

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Южно-Уральский государственный университет»
(национальный исследовательский университет)
Факультет «Автотракторный»
Кафедра «Автомобильный транспорт»

РАБОТА ПРОВЕРЕНА
Рецензент

_____ 2017 г.
« ____ » _____

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой
д.т.н., профессор

_____ / Ю.В. Рождественский/
« ____ » _____ 2017 г.

**Повышение эффективности функционирования
транспорта и погрузочных средств**

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
ЮУрГУ–23.04.01.2017.220.00.00 ПЗ ВКР

Руководитель проекта,
к.т.н., доцент

_____ /В.Д. Шепелёв/
« ____ » _____ 2017 г.

Автор проекта,
студент группы П-214

_____ /К.Э. Герль/
« ____ » _____ 2017 г.

Нормоконтролер,
к.т.н., доцент

_____ /П.Н. Баранов/
« ____ » _____ 2017 г.

АННОТАЦИЯ

Герль К. Э. Повышение эффективности функционирования транспорта и погрузочных средств – Челябинск: ЮУрГУ, П; 2017; Состоит из пояснительной записки 82 стр. машинописного текста, 20 ил., библиографического списка 52 наим., в т.ч. 13 зарубежных источников и 1 приложения.

В выпускной квалификационной работе представлен анализ состояния грузоперевозок в Российской Федерации. После анализа грузоперевозок России и были выявлены недостатки. А именно, время на погрузочно-разгрузочные операции напрямую зависит от количества погрузочно-разгрузочных средств, на сегодняшний день эта проблема является актуальной, уменьшив время простоя в ожидании погрузки транспортными средствами, можно сэкономить денежные средства на штрафные санкции и получить дополнительную прибыль для предприятия.

Задачей работы является разработка рекомендаций по использованию количества погрузочно-разгрузочных средств в зависимости от количества обслуживаемых требований, прибывающих на погрузку. В качестве решения было предложено использование критерия минимума суммарных затрат на основе теории массового обслуживания.

Экономический эффект был достигнут за счет разницы базовых затрат предприятия и затрат, достигаемых путем применения данной методики. Таким образом, при организации транспортно-логистической деятельности необходимо грамотно применять математические методы моделирования для получения экономического эффекта.

ОГЛАВЛЕНИЕ

1 СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ	11
1.1 Методы повышения эффективности использования подвижного состава	17
1.2 Современный технический уровень комплексов погрузочно-разгрузочных механизмов	19
1.3 Методы расчета эффективности функционирования систем.....	22
1.4 Экономико-математические методы оптимизации средств, выполняющих погрузочно-разгрузочные операции	24
Выводы по главе один	29
2 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПОГРУЗОЧНО-РАЗГРУЗОЧНЫХ СРЕДСТВ	30
2.1 Математическая основа задачи оптимизации транспортно-логистического комплекса	32
2.2 Методика расчета стоимости часа простоя погрузочных механизмов	37
2.3 Методика расчета стоимости часа простоя транспортных средств.....	38
Выводы по главе два.....	42
3 РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	44
3.1 Расчет модели транспортно-погрузочного комплекса с установлением оптимального количества приемных каналов.....	45
3.2 Расчет базовой модели транспортно-погрузочного комплекса	58
3.3 Экономическая оценка эффективности предлагаемых мероприятий	60
Выводы по главе три.....	62
4 ОХРАНА ТРУДА НА АВТОТРАНСПОРТНОМ ПРЕДПРИЯТИИ	64

4.1 Опасные и вредные производственные факторы, действующие на работников	64
4.2 Погрузка, разгрузка и перевозка грузов	65
4.3 Регулирование труда и отдыха работников	67
Выводы по разделу четыре	70
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	71
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	72
ПРИЛОЖЕНИЕ 1	Ошибка! Закладка не определена.

ВВЕДЕНИЕ

Важнейшей задачей для отрасли автомобильного хозяйства является оптимизация затрат на перевозку и повышение эффективности работы автомобильного транспорта. Для решения данной задачи применяются следующие методы: разрабатываются оптимальные схемы, а так же маршруты перевозок; разрабатываются целесообразные мероприятия по организации погрузочно-разгрузочных операций, с целью снижения простоев транспорта; оптимизируется распределение автомобильных грузовых перевозок между возможными видами взаимодействующих автомобилей с учетом мер эффективного использования автотранспорта.

Важнейшим фактором, влияющим на работу автомобильного транспорта и парка погрузочно-разгрузочных средств является неравномерность перевозок, вследствие этого ухудшается эффективность работы автопарка и увеличивается потребность в погрузочно-разгрузочных механизмах. Данная особенность присуща многим сферам индустрии, в особенности она характерна для кондитерской отрасли. Зачастую наблюдается сезонная, суточная, а так же внутрисуточная неравномерность отправки готовой продукции.

Поставка готовой продукции точно в срок требует оптимизации структуры автопарка и парка погрузочно-разгрузочных средств, при этом необходимо минимизировать затраты на их содержание. Отсюда следует, что в условиях неравномерной вывозки готовой продукции с предприятия, вопрос планирования объемов вывозки готовой продукции, а так же оптимизация парка подвижного состава и погрузочно-разгрузочных средств чрезвычайно актуален.

Целью выпускной квалификационной работы является оптимизация парка подвижного состава и погрузочных средств на примере кондитерской фабрики с учетом неравномерности вывоза готовой продукции.

Для достижения сформированной цели следует решить нижеперечисленные основные задачи исследования:

1. произвести анализ методик, применяемых для повышения эффективности данной деятельности;
2. определить применяемые методы математического моделирования;
3. определить оптимальное количество погрузочных средств для выполнения работы с определенными параметрами;
4. рассчитать эксплуатационные характеристики оптимизированного парка погрузочных средств.

Предметом исследования является процесс вывоза готовой продукции со склада кондитерской фабрики.

Объектом исследования является транспортно-производственный комплекс готовой продукции

Методы исследования. Результат выпускной квалификационной работы основан на использовании методов статистического анализа, теории вероятностей, а так же математической статистики.

Научная новизна выпускной квалификационной работы заключается в нижеследующем:

- создан метод оптимизации парка автотранспортных и погрузочных средств;
- разработана методика установления оптимального количества погрузочных средств для выполнения работы с определенными параметрами.

1 СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Грузовой автомобильный транспорт Российской Федерации является значительной составляющей транспортной системы страны. На его долю приходится большая часть перевозок всех грузов российского транспортного комплекса, он способствует экономическому росту различных отраслей, повышению качества жизни населения и не имеет альтернативы в ведущих секторах экономики.

Спрос на автомобильные перевозки тесно связан с динамикой изменения объемов производства в стране, финансовой обеспеченностью предприятий и компаний различных отраслей экономики, а так же уровнем платежеспособности населения.

Грузовой автомобильный транспорт Российской Федерации является значительной составляющей транспортной системы страны. На его долю приходится большая часть перевозок всех грузов российского транспортного комплекса, он способствует экономическому росту различных отраслей, повышению качества жизни населения и не имеет альтернативы в ведущих секторах экономики.

Автомобильным транспортом в Российской Федерации перевозится около 80% общего объема грузов, перевозимых всеми видами транспорта, значит большая часть грузов не может быть перевезена без участия автомобильного транспорта. Одновременно с этим в общем грузообороте доля автотранспорта составляет не так много – 5% . Таким образом можно сказать, что основная сфера деятельности грузовых автомобильных перевозок – доставка грузов в городах и их подвоз-вывоз в различных транспортных узлах[45].

Грузовым автомобильным транспортом, перевозятся грузы различных отраслей, таких как: строительная, агропромышленная, а так же по заявке малого и среднего бизнеса. Большинство промышленных предприятий не имеют альтернативных подъездных путей, помимо автомобильного, что

предопределяет преимущественно использование грузового автомобильного транспорта.

Общий объем внутренних грузовых перевозок в Российской Федерации представлен на рисунке 1.1. В 2016 году он составил около 234 миллиардов тонно-километров, в 2015 году наблюдается явный спад объема грузовых перевозок, который составляет около 10 % от объема перевезенных грузов в 2014 году, объем грузов, перемещаемых автомобильным транспортом. В 2013 году объем перевезенных грузов достигает максимального значения и составляет около 250 миллиардов тонно-километров. Так же из графика отчетливо видно падение общего грузооборота в 2009 году, это связано с экономическим кризисом в стране.

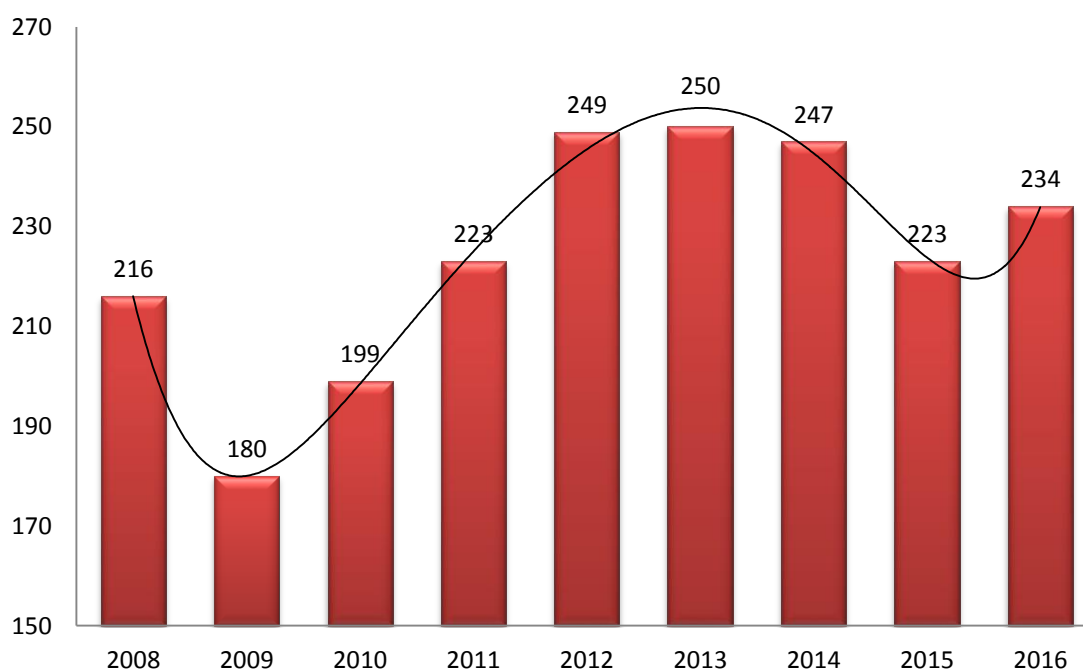


Рисунок 1.1 – Общий грузооборот автотранспорта в РФ, млрд т/км

На сегодняшний день в отрасли грузовых автомобильных перевозок существует множество вопросов, требующих решения. Основной рассматриваемой проблемой является проблема совершенствования эффективности функционирования сложных технических систем, в том

числе автотранспортных предприятий. Причиной этого является то, что внешние условия по отношению к автотранспортным предприятиям становятся более неустойчивыми и быстро изменяющимися, а требования, предъявляемые к качеству функционирования систем, растут. К 2020 году, количество перевезенных грузов, как ожидается, будет расти и дальше [11].

