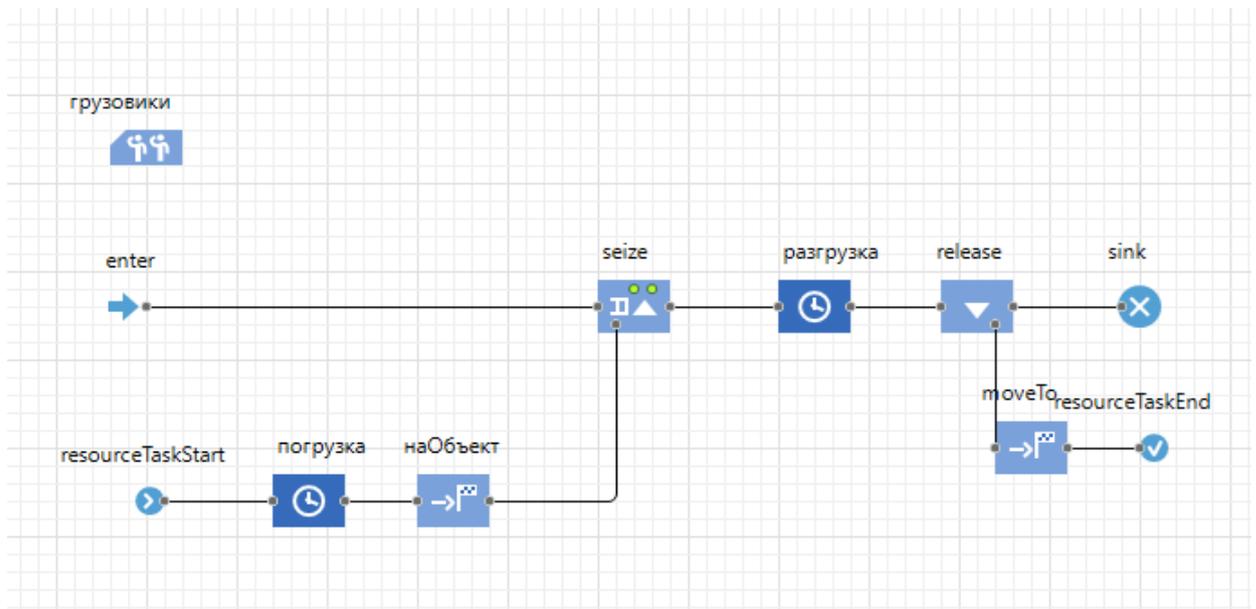


Рисунок 3.7 – Агент производство

На рис. 3.8 представлена процессная диаграмма, разработанная в рамках данной работы в среде AnyLogic.

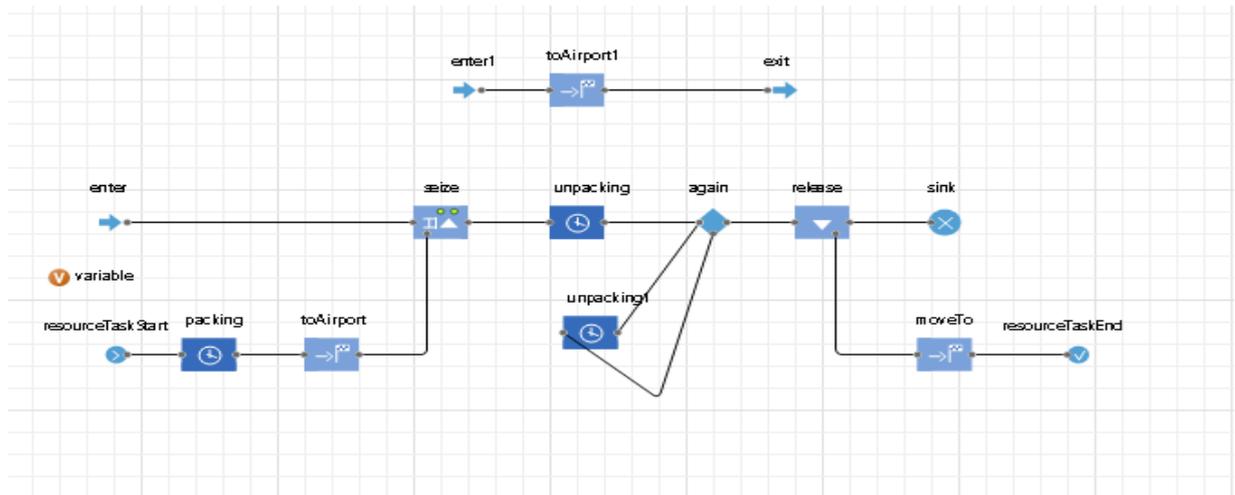


Рисунок 3.8 – Процессная диаграмма

При формировании заявки, основным условием является местоположение и объем, тип груза, который необходимо доставить. Создав первую заявку, модель определяет оптимальный маршрут и количество необходимых транспортных машин для перевозки. При добавлении новой заявки происходит перерасчет с учетом входных параметров, которые задаются с помощью сформированной базы MySQL (тип, объем груза; технический паспорта транспортной машины; тип кузова; марка, уровень загрузки; периодичность технического обслуживания и ремонта; дополнительные условия, влияющие на расход топлива в процессе эксплуатации).

Если перестроение маршрута не может быть реализовано имеющимися транспортными машинами, то добавляется новое и выполняется проверка других сочетаний. Поиск решения осуществляется пошаговым спуском с постоянным шагом, равным наперед заданной погрешности определения коэффициентов.

На рис. 3.9 показан алгоритм добавления и обработки заявки:

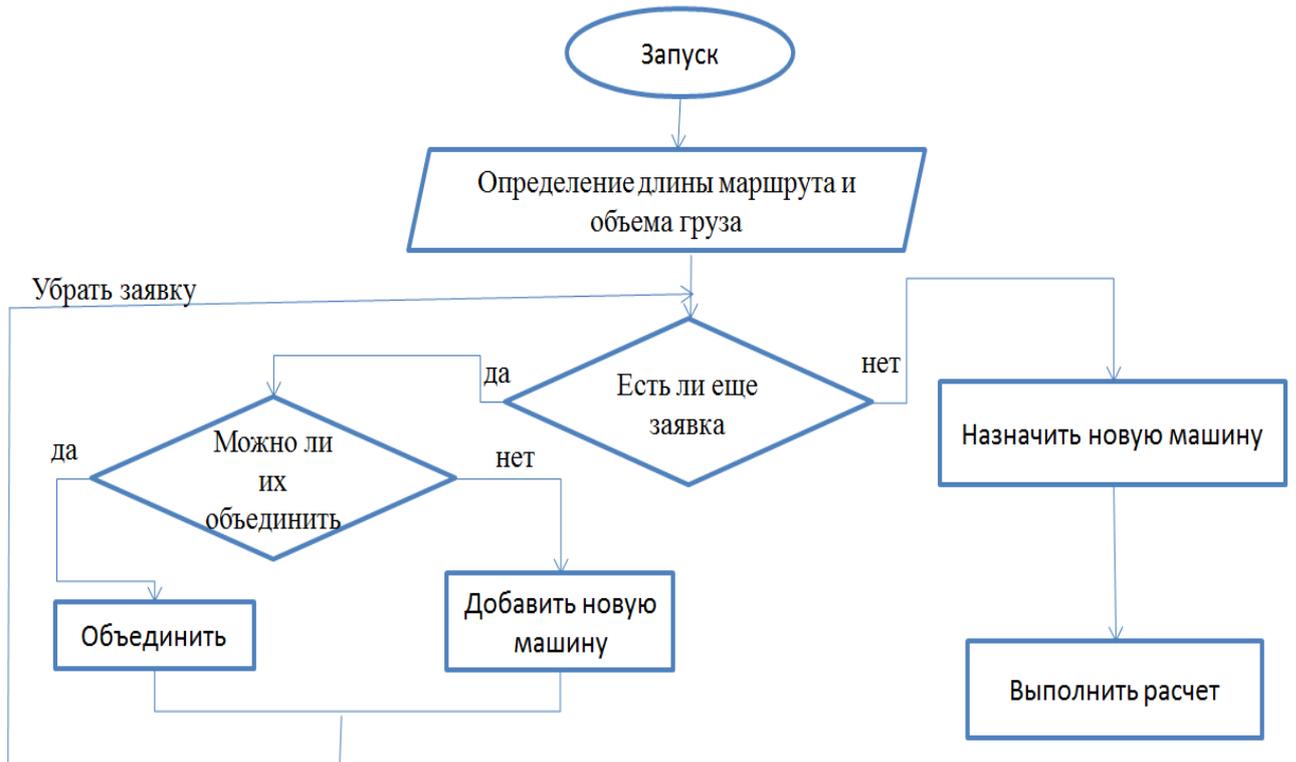


Рисунок 3.9 – Алгоритм добавления и обработки заявки.

Общий вид разработанной модели (рис. 3.10):

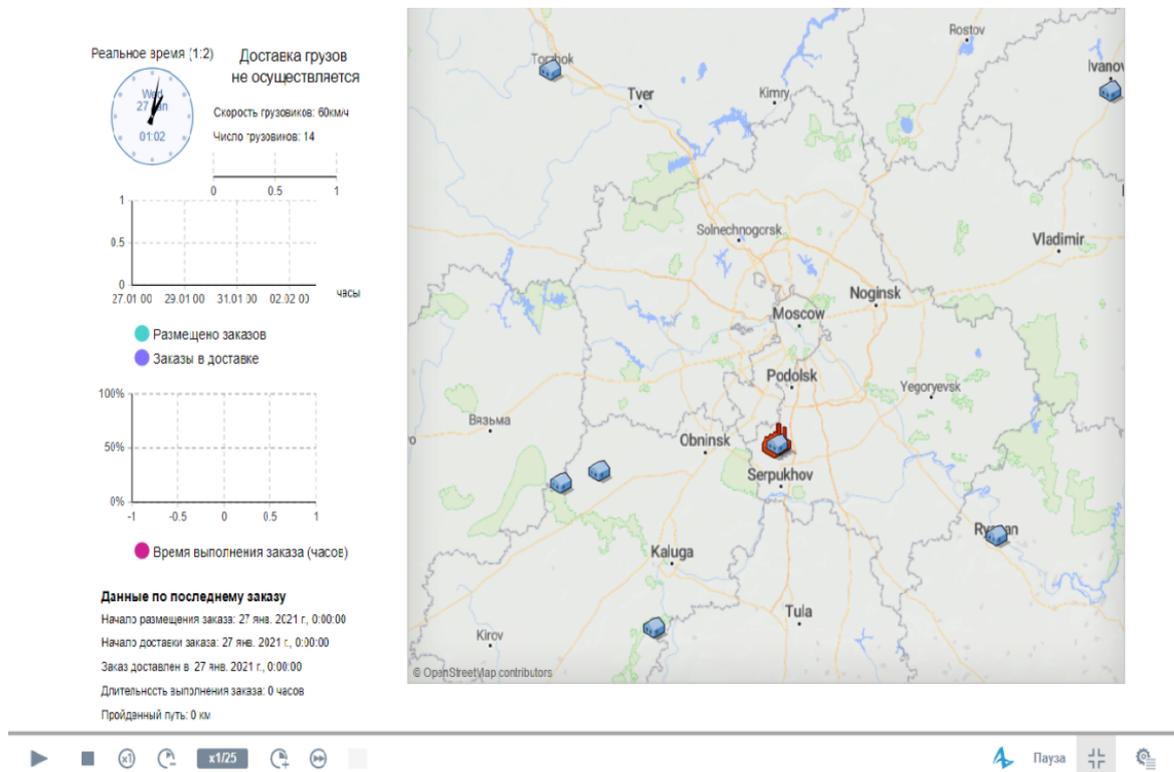


Рисунок 3.10 – Общий вид модели

В соответствии с последовательностью функций, прямые связи используются для передачи информации от одного элемента к другому в соответствии с последовательностью. Обратные связи выполняют функцию управления [66]. Уровни структурного описания иерархичны, и его детализация осуществляется на тех уровнях, которые необходимы для создания полного представления основных свойств системы.

Структура создаваемой модели состоит из четырех основных элементов, которые создаются в качестве агентов (рис. 3.11):

1. агент «транспортная машина»;
2. агент «логистическая функция»;
3. агент «материального потока»;
4. агент «потребитель» (агент – это объект с одинаковым среди популяции набором свойств, действий и входными параметрами).

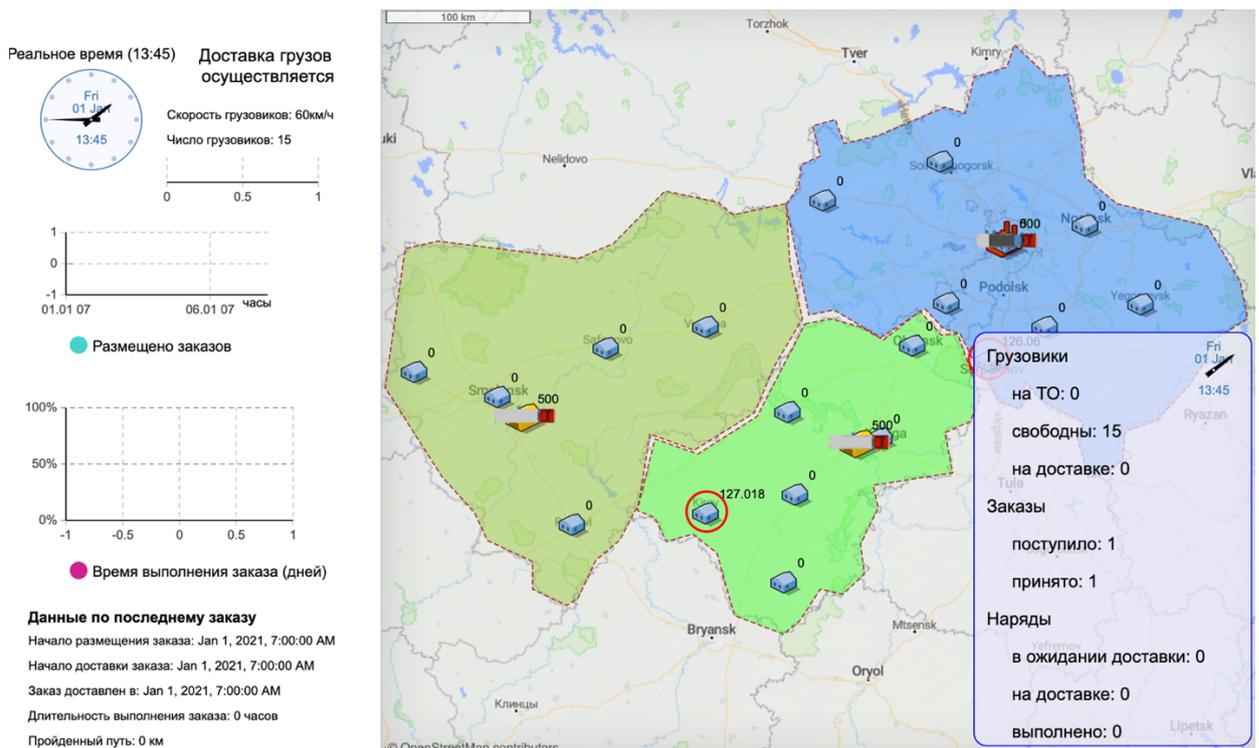


Рисунок 3.11 – Структура модели

Создание оптимального маршрута перевозок осуществляется в зависимости от объема заказа потребителя с наименьшим количеством используемых транспортных машин.

Объем заказа регулируется согласно расписанию с использованием дискретно-событийного моделирования и функцией псевдослучайного распределения, для динамического перестроения маршрута.

Маршрут оценивается математической функцией, использующей решение задачи Коммивояжера – определение кратчайшего пути. В случае если запрос потребителя был меньшего размера, чем возможный объем перевозки груза, то подбирается еще один заказ до полного наполнения транспортной машины. Если заказ получен и расстояние между потребителями ниже критического, то в такой ситуации кратчайший путь определяется через две точки.

3.5 Подготовка исходных данных к загрузке в имитационную модель

Создание программно-вычислительного модуля включает разработку имитационной модели перевозки сельскохозяйственной продукции в целях проведения компьютерных экспериментов. Предлагаемая методика состоит из характерных этапов изучения сложных систем, системного анализа и этапов имитационного моделирования (рис. 3.12).



Рисунок 3.12 –Методика проведения эксперимента

Созданная мультиагентная имитационная модель описывает процесс грузоперевозки сельскохозяйственных грузов с учетом сезонности, специфики перевозки грузов, а также территориальной удаленности регионов производства. Согласно технологии перевозки транспортно-технологические средства выполняют двенадцать основных операций. Комплекс состоит из транспортно-технологических машин: погрузчика, тягача с прицепом, а также с персонала с рохлей.

Определение наиболее эффективного транспортного средства для перевозки сельскохозяйственной продукции в условиях парка машин, ТК «Технология Движения», выполняется в соответствии с предложенной методикой и включает несколько этапов.

Первый этап паспортизации техники включает в себя формализацию основных технических характеристик транспортных машин, которые используются при моделировании. Составленные статистические данные по экономическим и техническим показателям эксплуатационных наблюдений вносятся на втором этапе в базу данных. В ходе третьего этапа происходит корректировка точности результатов моделирования, а также их соответствие предполагаемому времени проведения эксперимента. Функционал комплекса будет рассмотрен на заключительном этапе, где будет дана общая оценка результатов моделирования.

Для повышения достоверности результатов, снимаемых с модели, на входе были заданы полученные в процессе наблюдения статистические данные [75]. Результаты обработки статистических данных представлены в табл. 3.2.

Таблица 3.2 – Результаты обработки статистических данных

Марка транспортного средства	Всего пройдено, км в год	Тип кузова	Заграты на топливо в год, рублей	Количество ремонтов, дней	Заграты на ремонт, руб.	Средняя стоимость ремонта, рублей
KAMAZ	7305274	Тент	118345438,8	1774,24	69505699	25867
Mercedes	3451610	Рефрижератор	55916082	3058,58	84827402	34937
Scania	3183488	Изотерм Бортовой	51572505,6	961,96	49217322	30437

Сбор статистической информации проводился с момента формирования парка с 20 июня 2021 года. На протяжении года эксплуатации под наблюдением находились 306 отечественных и зарубежных транспортных машин. Собираемая статистическая информация фиксировалась в электронной базе данных (Приложение Б), затем данные заносились в имитационную модель, где происходит обработка. В ходе обработки эмперических данных была проведена статистическая оценка случайных характеристик: выборочное среднее, выборочная дисперсия и среднеквадратическое отклонение и установлен закона распределения.

Отличительной особенностью имитационной модели является возможность изменения технических параметров транспортных средств. С учетом входных параметров, которые задаются с помощью сформированной базы MySQL (тип, объем груза, технический паспорт транспортных машин (тип кузова, марка, степень загрузки, периодичность технического обслуживания и ремонта, дополнительные условия, влияющие на расход топлива в процессе эксплуатации). Использование встроенного генератора случайных чисел позволяет учитывать вероятностный характер показателей, что делает модель более реалистичной.

Для поиска оптимального решения был выбран критерий технической готовности, время наработки на отказ и время на устранения отказа, коэффициент загрузки транспортных средств, минимальное значение топливных затрат на перевозки груза. Одним из поводов для отказа от выполнения перевозки, является техническая составляющая, а именно неисправное состояние транспортного средства. Статистический анализ, показывает, что в зависимости от условий деятельности и загрузки время наработки на отказ, время на устранения отказа и коэффициент технической готовности может варьироваться. В общем виде моделируемый коэффициент технической готовности характеризуется:

$$K_{\text{ТГ}} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{\text{раб}}^j}{\sum_{i=1}^n T_{\text{раб}}^j + \sum_{i=1}^n T_{\text{ремонт}}^j} \quad (3.1)$$

где $t_{\text{раб}}$ – время нахождения автомобиля в исправном состоянии, ч.;

$t_{\text{ремонт}}$ – время простоя автомобиля в ремонте, ч.

Процесс грузоперевозки рассматривается в транспортно-временных характеристиках (протяженность, его цикличность и повторяемость, а так же уровень технической готовности на каждом этапе в течении определенного времени) представляется в виде матрицы представленной в табл. 3.3.

Таблица 3.3 – Матрица моделируемой системы

Порядковый номер эксперимента \ Порядковый номер процесса	1	2	3	....	i	i=1,2...i
j n=1,2....	T_{1j}^{i+1}	T_{1j}^{i+2}	T_{1j}^{i+3}	....	T_j^{i+n}	$\sum_{i=n}^n T_j^{1j}$ + T_j^{1j}
1	T_j^{1j}	T_j^{1j}	T_j^{1j}	....	T_j^{1j}	$\sum_{i=n}^b T_j^{1j}$ + T_j^{1j}
...	....	....	....	....	....	$\sum_{i=n}^b T_j^{1j}$ + T_j^{1j}
j	$T_j^{i+\dots n}$	$T_j^{i+\dots}$	$T_j^{i+\dots}$	....	$T_j^{i+\dots n}$	$\sum_{i=n}^b T_j^{i+\dots}$ + $T_j^{i+\dots}$

Данная матрица охватывает все параметры технической готовности. В соответствии с предложенной методикой плана компьютерного эксперимента, сводится к описанию процессов перевозки сельскохозяйственной продукции и включает перебор всех возможных сочетаний транспортных машин из рассматриваемого пула.

Функциональное содержание агента транспортной машины описывается математически и в общем виде выглядит следующим образом:

$$A_{\text{машина}} = f_i(T_i; t_{\text{без}}; t_{\text{отк.}}; K_{\text{сез.}}; \tau_i; N_{\text{куз.}}; N_{\text{груз.}}; t_{\text{то.}}; Q_i), \quad (3.2)$$

где, T_i – время выполнения перевозки, ч;

$t_{\text{без}}$ – время безотказной работы транспортного средства во время перевозки,

$t_{\text{отк.}}$ – время устранения отказа в рейсе;

$K_{\text{сез.}}$ – коэффициент сезонности;

τ_i – температурный режим внутри кузова, °С;

$N_{\text{куз}}$ – тип кузова;

$N_{\text{груз}}$ – тип груза;

$t_{\text{то}}$ – время на техническое обслуживание, ч;

Q_i – средний расход топлива на 100 км, л.

Выводы по третьей главе

1. В результате анализа программных комплексов в сфере грузоперевозок и логистики установлено, что имеющиеся программы решают лишь задачи определения кратчайшего маршрута.