Одной из проблем при организации перевозочного процесса на крупных складских терминалах, является проблема организации погрузочно-разгрузочных операций. Решение данной проблемы влечет за собой экономическую выгоду для предприятия, осуществляющего перевозочный процесс, а так же для предприятия, осуществляющего отгрузку.

Время простоя автомобиля под погрузкой и разгрузкой составляет значительный процент от общего времени работы грузовых автомобилей. Особенно велик удельный вес этого времени при характерных для автомобильного транспорта перевозках грузов на малые расстояниях [4].

На рисунке 1.2 представлена структура общего времени рейса автомобиля.

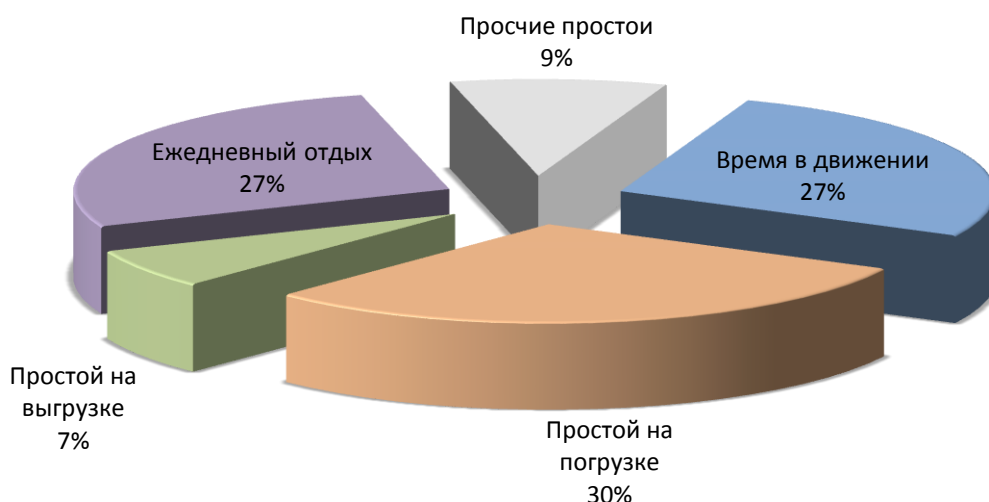


Рисунок 1.2 – Структура общего времени рейса автомобиля

Поэтому необходимо уделять особое внимание правильной организации погрузочно-разгрузочных работ, при которой простой автомобилей и себестоимость перевозок будут минимальными. На рисунке 1.3 показано, на что тратится общее время простоя автомобиля под погрузкой и разгрузкой.

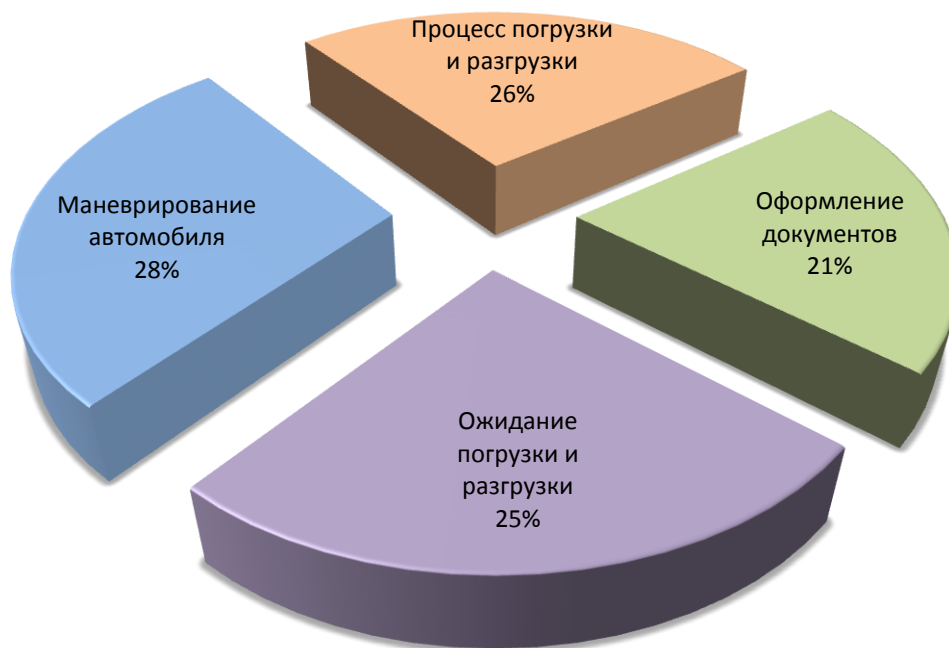


Рисунок 1.3 – Простои при погрузочно-разгрузочных операциях

Важным показателем эффективности работы подвижного состава является прежде всего его производительность. Имея данные по общему грузообороту за год и общему количеству ТС, можно вычислить среднюю производительность одного автомобиля. По данному показателю Россия значительно отстаёт от ведущих стран мира, таких как США, Япония, Китай и страны Евросоюза [25]. Производительность одного транспортного средства представлена на рисунке 1.4.

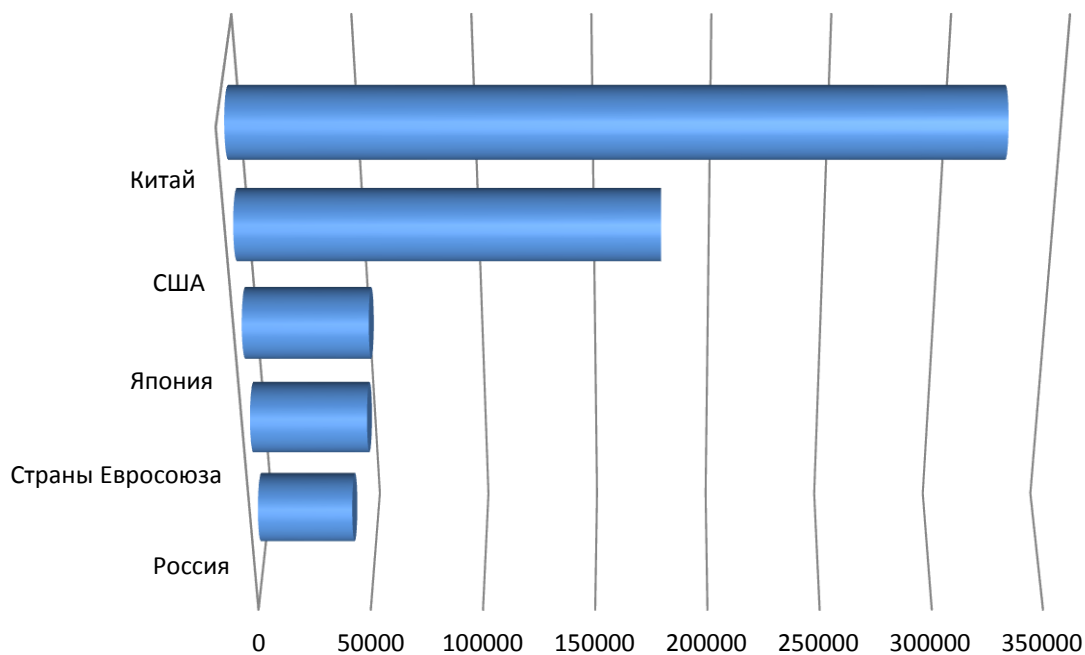


Рисунок 1.4 – Производительность одного ТС, т · км

Одним из факторов, способствующих большим непроизводительным простоям в Российской Федерации является незначительные штрафы, тогда как в странах Европейского союза, доля штрафов за простои достаточно велика. Рассмотрим анализ штрафов за непроизводительные простои на примере РФ, США и Германии – лидеров по организации транспортно-логистической деятельности в мире, на рисунке 1.5.

В России грузоотправители, в отличие от европейских стран не стремятся выполнять установленные нормы времени на выполнение погрузочно-разгрузочных работ (ПРР), которые составляют от 1-го до 2-х часов при механизированных ПРР ТС грузоподъемностью 20 тонн, а по факту занимают, в среднем от 4 до 8 часов. В то время как в Германии погрузочно-разгрузочный процесс, строго ограничен договором двумя часами, что показано на рисунке 1.6. Организация ПРР напрямую влияет не только на производительность предприятия, но и на его прибыль [50].

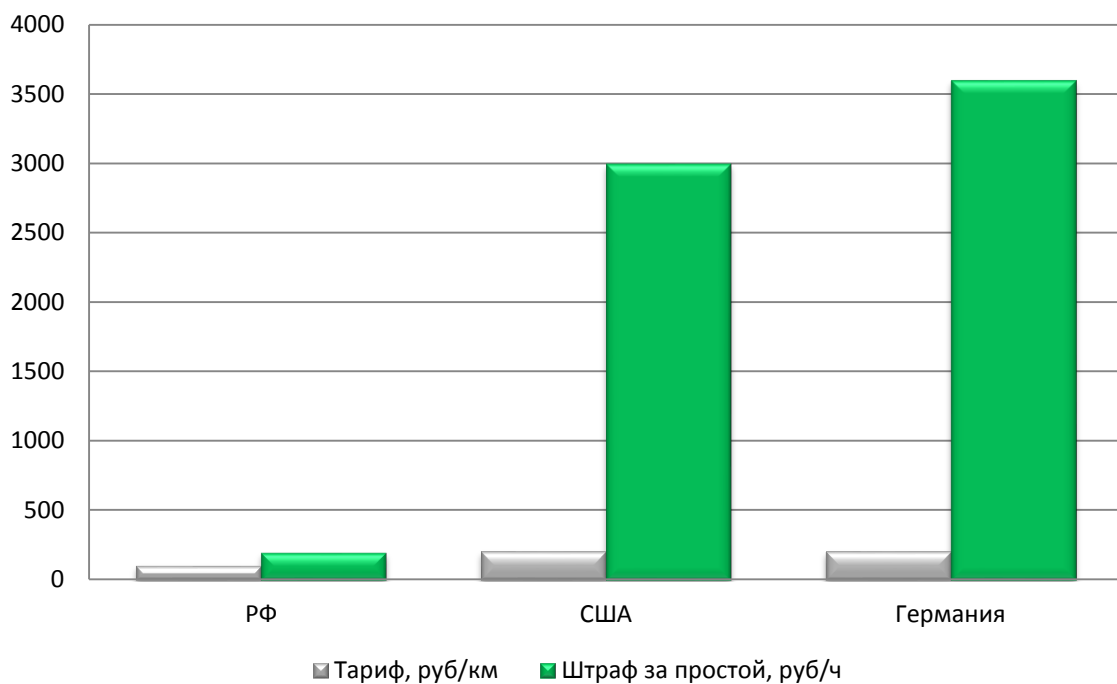


Рисунок 1.5 – Сравнение тарифов и штрафов за простой

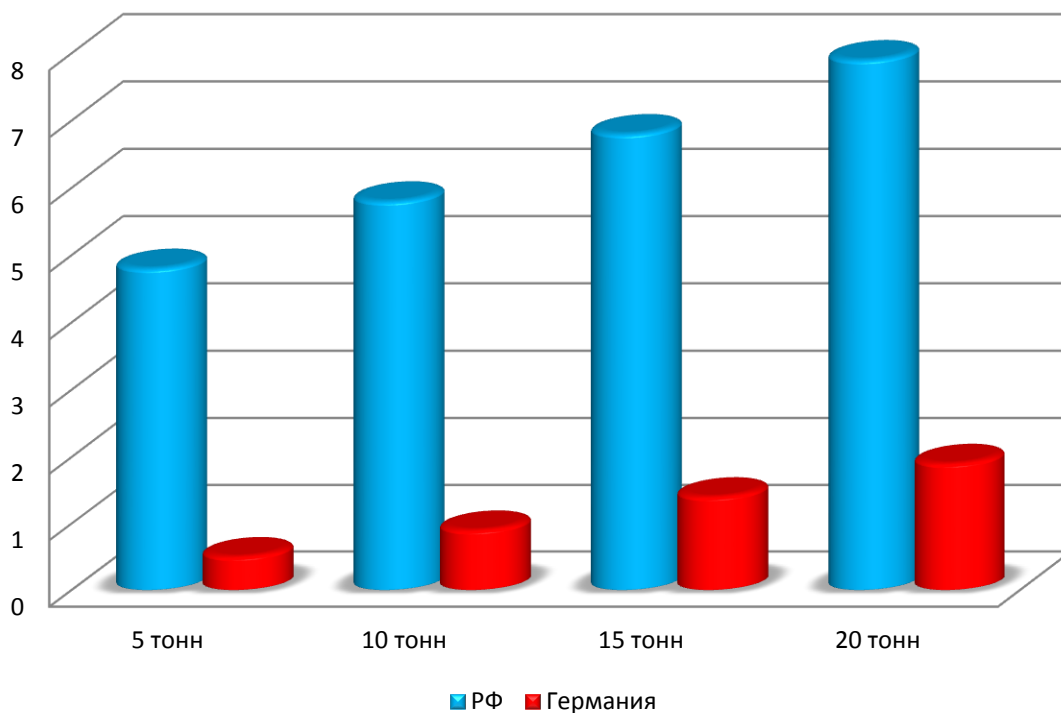


Рисунок 1.6 – Сравнение времени, затрачиваемого на погрузку-разгрузку

1.1 Методы повышения эффективности использования подвижного состава

В настоящее время в сфере транспортной логистики существуют различные методы повышения эффективности использования подвижного состава. Одним из главных резервов повышения эффективности является оптимизация взаимодействия взаимообусловленных простоев подвижного состава и погрузочно-разгрузочных средств.

В современных условиях конкуренции на рынке транспортных услуг, модернизация процессов перевозки грузов и повышение их эффективности обуславливается совершенствованием применяемых технологий, оптимизацией использования подвижного состава автомобильного транспорта и погрузочно-разгрузочных механизмов, использованием перспективных методов организации транспортного процесса. Оптимизированный подвижной состав позволяет повысить скорость движения подвижного состава, сократить простои под погрузочно-разгрузочными операциями и т.д.

Важным показателем эффективности работы подвижного состава является, прежде всего, его производительность [25]. Еще одним из важнейших показателей, влияющих на эффективное использование подвижного состава, является коэффициент использования рабочего времени. Чем лучше организованы погрузочно-разгрузочные работы и меньше простои, тем выше коэффициент использования рабочего времени и выше эффективность использования ПС [13].

Длительный простой под погрузкой и разгрузкой значительно снижает производительность подвижного состава. Поэтому необходимо уделять особое внимание правильной организации погрузочно-разгрузочных работ, при которой простой автомобилей и себестоимость перевозок будут минимальными.

Время простоя оказывает непосредственное влияние на эффективность перевозок и производительность, которая является важнейшим показателем эффективности работы подвижного состава [52]. Зависимость времени простоя обратно пропорциональна производительности подвижного состава.

Время простоя автомобилей под погрузкой-разгрузкой зависит от грузоподъемности и типа автомобиля, характера организации и механизации погрузочно-разгрузочных работ, вида груза и его упаковки. Ожидание погрузки (разгрузки) грузов может быть связано с различными факторами перевозки, такими как: опоздание транспортных средств, занятость погрузочно-разгрузочных пунктов и других. Вероятно, время непроизводительных простоев появляется из-за низкого уровня организации транспортного процесса.

Обладая достоверными данными о работе подвижного состава, а также обращая внимание и своевременно реагируя на возникающие проблемы в транспортном процессе, можно значительно повысить эффективность подвижного состава.

Так, например длительность простоя автомобилей в ожидании погрузки и степень использования погрузочных средств будут зависеть от числа привлеченных погрузочно-разгрузочных средств. С уменьшением числа погрузочных механизмов будет увеличиваться простой автомобилей в ожидании погрузки, а с увеличением – сокращаться время ожидания автомобилями погрузки, но будет увеличиваться простой погрузочных механизмов.

В качестве используемых методов повышения эффективности использования подвижного состава на грузовом автомобильном транспорте в настоящее время применяются:

- загрузка подвижного состава ночью, что позволяет повысить эффективность использования погрузочно-разгрузочных механизмов;
- применение технологии сменных прицепов и полуприцепов для сокращения времени простоя грузового автомобильного транспорта во время погрузочно-разгрузочных операций;
- равномерная подача подвижного состава в пункт погрузки.

Следует отметить, что эффективность использования подвижного состава на автомобильном транспорте аналогично достигается за счет применения систем с

использованием GPS, таких как ГЛОНАСС, а так же технического усовершенствования парка подвижного состава.

1.2 Современный технический уровень комплексов погрузочно-разгрузочных механизмов

В основном, эффективным направлением в совершенствовании складского производства является усовершенствование уровня технической оснащённости складов.

В последние годы в нашей стране и за рубежом заметно усилились поиски решения проблемы организации автоматизированных и полу автоматизированных складов.

В торговых организациях требуются логистические подходы к внедрению оборудования автоматизированных складов (складов-терминалов) для приемки, хранения, учета и выдачи товаров.

На сегодняшний день сфера обслуживания складских терминалов является одной из наиболее трудоемких отраслей деятельности, так как значительная масса грузов от терминала до приемного кузова грузового автомобиля транспортируется немеханизированным (ручным) способом.

В настоящее время наблюдается низкий уровень механизации труда на складских терминалах. В большей степени трудоемкими в сфере терминальной обработки являются погрузочно-разгрузочные операции.

При выполнении погрузочно-разгрузочных операций фиксируется низкая производительность труда, используется малоквалифицированная рабочая сила. В механизации этих работ заложены резервы сокращения доли ручного труда, повышения его производительности и ускорения выполнения технологических операций.

Применение подъемно-транспортного оборудования способствует облегчению тяжелых работ, повышает производительность. Особенно эффективно использование комплексной механизации трудоемких процессов на всем пути движения товаров от предприятия-поставщика до места назначения.

Трудоемкость и себестоимость подъёмно-транспортных работ составляет от 10 до 20 % в общей себестоимости промышленной продукции. Поскольку эти работы обычно выполняют на складах прибытия или отправления грузов в транспортно-грузовых системах, автоматизация складских работ, складского оборудования и складов в целом имеет большое значение для повышения эффективности систем доставки грузов [47].

С развитием технологий и технических средств, развивались способы выполнения погрузочно-разгрузочных операций. В своем развитии механизированные и автоматизированные склады имеют следующие этапы и стадии, представленные на рисунке 1.7.

Немеханизированный склад, тот на котором все перемещения контролируются работниками, в качестве вспомогательного оборудования, могут использоваться ручная тележка для перемещения паллет.