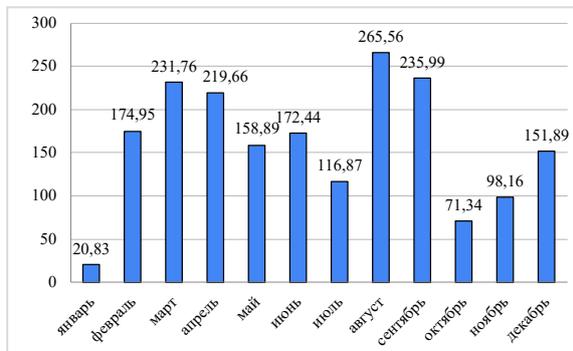
2. Установлено, что для решения поставленных задач, необходимо разработать имитационную модель с учетом специфики перевозимой сельскохозяйственной продукции и показателей безотказности и ремонтпригодности транспортных машин.

3. Произведён сравнительный анализ сред имитационного моделирования, в ходе которого определены требования, а именно язык программирования, возможность применения нескольких способов моделирования, скорость получения и обработки данных. В результате которого выбрана программная среда AnyLogic .

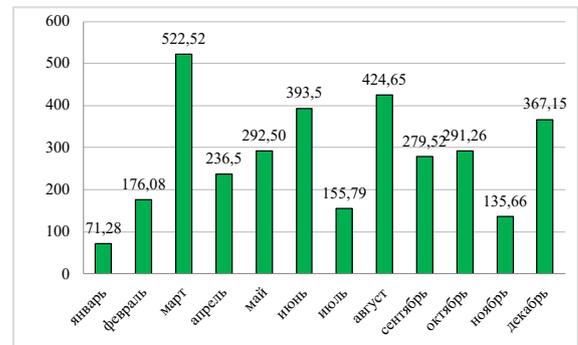
ГЛАВА 4. МЕТОДИКА СБОРА СТАТИСТИЧЕСКИХ ДАННЫХ И ПРОВЕДЕНИЯ, РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

4.1 Статистическое исследование об отказах транспортных машин компании «Технология Движения»

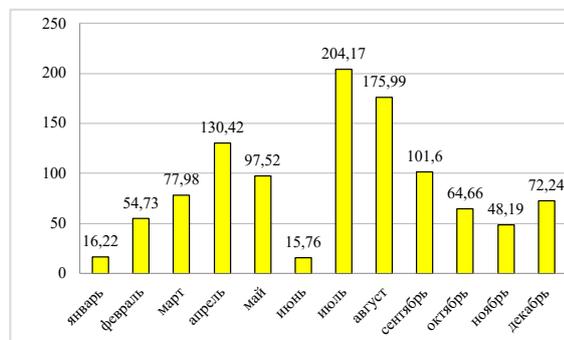
В реальных условиях эксплуатации выход из строя транспортной машины происходит, как правило в результате возникновения внезапных отказов. Показателями, характеризующими работы машин, являются, время безотказной работы и трудоемкость устранения отказа, которые отражают эффективность работы машин в течение определенного периода. В результате проводимых исследований, под наблюдением находились 306 грузовых автомобилей транспортной компании «Технология движения», из них 118 ед. автомобилей КАМАЗ (5490, 4389 F1, М 1840, М 1945, Т 2640), 64 ед. автомобилей SCANIA (G400, R400, R440), 121 ед. автомобилей MERSEDES-BENZ ACROSS (1836, 1841LS, 1844LS, 1845LS, 1846LS, 1848LS, 1853LS, 1840L) и другие (рис. 4.1).



а)



б)

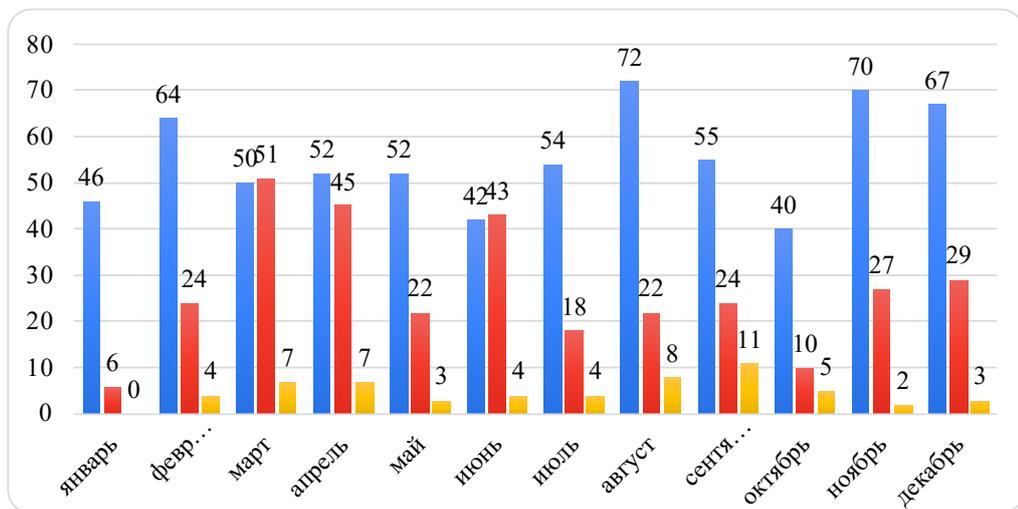


в)

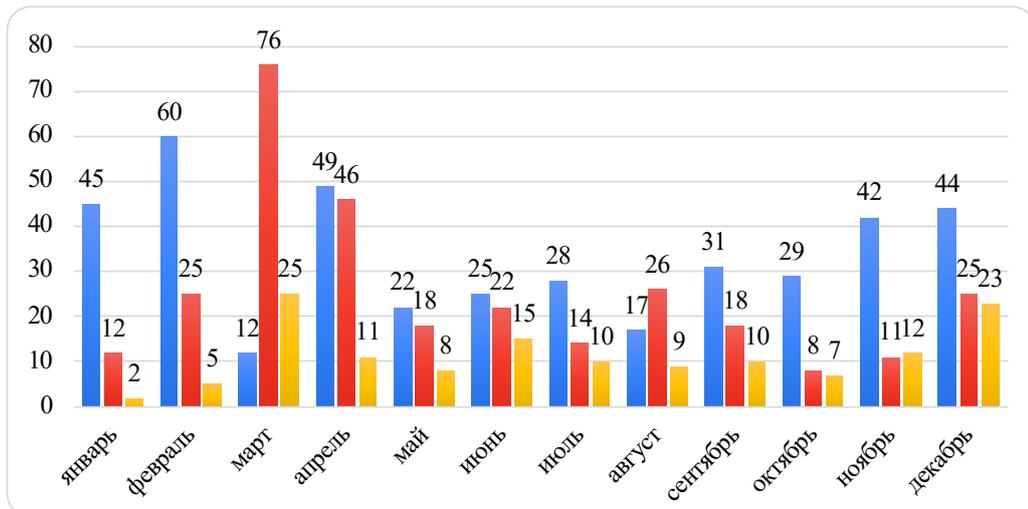
Рисунок 4.1 – Количество ремонтных работ в год в зависимости от марок транспортных машин: а) КАМАЗ; б) Mercedes; в) Scania.

Средний пробег машин за исследуемый период составил около 700 тыс. км на каждый автомобиль с момента начала эксплуатации. Для оценки влияния показателей безотказности на эффективность работы парка машины собраны и систематизированы статистические данные о количестве ремонтно-технических воздействий относительно марок транспортных машин.

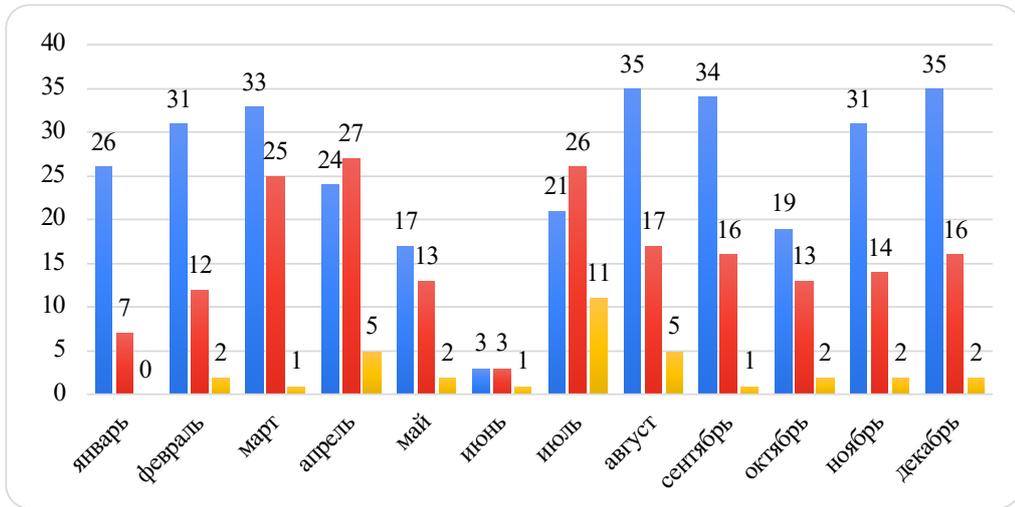
Для того чтобы оценить, как коэффициент технической готовности влияет на эффективность использования парка машин, мы проанализировали и собрали статистические данные о количестве ремонтных работ для различных марок транспортных машин (рис.4.2).



а)



б)



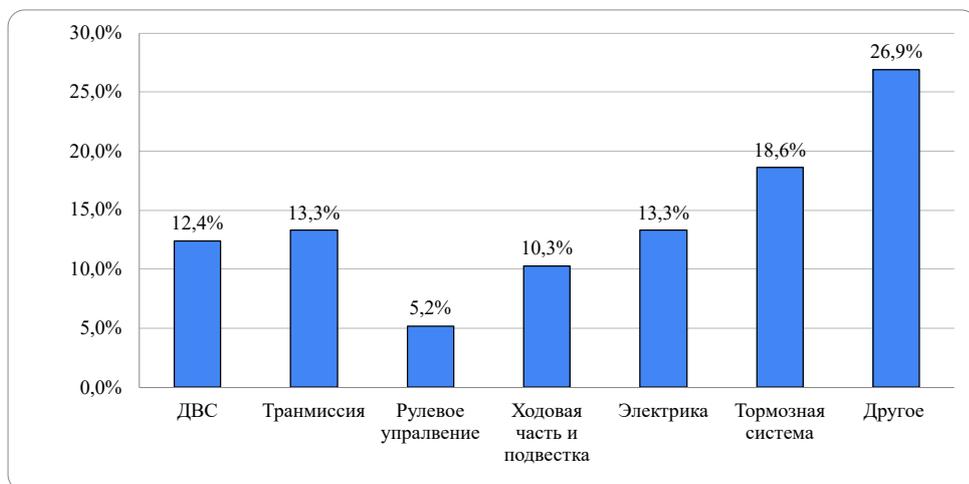
в)

Рисунок 4.2 –Времени восстановления отказов в зависимости от марки транспортных машин

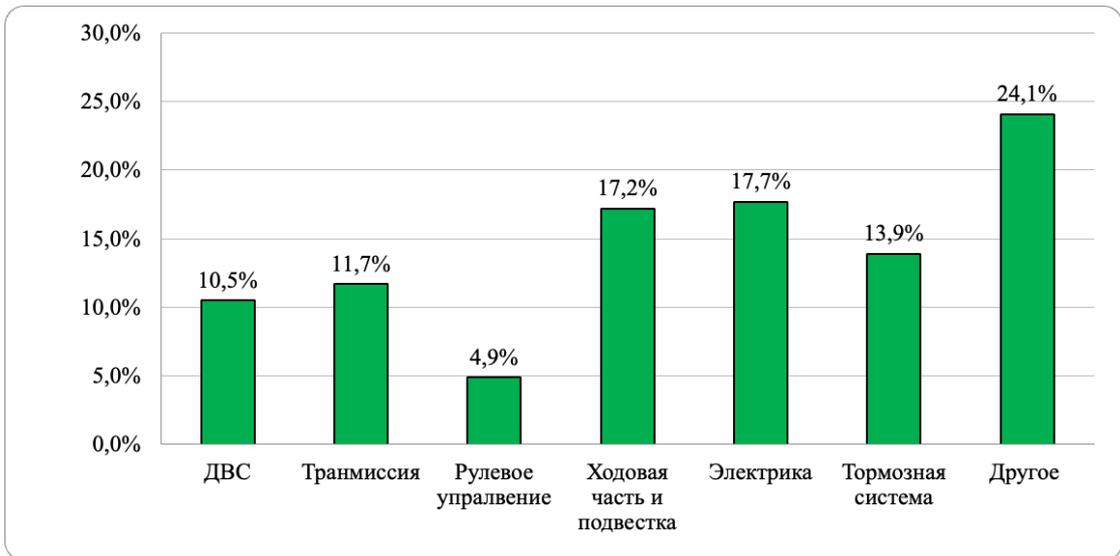
■ До 1 дней ■ От 1-5 дней ■ Свыше 5 дней

а) КАМАЗ б) Mercedes в) Scania

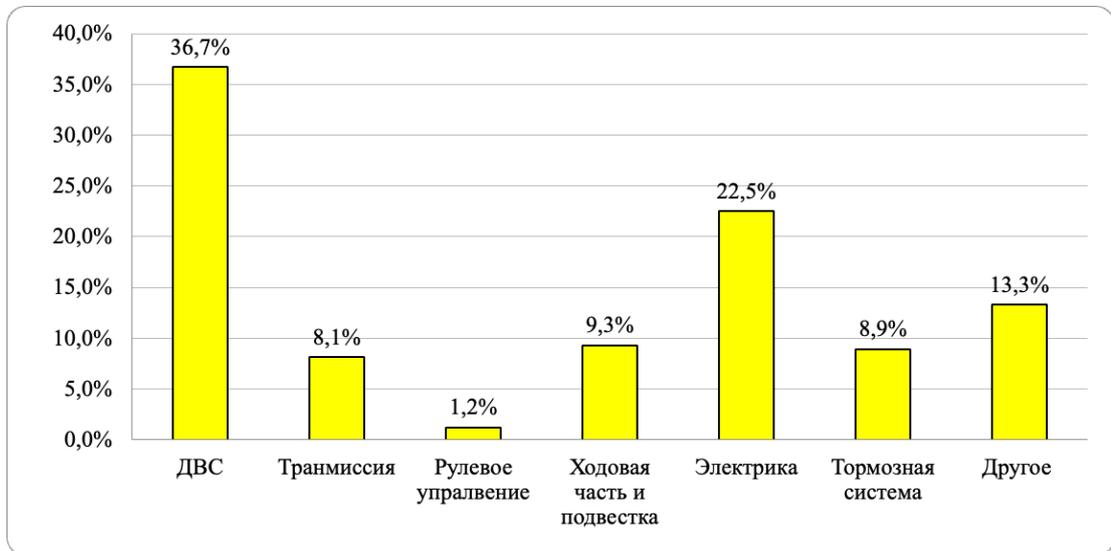
Данные о пробеге транспортных средств распределены между интервалами для того, чтобы построить статистические характеристики замененных деталей (рис.4.3). Определили минимальное, среднее и наибольшее значение показателей. Также, определены: опытная вероятность, частота и среднеквадратичное отклонение. Коэффициент вариации был определен как отношение максимального и минимального значений показателя.



а)



б)



в)

Рисунок 4.3 – Распределение отказов по узлам транспортных машин

а) KAMAZ б) Mercedes в) Scania

Наиболее частыми отказами машин: SCANIA являются неисправности в двигателе (36,4%), электрооборудования (21,8%), трансмиссии (8,6%); KAMAZ тормозной системы (18,6%), электрооборудования (13,3%), трансмиссии (13,2%); MERSEDES ходовой части (17,2%), электрооборудовании (17,7%) и тормозной системы (13,9%).

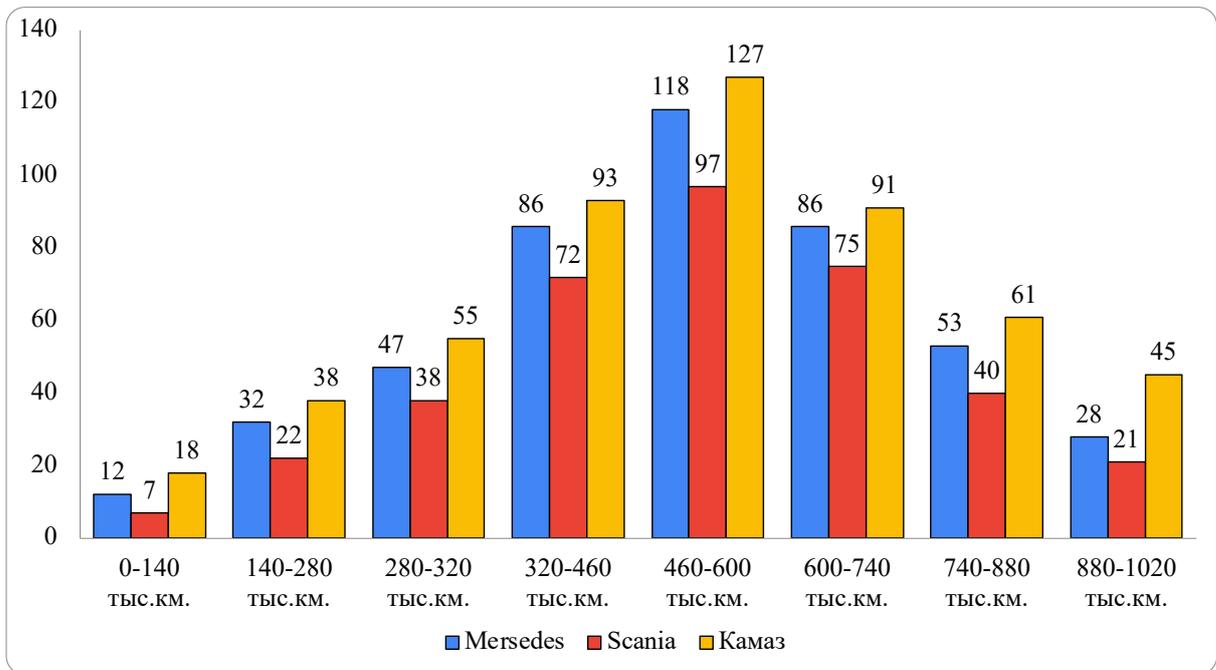


Рисунок 4.4 – Распределение отказов транспортных машин в зависимости от пробега

Исследования отказов относительно пробега показало, что пиковое количества отказов у рассмотренных машин приходится на пробег 460–600 тыс. км. Оценка отказов и их трудоемкости устранения позволяет определить наименее надежные узлы и агрегаты машин, требующие особого внимания при подготовки транспортного средства к выпуску в рейс.

4.2 Проведение статистических испытаний с применением метода Монте-Карло

Установлено, что процесс перевозки сельскохозяйственной продукции зависит от случайных или псевдослучайных величин. Поэтому результаты эксперимента не гарантируют одинаковых результатов при повторении. В связи с этим для изучения процесса необходимо провести серию экспериментов с их последующей обработкой данных [57, 58].

Одной из характерных особенностей выбранной среды является возможность проводить эксперименты: простой эксперимент; варьирование параметров; оптимизация; сравнение «прогонов»; Монте-Карло; анализ чувствительности; калибровка; обучение ИИ; нестандартный. Так как в модели существуют некоторые

переменные величины, то наиболее корректно в данном исследовании применить метод Монте-Карло [66].

При разработке имитационной модели основной алгоритм дополнялся методом Монте-Карло включая определение необходимого количества прогоном для получения достоверных результатов.

Результаты анализа научных работ по проведению статистических испытаний показал, что все еще не существует единой методики определения оптимального количества прогонов эксперимента. Одним из методов определения оптимального количества прогонов эксперимента является центральная предельная теорема, утверждающая, что при увеличении количества прогонов частота событий стремится к вероятности, а среднее значение к математическому ожиданию. Таким образом, целесообразно заменить вероятность события – частотой, а математическое ожидание – средним арифметическим. Среди методов оценки, основанных на центральной предельной теореме, можно выделить методы Муавра-Лапласа, Бернулли и Чебышева [63].

Согласно центральной предельной теореме, сумма случайных величин становится неслучайной величиной и подчиняется нормальному распределению. Доказательство теоремы выполняется следующим образом:

Пусть P_i – количество i -ых исходов значения исследуемой статистической величины в n опытах, тогда $P_i = n_i/n$ – частота i -го исходного значения.

Когда частота приближается к теоретической вероятности, то есть при условии, что $n \rightarrow \infty$ и $p \rightarrow P$, эмпирические характеристики будут также стремиться к теоретическим. В соответствии с центральной предельной теоремой, p будет следовать нормальному распределению с математическим ожиданием m и среднеквадратичным отклонением σ .

Из этого следует:

$$m = P_i \quad (4.2)$$

$$\sigma = \sqrt{p * (1 - \frac{p}{n})}, \quad (4.3)$$

Таким образом, вероятность отклонения частоты p от вероятности P будет отличаться не более чем на ε .

Применив теорему Бернулли получаем:

$$Q(|p - P| \leq \varepsilon) = F\left(\frac{\varepsilon}{\sigma}\right) = F\left(\frac{\varepsilon\sqrt{n}}{\sqrt{p(1-p)}}\right) \quad (4.4)$$

где Q – доверительная вероятность;

ε – доверительный интервал;

F – интегральная функция Лапласа.

Тогда определение минимального количества опытов находится по формуле:

$$n = \frac{p^*(1-p)}{\varepsilon^2} * (F^{-1}(Q))^2, \quad (4.5)$$

где F^{-1} – обратная функция Лапласа.

Следует отметить, что для применения формулы 4.5 необходимо знать значение статистической характеристики p , что часто невозможно без предварительных расчетов. Возникающий парадокс в некоторых случаях исключает необходимость поиска статистической характеристики, полученной в результате нескольких последовательных итераций. Количество повторов опыта для выполнения этой задачи рассчитывают по формуле:

$$n = \frac{1}{\varepsilon^2} \quad (4.6)$$

После проведения n повторных вычислений по формуле 4.6, оценивается статистическая характеристика исследуемой величины, затем корректируется количество повторов n по той же формуле. Величину p следует выбирать исходя из наилучшего или наихудшего исхода изучаемой величины. Вероятности, близкие к 1 или 0.1, считаются оптимальными для определения количества опытов. Необходимо избегать выбора значения p , близкого к 0,5, поскольку это может привести к неопределенности результата.