Механизированный склад основные погрузочно-складские операции выполняются с применением машин и механизмов с ручным управлением кнопками или рукоятками. Механизированными системами управляет оператор.

Комплексно (или высоко) механизированный склад, тот, на котором все перегрузочно-складские операции выполняются машинами и механизмами с ручным управлением.

Автоматизированный склад – это комплексно механизированный склад, в котором часть перегрузочно-складских операций выполняется автоматическими или полуавтоматическими машинами и механизмами.

Автоматический склад – это комплексно механизированный склад, в котором все основные перегрузочно-складские операции выполняются автоматическими машинами и механизмами.

Роботизированный склад это автоматизированный склад, в котором часть перегрузочно-складских операций выполняется перепрограммируемыми средствами робототехники [37].

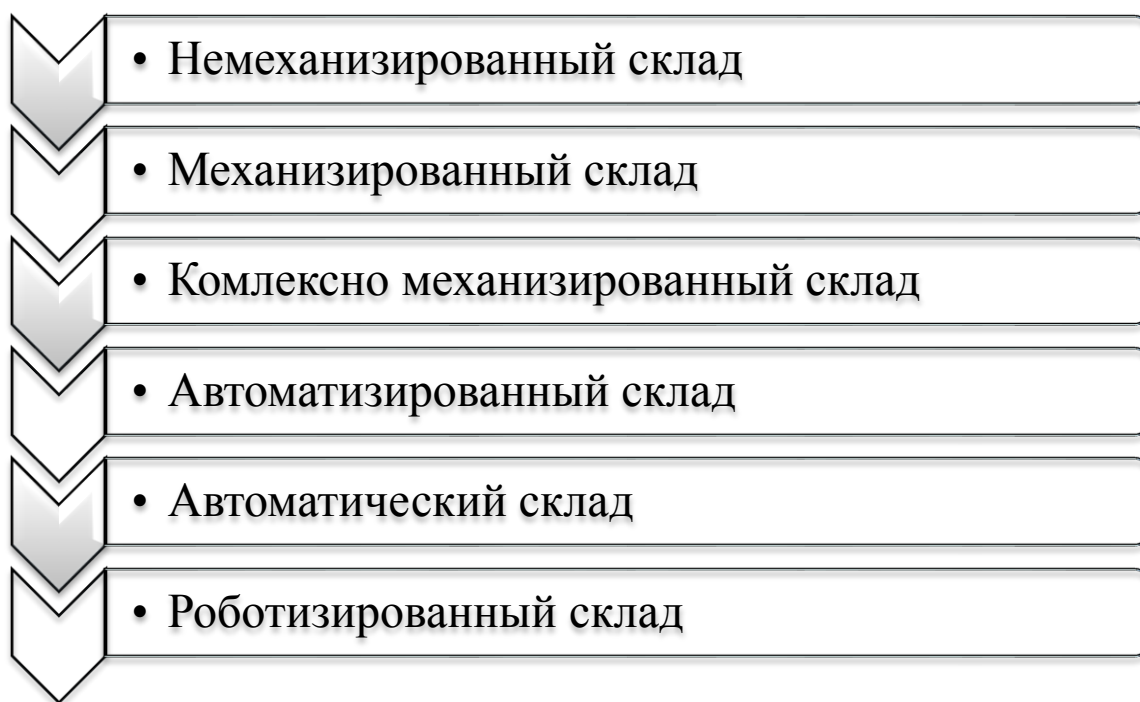


Рисунок 1.7 – Этапы автоматизации складов

Проведенный комплексный анализ транспортно-логистических складских терминалов показал, что в настоящее время, на территории Российской Федерации, в основном используются механизированные, комплексно механизированные и немеханизированные склады. Доля автоматизированных и автоматических терминальных складов мала.

Выполненный анализ зависимости балансовой стоимости погрузочно-разгрузочных механизмов и его производительности представлен в табл. 1. Необходимо отметить, для сравнительного анализа выбирались новые погрузочно-разгрузочные средства.

Таблица 1 – Сравнительная характеристика погрузочных средств

Балансовая стоимость, руб.	Производительность, т/час
1 400 000	54
1 500 000	64
1 600 000	72
1 700 000	90
1 900 000	108

Из табл. 1 видно, что балансовая стоимость и максимальная техническая производительность растут неравномерно, отсюда следует, что при покупке погрузочно-разгрузочных механизмов, предприятию необходимо учесть различные факторы работы данных механизмов.

При выборе погрузочно-разгрузочных механизмов учитывают условия грузового пункта, род и объем перевозимого груза, а так же тип подвижного состава. В пунктах с нестабильным и разнородным грузооборотом применяются мобильные погрузочно-разгрузочные средства.

1.3 Методы расчета эффективности функционирования систем

В настоящее время основным применяемым аналитическим методом оценки качества обслуживания транспортных узлов является теория массового обслуживания, основанная на системе массового обслуживания. Существует несколько типов обслуживаемых систем: разомкнутая и непрерывная.

Теория массового обслуживания – это одна из областей прикладной математики, которая занимается анализом эффективности тех или иных процессов на производстве, обслуживания различных систем, где однородные события имеют циклический характер.

Предметом изучения теории массового обслуживания являются системы массового обслуживания. Под системой массового обслуживания понимается объект (предприятие, организация и др.), деятельность которого связана с многократной реализацией исполнения каких-то однотипных задач и операций [16]. Схема сервиса согласно теории массового обслуживания представлена на рисунке 1.8.

Основной целью теории массового обслуживания является формирование рекомендаций по целесообразному построению систем массового обслуживания, упорядочивание работы и регламентирование потока заявок для гарантии высокой эффективности функционирования систем.

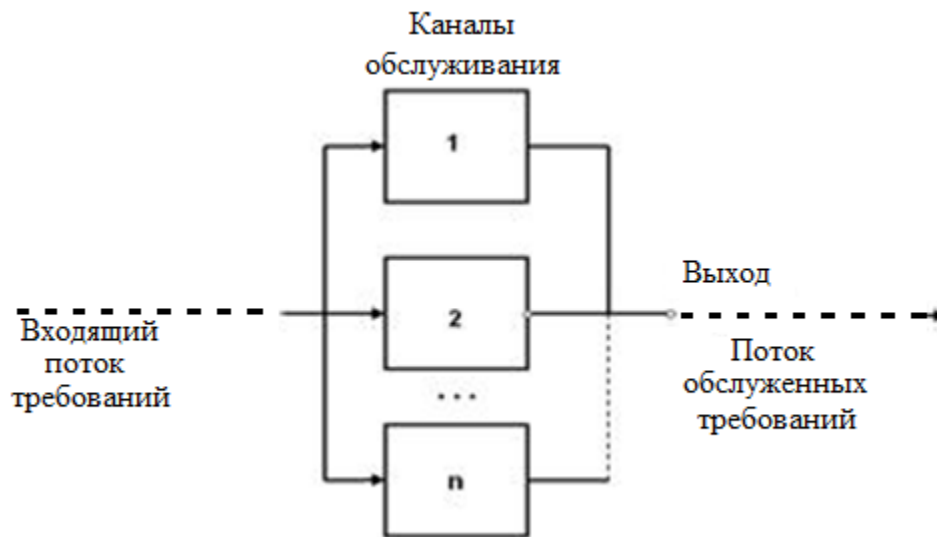


Рисунок 1.8 – Схема сервиса теории массового обслуживания

Задачи теории массового обслуживания носят оптимизационный характер и в конечном счете включают экономический аспект по определению такого варианта системы, при котором будет обеспечен минимум суммарных затрат от ожидания обслуживания, потерь времени и ресурсов на обслуживание и простоев каналов обслуживания.

Существует несколько разновидностей систем массового обслуживания, для определения технического оснащения грузовых пунктов используется открытая многоканальная система массового обслуживания с ожиданием.

С помощью применения теории массового обслуживания определяются, вероятность того, что в грузовом пункте отсутствуют автомобили, вероятность того, что в грузовом пункте находятся автомобили, среднее количество автомобилей в грузовом пункте, среднее количество автомобилей в очереди под погрузку (разгрузку), средняя длительность простоя транспортного средства в ожидании загрузки (разгрузки), среднее количество простаивающих погрузочно-разгрузочных механизмов.

Исходными данными, характеризующими систему массового обслуживания, являются: число каналов обслуживания, число требований, интенсивность поступления одного требования на обслуживание.

Входящий поток требований (заявок) является одним из наиболее важных понятий теории массового обслуживания и имеет вероятностный характер. Поступление потоков автомобилей моделируется посредством простейшего потока. Для простейшего потока частота поступления требований в систему подчиняется закону Пуассона. Параметры транспортного процесса (время погрузки, разгрузки) имеют случайный характер.

При планировании работы организаций обслуживаемых согласно плану системы массового обслуживания происходит влияние на технико-экономические показатели грузовых перевозок. А именно, снижается себестоимость перевозки, за счет снижения непроизводительных простоев автомобильного грузового транспорта в очереди под погрузку-разгрузку.

Эффективность перевозочного процесса на автотранспортных предприятиях зависит от множества различных факторов, некоторые из которых носят случайный характер и не подчиняются законам математического моделирования.

1.4 Экономико-математические методы оптимизации средств, выполняющих погрузочно-разгрузочные операции

Снижение издержек на транспортно-логистическое обеспечение является приоритетным направлением в вопросе снижения себестоимости продукции, а также предоставляемых услуг. Одним из резервов снижения затрат на транспортно-логистические операции является снижение взаимообусловленных простоев подвижного состава и погрузочно-разгрузочных механизмов.

Решение задачи по эффективному взаимодействию погрузочных и транспортных средств позволит: во-первых, снизить затраты на погрузочно-разгрузочные операции, во-вторых снизить простои грузового транспорта, что предоставит задействовать меньшее количество ресурсов (финансовых, трудовых, материально-технических). Математическая основа задачи оптимизации транспортно-логистического комплекса сводится к минимизации затрат для осуществления погрузочно-разгрузочных работ. Для достижения этой цели

необходимо сократить непроизводительные простои автомобилей с учетом неравномерности прибытия транспортных средств под погрузку.