Данная особенность весьма заметна при графическом сравнении зависимости количества прогонов от доверительного интервала при равной вероятности и различных статистических характеристиках. (рис. 4.5):

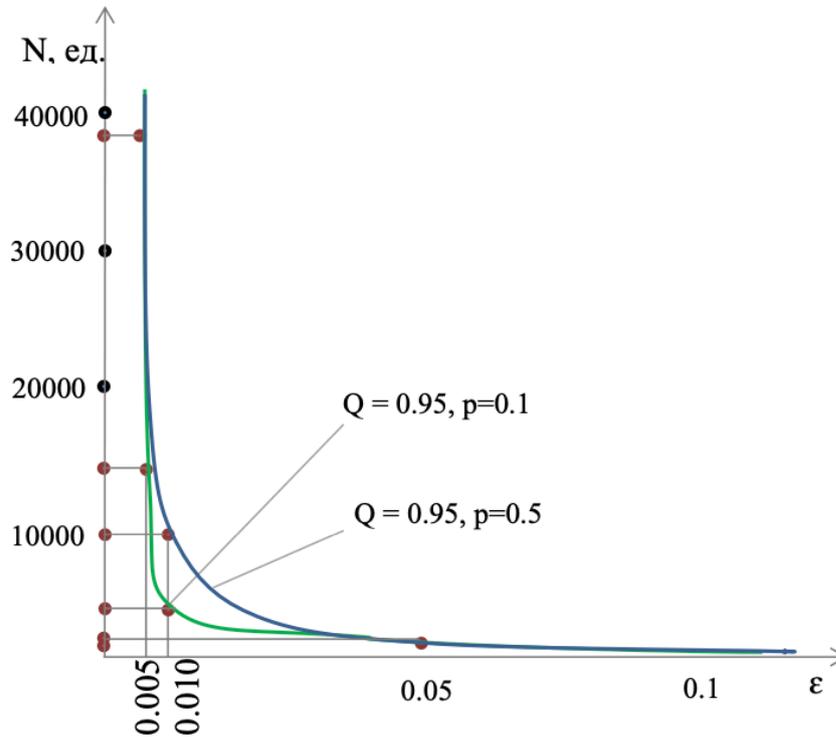


Рисунок 4.5 – Зависимость количества требуемых повторов эксперимента от доверительного интервала

Методики определения количества прогонов не являются строго обязательными и могут быть адаптированы для сокращения времени эксперимента. Данное решение по сокращению числа прогонов принимается на основе анализа характеристик объекта исследования, включая математическое ожидание, доверительный интервал полученных результатов моделирования.

По этой причине, принятие решения о количестве необходимых повторов эксперимента является одной из наиболее важных задач, которая решается в процессе разработки экспериментов.

4.3 Определение параметров компьютерного эксперимента

В рамках поставленной задачи комплексная оценка эффективности процесса перевозки сельскохозяйственной продукции с учетом показателей надежности может быть выполнена в результате сравнения всех возможных сочетаний

транспортных средств с учетом их безотказной работой. Для их нахождения необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$N_{\text{ком}} = N_{\text{ТС}} * N_{\text{ПС}} * (N_{\text{ТС}} - 1) \quad (4.7)$$

где $N_{\text{ком}}$ – количество возможных уникальных сочетаний, ед.;

$N_{\text{ТС}}$ – количество транспортных машин, ед.;

$N_{\text{ПС}}$ – количество погрузчиков, ед.;

Рассчитанное значение указывает на необходимое количество экспериментов для подбора транспортных средств. Следовательно, ввод входных данных и сбор результатов эксперимента должны быть осуществлены в соответствии с установленной формулой менее чем $N_{\text{ком}}$ раз.

Поэтапный процесс разработки алгоритма модели разделен на две части. При помощи первой части происходит заполнение таблицы опытов, а вторая позволяет заменить входные параметры модели для нового эксперимента, сохранив в облаке данные ранее проводимых. По окончании процесса моделирования происходит корректировка точности результатов

Для этого рассчитывается время моделирования всех комбинаций и определяются затраты времени на реализацию компьютерного расчета:

$$T_{\text{mod}} = N_{\text{ком}} * ((t_{\text{пр}} * n_{\text{прог}}) * t_{\text{обм}} + t_{\text{start}}) \quad (4.8)$$

где T_{mod} – время на моделирование, с;

$(t_{\text{пр}} * n_{\text{прог}})$ – время моделирования эксперимента, с;

$n_{\text{прог}}$ – количество прогонов эксперимента, ед.;

$t_{\text{обм}}$ – общее время на загрузку данных в модель, с;

t_{start} – потери времени на повторный запуск, с;

Нужно отметить, что в формуле 4.8 произведение $(t_{\text{пр}} * n_{\text{прог}})$ представляет собой большую часть времени, затраченного на процесс моделирования. По этой причине, в ряде случаев происходит корректировка критериев точности и доверительной вероятности, которые были заданы методом Монте-Карло. Это позволяет уменьшить количество прогонов каждого сочетания транспортных средств.

4.4 Уточнение допустимой погрешности моделирования и оценка временных затрат на реализацию серии компьютерных экспериментов

В научных исследованиях точность моделирования методом Монте-Карло колеблется в диапазоне от 0,01 до 0,05. Для достижения точности в 0,01 при доверительной вероятности 0,95, требуется провести определенное количество прогонов (формула 4.9):

$$n = t_{\alpha}^2 \frac{0.5^2}{\varepsilon^2} = 1,76^2 \frac{0.5^2}{0.01^2} \approx 7744 \quad (4.9)$$

где t_{α} – табулированный аргумент функции Лапласа.

В среднем расчетное время одного прогона ($t_{пр}$) составляет 0.3 сек. Общее время расчёта для определения результатов по всем 306 единицам техники при $t_{обм} = 140$ сек, и $t_{зап} = 30$ сек согласно формуле 4.10 составляет:

$$T_{\text{мод}} = (0.3 * 7744 + 140 + 30) * 306 = 754290 \text{ сек} \approx 209,52 \text{ ч} \quad (4.10)$$

Время, требуемое для проведения компьютерного эксперимента с заданной точностью и доверительной вероятностью, оказывается слишком долгим для эффективного использования разрабатываемой модели [24,25]. Особенно актуально при изменении условий эксперимента, при увеличении количества транспортных машин, что значительно увеличивает продолжительность. Было принято провести серию экспериментов для определения оптимальных значений параметров, влияющих на количество итераций модели, в ходе которых варьировалось количество прогонов модели. Полученные области (рис. 4.6).

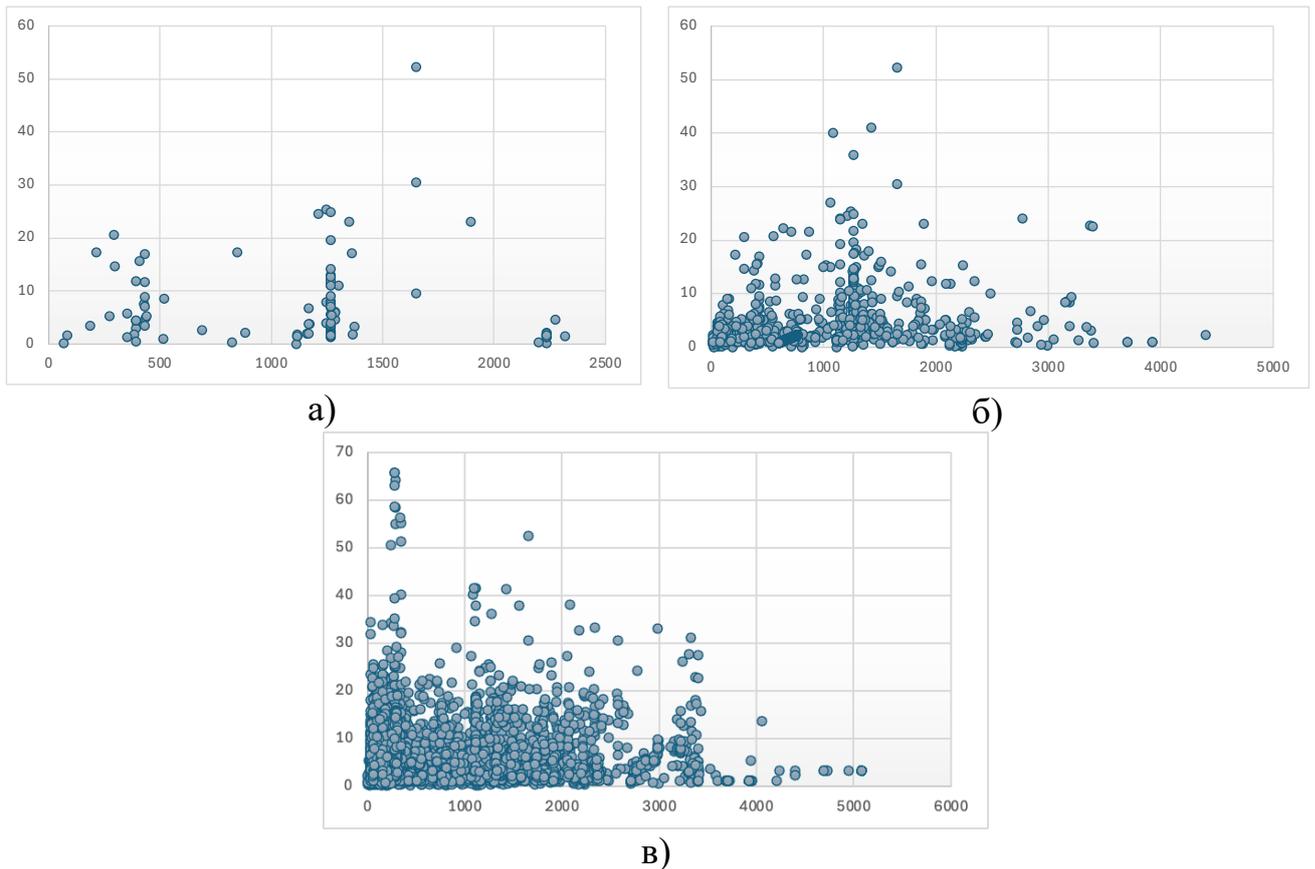


Рисунок 4.6 – Точность имитационного моделирования процесса перевозки сельскохозяйственной продукции

a – 100 прогонов; *б* – 1000 прогонов; *в* – 10000 прогонов

Результаты моделирования процесса перевозки сельскохозяйственной продукции показал, что для достижения достаточной точности необходимо примерно 10000 прогонов модели. Данный результат соответствует расчетным при доверительной вероятности – $Q = 90$, точности – $\varepsilon = 0,05$ и наименее определенной вероятности исхода – $p = 0,5$. Таким образом, общая продолжительность эксперимента составила 4,6 часов на расчет модели и порядка 5,6 для обслуживания.

Выводы по четвертой главе

1. По результатам сбора и обработки статистических данных транспортной компании «Технология движения», сформированы группы отказов для автомобилей SCANIA - неисправности в двигателе (36,4%), электрооборудования (21,8%), трансмиссии (8,6%); для автомобилей КАМАЗ - неисправности тормозной системы (18,6%), электрооборудования (13,3%), трансмиссии (13,2%); для автомобилей MERSEDES - неисправности ходовой части (17,2%), электрооборудования (17,7%) и тормозной системы (13,9%). Пиковое количества отказов у всех рассмотренных транспортных средств приходится на пробег 460–600 тыс. км.

1. Разработана мультиагентная имитационная модель процесса перевозки сельскохозяйственной продукции с учетом специфики перевозимой продукции и показателей безотказности и ремонтпригодности транспортных машин. Уровень согласованности данных с реальными условиями эксплуатации и имитационной модели не превышает более 10%.

2. Отличительной особенностью имитационной модели является возможность изменения эксплуатационных показателей транспортных машин и специфики перевозимой продукции:

– технические показатели транспортных машин: технический паспорт, тип полуприцепа, марка, периодичность технического обслуживания и ремонта, указание дополнительных условий, влияющих на расход топлива в процессе эксплуатации, вероятность безотказной работы, пробег до отказа, время устранения отказа.

– технологические показатели перевозимой продукции: тип и объем перевозимой продукции, уровень загрузки, время перевозки, коэффициент сезонности, влажность и температура в процессе перевозки овощей и фруктов

ГЛАВА 5. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ

5.1 Интерпретация результатов серии компьютерных экспериментов

В соответствии с разработанной методикой, формируется база данных, в рамках которой происходит поиск возможных вариации транспортных машин с учетом показателей надежности и специфики перевозимой продукции. Данный процесс полностью автоматизирован, количество прогонов, может варьироваться в зависимости от поставленной задачи и ограничений, поэтому для поиска оптимального решения необходима корректировка, вместо формулы 4.8 используется формула 5.1, после чего производится перерасчет.

$$N_{\text{ком}} = N_{\text{тс}} * N_{\text{пс}} * N_{\text{гр}} = 306 * 5 * 5 \approx 7650 \text{ прогонов} \quad (5.1)$$

Составленный план матрица позволяет получить 306 различных вариаций транспортных машин, которые отражают порядок выполнения расчетов, в ходе которых собираются выходные данные по технико-экономическим показателям перевозки. Также стоит отметить, что результаты, получаемые с модели, будут формировать область решений, возникающих из влияния случайных величин и событий в процессе моделирования перевозки сельскохозяйственной продукции. Поэтому для сравнительного анализа параметров различных транспортных машин вычисляется их математическое ожидание. Результаты, полученные в процессе моделирования (рис.5.1 и рис.5.2):

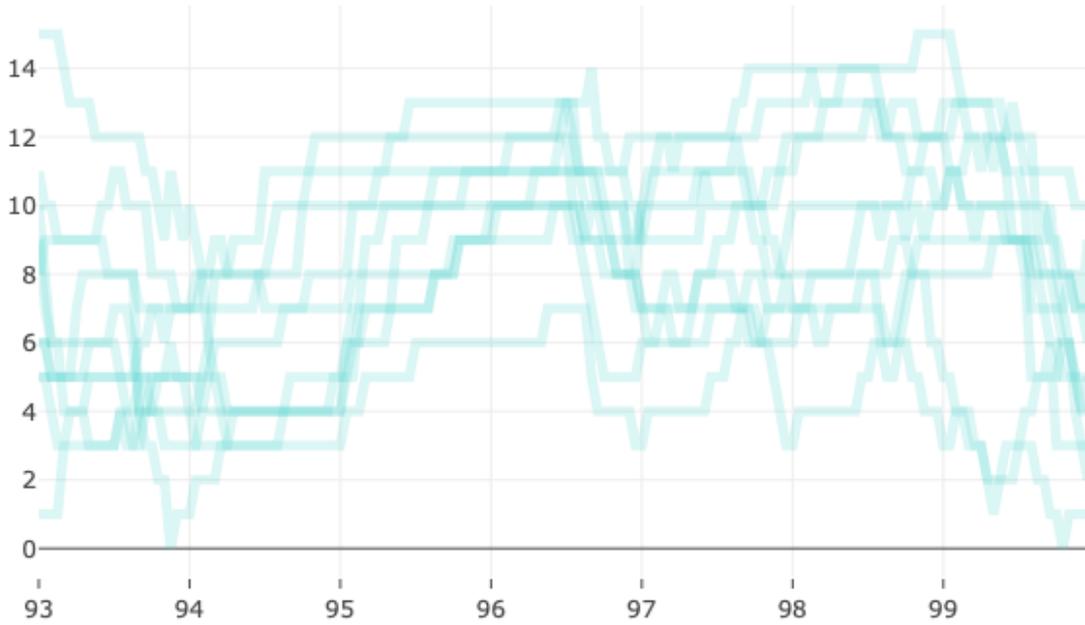


Рисунок 5.1 – График реализации компьютерного эксперимента процесса перевозки сельскохозяйственной продукции

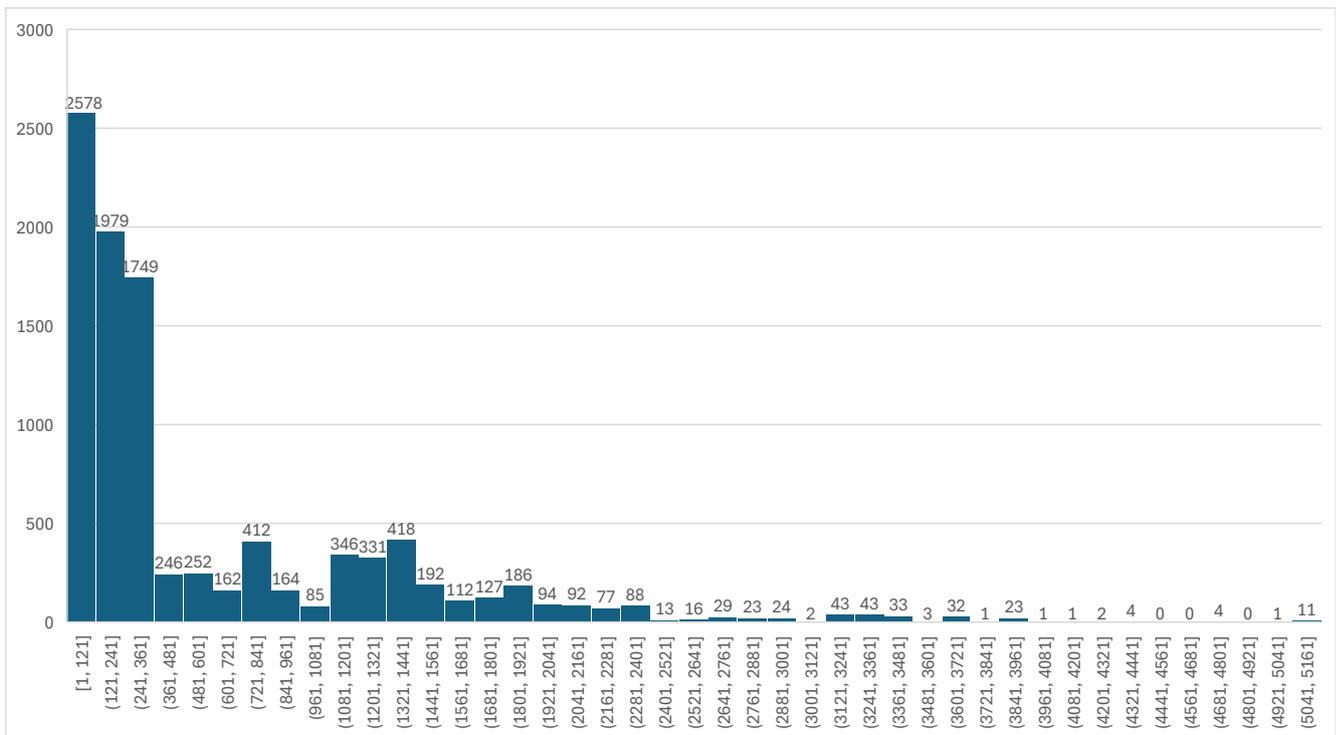


Рисунок 5.2 – Гистограмма распределения результатов моделирования от продолжительности маршрута

Ключевыми показателями, касающимися эффективности эксплуатации машинного парка, являются время и затраты на осуществление перевозки. Значения этих параметров представлены ниже, расположенные в соответствии с порядком выполнения эксперимента (рис.5.3).

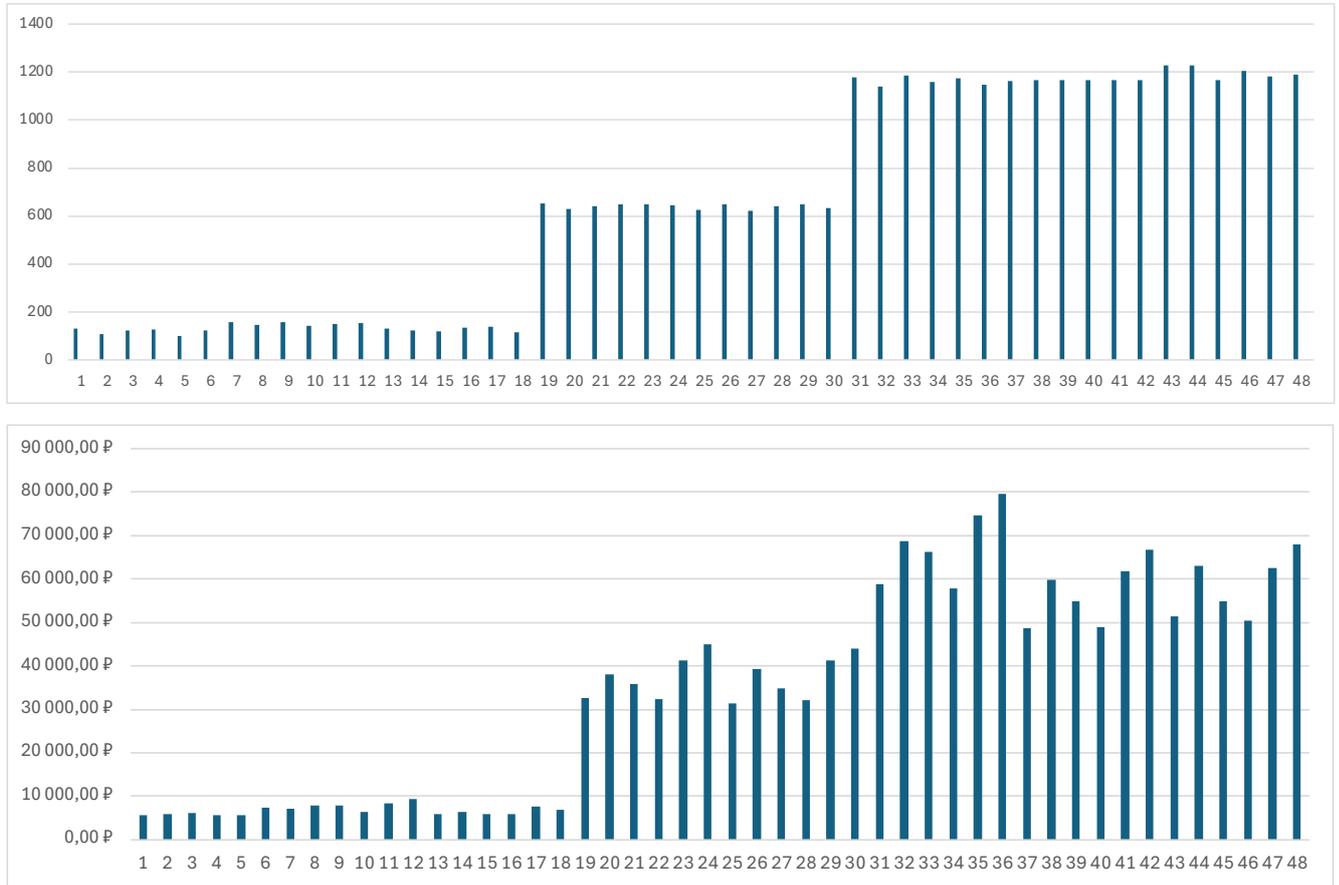


Рисунок 5.3 – Результаты имитационного моделирования
а) Сроки перевозки, ч; б) Затраты на перевозку, тыс. руб.

Результаты полученных данных (суммарные затраты и продолжительности), полученные в ходе имитационного моделирования представлены на диаграмме ранжирования данных (рис. 5.4), а также сводном графике результатов моделирования (рис. 5.5) с указанием ограничений в виде продолжительности и стоимости выполнения перевозки сельскохозяйственной продукции.