Оптимизация транспортной логистики позволит сократить затраты на перевозку товаров и время обслуживания клиентов за счёт увеличения количества перевозимых товаров, увеличения точек доставки, уменьшения затрат на заработную плату (за счёт сокращения количества водителей), уменьшения количества транспортных средств.

Как отмечено в трудах [19,44], минимальные затраты, связанные с погрузочными работами и транспортированием, будут в случае когда затраты, связанные с простоями погрузочных механизмов и грузовых автомобилей, будут иметь минимально возможную величину. Таким образом, данный комплекс надлежит рассмотрению, как объект системного анализа с целью повышения его эффективности работы.

В соответствии с суждением Н. Н. Моисеева [36] «Системный анализ – это совокупность методов, основанных на использовании ЭВМ и ориентированных на исследование сложных систем-технических, экономических, экологических и т.д. Результатом системных исследований является, как правило выбор альтернативы: параметров конструкции и т.д. Поэтому истоки системного анализа, его методические концепции лежат в тех дисциплинах, которые занимаются проблемами принятия решений: теории операций и общей теории управления»

Другое определение системного анализа, которое выдвинул А. В. Антонов [14] «Системный анализ является дальнейшим развитием целого ряда дисциплин, таких как исследование операций, теория оптимального управления, теория принятия решения, экспертный анализ, теория организации эксплуатации систем и т.д.»

Ценность системного подхода состоит в том, что рассмотрение категорий системного анализа создает основу для логического и последовательного подхода к проблеме принятия решений. Эффективность решения проблем с помощью системного анализа определяется структурой решаемых проблем [43].

Термин «анализ» используется для характеристики самой процедуры проведения исследования, которая состоит в том, чтобы разбить проблему в целом на ее составляющие части, более доступные для решения, использовать наиболее подходящие специальные методы для решения отдельных подпроблем, и, наконец, объединить частные решения так, чтобы было построено общее решение проблемы. Ясно, что наиболее эффективно анализ может быть произведен лишь на основе системного подхода. В этом случае возникает не только органическое сочетание декомпозиции проблем на части и исследования связей и отношений между этими частями, но также делается особый акцент на рассмотрение целей и задач, общих для всех частей, и в соответствии с этим осуществляется синтез общего решения из частных решений [43].

Как отмечено в [14, 31, 35], что «модели массового обслуживания находят применение при решении задач системного анализа, в случае, когда исследуемые величины имеют случайный характер. К числу таких задач относятся задачи организации предприятий торговли, связи, бытового и медицинского обслуживания, организации технического обслуживания предприятий, вопросы снабжения запасными частями и механизмами и т.п. Процесс работы системы массового обслуживания представляет собой случайный процесс с дискретными состояниями и непрерывным временем. Состояния системы массового обслуживания меняются скачком в момент реализации событий (поступление новой или окончание обслуживания заявки, момента, когда заявка, которой надоело ждать, покидает очередь)».

Как отмечает Б. В. Гнеденко [18], транспорт представляет собой одну из грандиозных систем массового обслуживания, для которой характерны следующие особенности: моменты прибытия транспортных единиц, как правило, не могут быть абсолютно точно предсказаны; длительность обслуживания резко меняется в зависимости, как от вида перевозимых грузов, так и от реализации перевозок во времени; устройства обслуживания имеют не постоянную загрузку, и в результате сильно загруженные промежутки времени чередуются с промежутками слабой загрузки [24].

Проблема организации транспортно-логистической деятельности на сегодняшний день актуальна и рассматривается такими авторами как: Ablameiko M.N., Giulio E., Nemna T., Альметова З.В., Глемба К.В., Иванов А.С., Капской Д.В., Ключин Е.Ф., Морохова Н.А., Павлов И.И., Рошин Е.А, Ходоскина А.А., Шепелёв В.Д..

Основными источниками, раскрывающими теоретические основы повышения эффективности работы транспортных систем, явились работы [50, 17, 26]. В данных источниках подробно рассмотрена актуальность данной проблемы, а так же описаны основные факторы, влияющие на эффективность работы подвижного состава. В литературе данных авторов не учитываются аспекты, носящие случайный характер происхождения того или иного события.

На основе работ [42, 41, 40] подробно рассмотрено действие теории массового обслуживания, а именно ее область применения, различные методы решения поставленных целей и задач. Данные методы предназначены в основном для анализа процессов функционирования транспортных систем городов и мегаполисов [5].

Международный опыт повышения эффективности работы автопоездов был рассмотрен на основе [1]. В работе рассмотрены различные способы погрузки, для достижения максимальной эффективности подвижного состава. Авторы трудов, пришли к выводу о целесообразности использования многозвенных автопоездов, а так же использования схемы предложенной ими для проведения погрузочно-разгрузочных работ.

Способы оптимизации различных аспектов процесса организации и доставки грузов рассмотрены в научных работах отечественных авторов [28, 17]. Рассмотрены подходы повышения эффективности функционирования транспортной системы регионов Российской Федерации на примере межтерминальных сообщений. При решении поставленных задач в данной области рассматриваются вопросы сокращения времени простоя транспортных средств (ТС) под погрузкой-разгрузкой. Рассмотрение данной темы является основополагающей для написания данной работе.

При изучении проблемы повышения эффективности функционирования транспортно-погрузочного комплекса были рассмотрены работы иностранных авторов, затрагивающие подходы построения различных моделей функционирования транспортных процессов. В работе [7] рассмотрено влияние многих факторов на эффективность перевозочного процесса, авторы отмечают, что большая часть из них носит случайный характер. Авторы данной публикации приходят к выводу о рассмотрении параметров распределения прибыли за единицу времени при выполнении разовых заказов.

Работы [48, 33] рассматривают общие условия моделирования различных поставок. Авторами предлагаются методики (модели) расчета параметров различных перевозок. В данных трудах, сделан вывод о необходимости оценки затрат.

Публикация [37] имеет прикладной характер. В трудах проведен анализ средств автоматизации погрузочно-разгрузочных работ. Рассмотрена целесообразность использования данных механизмов в промышленности. Итогом работы данных авторов является универсальная методика, позволяющая получить экономическую выгоду при условии больших грузопотоков.

Несмотря на наличие широкого спектра исследований проблем оптимизации транспортно-технологического комплекса, ряд вопросов требует дальнейшего изучения. В частности [6], в данной научной статье подробно рассмотрены перспективы развития международной транспортной отрасли.

Вопрос прогнозирования различных технологических систем, созданных с помощью формализованных систем. Например, корпорация «Прайс Уотерхаус Куперс» (США) и их прогноз «Мир в 2050 году» [9], базирующийся на математическом моделировании на основе упрощенной модели эндогенного экономического роста с учетом развития человеческого капитала, прогноз корпорации «РЭНД» «Глобальная технологическая революция 2020» [10]. Математические макромоделит, Goldman Sachs (Dreaming With BRICs: The Path to 2050) [12].

Для изучения математического моделирования системы, реализующей определенные технологические алгоритмы управления транспортными потоками использовались разработки [27]. В данной статье описан алгоритм оптимального распределения транспортных средств.

Выводы по главе один

В ходе проведения анализа публикаций был сделан вывод об актуальности проблемы повышения эффективности функционирования транспорта и погрузочных средств.

Целью выпускной квалификационной работы является исследование проблем и поиски путей решения вопросов, связанных с оптимизацией парка подвижного состава и погрузочных средств на предприятиях с учетом неравномерности прибытия автомобильного грузового транспорта под погрузку.

Для достижения данной цели, необходимо решить следующие задачи:

1. Определить оптимальное количество погрузочных средств для выполнения работы на основе критерия минимальных затрат;
2. Рассчитать экономический эффект от внедрения разработанной методики.

При рационально организованном производственном процессе в пунктах погрузки и выгрузки снижаются издержки на простой подвижного состава. В этом случае экономический эффект достигается за счет минимальных простоев автомобильного грузового транспорта и оптимизированного количества подвижного состава погрузочно-разгрузочных механизмов.

2 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПОГРУЗОЧНО-РАЗГРУЗОЧНЫХ СРЕДСТВ

В рамках данной главы рассмотрены различные методики расчетов себестоимости часа простоя погрузочно-разгрузочных механизмов и грузовых автомобилей. В главе проанализирована математическая основа задачи оптимизации транспортно-логистического комплекса.

Теоретический анализ вопроса повышения эффективности использования подвижного состава посредством применения экономико-математических методов оптимизации погрузочно-разгрузочных средств, показал, что процесс осуществления загрузки грузового автомобильного транспорта является сложной логистической системой. Они объединены в одну инфраструктуру на основе прямых связей. Главным интегративным свойством данной системы является согласованность работы всех подсистем на общий экономический результат [51].

В работе данной системы задействованы такие технические средства как: погрузочно-разгрузочные механизмы, грузовые автомобили, а так же электронно-вычислительные устройства с различными платформами программ вычисления.

Главным показателем эффективной работы данной инфраструктуры является влияние работы всех подсистем на производительность транспорта, что в свою очередь, влияет на себестоимость продукции, путем снижения доли затрат на транспортировку товаров.

Важным принципом принятия решения является комплексный подход к анализу проблемы и системный подход к оценке ее возможных решений. Он предполагает учет всех факторов, прямо или косвенно влияющих на решение проблемы. Его реализация осуществляется при установлении границ условной системы, в которую рассматриваемый объект включается в качестве элемента, и при определении границ того, что будет считаться окружающей средой [30].

Появление сложных плановых и организационно-управленческих задач стимулировало разработку методов, позволяющих обосновать данное решение [22, 34]. Получили дальнейшее развитие системные исследования, прежде всего

системный анализ, охватывающий совокупность методов, предназначенных для определения цели. В системном анализе прежде всего требуется ответить на вопрос: что нужно делать (т.е. на какие цели следует использовать имеющиеся ресурсы [32]).