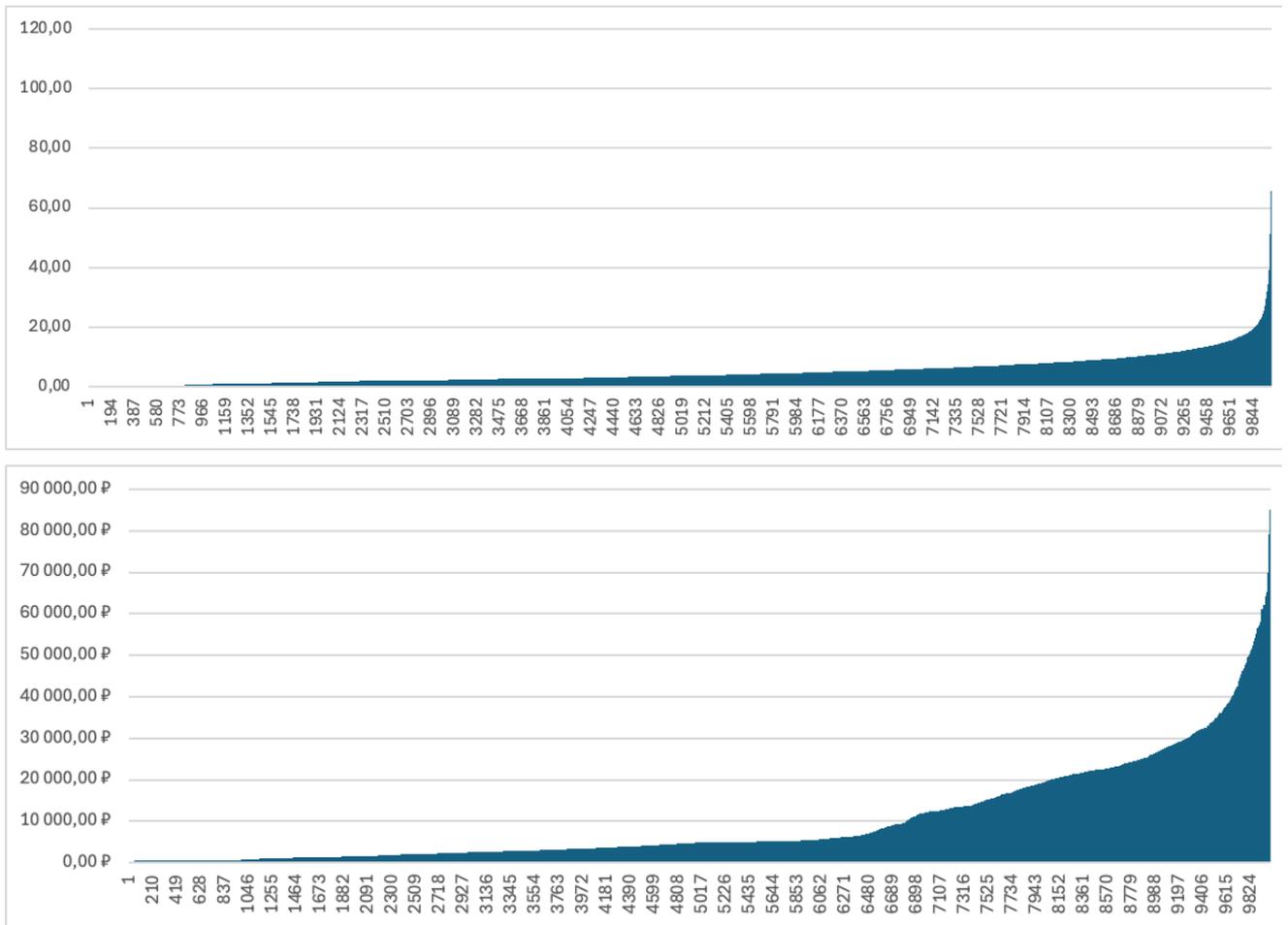
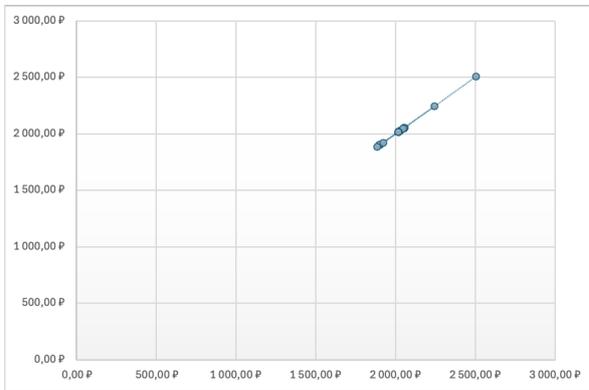
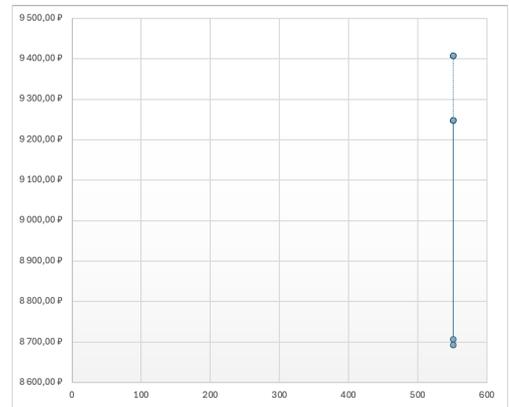


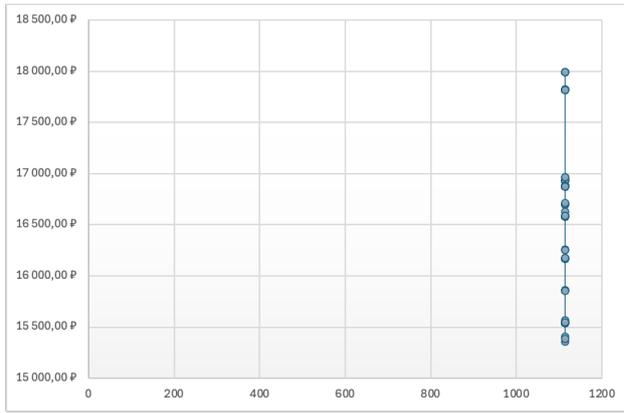
Рисунок 5.4 – Ранжирование результатов имитационного моделирования



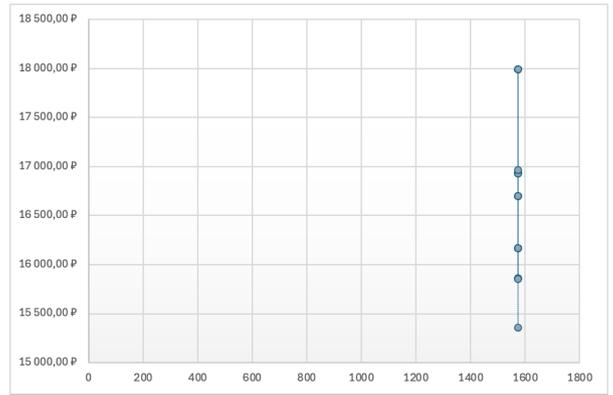
а)



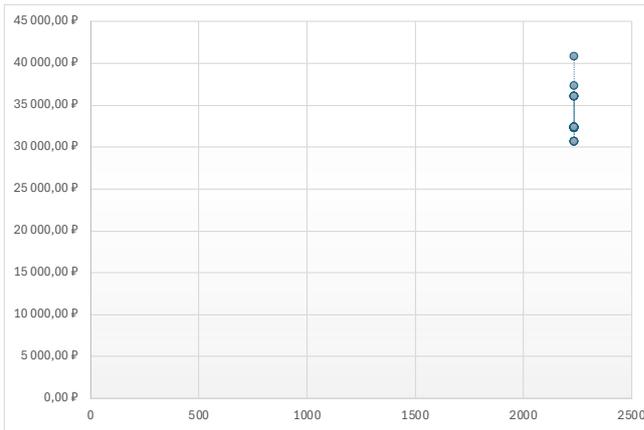
б)



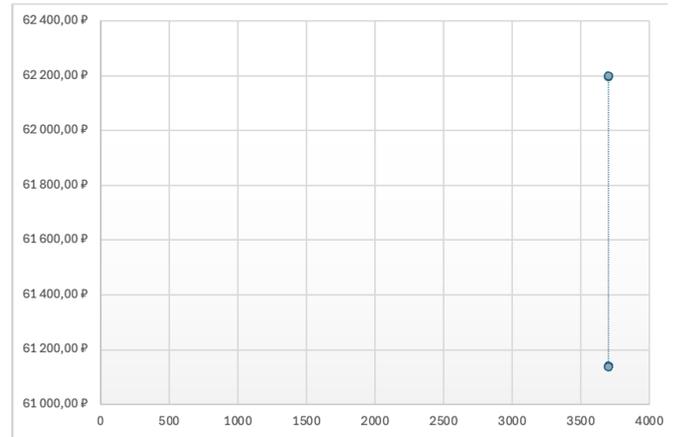
в)



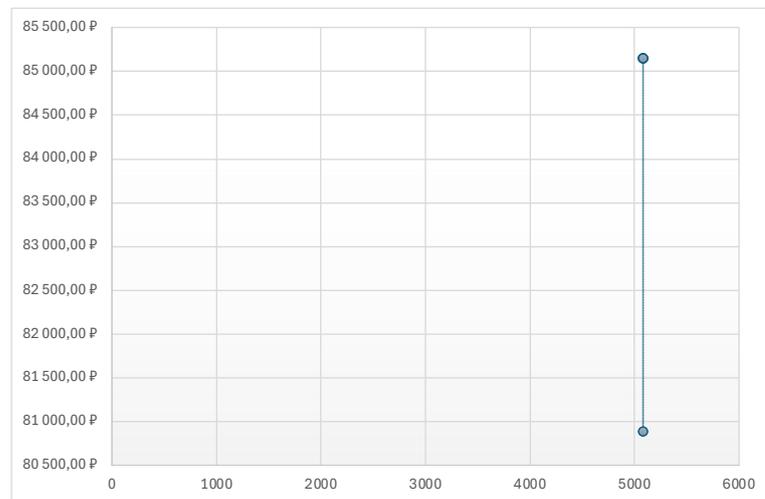
г)



д)



е)



е)

Рисунок 5.5 – Диапазон варьирования стоимости маршрута в зависимости от продолжительности

а) $L=120$ км б) $L=551$, км в) $L=1115$, км г) $L=1573$, км д) $L=2234$, км
 е) $L=3072$, км е) $L=5081$, км

Следует отметить, что в процессе перевозки сельскохозяйственной продукции необходимо учитывать специфику перевозимой продукции, сезонность и тип

кузова, показатели безотказности и ремонтпригодности транспортных машин, поэтому в процессе поиска оптимального решения следует учитывать максимально допустимое время перевозки продукции (рис. 5.6).

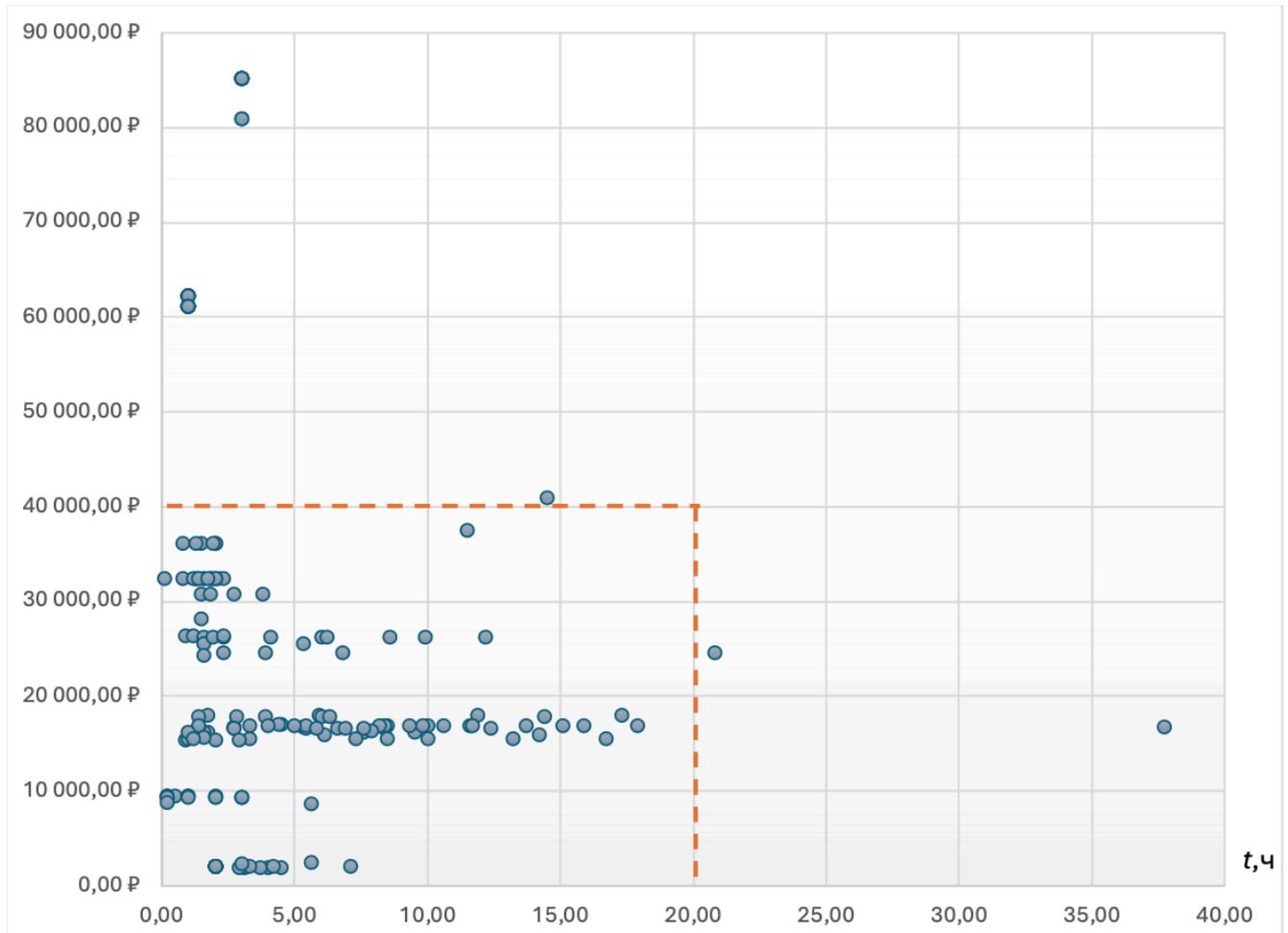


Рисунок 5.6 – Сводный график результатов имитационного моделирования

Важно отметить, что граница, устанавливающая максимально разрешенный срок перевозки продукции, может варьироваться в зависимости от сезонности, типа продукции и показателей безотказности и ремонтпригодности, помимо экономического критерия, целесообразно оценить возможность модели корректировать продолжительность маршрута в зависимости от вводимых ограничений.

5.2 Результаты имитационного моделирования эксплуатации различных вариантов транспортных машин при перевозке сельскохозяйственной продукции

В результате обработки статистических данных были получены показатели надежности транспортных машин, которые представлены в табл. 5.1.

Таблица 5.1 – Показатели надежности транспортных машин

Марка	Количество транспортных машин, ед.	Количество ремонтно-технических воздействий, чел. ч	Затраты на ремонтно-технические воздействия, рублей	Среднее число отказов на один автомобиль, ед.	Средний пробег, км	Средний пробег до первого отказа, км	КТГ
КАМАЗ	121	9591,71	74461057,71	16,1	558292	121429,84	0,94
MERCEDES	118	16732,1	90738441	27,7	1138100	204657,02	0,92
SCANIA	64	5297,38	53262193,43	13,8	1214448,8	303661,53	0,95

С целью определения времени перевозки в зависимости от продолжительности маршрута были проведены дополнительные эксперименты (табл. 5.2, табл. 5.3 и табл. 5.4).

Таблица 5.2 – Влияние продолжительности маршрута на время перевозки

Продолжительность	Время перевозки, ч					
	2,02	4,04	7,07	5,05	5,05	7,07
L=120 км	2,02	4,04	7,07	5,05	5,05	7,07
L=551 км	4,04	4,04	7,17	8,19	7,27	5,42
L=1115 км	17,07	16,05	17,17	17,2	15,25	14,44
L=1573 км	20,05	19,04	20,17	23,23	20,29	20,44
L=2234 км	25,05	27,07	25,14	29,2	28,28	28,28
L=3072 км	41,07	42,2	44,45	44,25	40,28	40,4
L=5081, км	60,6	64,44	61,35	65,3	66,2	66,2

Таблица 5.3 – Влияние продолжительности маршрута на стоимость перевозки

Продолжительность	Стоимость перевозки					
L=120 км	2 167,00 Р	2 177,00 Р	2 020,00 Р	2 152,00 Р	2 139,00 Р	2 048,00 Р
L=551 км	9 310,00 Р	9 009,00 Р	8 903,00 Р	8 723,00 Р	9 107,00 Р	9 304,00 Р
L=1115 км	15 722,00 Р	15 506,00 Р	17 635,00 Р	15 723,00 Р	16 800,00 Р	15 752,00 Р
L=1573 км	25 948,00 Р	26 509,00 Р	26 695,00 Р	26 796,00 Р	28 026,00 Р	26 325,00 Р
L=2234 км	37 366,00 Р	33 151,00 Р	38 846,00 Р	38 368,00 Р	38 273,00 Р	34 658,00 Р
L=3072 км	61 179,00 Р	62 064,00 Р	61 503,00 Р	61 281,00 Р	62 139,00 Р	61 763,00 Р
L=5081 км	84 154,00 Р	81 638,00 Р	80 980,00 Р	81 162,00 Р	82 632,00 Р	84 100,00 Р

Таблица 5.4 – Влияние продолжительности маршрута на затраты на топливо

Продолжительность	Затраты на топливо					
L=120 км	1 864,00 Р	1 702,00 Р	2 012,00 Р	1 941,00 Р	1 746,00 Р	1 875,00 Р
L=551 км	7 981,00 Р	7 957,00 Р	8 157,00 Р	8 214,00 Р	7 983,00 Р	8 248,00 Р
L=1115 км	15 631,00 Р	14 876,00 Р	14 164,00 Р	14 855,00 Р	14 553,00 Р	16 039,00 Р
L=1573 км	24 004,00 Р	24 136,00 Р	22 326,00 Р	22 768,00 Р	22 617,00 Р	24 008,00 Р
L=2234 км	30 815,00 Р	35 192,00 Р	34 805,00 Р	29 617,00 Р	30 409,00 Р	31 702,00 Р
L=3072 км	55 645,00 Р	55 236,00 Р	55 801,00 Р	55 920,00 Р	55 542,00 Р	55 833,00 Р
L=5081 км	73 047,00 Р	73 946,00 Р	74 099,00 Р	73 052,00 Р	73 854,00 Р	75 140,00 Р

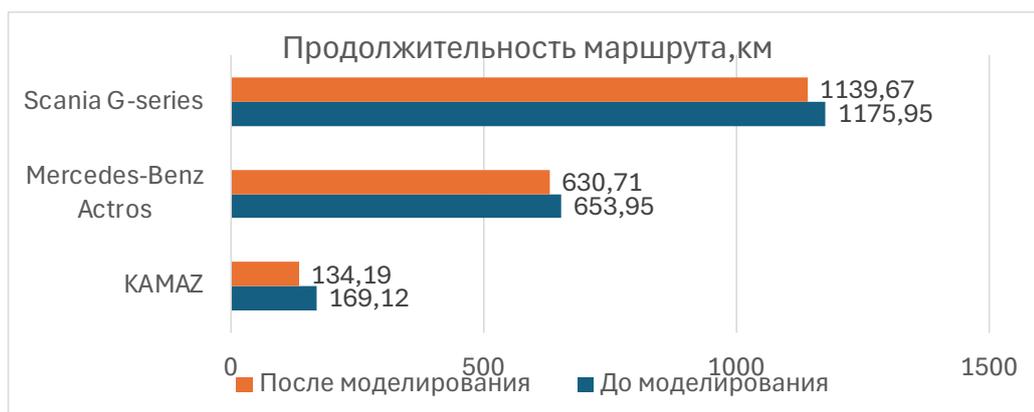
Были определены экономические показатели транспортных машин из расчета заданных объемов до оптимизации и после приведены в табл. 5.5.

Таблица 5.5 – Экономические показатели перевозки до и после оптимизации

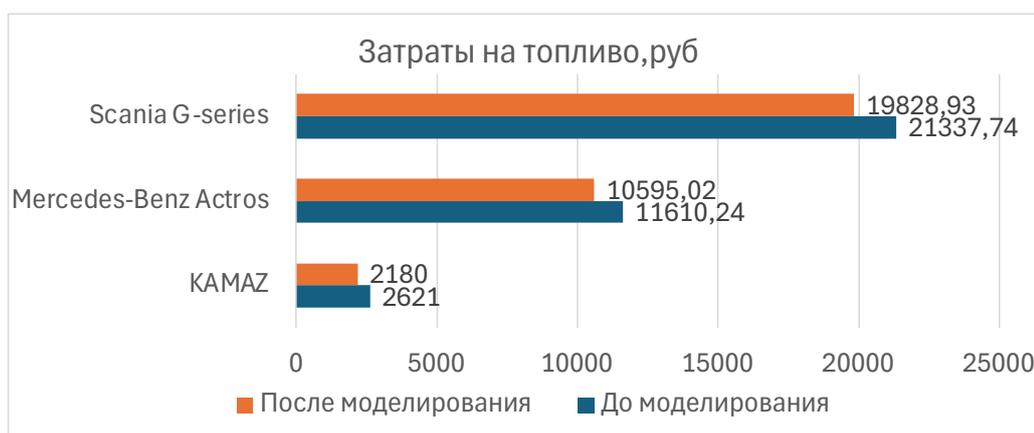
Продолжительность, км	Средняя продолжительность перевозки, ч		Стоимость маршрута, руб.	
	До	После	До	После
120	4,88	3,00	2 032,67	1 877,00
551	6,23	4,20	9 003,50	8 071,17
1115	13,47	12,15	16 933,17	15 217,33
1573	21,04	18,60	26 534,67	23 757,67
2234	27,44	23,40	36 966,33	33 291,33
3072	41,07	36,75	61 653,17	55 545,83
5081	63,29	57,15	81 276,67	74 722,00

Анализ приведённых экономических показателей работы показывает, что эффективность транспортных машин по критерию минимума затрат на топливо в зависимости от выполнения плана перевозки зависит, от транспортной загруженности, объема груза, сезонности, характера продукции

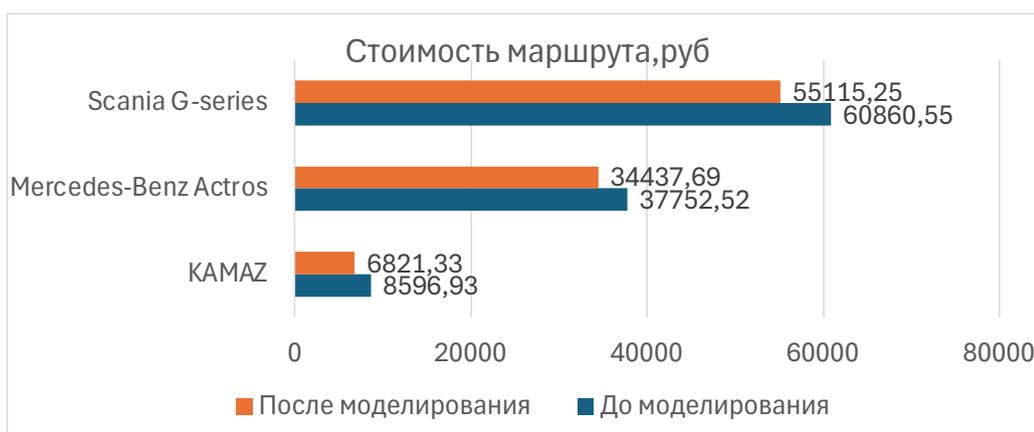
На рис. 5.7 приведены результаты моделирования процесса перевозки сельскохозяйственной продукции с использованием различных марок транспортных машин, направлений и протяжённости.



а)



б)



в)

Рисунок 5.7 – Результаты моделирования по основным экономическим показателям эффективности использования машин в процессе перевозок сельскохозяйственной продукции

а) продолжительность маршрута б) затраты на топливо в) стоимость маршрута

С помощью разработанной модели происходит корректировка маршрута, подбор транспортных машин с учетом специфики перевозимого груза и показателей безотказности и ремонтпригодности транспортных машин.

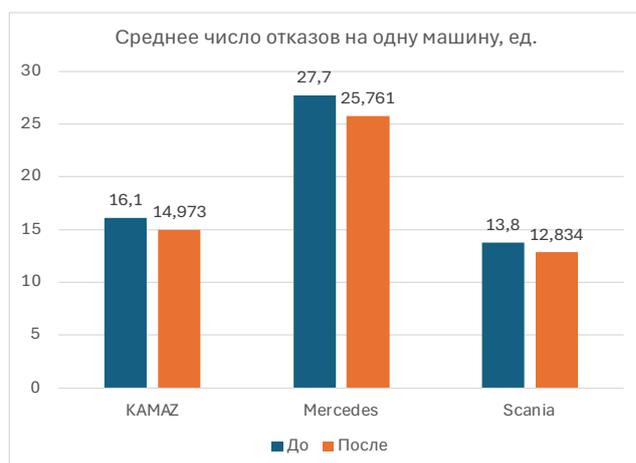
Сравнение результатов моделирования с данными, полученными в процессе эксплуатации, показывают следующую тенденцию, а именно снижение продолжительности маршрута: с 1175 до 1139 км, с 653 до 630 км, с 169 до 134 км в зависимости от маршрута перевозки данный эффект составил в среднем 20–60 км (рис 5.7 а).

За счет создания оптимального маршрута перевозки в зависимости от объема перевозимой продукции с наименьшим количеством используемых машин объем

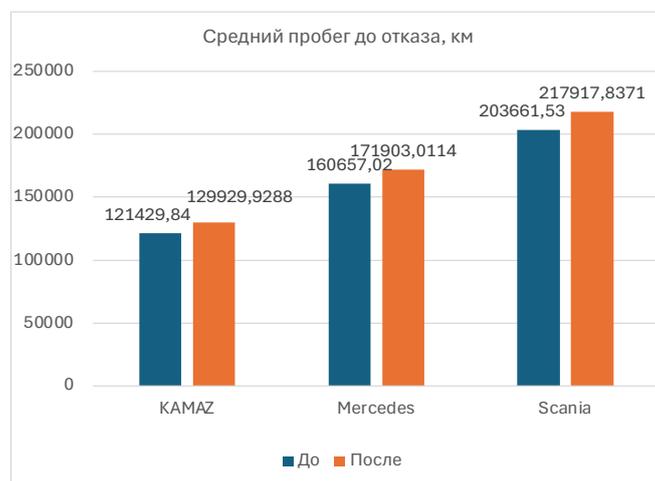
перевозимого груза увеличилась с 16 до 17,55 тонн, с 16,7 до 17,8 тонн, с 16,9 до 18,1 тонн (рис 5.7 в).

На рис 5.7 затраты на топливо снизились с 21337,00 рублей до 19828,00 рублей, с 11610,00 до 10595,00 рублей и 2180,00 до 2621,00 рублей соответственно за счет, вводимых ограничений (в рассматриваемом примере являются срок и режимы перевозки продукции), а также динамическому перестроению маршрута. Если перестроение маршрута не может быть реализовано имеющимися машинами, то добавляется новая и выполняется проверка других сочетаний, В случае если запрос потребителя был меньшего размера, чем возможный объем перевозки груза, то подбирается еще один заказ до полного наполнения машины. Если заказ получен и расстояние между потребителями ниже критического, то в такой ситуации кратчайший путь определяется через две точки.

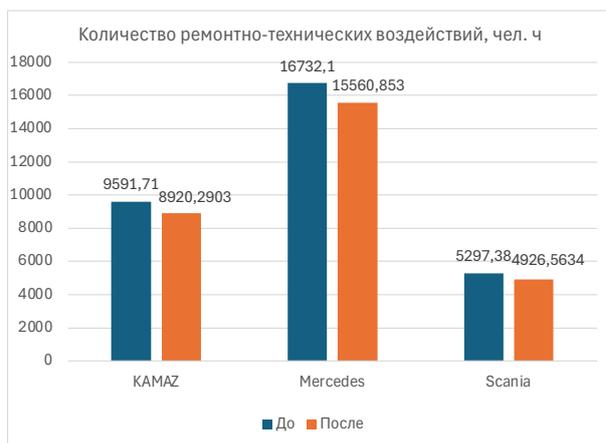
Для проведения сравнительного анализа и разработки рекомендаций по определению оптимальных параметров перевозки сельскохозяйственной продукции с учетом показателей безотказности и ремонтпригодности транспортных машин приведены сравнительные гистограммы по соответствующим критериями оценки их эффективности (рис. 5.9)



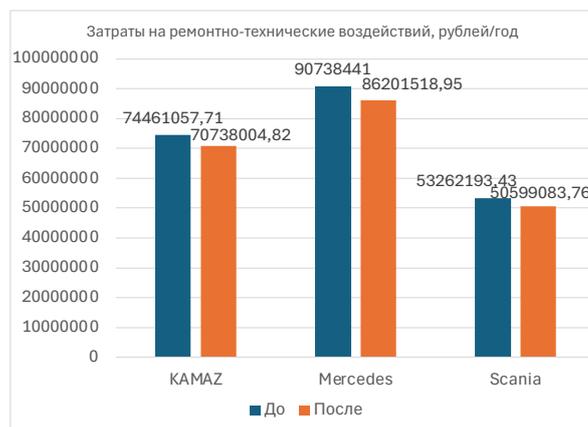
а)



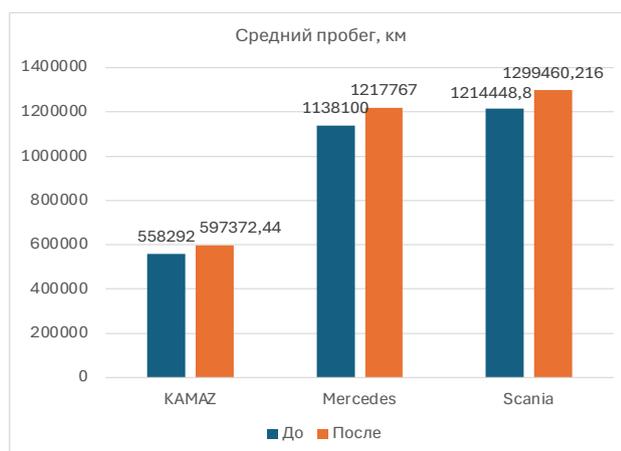
б)



в)



г)



д)

Рисунок 5.9 – Результаты моделирования по основным эксплуатационным показателям эффективности транспортных машин при перевозке сельскохозяйственной продукции в ТК «Технология Движения»

По результатам расчетов по разработанной методике среднее число внезапных отказов на один автомобиль марки KAMAZ, MERCEDES, SCANIA снизился с 16,1 до 14,8; с 27,7 до 25,7; с 13,8 до 12,8 соответственно, а пробег до отказа увеличился с 121419 км до 129 929 км; с 160657 км до 171 903 км; с 203 661 км до 217 903 км соответственно.

При этом вырос и средний пробег транспортных машин до 597 тыс. км, 1217 тыс. км, 1299 тыс. км соответственно.

Себестоимость перевозки сельскохозяйственной продукции снизилась с 60860 рублей до 55115 рублей, с 37752 рублей до 34752 рублей, с 8517 рублей до 6821 рублей в зависимости от марки транспортных машины.

Использование разработанной методике на примере функционирования транспортной компании «Технология движения» показали снижение времени на устранение отказов на 7 % и уменьшение затрат, связанных с их устранением на 5 %, получая в целом экономию средств в размере 10 299 тыс. рублей. А также разработанная методика по определению оптимальных параметров перевозки сельскохозяйственной продукции с учетом технического состояния (показателей безотказности и ремонтпригодности) апробирована в производственных условиях предприятия ООО «КомТранс Трейд», обсуждена и одобрена на ее техническом совете и принята к дальнейшему использованию.

Выводы по пятой главе

1. Разработаны модули системы «Сапфир», а именно программно-аналитический комплекс организации взаимодействия между подвижным составом автомобильного транспорта и складами» (программа для ЭВМ №2024610468), программно-вычислительный комплекс моделирования транспортно-технологических систем (программа для ЭВМ №2024610603), программно-вычислительный комплекс загрузки транспортных средств систем (программа для ЭВМ №2024665968)

2. Даны рекомендации по подбору транспортных машин на основе разработанной методике. Оптимальными транспортными машинами для выполнения дальних рейсов от 2000 км и выше, являются машины марки SCANIA, для средней групп маршрутов от 500 км до 2000 км рекомендуется использовать MERCEDES, для коротких рейсов машины марки KAMAZ.

3. Использование разработанной методике по определению оптимальных параметров перевозки сельскохозяйственной продукции с учетом показателей безотказности и ремонтпригодности транспортных машин позволяет:

– сократить продолжительность и стоимость перевозки, за счет создания оптимального маршрута перевозки в зависимости от объема перевозимой продукции с наименьшим количеством используемых машин;

– снизить затраты, связанные с ремонтно-техническими воздействиями, за счет определения наименее надежных узлов и агрегатов машины, дополнительной диагностикой и наблюдением при подготовке к выпуску в рейс. В случае обнаружения таких элементов рекомендовать замену агрегата или узла, не доводя его до предельного состояния.

4. По результатам применения разработанной методике по определению оптимальных параметров процесса перевозки сельскохозяйственной продукции с учетом показателей безотказности и ремонтпригодности транспортных машин установлено, что:

– среднее число внеплановых отказов на один автомобиль марки КАМАЗ, MERCEDES, SCANIA снизилось с 16,1 до 14,8; с 27,7 до 25,7; с 13,8 до 12,8 соответственно;

– пробег до отказа на один автомобиль марки КАМАЗ, MERCEDES, SCANIA увеличился с 121419 км до 129 929 км; с 160657 км до 171 903 км; с 203 661 км до 217 903 км соответственно;

– себестоимость перевозки сельскохозяйственной продукции в целом снизилась на 8–15% и составила от 2 до 6 тысяч рублей на одну перевозку в зависимости от марки транспортных машины.

5. Внедрение разработанных программных модулей системы «Сапфир» позволило транспортной компании «Технология движения» обеспечить снижение времени на устранение отказов на 7 % и сокращение затрат, связанных с их устранением на 5 %.

6. Получен экономический эффект от применения разработанной методики по определению оптимальных параметров перевозки сельскохозяйственной продукции с учетом технического состояния (показателей безотказности и ремонтпригодности) транспортных машин в размере 10 299 тыс. рублей без снижения качества перевозимой сельскохозяйственной продукции.

7. Результаты научного исследования, успешно апробированы в производственных условиях предприятия ООО «КомТранс Трейд», обсуждены и одобрены на ее техническом совете и приняты к дальнейшему использованию.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Анализ вопроса транспортировки сельскохозяйственной продукции показал, что в мире уровень потерь сельскохозяйственной продукции при перевозке составляет от 3 % до 18 %. В России 15–20% продукции АПК не доходит до потребителя из-за низкого качества перевозки. Из всего многообразия факторов при перевозке нами определены основные показатели, влияющие на качество и себестоимость перевозки сельскохозяйственной продукции, а именно технологические (тип кузова, время перевозки, коэффициент сезонности, влажность, температура), а также показатели безотказности и ремонтпригодности транспортных машин (вероятность безотказной работы транспортной машины, пробег транспортной машины до отказа, время устранения отказа транспортной машины).

2. Установлено, что наиболее удачным решением по обеспечению эффективной перевозки сельскохозяйственной продукции из существующих в данное время, являются системы типа «точно в срок» («just-in-time», JIT- система). Данные системы позволяют: снизить продолжительность цикла перевозки на 35 %, уменьшить издержки на 15–20% и сократить запасы на 25%.

3. Предложена новая функциональная схема процесса перевозки сельскохозяйственной продукции с помощью нотации BPMN с учетом технического состояния (показателей безотказности и ремонтпригодности) транспортных машин.

4. Разработана методика по определению оптимальных параметров процесса перевозки сельскохозяйственной продукции с учетом показателей безотказности и ремонтпригодности транспортных машин в программном продукте «Сапфир» (среда AnyLogic). Уровень согласованности данных с реальными условиями эксплуатации и имитационной модели не превышает более 10%.

5. Установлено, что пиковое количество отказов у рассмотренных транспортных машин приходится на пробег 490–600 тыс. км, средний пробег до отказа для автомобилей марок KAMAZ, MERCEDES, SCANIA составил 121 419 км,

160 657 км, 203 661 км соответственно, а среднее число отказов для автомобилей марок KAMAZ, MERCEDES, SCANIA составило 16,1; 27,7; 13,8 соответственно. В результате сбора и обработки статистических данных, сформированы характерные группы отказов для автомобилей марок KAMAZ, MERCEDES, SCANIA.

6. По результатам применения разработанной методике по определению оптимальных параметров процесса перевозки сельскохозяйственной продукции с учетом показателей безотказности и ремонтпригодности транспортных машин установлено, что: – среднее число внеплановых отказов на один автомобиль марки KAMAZ, MERCEDES, SCANIA снизилось с 16,1 до 14,8; с 27,7 до 25,7; с 13,8 до 12,8 соответственно; – пробег до отказа на один автомобиль марки KAMAZ, MERCEDES, SCANIA увеличился с 121419 км до 129 929 км; с 160657 км до 171 903 км; с 203 661 км до 217 903 км соответственно; – себестоимость перевозки сельскохозяйственной продукции в целом снизилась на 8–15% и составила от 2 до 6 тысяч рублей на одну перевозку в зависимости от марки транспортных машины.

7. Внедрение разработанных программных модулей системы «Сапфир»: рег. №2024610603 «Сапфир-1.0: Программно-вычислительный комплекс моделирования транспортно-технологических систем», рег. №2024610468 «Сапфир-1.1: Программно-аналитический комплекс организации взаимодействия между подвижным составом автомобильного транспорта и складами», рег. №2024665968 «Сапфир 1.2 Программно-вычислительный комплекс загрузки транспортных средств» позволило транспортной компании «Технология движения» обеспечить снижение времени на устранение отказов на 7 % и сокращение затрат, связанных с их устранением на 5 %. В результате получен экономический эффект в размере 10 299 тыс. рублей без снижения качества перевозимой сельскохозяйственной продукции. А также, результаты научного исследования, успешно апробированы в производственных условиях предприятия ООО «КомТранс Трейд», обсуждены и одобрены на ее техническом совете и приняты к дальнейшему использованию.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анализ грузооборота при внесении органических удобрений в условиях фермерских хозяйств / А. С. Сметнев, Г. Г. Рамазанова, Ю. Б. Юдин, А. Б. Юрцов // Перспективы инновационного развития в агротехнических и энергетических системах : Материалы Международной научно-практической конференции, Балашиха, 14 ноября 2023 года. – Балашиха: Российский государственный университет народного хозяйства им. В.И. Вернадского, 2023. – С. 151-154. – EDN BXWRHP.
2. Агафонов, А.В. Определение потребности дилерских станций технического обслуживания автомобилей в запасных частях и повышение эффективности управления запасами: дис. ... канд. техн. наук / Агафонов Алексей Валентинович. – М., 2003 – 221 с.
3. Актуализация применения информационных технологий в сфере грузоперевозок / Д. С. Рябчиков, О. Н. Дидманидзе, И. А. Успенский [и др.] // Транспортное дело России. – 2024. – № 3. – С. 274-277. – EDN WNCNQH.
4. Алдошин, Н. В. Выбор стратегий качественного выполнения механизированных работ / Н. В. Алдошин, Р. Н. Дидманидзе // Международный технико-экономический журнал. – 2013. – № 5. – С. 67-70. – EDN RMXJQR.
5. Алдошин, Н. В. Исследование технологических процессов в растениеводстве при помощи стохастических матриц / Н. В. Алдошин // Техника в сельском хозяйстве. – 2007. – № 3. – С. 45-47. – EDN IATUAN.
6. Алдошин, Н. В. Повышение производительности при перевозке сельскохозяйственных грузов / Н. В. Алдошин, А. С. Пехутов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2012. – № 4. – С. 26-27. – EDN XSXOVZ.
7. Анисимов, А.В. Исследование сложных организационно-технологических систем в АПК методом статистических испытаний с применением распределенных вычислений / А.В. Анисимов, А.И. Новиченко, В.И. Горностаев // Материалы международной научной конференции молодых учёных и специалистов, посвящённой 100-летию И.С. Шатилова, г. Москва, 6-7 июня 2017 г.: Сборник статей. – М.: Издательство РГАУ-МСХА, 2017. – С. 318-319"

8. Апатенко, А. С. Информационный банк параметрических данных для контроля ресурсного нагружения элементов технических систем технологических машин / А. С. Апатенко, Н. С. Севрюгина, А. В. Миронов, О. А. Ступин // Ремонт. Восстановление. Модернизация. – 2021. – № 7. – С. 24–29.
9. Апатенко, А. С. Методика комплектования мобильных сервисов ремонта и обслуживания машин выполняющих мелиоративные работы / А. С. Апатенко, Н.С. Севрюгина // Техника и технология транспорта. – 2019. – № S (13). – С. 2.
10. Апатенко, А. С. Повышение эффективности эксплуатации технологических комплексов машин на мелиоративных работах : автореферат дис. ... д-ра техн. наук: 05.20.03 / А. С. Апатенко. – Москва, 2016. – 35 с.
11. Апатенко, А. С. Техническое диагностирование и цифровой контроль состояния транспортных и технологических средств: учеб. пособие / А. С. Апатенко, Н. С. Севрюгина, М. И. Голубев. – М.: Издательство «Спутник +», 2021. – 172 с.
12. Бенсон Д. Транспорт и доставка грузов. [пер. с англ.] / Д. Бенсон, Дж. Уайтхед. – М.: Транспорт, 1990. – 277 с
13. Блауберг, И.В. Проблемы методологии системного исследования / ред.коллегия: И.В. Блауберг и др. – М.: Мысль, 1970. – 455 "
14. Блауберг, И.В. Системный подход: предпосылки, проблемы, трудности / И.В. Блауберг, В.Н. Садовский, Э.Г. Юдин. – М.: Знание, 1969. – 48 с."
15. Блауберг, И.В. Становление и сущность системного подхода / И.В. Блауберг, Э.Г. Юдин. – М.: Наука, 1973. – С. 59, 173, 184."
16. Вахламов, В.И. Подвижной состав автомобильного транспорта / В.И.Вахламов – М.: Academia, 2003. – 324 с."
17. Вентцель, Е.С. Исследование операций / Е.С. Вентцель.– М., «Советское радио», 1972.– 552 с."
18. Власов В. М. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей / В. М. Власов и др. – Москва: Издательский центр «Академия», 2003. – 480 с. - Текст: непосредственный.

19. Голубев И.Г. Направления импорт замещения сельскохозяйственной техники / И.Г. Голубев // ФГБНУ «Росинформагротех». – 2016. – № 3. – С. 104-106"
20. Голубев И.Г. Ремонт сельскохозяйственных машин в условиях мастерских сельских товаропроизводителей / И.Г. Голубев, И.А. Спицын. – М.: Изд-во ФГНУ «Росинформагротех», 2001. – 86 "
21. Голубев И.Г. Система технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственных машин и механизмов/ И.Г. Голубев, В.М. Тататоркин //Издательство «Академия». – М.:– 2017. с. 384."
22. Голубев И.Г. Цифровые решения при техническом сервисе сельскохозяйственной техники: Аналитический обзор / И. Г. Голубев, Н. П. Мишуров, В. Ф. Федоренко [и др.]. – Москва: ФГБНУ "Росинформагротех", 2020.– 76 с. – ISBN 978-5-7367-1569-5."
23. Горностаев, В. И. Повышение эффективности эксплуатации парка машин в природообустройстве с помощью информационно-экспертных систем : специальность 05.20.01 "Технологии и средства механизации сельского хозяйства" : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Горностаев Владислав Игоревич. – Москва, 2018. – 202 с. – EDN ХРЕТВJ.
24. Горностаев, В.И. Обзор методологии оптимизации технологических систем в сельском хозяйстве / А.И. Новиченко, В.И. Горностаев //Международная научная конференция молодых учёных и специалистов «Наукамолодых – агропромышленному комплексу», г. Москва 1-3 июня 2016г.:Сборник статей.– М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2016.– С. 205-206."
25. Горностаев, В.И. Определение требуемой точности компьютерного эксперимента при моделировании поведения технологических систем в АПК /А.И. Новиченко, В.И. Горностаев // Материалы международной научной конференции молодых учёных и специалистов, посвящённой 100-летию И.С. Шатилова, г. Москва, 6-7 июня 2017 г.: Сборник статей.– М.: Издательство РГАУ-МСХА, 2017.– С. 322-323."
26. Горностаев, В.И. Функциональное моделирование технологических систем в задачах оценки эффективности механизированных процессов в

природообустройстве / А.И. Новиченко, И.М. Подхвятилин, В.А. Евграфов, В.И. Горностаев, А.В. Анисимов // Научное обозрение: науч.-практ. журн., 2016.– №24.– С. 85-90."

27. Городничев, М. С. Повышение надежности автомобильного транспорта / М. С. Городничев, И. А. Юхин // Транспортная отрасль Российской Федерации: текущее состояние и перспективы развития : материалы Всероссийской студенческой научно- практической конференции, посвященной Дню Российской науки, Рязань, 08 февраля 2024 года. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет, 2024. – С. 225-231. – EDN HXKKSJN."