Целью рационального построения любого перевозочного процесса являются выполнение заданного объема работ в экономически целесообразные сроки, сохранность груза и обеспечение затрат, в пределах возможностей предприятия. Достижение поставленной цели определяется эффективным решением задач на разных уровнях системы. Сложная техническая система предусматривает рассмотрение и анализ возможных вариантов построения производственного процесса на основе принятого критерия комплексных затрат, обеспечивающего достижение поставленной цели [51].

Снижение издержек в транспортно-логистическом обеспечении является приоритетным направлением в вопросе снижения себестоимости продукции. При моделировании грузовых перевозок автомобильным транспортом необходимо учитывать показатели работы подвижного состава и погрузочно-разгрузочных механизмов и их взаимодействия.

Производительность подвижного состава влияет несколько технико-экономических показателей, которые определяют отдельные стороны работы подвижного состава. И на каждый из этих параметров, в свою очередь, влияют определенные факторы, воздействуя на которые можно в конечном итоге повлиять на производительность автомобильного транспорта.

Повысить производительность транспортировки по принципу «точно в срок» можно посредством уменьшения времени простоя при погрузочно-разгрузочных работах, при грамотной организации процесса погрузки и разгрузки, возможно, достигнуть максимального экономического эффекта.

2.1 Математическая основа задачи оптимизации транспортно-логистического комплекса

Основное требование, предъявляемое к комплексной механизации складского (терминального) комплекса – это выполнение в нужные сроки и с высоким качеством технологических операций, обеспечивающих получение максимального количества продукции с минимальными удельными издержками производства [51].

При осуществлении перевозочного процесса имеют место потоки транспортных средств. Общий поток транспортных средств независимо от степени последствия слагающих его единичных потоков, по теореме Хинчина А.Я., становится сколь угодно близким к простейшему или стационарному Пуассоновскому потоку [49].

Математическая основа задачи оптимизации транспортно-логистического комплекса сводится к минимизации затрат для осуществления погрузочно-разгрузочных работ. Для достижения этой цели необходимо сократить непроизводительные простои подвижного состава с учетом неравномерности прибытия транспортных средств под погрузку.

Транспортно-погрузочный комплекс – это классическая система массового обслуживания с ожиданием. Для любой системы массового обслуживания характерна структура основными элементами, которой являются:

- входящий поток требования;
- очередь требований;
- каналы обслуживания;
- выходящий поток требований.

При недостаточном количестве приемных каналов возникает очередь транспортных средств, а при излишнем количестве приемных каналов, возникает их простой, оба этих фактора подразумевают экономические издержки.

Для решения данной задачи была построена математическая модель, отражающая сумму затрат при простоях подвижного состава. Модель – это

отображение реальной системы (оригинала), имеющее определенное объективное соответствие ей и позволяющие прогнозировать и исследовать ее функциональные характеристики, т.е. характеристики, определяющие взаимодействие системы с внешней средой.

Проблематика данного вопроса в том, чтобы обеспечить стабильную систему работы транспортно-погрузочного комплекса, с одной стороны, необходимо сократить непроизводительные простои автомобильного грузового транспорта, за счет увеличения количества погрузочно-разгрузочных механизмов, с другой стороны сократить расходы, связанные с выполнением погрузочно-разгрузочных операций.

С целью обоснования количества приемных каналов предлагаем использовать целевую функцию на основе критерия комплексных затрат, которая позволит сократить непроизводительные простои автомобильного грузового транспорта:

$$Z_{\text{сум}} = Z_{\text{а/м}} + Z_{\text{прм}} \rightarrow \min, \quad (1)$$

где $Z_{\text{а/м}}$ – затраты на простой грузовых автомобилей;

$Z_{\text{прм}}$ – затраты на резерв погрузочно-разгрузочных механизмов.

$$Z_{\text{а/м}} = D_p \cdot T_{pr}(N) \cdot A \cdot C_{\text{а/м}}, \quad (2)$$

где D_p – количество рабочих дней в году;

$T_{pr}(N)$ – время ожидания погрузки автомобилем;

A – количество автомобилей;

$C_{\text{а/м}}$ – стоимость одного часа простоя автомобиля.

$$Z_{\text{прм}} = t_{\text{см}} \cdot D_p \cdot \left(N - \frac{N \cdot \lambda}{\mu} \right) \cdot C_{\text{прм}}, \quad (3)$$

где $t_{см}$ – длительность смены, час;

N – количество погрузочно-разгрузочных средств;

λ – интенсивность прибытия грузового автотранспорта на погрузку;

μ – интенсивность потока обслуживания;

$C_{прм}$ – стоимость одного часа простоя погрузочно-разгрузочного механизма.

Для определения средней длительности простоя транспортного средства в ожидании загрузки нами была использована теория массового обслуживания.

Исходными данными, характеризующими систему массового обслуживания, являются: число каналов обслуживания, число требований, интенсивность поступления одного требования на обслуживание.

Интенсивность обслуживания требований определяется как величина, обратная времени обслуживания одного требования:

$$\mu = \frac{1}{t_3}, \quad (4)$$

где t_3 – время загрузки автомобиля, час.

Интенсивность поступления на обслуживание одного требования определяется как величина, обратная времени возвращения требования:

$$\lambda = \frac{1}{t_p}, \quad (5)$$

где t_p – время рейса автомобиля, час.

Среднее количество заявок, обслуживаемых приемным каналом за время рейса автомобилей:

$$p(N) = \frac{\lambda \cdot n}{\mu}, \quad (6)$$

где n – количество автомобилей.

Среднее количество автомобилей в очереди, шт. отражает влияние всех факторов, оказывающих воздействие на выбор, а также учитывает возможные погрешности, сделанные при проведении наблюдений или формировании математического аппарата моделирования [8, 2].

$$M_o(N) = \frac{\frac{p^{N+1}}{NN!(1 - \frac{p}{N})^2}}{\sum_{k=1}^N \frac{p^k}{k!} + \frac{p^{N+1}}{N!(N-p)}} \quad (7)$$

Среднее время простоя автомобиля в очереди, ч:

$$T_{pr}(N) = \frac{M_o(N)}{\mu} \quad (8)$$

При исследовании факторов, влияющих на целевую функцию, выяснилось, что количество приемных каналов зависит от количества обслуживаемых требований, а так же от количества загружаемых грузовых модулей.

В реальных производственных условиях транспортировка грузов осуществляется различными типами транспортных средств, имеющими различные характеристики. Такие как: грузоподъемность, объем кузова, размерные характеристики кузова и т.д.

Для дифференциации автомобилей примем основной характеристику не их техническую характеристику (например, грузоподъемность), а количество загружаемых в автомобиль грузовых модулей. Зачастую, автомобили большой грузоподъемности перевозят определенное заказчиком количество груза.

В качестве единицы грузовой партии может принято понятие (грузовой модуль (ГМ) в составе партии упакованного товара с размещением на стандартном евро поддоне размером 1200×800×145 (Европейский стандарт UIC 435–2, Российский стандарт по ГОСТ 9078–84 «Поддоны плоские. Общие

технические условия»), устанавливаемые в один ярус в кузове транспортного средства.

Необходимость категории «грузовой модуль» для характеристики объемов перевозимых грузов обусловлена тем, что поставки товаров, как правило, осуществляются укрупненными дискретными партиями фиксированного объема. Все мелкие отправки, при вхождении в цепь поставок укрупняются (консолидируются) в терминале до объема грузового модуля. Объем перевозимого груза транспортным средством зависит от количества размещенных на нем грузовых модулей.

Для создания модели транспортно-погрузочного комплекса произведем упрощение технологической цепочки, «При практическом моделировании всегда требуется не слишком простая и не слишком сложная модель: нужно учесть основные факторы и отбросить несущественные (или разумным образом усреднить их влияние) [18].

Таким образом, представим алгоритм принятия решения в модели, основанный на применении теории массового обслуживания. Для этого необходимо найти время рейса:

$$t_p = t_3 + t_{гр} + t_x, \quad (9)$$

где t_3 – время загрузки автомобиля, час.;

$t_{гр}$ – время ездки автомобиля с грузом, час.;

t_x – время, затрачиваемое на холостой пробег, час..

Время загрузки автомобиля, в зависимости от количества загружаемых грузовых модулей находится:

$$t_3 = M_b \cdot t_{п}, \quad (10)$$

где M_b – количество загружаемых грузовых модулей;

$t_{\text{п}}$ – время погрузки одного грузового модуля, час.

Время ездки автомобиля с грузом находится как:

$$t_{\text{гр}} = \frac{L}{v_{\text{гр}}}, \quad (11)$$

где L – длина маршрута, км;

$v_{\text{гр}}$ – скорость автомобиля с грузом, км/ч.

Время, затрачиваемое на холостой пробег автотранспорта:

$$t_{\text{х}} = \frac{L}{v_{\text{х}}}, \quad (12)$$

где $v_{\text{х}}$ – скорость автомобиля без груза (при холостом пробеге), км/ч.

2.2 Методика расчета стоимости часа простоя погрузочных механизмов

Стоимость одного часа простоя погрузочно-разгрузочного механизма, определяются по формуле:

$$C_{\text{прм}} = \frac{\left(k_{\text{э}} + \frac{\delta_{\text{то}} + \delta_{\text{а}}}{100} \right) \cdot A_{\text{прм}}}{D_{\text{р}} \cdot t_{\text{см}} \cdot n_{\text{см}} + k_{\text{соц}} \cdot \text{Ч}_{\text{мех}}}, \text{ руб.}, \quad (13)$$

где $k_{\text{э}}$ – коэффициент эффективности капитальных вложений на автомобильном транспорте;

$\delta_{\text{то}}$ – годовые нормы отчислений на техническое обслуживание погрузочного механизма;

$\delta_{\text{а}}$ – годовые нормы отчислений на амортизацию погрузочного механизма;

$A_{\text{прм}}$ – стоимость погрузочно-разгрузочного механизма, руб.;

$n_{\text{см}}$ – количество смен в день;

$K_{\text{соц}}$ – ставка единого социального налога;

$Ч_{\text{мех}}$ – часовая ставка механизатора, руб.

Коэффициент эффективности капитальных вложений на автомобильном транспорте принимается в пределах от 0,1 до 0,25, в данном случае принято значение коэффициента 0,15.

Готовые нормы отчислений на техническое обслуживание и амортизацию в год составляют по 20% каждое. Стоимость погрузочно-разгрузочного механизма, в данном случае ТОУОТА2016 года выпуска, с номинальной грузоподъемностью 1,8 т, составляет 2 000 000 рублей.

Ставка единого социального налога в Уральском регионе, в настоящее время составляет 26%. Часовая ставка механизатора (водителя погрузочно-разгрузочного механизма) составляет 150 руб./час.

Время простоя транспортного средства зависит от количества обслуживаемых требований, количества приемных каналов и объема партии груза, загружаемого в кузов транспортного средства.

2.3 Методика расчета стоимости часа простоя транспортных средств

В себестоимости перевозок на автомобильном транспорте обычно выделяют следующие статьи: заработную плату водителей; затраты на автомобильное топливо; затраты на смазочные и другие эксплуатационные материалы; затраты на ремонт и восстановление автомобильных шин; затраты на техническое обслуживание и ремонт подвижного состава; амортизационные отчисления на восстановление и капитальный ремонт автомобилей; накладные расходы (административно-хозяйственные, общепарковые и затраты на содержание вышестоящей организации).

Используя методические указания по расчету затрат на эксплуатацию автомобильного транспорта на автотранспортном предприятии, воспользуемся постановлением Госстроя России от 17 декабря 1999 года

№ 81. На основе данного документа, приведем формулу, рассчитывающую затраты на эксплуатацию парка подвижного состава, за час:

$$C_{a/m} = \frac{C_A + C_P + C_{Ш} + C_3 + C_T + C_H}{t_{cm} \cdot n_{cm} \cdot D_p}, \text{руб.}, \quad (14)$$

где C_A – годовые амортизационные отчисления на восстановление и капитальный ремонт подвижного состава, руб.;

C_P – затраты на ремонт и техническое обслуживание подвижного состава за год, руб.;

$C_{Ш}$ – затраты на ремонт и восстановление шин (быстроизнашивающихся частей) в год, руб.;

C_3 – затраты на заработную плату и отчисления водителям, за год, руб.;

C_T – затраты на автомобильное топливо, за 1 год, руб.;

C_H – годовые накладные затраты на содержание административно-хозяйственной части парка и содержание вышестоящей организации, руб.

Годовые амортизационные отчисления на восстановление и капитальный ремонт подвижного состава определяется по формуле [42]:

$$C_A = \frac{P_c}{\text{Срок_полезного_использования}}, \text{руб.} \quad (15)$$

где P_c – первоначальная стоимость подвижного состава на момент оценки, руб.

Годовые затраты на ремонт и техническое обслуживание подвижного состава вычисляется по формуле:

$$C_P = \frac{C_{ТО}}{H_{ТО}} \cdot L_{год}, \text{руб.} \quad (16)$$

где $C_{ТО}$ – стоимость технического обслуживания и ремонта в год, руб.[29];

$L_{\text{год}}$ – протяженность пробега автомобиля за год, км;

$N_{\text{ТО}}$ – пробег между техническими обслуживаниями, км [3].

Необходимо учитывать, что в случае проведения фирменного технического обслуживания, стоимость смазочных материалов обычно включается в стоимость проведения технического обслуживания.

Удельные затраты за год на амортизацию шин $Z_{\text{Ш}}$ можно рассчитать по следующей формуле:

$$C_{\text{Ш}} = \frac{n_k \cdot C_{\text{Ш}} \cdot k_{\text{зап}} \cdot L_{\text{год}}}{L_{\text{Ш}}}, \text{ руб.} \quad (17)$$

где n_k – количество колес без запасного, шт.;

$C_{\text{Ш}}$ – стоимость шины, руб. [46];

$k_{\text{зап}}$ – коэффициент, учитывающий запасные колеса;

$L_{\text{год}}$ – протяженность пробега автомобиля за год, км ;

$L_{\text{Ш}}$ – ходимость шин, км.

Удельные затраты на сдельную заработную плату водителей C_3 рассчитываются по формуле:

$$C_3 = C_{\text{Ткм}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot L_{\text{год}}, \text{ руб.} \quad (18)$$

где K_1 – коэффициент отчисления во внебюджетные фонды;

K_2 – уральский коэффициент;

$C_{\text{Ткм}}$ – сдельная ставка водителя на 1 км пробега;

Переменные затраты на топливо $C_{\text{Т}}$ рассчитываются по формуле:

$$C_{\text{Т}} = Q_{\text{н}} \cdot Ц, \quad (19)$$

где $Ц$ – стоимость 1 литра топлива, руб.;

$Q_{\text{н}}$ – нормативное значение расхода топлива, л .

Расход топлива и смазочных материалов определяется в соответствии с нормами, утверждаемыми Правительством РФ [15].

Для грузовых автомобилей нормативное значение расхода топлива Q_n рассчитывается по формуле [38]:

$$Q_n = 0,01 \cdot (H_{san} \cdot L_{год} + H_w \cdot W) + (1 + 0,01 \cdot D), \text{ л} \quad (20)$$

где H_{san} – норма расхода топлива на пробег автомобиля в снаряженном состоянии без груза, л/100 км;

H_w – норма расхода топлив на транспортную работу, л/100 т·км норма расхода топлив на транспортную работу, л/100т·км;

W –объем транспортной работы, т·км;

D – поправочный коэффициент (суммарная относительная надбавка или снижение) к норме, %.

Объем транспортной работы определяется по формуле [38]:

$$W = (G_{ТР} + G_{ПР}) \cdot L_{год} \quad (21)$$

где $G_{ТР}$ – масса груза, т;

$G_{ПР}$ – масса подвижного состава, т [21].

Годовые накладные затраты на содержание административно-хозяйственной части парка и содержание вышестоящей организации рассчитываются, включают в себя заработную плату инженерно-технических работников, затраты на производственную базу, мелкие постоянные расходы предприятия, а так же налоговые отчисления по различным статьям. Заработная плата инженерно-технических работников рассчитывается:

$$З_{ИТР} = O_{ИТР} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot 12, \text{ руб.}, \quad (22)$$

где $O_{ИТР}$ – отчисления с одного автомобиля на заработную плату инженерно-технических работников.

Отчисления на заработную плату с одного автомобиля зависят от штатного расписания автотранспортного предприятия и списочного количества автомобилей.

Затраты на производственную базу включают в себя амортизацию зданий и сооружений, находящихся на балансе предприятия, либо стоимость их аренды, коммунальные платежи (вода, электричество, отопление, средства связи и др.), стоимость аренды офисных помещений, как правило, устанавливается за квадратный метр площади [23].

Затраты на накладные расходы включают в себя мелкие постоянные расходы предприятия. Накладные расходы включают в себя: расходы на рекламу и маркетинговые исследования, оплату услуг банка, содержание личного служебного транспорта, расходы на повышение квалификации персонала, расходы на приобретение бланков эксплуатационной и производственно-технической документации, канцелярские принадлежности и расходные материалы для офисной техники, плата за выброс в атмосферу загрязняющих веществ и т.д. [19]. Примем их в размере 10...15% от суммы всех остальных статей постоянных расходов.

Налог на транспортное средство уплачивается в соответствии с мощностью двигателя. Ставка транспортного налога в Челябинской области на грузовые автомобили, мощностью двигателя свыше 250 л.с. на данный момент составляет 85 рублей за лошадиную силу.

Выводы по главе два

Выполненные исследования показали, что используемые методы определения оптимального количества привлеченных к работе погрузочно-разгрузочных механизмов, в полной мере не учитывают случайных характер прибытия подвижного состава под погрузку и характеризуется, в основном в зависимости от грузоподъемности автомобиля, осуществляющего перевозку.

Большинство грузовых перевозок осуществляется укрупненными дискретными партиями фиксированного объема. Для отображения дискретного характера процесса скопления очереди в моделях расчета затрат на транспортировку предложено использование в качестве переменной величины категории «грузовой модуль», под которым понимается конструкционно или технологически обособленная партия груза, перемещаемая по цепи поставок готовой продукции.

Разработана методика определения оптимального количества погрузочно-разгрузочных средств и механизмов с использованием определенного количества грузовых модулей и единиц обслуживаемых требований, при котором обеспечиваются минимальные совокупные затраты.

Поиск оптимального решения осуществляется путем использования разработанной компьютерной программы путем поиска экстремального значения целевой функции затрат на основе введенных параметров.

Применение данной методики и программы позволит получить эффект в виде снижения совокупных затрат на транспортировку товаров, путем снижения непроизводительных простоев и максимально эффективного использования погрузочно-разгрузочных механизмов в комплексе.

3 РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Моделируемый транспортно-погрузочный комплекс имеет следующие характеристики:

- разомкнуто-замкнутый комплекс, то есть разомкнутый для прибывающего транспорта, осуществляющего разовые перевозки. Замкнутый для автомобильного транспорта, осуществляющего регулярные перевозки;
- многоканальный (работают несколько погрузочно-разгрузочных механизмов) с однородными каналами (систему обслуживают погрузочно-разгрузочные механизмы одной марки и грузоподъемности);
- однофазный, так как выполняется циклически одна и та же операция обслуживания;
- входящий поток требований простейший (стационарно пуассоновский).

Основываясь на технологической схеме, выполним расчеты транспортно-погрузочного комплекса. Для расчета необходимого количества погрузочно-разгрузочных устройств (приемных каналов) применяется пакет компьютерного математического моделирования – Mathcad.

Mathcad — это инженерное математическое программное обеспечение, которое позволяет выполнять, анализировать важнейшие инженерные расчеты и обмениваться ими.

Математическая основа задачи оптимизации транспортно-логистического комплекса заключается в снижении совокупных затрат на содержание погрузочно-разгрузочных средств, а так же на простои транспортных средств. Используя формулы, представленные в главе 2, произведем необходимые расчеты.