28. Гоберман, В. А. Автомобильный транспорт в сельскохозяйственном производстве: эффективность и качество работы, оценка и разработка организационно-технических решений / В. А. Гоберман. – М.: Транспорт, 1986. – 287 с.

29. ГОСТ 27. 002-89 Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения. – Введ. 01-07-1990. – Москва : Издательство стандартов, 1990. – 24 с. - Текст : непосредственный.

30. ГОСТ Р 51004-96. Государственный стандарт Российской Федерации. Услуги транспортные. Пассажирские перевозки. Номенклатура показателей качества. – Введ. 25-12-1996. – Москва: Издательство стандартов, 1996. – 12 с. - Текст: непосредственный.

31. ГОСТ Р 51901.12-2007 (МЭК 60812:2006) Менеджмент риска. Метод анализа видов и последствий отказов. – Введ. 2008-09-01. – М.: Стандартиформ, 2008. – 46 с.

32. ГОСТ Р 51901.13-2005 (МЭК 61025:1990) Менеджмент риска. Анализ дерева неисправностей. – Введ. 2005-05-31. – М.: Стандартиформ, 2008. – 16 с.

33. ГОСТ Р 51901.14-2007 (МЭК 61078:2006) Менеджмент риска. Структурная схема надежности и булевы методы. – Введ. 2007-12-27. – М.: Стандартиформ, 2008. – 28 с.

34. ГОСТ Р 51901.15-2005 (МЭК 61165:1995) Менеджмент риска. Применение марковских методов. – Введ. 2006-02-01. – М.: Стандартинформ, 2005. – 20 с
35. Грязнов, М.В. Подходы к надежности транспортных систем /М.В. Грязнов //Мир транспорта. – 2010. – Т.8 : №2 (30). – С. 14-19."
36. Дидманидзе О.Н. Оптимизация по критериям ресурсосбережения состава и режимов работы средств для сбора, транспортировки и переработки чайного листа /диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Российский государственный аграрный университет- Московская сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева. Москва, 1995"
37. Дязитдинова, А.Р. Общая теория систем и системный анализ / А.Р. Дязитдинова, И.Б. Кордонская. – Самара: ПГУТИ, 2017.– 125 с."
38. Евграфов, В.А. Применение мультиагентного подхода при формировании оптимального состава парка машин в среде имитационного моделирования AnyLogic / А.И. Новиченко, И.М. Подхватилин, В.А. Евграфов, В.И. Горностаев, А.В. Анисимов // Научное обозрение: науч.-практ. журн., 2015.– №24.– С.123-127."
39. Ерохин, М. Н. Интеллектуальная система диагностирования параметров технического состояния сельскохозяйственной техники / М. Н. Ерохин, А. С. Дорохов, Ю. В. Катаев // Агроинженерия. – 2021. – № 2(102). – С. 45–50.
40. Ерохин, М. Н. Цифровые технологии в техническом сервисе АПК / М. Н. Ерохин, Д. В. Варнаков, В. В. Варнаков и др. // Чтения академика В. Н. Болтинского: семинар, Москва, 20-21 января 2021 года. – М.: ООО «Сам Полиграфист», 2021. – С. 34–43.
41. Житков, В.А. Методы оперативного планирования грузовых автомобильных перевозок / В.А.Житков, К.В.Ким. – М.: Транспорт, 1982. – 184 с."
42. Зангиев, А.А. Производственная эксплуатация машинно-тракторного парка / А.А. Зангиев, Г.П. Лышко, А.Н. Скороходов. – М.: Колос, 1996. – 320 с."

43. Звягин А. А. Автомобили ВАЗ: изнашивание и ремонт / А. А. Звягин, М. А. Масино, А. М. Монтин [и др.] – Ленинград : Политехника, 1991. – 255 с. - Текст : непосредственный.

44. Звягин А. А. Автомобили ВАЗ: надежность и обслуживание / А. А. Звягин, Р. Д. Кислюк, Л. Д. Егоров. – Ленинград: Машиностроение, 1981. – 238 с. - Текст: непосредственный К выбору показателей эффективности при исследовании и совершенствовании системы технической эксплуатации автомобильного транспорта в сельском хозяйстве / Н. В. Бышов, С. Н. Борычев, Г. Д. Кокорев [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2015. – № 108. – С. 1058-1071. – EDN TROMIJ.

45. Краснощеков, Н.В. К анализу функционирования системы «агротехника – машины» / Н. В. Краснощеков // Сиб. вестн. с.-х. науки, 1979. – № 6.– С. 51-56."

46. Криков, А.М. Имитационные модели сельскохозяйственных механизированных систем. Концептуально алгоритмические основы построения / А.М. Криков // РАСХН. СибИМЭ. – Новосибирск, 1999. – 284 с."

47. Кугель Р. В. Долговечность автомобилей / Р. В. Кугель. – Москва: Машгиз, 1961. – 432 с. - Текст: непосредственный.

48. Кузнецов Е. С. Исследование эксплуатационной надежности автомобилей / Е. С. Кузнецов. – Москва: Транспорт, 1969. – 152 с. - Текст: непосредственный.

49. Кузнецов Е. С. Методы определения периодичности технического обслуживания и целесообразности проведения принудительного ремонта / Е. С. Кузнецов. - Текст: непосредственный // Автомобильная промышленность. – 1965. – N 6. – С. 10-14.

50. Кузнецов Е. С. Режимы технического обслуживания автомобилей / Е. С. Кузнецов. – Москва: Автотранспорт, 1963. – 247 с. - Текст: непосредственный.

51. Кузнецов Е. С. Техническая эксплуатация автомобилей: Учебник для вузов / Е. С. Кузнецов, А. П. Болдин, В. М. Власов [и др.] – 4-е изд., перераб. и дополн. – Москва: Наука, 2001. – 535 с. - Текст: непосредственный
52. Кузьмин, М. В. Повышение эффективности использования высокопроизводительных машинно-тракторных агрегатов (опыт системного подхода) / М. В. Кузьмин, А. С. Сметнев, Ю. Б. Юдин // Вестник Российского государственного аграрного заочного университета. – 2020. – № 34(39). – С. 52-60. – EDN SIVMJC..
53. Курганов, В.М. Управление автомобильными перевозками на основе ситуационного подхода : дис. ... д-ра техн. наук : 05.22.08 /Курганов Валерий Максимович. – М., 2004. – 334"
54. Лазовский, В.В. Устойчивость технологических комплексов в сельском хозяйстве / В.В. Лазовский.– М.: Агропромиздат, 1986. – 86 с."
55. Лачуга, Ю.Ф. О стратегии машинно-технологического обеспечения производства с.-х. продукции на период до 2012 года / Ю.Ф. Лачуга, А.А. Ежевский // С.-х. машины и технологии, 2008.– № 1.– С. 5-10."
56. Левшин А. Г. Организация и технология испытаний сельскохозяйственной техники: ч. 2 / А. Г. Левшин – М.: Лаб. ОП ФГОУ ВПО МГАУ, 2004 – 92 с."
57. Левшин А.Г. / ПЛАНИРОВАНИЕ И ОРГАНИЗАЦИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА / Левшин А.Г., Левшин А.А., Бутузов А.Е., Майстренко Н.А Учебное пособие / Москва – 2016"
58. Левшин, А.Г. Исследование по обоснованию методики моделирования показателей работы и оптимизации параметров комбинированного почвообрабатывающего агрегата: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / Левшин Александр Григорьевич. – М., 1982. – 225 с."
59. Леонов, О. А. Методика оценки качества процессов предприятий технического сервиса / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба, Г. Н. Темасова, Ю. Г. Вергазова // Компетентность. – 2021. – № 2. – С. 32–38.

60. Леонов, О. А. Обеспечение качества ремонта унифицированных соединений сельскохозяйственной техники методами расчета точностных параметров : дис. ... д-ра техн. наук: 05.20.03. / О.А. Леонов. – Москва, 2004. – 324 с.

61. Лисунов, Е.А. Особенности построения технологических систем в сельскохозяйственном производстве / Е.А. Лисунов // Надежность и ремонт сельскохозяйственной техники. – Горький, 1983. – С. 14-19."

62. Миротин, Л.Б. Логистика и логистический менеджмент на транспорте /Л.Б. Миротин, А.К. Покровский, И.А. Башмаков //Соискатель - приложение к журналу Мир транспорта. – 2015. – №1(9). – С. 88-94."

63. Мухин, О.И. Моделирование систем / О.И. Мухин // Электронный учебник. – Пермь: ПГТУ. URL: <http://stratum.ac.ru/education/textbooks/modelir/contents.html> (Дата обращения: 22.02.2023)

64. Некрасов, С. И. Оптимизация транспортно-технологического процесса путем интеграции контрольно-информационных систем / С. И. Некрасов // Подъёмно-транспортные, строительные, дорожные, путевые, мелиоративные машины и робототехнические комплексы : Сборник докладов 27-й Московской международной межвузовской научно-технической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых, посвященной 95-летию подготовки инженеров-механиков МИСИ-МГСУ, Москва, 26–27 апреля 2023 года. – Москва: Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, 2023. – С. 323-327. – EDN QGKZXG.

65. Некрасов, С. И. Повышение эффективности организационно-технологического обеспечения с помощью контрольно-информационных систем / С. И. Некрасов, В. И. Горностаев // Материалы Международной научной конференции молодых учёных и специалистов, посвящённой 135-летию со дня рождения А.Н. Костякова : сборник статей, Москва, 06–08 июня 2022 года. Том 2. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2022. – С. 633-635. – EDN FIFELG.

66. Некрасов, С. И. Повышение эффективности организационно-технологического обеспечения с помощью методов имитационного моделирования

/ С. И. Некрасов, В. И. Горностаев // Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях : Материалы IX Международной научно-практической конференции, Саратов, 27–28 апреля 2022 года. – Саратов: Общество с ограниченной ответственностью "Амирит", 2022. – С. 614-618. – EDN YVGQRL.

67. Некрасова, М. И., Некрасов, С. И. Роль контрольно-информационных систем в сервисном сопровождении / М. И. Некрасова // Техника и технологии: теория и практика. – 2023. – № 5(11). – С. 22-25. – DOI 10.34286/2712-7419-2023-11-5-22-25. – EDN MRFZBX.

68. Организация агробизнеса. Цифровая трансформация / Л.И. Хоружий, О.Г. Каратаева, А.В. Шитикова и др. М.: Ай Пи Ар Медиа, 2022 189 с. EDN: YMVPHI.

69. Оптимизация состава грузового автомобильного транспорта и его использование в сельскохозяйственных предприятиях: монография / А.П. Курносков, А.В. Улезько, С.А. Кулев, А.Н. Черных, С.В. Ломакин, А.А.Казанцев. – Воронеж: ФГОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2009. – 218 с."

70. Оптнер, С.Л. Системный анализ для решения деловых и промышленных проблем: пер. с англ / С. Л. Оптнер.– М.: Сов. радио, 1969. – 215 с.

71. Перегудов, В.И. Основы системного анализа / В.И. Перегудов, Ф.П. Тарасенко.– Томск: Изд-во НТЛ, 1997.– 396 с"

72. Повышение качества перевозки картофеля, плодов и фруктов совершенствованием подвески транспортного средства / Н. В. Аникин, И.А.Успенский, И.А. Юхин и др. // Вестник МГАУ – 2009 - №2. – С. 38-40"

73. Повышение эффективности внутрихозяйственных перевозок плодоовощной продукции / А. А. Голиков, О. В. Филюшин, Н. В. Лимаренко [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2023. – № 2(70). – С. 429-439. – DOI 10.32786/2071-9485-2023-02-51. – EDN KBXESP.

74. Повышение эффективности эксплуатации автотранспорта и мобильной сельскохозяйственной техники при внутрихозяйственных перевозках / Н. В. Бышов, С. Н. Борычев, И. А. Успенский [и др.] // Политематический сетевой

электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2013. – № 88. – С. 519-529. – EDN UENHYA.

75. Подхватилин, И.М. Имитационное моделирование при формировании технологического комплекса машин в природообустройстве (на примере строительства закрытой оросительной сети): дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / Подхватилин Иван Михайлович.– М., 2013.– 176 с."

76. Подхватилин, И.М. Применение методов имитационного моделирования в механизации мелиоративного строительства / А.И. Новиченко, И.М. Подхватилин, А.В. Шкиленко, В.И. Горностаев // Природообустройство: науч.-практ. журн., 2013.– №3.– С.81-85."

77. Положение о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта. Редакция от 20.09.1984 / Минавтотранс РСФСР. – Москва: Транспорт, 1986. – 73 с. - Текст: непосредственный.

78. Рассоха, В.И. Повышение эффективности эксплуатации автомобильного транспорта на основе разработанных научно-технических, технологических и управленческих решений: дис. ... д-ра техн. наук: 05.22.10 Рассоха Владимир Иванович. – Оренбург, 2010. – 400 с."

79. Раюшкина А.А. Диссертация «Повышение сохранности плодовоовощной продукции при ее доставке потребителям автомобильным транспортом», 2004, Волгоград."

80. Российская автотранспортная энциклопедия: т. 3. Техническая эксплуатация, обслуживание и ремонт автотранспортных средств /сост. В. Н. Луканин. – Москва: РООИПЮ, 2000. – 456 с. - Текст: непосредственный.

81. Севостьянов, А. Л. Научно-практические основы создания цифровых двойников в сфере организации дорожного движения / А. Л. Севостьянов, Р. И. Гладких // Интеллектуальные системы в аграрном и строительном комплексе : сборник материалов Международной научно-практической конференции, Орел, 02–03 ноября 2022 года. Том 2. – Орел: Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина, 2022. – С. 243-252. – EDN NFJGFP.

82. Севостьянов, А. Л. Имитационное моделирование при создании цифрового двойника объекта транспортной инфраструктуры / А. Л. Севостьянов, В. И. Кузнецов // Интеллектуальные системы в аграрном и строительном комплексе : сборник материалов Международной научно-практической конференции, Орел, 02–03 ноября 2022 года. Том 2. – Орел: Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина, 2022. – С. 252-260. – EDN P0BUXI.

83. Севостьянов, А. Л. Особенности погрузки, разгрузки и транспортировки грузов в сельском хозяйстве / А. Л. Севостьянов, А. И. Комоликов // Интеллектуальные системы в аграрном и строительном комплексе : сборник материалов Международной научно-практической конференции, Орел, 02–03 ноября 2022 года. Том 2. – Орел: Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина, 2022. – С. 232-239. – EDN PEMHJU.

84. Севостьянов, А. Л. Структурная модель региональной транспортно-технологической системы экспорта продукции агропромышленного комплекса / А. Л. Севостьянов, И. Е. Агуреев // Информационные системы и технологии АПК и ПГС : Сборник научных статей Международной научно-технической конференции. В 2-х томах, Курск, 06 октября 2023 года. Том 2. – Курск: Курский государственный аграрный университет имени И.И. Иванова, 2023. – С. 317-321. – DOI 10.47581/2023.FM-035.Sevostianov-02. – EDN VFYDDW.

85. Спицнадель, В.Н. Основы системного анализа: учеб. пособие / В.Н. Спицнадель. – СПб.: Изд. дом «Бизнес-пресса», 2000. – 326 с."

86. Сметнев, А. С. Оптимизация составления тракторного транспортного агрегата / А. С. Сметнев, Ю. Б. Юдин // Вестник Российского государственного аграрного заочного университета. – 2021. – № 39(44). – С. 21-24. – EDN QNZFTV.

87. Сметнев, А. С. Методы интенсификации транспортно-технологических процессов в сельскохозяйственном производстве / А. С. Сметнев, А. В. Ферябков, Ю. Б. Юдин // Вестник Российского государственного аграрного заочного университета. – 2016. – № 22(27). – С. 25-31. – EDN YNZXYR.

88. Сметнев, А. С. Рациональная эксплуатация транспорта на внутрихозяйственных перевозках / А. С. Сметнев, Т. В. Смородина, Ю. Б. Юдин //

Актуальные вопросы развития аграрного образования и науки : Материалы Международной научно-практической конференции, Балашиха, 21 октября 2010 года. Том Часть 1. – Балашиха: Российский государственный аграрный заочный университет, 2010. – С. 225-230. – EDN VWYSPJ.

89. Трофимова, Л.С. Технологическое планирование работы подвижного состава при перевозке строительных материалов: дис. ... канд. техн. наук: 05.23.08 / Трофимова Людмила Семеновна. –Омск., 2000. – 199 с."

90. Трунов В.В., Шитикова А.В., Тевченков А.А. Цифровизация сельского хозяйства // В кн.: Инновационный вектор развития аграрной науки. М.: ООО «Русайнс», 2022 С. 66-68. EDN: GAENFV."

91. Успенский, И.А. Инновационные решения в технологии и технике транспортировки продукции растениеводства / И. А. Успенский, И. А. Юхин, С.Н. Кулик, Д. С. Рябчиков // Техника и оборудование для села. – 2013. - №7. – С."

92. Цифровой двойник объекта транспортной инфраструктуры / В. И. Кузнецов, Р. И. Пахомов, В. В. Шашков, А. Л. Севостьянов // Профессия инженер : Сборник статей X Всероссийской молодежной научно-практической конференции "Профессия инженер", посвящённой 40-летию факультета агротехники и энергообеспечения, Орел, 07 апреля 2022 года. – Орел: Орловский государственный аграрный университет им. Н. В. Парахина, 2022. – С. 202-213. – EDN XYZEAC.

93. Шитикова, А. В. Формирование урожая картофеля в условиях Московской области / А. В. Шитикова, А. А. Абиала // Теория и практика современной аграрной науки : сборник национальной (Всероссийской) научной конференции, Новосибирск, 20 февраля 2018 года / Новосибирский государственный аграрный университет. – Новосибирск: ИЦ «Золотой колос», 2018. – С. 88-91. – EDN DVYFZK.

94. Юхин, И. А. Снижение повреждений картофеля и яблок на внутрихозяйственных перевозках стабилизацией транспортных средств : специальность 05.20.01 "Технологии и средства механизации сельского хозяйства"

: диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Юхин Иван Александрович. – Рязань, 2016. – 388 с. – EDN OSFULF.

95. Юхин, И.А. Математическая модель движения универсального транспортного средства по полю / И.А. Юхин, И.А. Успенский // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №08(092). С. 1210 – 1226."

96. Юхин, И.А. Погрузочно-разгрузочное устройство / С.Н. Кулик, Д.С. Рябчиков, И.А. Юхин // Сельский механизатор №10, 2009, С. 30-31"

97. Юхин, И.А. Предпосылки к разработке универсальных транспортных средств для внутрихозяйственных перевозок плодоовощной продукции / И.А. Юхин // Вестник РГАТУ №4 (20), 2013, с.88-90"

98. Юхин, И.А. Устройство для сохранения прямолинейности движения транспортного средства / Н.В. Аникин, Г.Д. Кокорев, И.А. Успенский, И.А. Юхин // Нива Поволжья, №2 (15) – Май 2010, С.48-50"

99. Kurganov, V., Management of transportation process reliability based on an ontological model of an information system /V. Kurganov, M. Gryaznov, A. Dorofeev //Transportation Research Procedia. – 2018. – № 36. – P. 392-397."

100. Terentyev A.V. Investigation methods for «current repairs labour-intensiveness» factor for a vehicle/ A.V. Terentyev, B. D. Prudovsky // Life Science Journal 2014;11(10s) - P.307-310.

101. The Dynamic Traffic Modelling System / S. V. Dorokhin, D. V. Likhachev, A. Yu. Artemov [et al.] // International Scientific Siberian Transport Forum TransSiberia - 2021, Novosibirsk, 11–14 мая 2021 года. – Switzerland: Springer Nature Switzerland AG, 2022. – P. 1586-1594. – DOI 10.1007/978-3-030-96380-4_175. – EDN MPUBFD.

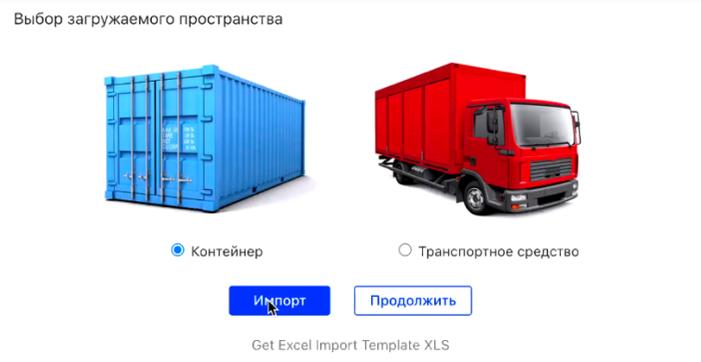
ПРИЛОЖЕНИЯ

Этапы взаимодействия с программно-вычислительным модулем «Сапфир»

Расчет загрузки

Тип контейнера > Тип груза > Грузы > Тип погрузки > Паллеты > Контейнера > Параметры упаковки > Результаты

Выбор загружаемого пространства



Контейнер Транспортное средство

[Импорт](#) [Продолжить](#)

[Get Excel Import Template XLS](#)

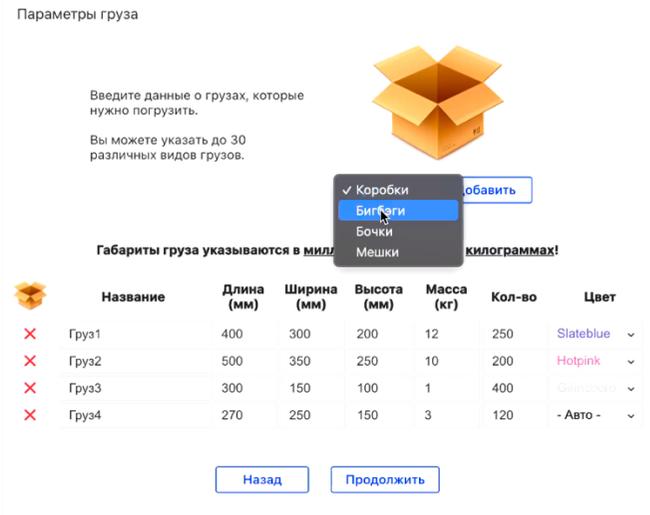
Данный модуль является частью платформы и расположен на главной странице сайта, после выбора модуля происходит подбор загружаемого пространства контейнер или транспортное средства (в случае отсутствия в библиотеке, можно добавить его самостоятельно)

Список грузов

Тип контейнера > Тип груза > Грузы > Тип погрузки > Паллеты > Контейнера > Параметры упаковки > Результаты

Параметры груза

Введите данные о грузах, которые нужно погрузить.
Вы можете указать до 30 различных видов грузов.



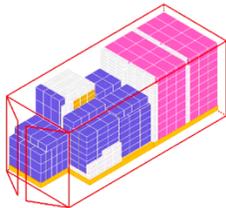
Габариты груза указываются в миллиметрах, масса в килограммах!

Название	Длина (мм)	Ширина (мм)	Высота (мм)	Масса (кг)	Кол-во	Цвет
Груз1	400	300	200	12	250	Slateblue
Груз2	500	350	250	10	200	Hotpink
Груз3	300	150	100	1	400	Slateblue
Груз4	270	250	150	3	120	- Авто -

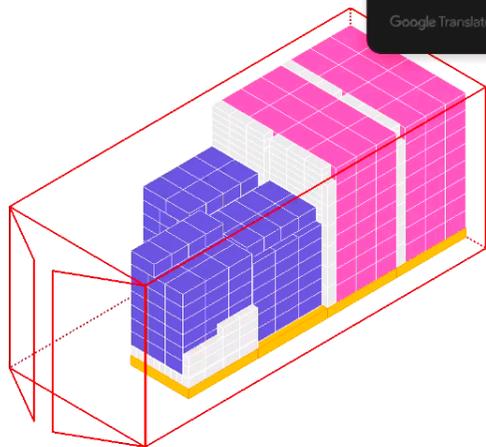
[Назад](#) [Продолжить](#)

Окно груза представляет простую и интуитивную вкладку на котором задается тара, габариты, количество груза.

Этапы взаимодействия с программно-вычислительным модулем «Сапфир»

Результат упаковки	
Тип контейнера > Тип груза > Грузы > Тип погрузки > Паллеты > Контейнера > Параметры упаковки > Результаты	
Results	
Контейнеры	Упаковка груза
Все контейнеры: 20' dv: 1 шт.	Единиц груза всего: 970 шт. Единиц груза упаковано: 970 шт. (100%).
	Контейнер №1 (20' dv 1 шт.) Единиц груза упаковано: 970 шт. (100%). Из них: <ul style="list-style-type: none"> ■ Груз1 - 250 шт. (100%) ■ Груз2 - 200 шт. (100%) ■ Груз3 - 400 шт. (100%) ■ Груз4 - 120 шт. (100%)
	Объем груза: 17,77 м ³ (54% объема)	Масса груза: 5760 кг. (20% грузоподъемности)
Отобразить упаковку по блочно Отобразить упаковку по шагам  Показать загрузку паллетов	
Назад Экспорт .dat Экспорт .xls	

После выбора груза происходит расчет и формирование карты загрузки.



Google Translate

Карта загрузки представляет информацию о каждом палете, очередности и порядке загрузки.

Результаты статистических исследований и эксплуатационных наблюдений

Тип ТС	Модель	ТС	ТС.Год выпуска	Начало факт	Начало факт2	Вид работ	Врем, д	Итого, руб	Факт км	Руб/км	Работы, руб	Запчасти, руб	Одометр
Грузовой бортовой	КАМА Z 4389F1	р786ом790	2022	6/1/23	06.23	Ремонт		3 568	49 620	0,1		3 568	13 085
Грузовой бортовой	КАМА Z 4389F1	р786ом790	2022	6/1/23	06.23	Ремонт	2,13	1 469	49 620	0,0		1 469	13 910
Грузовой тягач седельный	КАМА Z 4389F1	о736ро790	2018	6/1/23	06.23	Ремонт	0,13	3 480	95 047	0,0	3 480		725 092
Грузовой тягач седельный	КАМА Z 5490-S5	о755ро790	2018	6/1/23	06.23	Ремонт	14,96	184 889	117 055	1,6	110 070	74 819	729 701
Грузовой тягач седельный	КАМА Z 5490-S5	о755ро790	2018	6/1/23	06.23	Ремонт	0,04	13 362	117 055	0,1	5 160	8 202	730 401
Грузовой тягач седельный	КАМА Z 5490-S5	о755ро790	2018	6/1/23	06.23	Ремонт	0,04	3 061	117 055	0,0	1 260	1 801	730 401
Грузовой тягач седельный	КАМА Z 5490-S5	р660он790	2018	6/1/23	06.23	Ремонт	1,21	2 682	121 702	0,0		2 682	825 674
Грузовой тягач седельный	КАМА Z 5490-S5	р660он790	2018	6/1/23	06.23	Ремонт, Шиномонтаж	2,04	191 157	121 702	1,6	97 860	93 297	825 990
Грузовой тягач седельный	КАМА Z 5490-S5	о749ро790	2018	6/1/23	06.23	Ремонт		3 063	64 391	0,0	2 580	483	701 515
Грузовой тягач седельный	КАМА Z 5490-S5	о749ро790	2018	6/1/23	06.23	Ремонт		3 427	64 391	0,1		3 427	704 748
Грузовой тягач седельный	КАМА Z 5490-S5 (ГБО, DC)	в775ат750	2019	6/1/23	06.23	Ремонт	2,25	145 132	130 429	1,1	70 530	74 602	435 001
Грузовой тягач седельный	КАМА Z 5490-S5 (ГБО, DC)	к694ум750	2019	6/1/23	06.23	Ремонт	1,33	204 234	75 878	2,7	73 020	131 214	488 339
Грузовой тягач седельный	КАМА Z 5490-S5 (ГБО, DC)	н340ас750	2019	6/1/23	06.23	Ремонт	0,04	1 713	50 269	0,0	1 440	273	373 047

Приложение Б

Грузовой тягач седельный	КАМА Z 5490-S5 (ГБО, DC)	а804ме750	2 019	6/1/23	06.23	Ремонт	0,04	4 803	106 056	0,0	4 320	483	537 659
Грузовой тягач седельный	КАМА Z 5490-S5 (ГБО, DC)	а804ме750	2 019	6/1/23	06.23	Ремонт	0,83	6 825	106 056	0,1	6 780	45	537 659
Грузовой тягач седельный	КАМА Z 5490-S5 (ГБО, DC)	в775ат750	2 019	6/1/23	06.23	Ремонт	1,04	1 864	130 429	0,0	1 800	64	441 525
Грузовой тягач седельный	КАМА Z 5490-S5 (ГБО, DC)	к712ум750	2 019	6/1/23	06.23	Ремонт		3 294	82 497	0,0	3 060	234	449 831
Грузовой тягач седельный	КАМА Z 5490-S5 (ГБО, DC)	а804ме750	2 019	6/1/23	06.23	Ремонт	0,04	3 613	106 056	0,0		3 613	546 049
Грузовой тягач седельный	КАМА Z 5490-S5 (ГБО, DC)	к676ум750	2 019	6/1/23	06.23	Ремонт	0,71	46 464 ₽	139 976	0,3	1 320	45 144	618 017
Грузовой тягач седельный	КАМА Z M 1840 5490-S5	т658вк790	2 020	5/1/23	05.23	Ремонт	14,79	118 055	143 305	0,8	28 800	89 255	420 027
Грузовой тягач седельный	КАМА Z M 1840 5490-S5	н561се750	2 018	6/1/23	06.23	Ремонт, Шиномонтаж	0,54	178 412	65 423	2,7	59 700	118 712	618 696
Грузовой тягач седельный	КАМА Z M 1840 5490-S5	н397се750	2 018	6/1/23	06.23	Ремонт	0,75	12 606	57 283	0,2	10 680	1 926	363 830
Грузовой тягач седельный	КАМА Z M 1840 5490-S5	к084от750	2 017	6/1/23	06.23	Ремонт	0,29	6 552	54 271	0,1	6 300	252	359 933
Грузовой тягач седельный	КАМА Z M 1840 5490-S5	н561се750	2 018	6/1/23	06.23	Ремонт	0,04	3 536	65 423	0,1		3 536	618 696
Грузовой тягач седельный	КАМА Z M 1840 5490-S5	р866вм790	2 020	6/1/23	06.23	Ремонт		3 637	144 922	0,0		3 637	424 410

Приложение Б

Грузовой тягач седельны й	КАМА Z M 1840 5490- S5	н992оу75 0	2 017	6/1/23	06.23	Ремонт	0,25	3 600	53 046	0,1	3 600		536 81 8
Грузовой тягач седельны й	КАМА Z M 1840 5490- S5	к089от750	2 017	6/1/23	06.23	Ремонт	1,38	27 496	39 341	0,7	14 220	13 276	499 90 6
Грузовой тягач седельны й	КАМА Z M 1840 5490- S5	н992оу75 0	2 017	6/1/23	06.23	Ремонт	0,04	3 626	53 046	0,1		3 626	536 81 8
Грузовой тягач седельны й	КАМА Z M 1840 5490- S5	о729тр750	2 018	6/1/23	06.23	Ремонт	0,25	17 319	133 23 4	0,1	4 680	12 639	302 75 1
Грузовой тягач седельны й	КАМА Z M 1840 5490- S5	р839вм79 0	2 020	6/1/23	06.23	Ремонт	0,54	140 64 9	73 756	1,9	58 620	82 029	256 37 3
Грузовой тягач седельны й	КАМА Z M 1840 5490- S5	н944оу75 0	2 017	6/1/23	06.23	Ремонт	0,92	184 47 6	15 365	12,0	103 95 0	80 526	649 61 4
Грузовой тягач седельны й	КАМА Z M 1840 5490- S5	н944оу75 0	2 017	6/1/23	06.23	Ремонт		830 Р	15 365	0,1		830	649 61 4
Грузовой тягач седельны й	КАМА Z M 1840 5490- S5	о699тр750	2 018	6/1/23	06.23	Ремонт	1,33	3 376	62 537	0,1		3 376	403 94 0
Грузовой тягач седельны й	КАМА Z M 1840 5490- S5	в185тр750	2 018	6/1/23	06.23	Ремонт	0,08	3 582	93 186	0,0	3 504	78	504 43 8
Грузовой тягач седельны й	КАМА Z M 1840 5490- S5	т537вк790	2 020	6/1/23	06.23	Ремонт	0,21	4 380	197 23 5	0,0	4 380		373 05 2
Грузовой тягач седельны й	КАМА Z M 1840 5490- S5	т519вк790	2 020	6/1/23	06.23	Ремонт	0,04	4 674	59 599	0,1	4 440	234	135 67 5
Грузовой тягач седельны й	КАМА Z M 1840 5490- S5	о690тр750	2 018	6/1/23	06.23	Ремонт	0,04	2 774	79 866	0,0	2 520	254	473 80 0
Грузовой тягач седельны й	КАМА Z M 1840 5490- S5	т546вк790	2 020	6/1/23	06.23	Ремонт		3 600	116 35 2	0,0	3 600		403 77 5
Грузовой тягач	КАМА Z M	т546вк790	2 020	6/1/23	06.23	Ремонт	1,38	4 040	116 35 2	0,0		4 040	403 77 5

Приложение Б

седельный	1840 5490- S5													
Грузовой тягач седельный	КАМА Z M 1840 5490- S5	т536вк790	2 020	6/1/23	06.23	Ремонт	1,21	1 674	82 470	0,0		1 674	190 29 5	
Грузовой тягач седельный	КАМА Z M 1840 5490- S5	т537вк790	2 020	6/1/23	06.23	Ремонт	0,88	7 299	197 23 5	0,0		7 299	374 18 1	
Грузовой тягач седельный	КАМА Z M 1840 5490- S5	н966оу75 0	2 017	6/1/23	06.23	Ремонт	0,42	546 Р	58 555	0,0		546	363 66 5	
Грузовой тягач седельный	КАМА Z M 1840 5490- S5	о713тр750	2 018	6/1/23	06.23	Ремонт	0,04	2 780	61 957	0,0		2 780	352 43 7	
Грузовой тягач седельный	КАМА Z M 1840 5490- S5	т536вк790	2 020	6/1/23	06.23	Ремонт	0,04	2 280	82 470	0,0	2 280		191 23 9	
Грузовой тягач седельный	КАМА Z M 1840 5490- S5	р924вм79 0	2 020	6/1/23	06.23	Ремонт	1,08	44 190	82 910	0,5	15 420	28 770	246 45 4	
Грузовой тягач седельный	КАМА Z M 1840 5490- S5	н936оу75 0	2 017	6/1/23	06.23	Ремонт		2 780	53 082	0,1		2 780	469 00 0	

Приложение Б

МЛ.Дата и время отправления	МЛ.Дата и время выполнения	МЛ.Адрес отправления. Краткое наименование	МЛ.Адрес прибытия. Краткое наименование	МЛ.Маршрут	МЛ.ТС	МЛ.Принцип 1	Тип кузова	Назначение субъект.Наименование	Назначение населенный пункт	ГСМ учет	Пробег	Время операций (ч)	Выгр	На операциях (ч)
21.03.2022 15:04:00	22.03.2022 12:41:00	Ярославль г, Московское шоссе 10/1	Можайск, Полевая 29	Ярославль - Можайск	о659ах790 Scania	ео025650 Schmitz	Изо - 33п	Московская область	Можайск	6204	396	3,9	2,2	6,1
21.03.2022 14:52:00	22.03.2022 16:39:00	Ярославль г, Московское шоссе 10/1	Можайск	Ярославль - Можайск	н831хе750 Volvo	ео436950 Schmitz	Изо - 33п	Московская область	Можайск	5946	394	2,9	16,8	19,8
21.03.2022 16:32:00	22.03.2022 18:16:00	Ярославль г, Московское шоссе 10/1	Можайск	Ярославль - Можайск	в042хо750 Mercedes	ео029850 Schmitz	Изо - 33п	Московская область	Можайск	6307	394	4,4	14,6	19,1
21.03.2022 16:33:00	22.03.2022 18:16:00	Ярославль г, Московское шоссе 10/1	Можайск	Ярославль - Можайск	у435тк750 Scania	ет361750 Тонар	Изо - 33п	Московская область	Можайск	5946	394	4,4	2	6,4
22.03.2022 12:50:00	23.03.2022 14:47:00	Ярославль г, Московское шоссе 10/1	Можайск	Ярославль - Можайск	у058хе750 Mercedes	ен174950 Schmitz	Реф - 33п	Московская область	Можайск	6204	384	1,8	4,2	6
23.03.2022 13:18:00	24.03.2022 12:29:00	Кострома, ул. Дровяная, д.49	склад магазина Аксон Новоселки	Кострома - Новоселки	х143хс750 Mercedes	ео029950 Schmitz	Изо - 33п	Московская область	село Новосёлки	6618	429	7,6	8,7	16,2
24.03.2022 1:37:00	25.03.2022 14:20:00	Кострома, ул. Дровяная, д.49	склад магазина Аксон Новоселки	Кострома - Новоселки	р201ат790 Scania	ес464350 Тонар	Тент - 40п	Московская область	село Новосёлки	6721	431	17	12,1	29,1
15.03.2022 13:24:00	17.03.2022 2:50:00	Савинский район, д. Покровское, ул. Фабричная, д.	Московская обл., Солнечногорский р-н, д. Кривцово	Покровское - Кривцово	с412ах790 Scania	ер200350 Тонар	Тент - 40п	Московская область	деревня Кривцово	6618	434	4,9	6,6	11,4
25.03.2022 8:38:00	26.03.2022 12:38:00	Кострома, ул. Дровяная, д.49	склад магазина Аксон Новоселки	Кострома - Новоселки	в513ам790 Scania	ер101450 Тонар	Тент - 40п	Московская область	село Новосёлки	6721	431	11,7	9,3	21
28.03.2022 15:31:00	29.03.2022 10:49:00	Кострома, ул. Дровяная, д.49	склад магазина Аксон Новоселки	Кострома - Новоселки	о732ах790 Scania	ес464150 Тонар	Тент - 40п	Московская область	село Новосёлки	6721	431	3,4	7,4	10,8
28.03.2022 0:07:00	29.03.2022 11:20:00	Владимир	Подольск	Владимир - Подольск	в609ан790 Камаз	ен173850 Schmitz	Реф - 33п	Московская область	Подольск	3878	216	17,2	13,7	30,9
10.03.2022 1:39:00	11.03.2022 9:41:00	Иваново	Чехов	Иваново - Чехов	о768мк790 Камаз	ес464650 Тонар	Тент - 40п	Московская область	Чехов	6307	393	11,9	8,5	20,4
20.03.2022 20:30:00	22.03.2022 17:10:00	Александровка	Тула	Александровка - Тула	с424ах790 Scania	ер200650 Тонар	Тент - 40п	Тульская область	Тула	13235	847	17,2	3,3	20,5

Приложение Б

15.03.2022 12:00:00	16.03.2022 21:37:00	Ярославль	деревня Глазово	Ярославль - Глазово	с421ах790 Scania	ен472850 Schmitz	Реф-33п	Московская область	деревня Глазово	4291	273	5,2	21,5	26,8
01.04.2022 16:12:00	04.04.2022 13:31:00	Новодвинск г, Мельникова ул, д. 1	Москва г, Промышленная ул, дом 9	Новодвинск - Москва	у035хе750 Mercedes	ео804250 Тонар	Тент-40п	Москва	Москва	17964	1245	7,8	13,2	21
27.03.2022 8:53:00	29.03.2022 16:44:00	Шуя	Кенди Ленд Дурькино	Шуя - Дурькино	к525рс790 Камаз	ер286050 Тонар	Тент-40п	Московская область	городской округ Солнечногорск	7962	520	8,5	9,4	17,9
16.03.2022 16:33:00	17.03.2022 16:07:00	Кондрово	Дубна	Кондрово - Дубна	о113рр750 Камаз	вр208150 Schmitz	Тент-33п	Московская область	Дубна	5997	352	1,2	16,5	17,7
03.04.2022 15:38:00	05.04.2022 0:59:00	Новодвинск г, Мельникова ул, д. 1	деревня Лешково	Новодвинск - Лешково	с676тх750 Mercedes	ес355650 Тонар	Тент-40п	Московская область	деревня Лешково	18263	1265	8,1	1,1	9,1
06.04.2022 16:08:00	08.04.2022 3:46:00	Новодвинск г, Мельникова ул, д. 1	деревня Лешково	Новодвинск - Лешково	с621тх750 Mercedes	ес464250 Тонар	Тент-40п	Московская область	деревня Лешково	18263	1265	7,6	3	10,6
07.04.2022 9:14:00	08.04.2022 11:22:00	Кострома, ул. Дровяная, д.49	склад магазина Аксон Новоселки	Кострома - Новоселки	к525рс790 Камаз	ер286050 Тонар	Тент-40п	Московская область	село Новосёлки	6337	431	8,9	1,2	10,1
07.04.2022 15:13:00	09.04.2022 14:44:00	Новодвинск г, Мельникова ул, д. 1	деревня Лешково	Новодвинск - Лешково	к615рс790 Камаз	ес464950 Тонар	Тент-40п	Московская область	деревня Лешково	18663	1265	2,1	14,5	16,5
31.03.2022 16:22:00	02.04.2022 21:41:00	Новодвинск г, Мельникова ул, д. 1	деревня Лешково	Новодвинск - Лешково	о974тм750 Scania	ео635950 Тонар	Реф-40п	Московская область	деревня Лешково	17814	1265	11,1	9,6	20,7
08.04.2022 15:30:00	10.04.2022 12:05:00	Новодвинск г, Мельникова ул, д. 1	деревня Лешково	Новодвинск - Лешково	с676тх750 Mercedes	ес355650 Тонар	Тент-40п	Московская область	деревня Лешково	18263	1265	5,6	10,7	16,3
08.04.2022 12:47:00	09.04.2022 10:19:00	Кострома, ул. Дровяная, д.49	склад магазина Аксон Новоселки	Кострома - Новоселки	т663вк790 Камаз	ес465950 Тонар	Тент-40п	Московская область	село Новосёлки	6836	431	7,1	7,1	14,3
09.04.2022 15:39:00	11.04.2022 3:20:00	Новодвинск г, Мельникова ул, д. 1	деревня Лешково	Новодвинск - Лешково	в568ам790 Scania	ер101550 Тонар	Тент-40п	Московская область	деревня Лешково	17465	1265	3,1	1,4	4,5
10.04.2022 21:35:00	12.04.2022 20:22:00	Новодвинск г, Мельникова ул, д. 1	деревня Лешково	Новодвинск - Лешково	х147хс750 Mercedes	ео802750 Тонар	Тент-40п	Московская область	деревня Лешково	17864	1265	11,1	3	14
08.04.2022 12:13:00	09.04.2022 22:46:00	Мурманск	Коммунар	Зверосовхоз нп - Коммунар	к680рс790 Камаз	ен589750 Тонар	Изо-33п	Ленинградская область	Коммунар	20309	1373	3,3	7,7	11
09.04.2022 9:14:00	09.04.2022 20:53:00	Липецк г, Ковалева ул, 125А	Яхрома	Липецк - Яхрома	в031хо750 Mercedes	ео634150 Тонар	Реф-40п	Московская область	Яхрома	7435	515	1	2,3	3,3
11.04.2022 13:06:00	13.04.2022 10:20:00	Новодвинск	Подольск	Новодвинск - Подольск	е964вв790 Scania	ер285150 Тонар	Тент-40п	Московская область	Подольск	17764	1286	6,1	3,2	9,3

Приложение Б

12.04.2022 23:38:00	14.04.2022 19:18:00	Сегежа	Санкт-Петербург	Сегежа - Санкт-Петербург	в528тн750 Mercedes	ео637850 Тонар	Реф-40п	Ленинградская область	Санкт-Петербург	17764	1363	17,1	16,7	33,8
30.03.2022 16:09:00	01.04.2022 20:32:00	Новодвинск г, Мельникова ул, д. 1	деревня Лешково	Новодвинск - Лешково	р201ат790 Scania	ес464350 Тонар	Тент-40п	Московская область	деревня Лешково	17465	1265	12,5	7,5	20
12.04.2022 18:44:00	14.04.2022 3:36:00	Новодвинск	Подольск	Новодвинск-Подольск	в475тн750 Mercedes	ео802650 Тонар	Тент-40п	Московская область	Подольск	18563	1286	4,5	1,3	5,8
14.04.2022 13:50:00	16.04.2022 1:58:00	Новодвинск	Подольск	Новодвинск-Подольск	с621тх750 Mercedes	ес464250 Тонар	Тент-40п	Московская область	Подольск	18563	1286	5,9	1,5	7,4
15.04.2022 16:44:00	17.04.2022 21:13:00	Новодвинск г, Мельникова ул, д. 1	деревня Лешково	Новодвинск - Лешково	с272мн790 Камаз	ес465750 Тонар	Тент-40п	Московская область	деревня Лешково	18663	1265	11,9	1,6	13,6
16.04.2022 15:49:00	18.04.2022 20:44:00	Новодвинск г, Мельникова ул, д. 1	Подольск	Новодвинск - Подольск	к615рс790 Камаз	ес464950 Тонар	Тент-40п	Московская область	Подольск	19261	1304	11	3,4	14,4
17.04.2022 15:33:00	20.04.2022 9:27:00	Новодвинск г, Мельникова ул, д. 1	Москва г, Промышленная ул, дом 9	Новодвинск - Москва	х147хс750 Mercedes	ео802750 Тонар	Тент-40п	Москва	Москва	17565	1245	4	9,3	13,3
18.04.2022 16:22:00	21.04.2022 9:29:00	Новодвинск г, Мельникова ул, д. 1	Москва г, Промышленная ул, дом 9	Новодвинск - Москва	о709мк790 Камаз	ес465350 Тонар	Тент-40п	Москва	Москва	18363	1245	25,3	5,7	31

Приложение Б

ТС	Агрегат	Состояние	Место	Документ	Регистратор протектора	Пробег	Остаток, мм	Нулевой, мм	% износа	Остаток пробега	Общий пробег	Темп износа	План/факт износа	Норма пробега	Начальная стоимость	Стоимость остаточная	Руб км факт
03388 1 Schmitz	Шина Continental Conti Hybrid HT3 385/65 R22.5 160 K Прицепная Всесезонные 370586 8261	Новое	20 Л	ТКТК00 21185 от 26.04.2024	ТКТК00 21185 от 26.04.2024		16	1,6						500 000	45 000	45 000	
03388 1 Schmitz	Шина Continental Conti Hybrid HT3 385/65 R22.5 160 K Прицепная Всесезонные 370586 8359	Новое	10 П	ТКТК00 21185 от 26.04.2024	ТКТК00 21185 от 26.04.2024		16	1,6						500 000	45 000	45 000	
03388 1 Schmitz	Шина Continental Conti Hybrid HT3 385/65 R22.5 160 K Прицепная Всесезонные 370587 0039	Новое	30 Л	ТКТК00 21185 от 26.04.2024	ТКТК00 21185 от 26.04.2024		16	1,6						500 000	45 000	45 000	
03388 1 Schmitz	Шина Continental Conti Hybrid HT3 385/65 R22.5 160 K Прицепная Всесезонные 370600 9164	Новое	10 Л	ТКТК00 21185 от 26.04.2024	ТКТК00 21185 от 26.04.2024		16	1,6						500 000	45 000	45 000	
03388 1 Schmitz	Шина Continental Conti	Новое	30 П	ТКТК00 21185 от	ТКТК00 21185 от		16	1,6						500 000	45 000	45 000	

Приложение Б

	Hybrid HT3 385/65 R22.5 160 K Прицеп ная Всесезо нные 370642 6629			26.04.20 24	26.04.20 24											
03388 1 Schmit z	Шина Contine ntal Conti Hybrid HT3 385/65 R22.5 160 K Прицеп ная Всесезо нные 370642 6632	Новое	20 П	TKTK00 21185 от 26.04.20 24	TKTK00 21185 от 26.04.20 24		16	1,6						500 000	45 000	45 000
03399 5 Schmit z	Шина Contine ntal Conti Hybrid HT3 385/65 R22.5 160 K Прицеп ная Всесезо нные 370623 4962	Новое	30 П	TKTK00 21184 от 26.04.20 24	TKTK00 21184 от 26.04.20 24		16	1,6						500 000	45 000	45 000
03399 5 Schmit z	Шина Contine ntal Conti Hybrid HT3 385/65 R22.5 160 K Прицеп ная Всесезо нные 370623 5041	Новое	20 П	TKTK00 21184 от 26.04.20 24	TKTK00 21184 от 26.04.20 24		16	1,6						500 000	45 000	45 000
03399 5 Schmit z	Шина Contine ntal Conti Hybrid HT3 385/65 R22.5 160 K Прицеп ная Всесезо нные	Новое	30 Л	TKTK00 21184 от 26.04.20 24	TKTK00 21184 от 26.04.20 24		16	1,6						500 000	45 000	45 000

Приложение Б

	370631 7074																
03399 5 Schmitz	Шина Conti- nental Conti Hybrid HT3 385/65 R22.5 160 K Прицеп ная Всесезо нные 370631 7510	Новое	1О П	ТКТК00 21184 от 26.04.20 24	ТКТК00 21184 от 26.04.20 24		16	1,6						500 000	45 000	45 000	
03399 5 Schmitz	Шина Conti- nental Conti Hybrid HT3 385/65 R22.5 160 K Прицеп ная Всесезо нные 370650 9592	Новое	1О Л	ТКТК00 21184 от 26.04.20 24	ТКТК00 21184 от 26.04.20 24		16	1,6						500 000	45 000	45 000	
03399 5 Schmitz	Шина Conti- nental Conti Hybrid HT3 385/65 R22.5 160 K Прицеп ная Всесезо нные 370650 9597	Новое	2О Л	ТКТК00 21184 от 26.04.20 24	ТКТК00 21184 от 26.04.20 24		16	1,6						500 000	45 000	45 000	
a210o c790 Mercedes	Шина Michelin X MULTI D 315/70 R22.5 154 L Ведуща я Всесезо нные fzo0258 0x	Бывшее в употреб лении	ВЛ Н	ТКТК00 09550 от 17.10.20 23	ТКТК00 00836 от 28.04.20 24	259 316	11,5	1,7	32,4	542 206	801 522	47 148	160,3	500 000	57 083	38 615	0,0 7
a210o c790 Mercedes	Шина Michelin X MULTI D 315/70 R22.5 154 L	Бывшее в употреб лении	ВП Н	ТКТК00 09550 от 17.10.20 23	ТКТК00 00836 от 28.04.20 24	259 316	11,5	1,7	32,4	542 206	801 522	47 148	160,3	500 000	57 083	38 615	0,0 7

Приложение Б

	Ведущая Всесезонные hdy1288 8к																
a210o c790 Mercedes	Шина Michelin X MULTI D 315/70 R22.5 154 L Ведущая Всесезонные JHA189 56A	Нарезанное	ВП В	TKTK00 21245 от 28.04.20 24	TKTK00 21245 от 28.04.20 24	327 473	7	1,7	58,8	229 231	556 704	32 747	111,3	500 000	65 000	26 765	0,1 2
a210o c790 Mercedes	Шина Michelin X MULTI D 315/70 R22.5 154 L Ведущая Всесезонные vzo0434 4x	Бывшее в употреблении	ВЛ В	TKTK00 09550 от 17.10.20 23	TKTK00 00836 от 28.04.20 24	259 316	11,5	1,7	32,4	542 206	801 522	47 148	160,3	500 000	57 083	38 615	0,0 7
a210o c790 Mercedes	Шина Michelin X MULTI D 315/70 R22.5 154 L Ведущая Всесезонные vzo0435 7x	Бывшее в употреблении	ВП В	TKTK00 09550 от 17.10.20 23	TKTK00 00836 от 28.04.20 24	259 316	11,5	1,7	32,4	542 206	801 522	47 148	160,3	500 000	57 083	38 615	0,0 7
a210o c790 Mercedes	Шина Michelin X Multi Energy 315/70 22.5 Ведущая Летние ohz0445 5a	Нарезанное	ВЛ В	TKTK00 21245 от 28.04.20 24	TKTK00 21245 от 28.04.20 24	236 173	6,9	1,6	56,9	179 076	415 249	25 953	173	240 000	65 000	28 031	0,1 6
a210o c790 Mercedes	Шина Michelin X Multi Energy D 315/70 22.5 Ведущая Всесезо	Нарезанное	ВЛ Н	TKTK00 21245 от 28.04.20 24	TKTK00 21245 от 28.04.20 24	136 425	6,9	1,6	56,9	103 443	239 868	14 992	99,9	240 000	65 000	28 031	0,2 7

Приложение Б

	нные ohz0461 9a																
a210o c790 Mercedes	Шина Michelin X Multi Energy D 315/70 22.5 Ведущая Всесезонные ohz0605 9d	Нарезанное	ВП Н	ТКТК00 21245 от 28.04.20 24	ТКТК00 21245 от 28.04.20 24	136 425	6,9	1,6	56,9	103 443	239 868	14 992	99,9	240 000	65 000	28 031	0,2 7
a210o c790 Mercedes	Шина Michelin X Multy Z 315/70 R22.5 156 L Рулевая Всесезонные NUO30 441M	Эксплуатация	РП	ТКТК00 00749 от 05.04.20 23	ТКТК00 00267 от 22.11.20 23	269 213	5,4	1,4	61,4	169 041	438 254	31 304	182,6	240 000	44 917	17 325	0,1
a210o c790 Mercedes	Шина Michelin X Multy Z 315/70 R22.5 156 L Рулевая Всесезонные OUO66 727M	Эксплуатация	РЛ	ТКТК00 00749 от 05.04.20 23	ТКТК00 00267 от 22.11.20 23	269 213	5,4	1,4	61,4	169 041	438 254	31 304	182,6	240 000	44 917	17 325	0,1
a327o c790 Mercedes	Шина Cordiant DR-1 315/70 R22.5 132 M Ведущая Всесезонные Я98236 52	Бывшее в употреблении	ВП В	ТКТК00 00416 от 05.03.20 23	ТКТК00 00783 от 03.04.20 24	435 124	5,8	1,6	63,8	247 423	682 547	42 659	273	250 000	25 585	9 274	0,0 4
a327o c790 Mercedes	Шина Cordiant DR-1 315/70 R22.5 132 M Ведущая Всесезонные Я98336 06	Бывшее в употреблении	ВЛ В	ТКТК00 00416 от 05.03.20 23	ТКТК00 00783 от 03.04.20 24	435 124	4,8	1,6	70	186 482	621 606	38 850	248,6	250 000	25 585	7 675	0,0 4
a327o c790	Шина Cordiant	Бывшее в	ВЛ Н	ТКТК00 00416	ТКТК00 00783	435 124	4,8	1,6	70	186 482	621 606	38 850	248,6	250 000	25 585	7 675	0,0 4

Приложение Б

Mercedes	DR-1 315/70 R22.5 132 M Ведущая Всесезонные Я98336 22	употребления		от 05.03.20 23	от 03.04.20 24													
а3270 с790 Mercedes	Шина Cordiant DR-1 315/70 R22.5 132 M Ведущая Всесезонные Я98336 25	Бывшее в употреблении	ВП Н	ТКТК00 00416 от 05.03.20 23	ТКТК00 00783 от 03.04.20 24	435 124	6,8	1,6	57,5	321 613	756 737	47 296	302,7	250 000	25 585	10 874	0,0 3	
а3270 с790 Mercedes	Шина Michelin X Multi Energy 315/70 22.5 Ведущая Летние hhz0776 4d	Нарезанное	ВП Н	ТКТК00 20489 от 03.04.20 24	ТКТК00 20489 от 03.04.20 24	134 359	3,7	1,6	76,9	40 417	174 776	10 923	72,8	240 000	16 250	3 758	0,0 9	
а3270 с790 Mercedes	Шина Michelin X Multi Energy 315/70 22.5 Ведущая Летние hhz0779 3d	Эксплуатация	ВП В	ТКТК00 20489 от 03.04.20 24	ТКТК00 20489 от 03.04.20 24	38 959	3,7	1,6	76,9	11 719	50 678	3 167	21,1	240 000	16 250	3 758	0,3 2	
а3270 с790 Mercedes	Шина Michelin X Multi Energy D 315/70 22.5 Ведущая Летние ola4564 1a	Эксплуатация	ВЛ В	ТКТК00 20489 от 03.04.20 24	ТКТК00 20489 от 03.04.20 24	183 930	3,7	1,6	76,9	55 329	239 259	14 954	99,7	240 000	65 000	15 031	0,2 7	
а3270 с790 Mercedes	Шина Michelin X Multi Energy D 315/70 22.5 Ведущая Летние plu4031 4a	Эксплуатация	ВЛ Н	ТКТК00 20489 от 03.04.20 24	ТКТК00 20489 от 03.04.20 24	183 930	3,7	1,6	76,9	55 329	239 259	14 954	99,7	240 000	65 000	15 031	0,2 7	

Фрагмент программного кода программно-вычислительного комплекса «Сапфир»

```
<!DOCTYPE html>

<html>

<head>

<title>Расчет заполнения контейнера разногабаритным грузом</title>

<style>

/* Стили для контейнера */
#container {

width: 600px;
height: 400px;

border: 1px solid black;
position: relative;

}

/* Стили для коробок */
.box {

background-color: #3498db;
border: 1px solid #2980b9;
position: absolute;
cursor: pointer;

}

/* Стили для формы */
#addBoxForm {

margin-top: 20px;

}

</style>

</head>

<body>

<h1>Расчет заполнения контейнера разногабаритным грузом. Формирование схемы
расположения и индексации</h1>

<div id="container">

<!-- Здесь будут отображаться коробки -->

</div>

<div id="info">

<!-- Здесь будет отображаться информация о грузе при клике на коробку -->

</div>
```

```

<!-- Форма для добавления новой коробки -->
    <form id="addBoxForm">
        <label for="width">Ширина:</label>
        <input type="number" id="width" required>
        <label for="height">Высота:</label>
        <input type="number" id="height" required>
        <button type="button" onclick="addBox()">Добавить</button>
    </form>
<button type="button" onclick="recalculatePlacement()">Пересчитать
расположение</button>
</body>
</html>
<!doctype html>
<html lang="ru">
    <head>
<meta charset="utf-8">
        <title></title>
        <style>
            div#container
                {
width: 900px;
    position:
    relative;
margin: 0 auto
0 auto; text-
align: left;
                }
            body
                {
                    background-color:
transparent; color:
                    #000000;

                    font-
family:
                    Arial;
                    font-
weight:
                    normal;
font-size:
13px; line-
height:
                    1.1875;
                }
        }
    }

```

```

        margin: 0;
        text-align: center;
    }
</style>
<link href="phpnname1.css" rel="stylesheet">
</head>
<body>
    <div id="container">
        </div>
        <script>
            // Данные о грузе с разными габаритами
            const cargos = [
{ id: '001', description: 'Книги', marking: 'МК-123', width: 100, height: 50 },
{ id: '002', description: 'Одежда', marking: 'МК-456', width: 70, height: 80 },
            // Другие данные о грузах с разными габаритами
            ];

            // Функция для отображения коробок на контейнере
            function showBoxes() {
                const container = document.getElementById('container');
                container.innerHTML = ''; // Очистить контейнер перед отображением

                // Сортируем коробки по убыванию площади
                const sortedCargos = [...cargos].sort((a, b) => (b.width * b.height) - (a.width *
                    a.height));

                // Алгоритм First-Fit Decreasing (FFD)
                let x = 0; // Текущая позиция по оси X
                let y = 0; // Текущая позиция по оси Y

                let rowHeight = 0; // Высота текущей строки

                // Размещаем коробки на контейнере
                const positions = [];
                sortedCargos.forEach(cargo => {
                    let position = findPosition(positions, cargo);
                    positions.push(position);

                    const box = document.createElement('div');
                    box.classList.add('box'); box.style.width =

```

```

cargo.width + 'px'; box.style.height =
cargo.height + 'px'; box.style.left =
  position.x + 'px'; box.style.top =
    position.y + 'px';

    if (cargo.isRotated) {

// Если коробка повернута, меняем местами ширину и высоту
    box.style.width = cargo.height + 'px';

    box.style.height = cargo.width + 'px';

    } else {

box.style.width = cargo.width + 'px'; box.style.height =
  cargo.height + 'px';

    }

    if (x + parseInt(box.style.width) <= container.offsetWidth) {

// Помещаем коробку в текущей строке
box.style.left = x + 'px'; box.style.top = y +
  'px';

    x += parseInt(box.style.width);

    if (parseInt(box.style.height) > rowHeight) {

    rowHeight = parseInt(box.style.height);

    }

    } else {

// Переходим на новую строку x = 0;

y += rowHeight + 10; // Добавляем 10 пикселей отступа между строками rowHeight =
  parseInt(box.style.height);

box.style.left = x + 'px';
box.style.top = y + 'px';

    x += parseInt(box.style.width);

    }

    // Обработчик клика на коробку
    .addEventListener('click', () => showCargoInfo(cargo));

    container.appendChild(box);

    });

    }

// Функция для поиска оптимальной позиции для коробки

function findPosition(positions, cargo) {

```

```
const container = document.getElementById('container');
    let x = 0;

        let y = 0;
        let rowHeight = 0;

for (let i = 0; i < positions.length; i++) {
    const pos = positions[i];

x = pos.x; y =
    pos.y;

        rowHeight = Math.max(rowHeight, pos.height);

        // Проверяем, может ли коробка поместиться между двумя другими коробками
const canFit = positions.every((otherPos, index) => { if
    (index === i) return true;

const otherBoxRight = otherPos.x + otherPos.width; const
    boxBottom = y + cargo.height;

    if (otherBoxRight >= x && otherPos.x <= x + cargo.width && boxBottom >= y
        && otherPos.y <= boxBottom) {

        // Коробки пересекаются, пробуем новую позицию x =
            otherBoxRight;

                y = otherPos.y;
rowHeight = Math.max(rowHeight, otherPos.height); return false;

                }

                    return true;

                        });

        if (canFit && x + cargo.width <= container.offsetWidth) {

            // Коробка может быть размещена на текущей позиции

                return { x, y, height: cargo.height };

                    }

                        }
```

Копии свидетельств о государственной регистрации программ для ЭВМ

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



СВИДЕТЕЛЬСТВО

о государственной регистрации программы для ЭВМ

№ 2024667321

«Сапфир 1.2 Программно-вычислительный комплекс загрузки транспортных средств»

Правообладатель: *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева» (RU)*

Авторы: *Некрасов Сергей Игоревич (RU), Фомин Александр Юрьевич (RU), Апатенко Алексей Сергеевич (RU), Севрюгина Надежда Савельевна (RU), Руденко Иван Иванович (RU)*

Заявка № 2024665968

Дата поступления 09 июля 2024 г.

Дата государственной регистрации

в Реестре программ для ЭВМ 23 июля 2024 г.



Руководитель Федеральной службы по интеллектуальной собственности

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат 429b6a0fe3853164baf96f83b73b4aa7
Владелец **Зубов Юрий Сергеевич**
Действителен с 10.05.2023 по 02.08.2024

Ю.С. Зубов

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



RU2024610468

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ
ГОСУДАРСТВЕННАЯ РЕГИСТРАЦИЯ ПРОГРАММЫ ДЛЯ ЭВМ

Номер регистрации (свидетельства):

2024610468

Дата регистрации: 11.01.2024

Номер и дата поступления заявки:

2023668336 05.09.2023

Дата публикации и номер бюллетеня:

11.01.2024 Бюл. № 1

Контактные реквизиты:

saphireunion@gmail.com

Автор(ы):

Некрасов Сергей Игоревич (RU),

Новиченко Антон Игоревич (RU),

Горностаев Владислав Игоревич (RU),

Анисимов Андрей Валерьевич (RU)

Правообладатель(и):

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ

ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ "САПФИР

ЮНИОН" (RU)

Название программы для ЭВМ:

«Сапфир-1.1: Программно-аналитический комплекс организации взаимодействия между подвижным составом автомобильного транспорта и складами»

Реферат:

Программа предназначена для оптимизации транспортных процессов, отслеживать и контролировать запасы, координировать поставки и предоставлять аналитическую информацию для повышения общей эффективности и производительности. Программа позволяет: облегчает координацию между автотранспортными средствами и складами для эффективного взаимодействия и управления. Программа может быть использована как программно-аналитический комплекс для организации взаимодействия подвижного состава автомобильного транспорта и складов. Тип ЭВМ: IBM PC - совмест. ПК; ОС: Windows, Mac OS, Linux.

Язык программирования:

Java

Объем программы для ЭВМ:

0,516 КБ

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



RU2024610603

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ
ГОСУДАРСТВЕННАЯ РЕГИСТРАЦИЯ ПРОГРАММЫ ДЛЯ ЭВМ

Номер регистрации (свидетельства): 2024610603	Автор(ы): Некрасов Сергей Игоревич (RU), Новиченко Антон Игоревич (RU), Горностаев Владислав Игоревич (RU), Анисимов Андрей Валерьевич (RU)
Дата регистрации: 11.01.2024	Правообладатель(и): ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ "САПФИР ЮНИОН" (RU)
Номер и дата поступления заявки: 2023668332 05.09.2023	
Дата публикации и номер бюллетеня: 11.01.2024 Бюл. № 1	
Контактные реквизиты: saphireunion@gmail.com	

Название программы для ЭВМ:
«Сапфир-1.0: Программно-вычислительный комплекс моделирования транспортно-технологических систем»

Реферат:

Программа предназначена для моделирования транспортно-технологических систем и анализу поведения, производительности и взаимодействия различных компонентов внутри этих систем. Программа позволяет: моделировать транспортные сети, инфраструктуру, транспортные средства, логистику и связанные с ними технологические системы; получить информация о состоянии транспортных поток, оптимизации маршрутов, планировании, распределении ресурсов. Программа может быть использована для исследования различных сценариев, проверки гипотез, оценивать конструкции систем и принимать обоснованные решения для повышения эффективности, безопасности и устойчивости транспортных и технологических систем. Тип ЭВМ: IBM PC-совмест. ПК; ОС: Windows, Mac OS, Linux.

Язык программирования: Java

Объем программы для ЭВМ: 0,604 КБ

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор

ООО «КомТранс Трейд»

М.Б. Солонин



2024 г.

А К Т
внедрения результатов
научно-исследовательской работы

Настоящий акт составлен представителями ООО «КомТранс Трейд» в лице директора Солонина М.Б., исполнительного директора Кикоть М.А. с одной стороны и представителями Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева» в лице заведующего кафедрой технического сервиса машин и оборудования, д.т.н., доцент Апатенко А.С. и соискателя ученой степени кандидата технических наук Некрасова С.И. с другой стороны.

Настоящим актом подтверждается, что результаты научного исследования, выполненные Некрасовым С.И. под научным руководством Апатенко А.С., были успешно апробированы в производственных условиях предприятия ООО «КомТранс Трейд», обсуждены на техническом совете и приняты к дальнейшему использованию.

Представители ООО «КомТранс Трейд»

Директор _____ / М.Б. Солонин /

Исполнительный директор _____ / М.А. Кикоть /

Представители РГАУ – МСХА им. К.А. Тимирязева

Заведующий кафедрой
 технического сервиса машин
 и оборудования, д.т.н., доцент _____ / А.С. Апатенко /

Ассистент кафедры
 технического сервиса машин
 и оборудования, соискатель _____ / С.И. Некрасов /



ЗОЛОТАЯ ОСЕНЬ 2024

XXVI РОССИЙСКАЯ АГРОПРОМЫШЛЕННАЯ ВЫСТАВКА

ДИПЛОМ

НАГРАЖДАЕТСЯ
ЗОЛОТОЙ МЕДАЛЬЮ

ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева,
г. Москва

За разработку программно-вычислительного комплекса Санфир

ЗАМЕСТИТЕЛЬ МИНИСТРА СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

О.А. ГАТАГОВА

Диплом

победителя конкурса «Студенческий стартап»

Некрасов Сергей

Игоревич

Договор № 553ГССС15-L/78661

Генеральный директор С. Г. Поляков

ФОНД СОДЕЙСТВИЯ
ИННОВАЦИЯМ

2022