3.1 Расчет модели транспортно-погрузочного комплекса с установлением оптимального количества приемных каналов

В качестве исходных данных для решаемой задачи нами принято, что время погрузки одного грузового модуля составляет 2 минуты, что представляет из себя 0,03 час.; масса одного грузового модуля составляет 0,5 т. Количество модулей, загружаемых в кузов транспортного средства, для примера рассмотрим 14. Таким образом, время загрузки транспортного средства составляет: $t_3 = 0,03 \cdot 14$. $t_a = 0,42$ час.

Длина маршрута для примера рассмотрим 25 км, скорость автомобиля с грузом, полученная экспериментальным путем в условиях внутригородских перевозок составляет 15 км/ч. Таким образом, вычислим время ездки автомобиля с грузом: $t_{гр} = \frac{25}{15} = 1,6$ час.

Далее, для расчета времени, затрачиваемого на холостой пробег автомобильного грузового транспорта, необходимо учитывать, что скорость порожнего автомобиля в условиях эксплуатации внутри города составляет 20 км/ч. Таким образом, время холостого пробега: $t_x = \frac{25}{20} = 1,25$ час.

Далее, имея данные о времени, затрачиваемые на выполнение различных работ автомобильным транспортом, найдем время рейса, который составляет: $t_p = 0,42 + 1,6 + 1,25 = 3,27$ час.

Затем определим интенсивность обслуживания требований: $\mu = \frac{1}{0,42} = 2,4$.

Далее определяем интенсивность поступления на обслуживание одного требования: $\lambda = \frac{1}{3,27} = 0,3$.

Затем рассчитаем среднее количество заявок, обслуживаемых приемным каналом за время рейса автомобиля, с учетом того, что под погрузку прибывает 10 автомобилей (требований): $p(N) = \frac{0,3 \cdot 10}{2,4} = 1,25$.

Отсюда, среднее количество автомобилей в очереди при переменном значении количества погрузочно-разгрузочных механизмов от 1 до 8 принимает следующие значения в зависимости от вариации, представленные на рисунке 3.1.

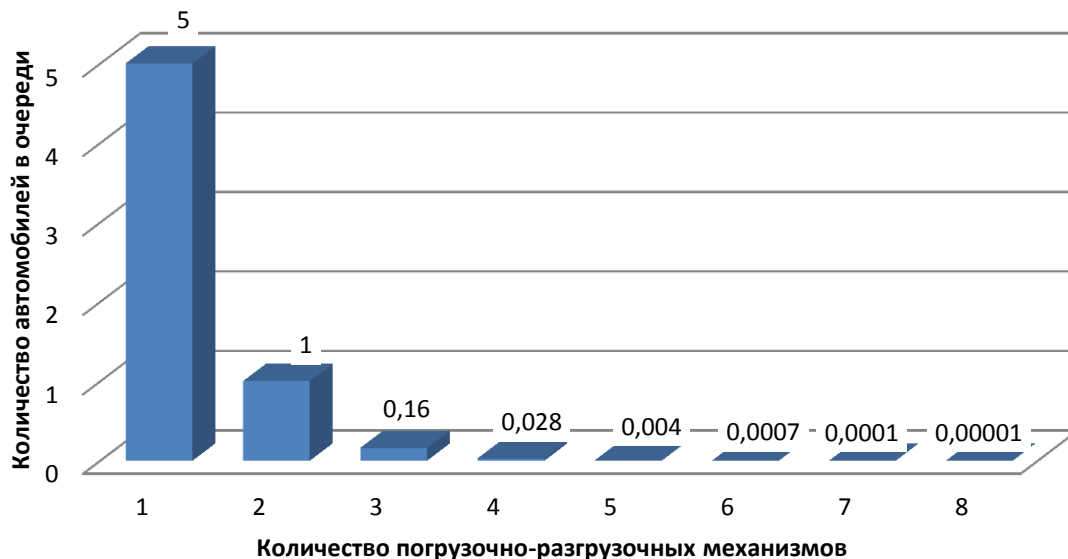


Рисунок 3.1 – Результаты расчетов среднего количества автомобилей в очереди

Как видно из рисунка, зависимость носит прямой линейно-прогрессирующий характер. С увеличением количества погрузочно-разгрузочных машин, количество автомобилей в очереди сокращается и стремится к нулю.

Среднее время простоя автомобиля в очереди имеет переменное значение в зависимости от вариации количества погрузочно-разгрузочных механизмов и принимает значения, представленные на рисунке 3.2.

После ввода исходных данных (количество автомобилей, время погрузки одного модуля, количество загружаемых модулей, длина маршрута, скорость автомобиля с грузом и без груза) производится расчет времени, затрачиваемого на езду автомобиля с грузом, холостого и время загрузки автомобиля.

Затем программой находится время езды автомобиля. Далее вычисляется интенсивность обслуживания требований и интенсивность поступления на обслуживание одного требования. Затем моделируется среднее количество заявок,

обслуживаемых приемным каналом за время рейса автомобилей. Далее рассчитывается среднее количество автомобилей в очереди и среднее время простоя автомобиля в очереди.



Рисунок 3.2 – Среднее время простоя автомобилей в очереди

Для вычисления затрат на простои погрузочно-разгрузочных механизмов, необходимо рассчитать стоимость часа простоя погрузочного агрегата.

Размер стоимости одного часа простоя погрузочно-разгрузочного механизма рассчитывается по формуле (13), представленной во второй главе данной работы

$$\text{и составляет: } C_{\text{прм}} = \frac{(0,15 + \frac{20+20}{100}) \cdot 2\,000\,000}{252 \cdot 8 \cdot 2 + 0,26 \cdot 150} = 270 \text{ руб./час}$$

Теперь вычислим затраты, связанные с простоями погрузочно-разгрузочных механизмов, которые аналогично имеют переменные значения, зависящие от количества привлеченных погрузочных механизмов, представленные на рисунке 3.3.

Средний размер оплаты одного часа за сверхнормативный простой автомобильного транспорта при выполнении погрузочно-разгрузочных работ зависит от грузоподъемности автомобилей, осуществляющих вывоз готовой

продукции с предприятия, вычислим необходимые слагаемые по формулам, представленным во второй главе данной работы.

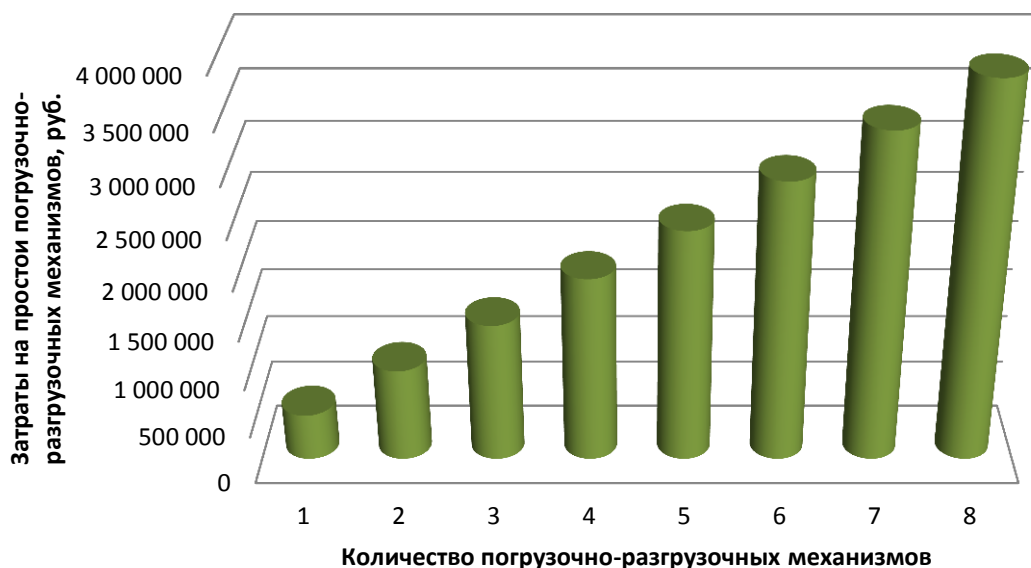


Рисунок 3.3 – Затраты на погрузочно-разгрузочные механизмы

Так, например размер заработной платы инженерно-технических работников не зависит от грузоподъемности автомобилей, прибывающих на погрузку, но является составляющей общих затрат на простои транспортного средства:

$$Z_{ИТР} = 10\,000 \cdot 1,263 \cdot 1,15 \cdot 12 = 174\,294 \text{ руб.}$$

Объем транспортной работы зависит от количества перевозимого груза, а также от собственной массы подвижного состава, прибывшего под погрузку, принимает переменные значения, представленные в табл 3.1.

Таблица 3.1 – Значения объемов транспортной работы

$G_{гр}, \text{ т}$	$W, \text{ т} \cdot \text{ км}$		
	$G_{пс} = 1,8 \text{ т}$	$G_{пс} = 8 \text{ т}$	$G_{пс} = 15 \text{ т}$
2	47 880	126 000	214 200
7	-	189 000	277 200
16,5	-	-	396 900

Для расчета годового объема закупок топлива необходимо рассчитать нормативный расход топлива, результаты расчетов представлены в табл.3.2.

Таблица 3.2 – Нормативный расход топлива

G _{гр} , т	Q _н , л		
	G _{пс} = 1,8 т	G _{пс} = 8 т	G _{пс} = 15 т
2	2 703	4 790	6 818
7	-	5 609	7 637
16,5	-	-	9 193

Годовые затраты на топливо с учетом средней стоимости одного литра дизельного топлива по цене 37,7 , представлены в табл. 3.3.

Таблица 3.3 – Годовые затраты на топливо

G _{гр} , т	C _т , руб.		
	G _{пс} = 1,8 т	G _{пс} = 8 т	G _{пс} = 15 т
2	101 903	180 583	257 039
7	-	211 459	287 915
16,5	-	-	346 576

Годовые затраты на сдельную заработную плату водителей:

$$C_з = 10 \cdot 1,3 \cdot 1,15 \cdot 12\,600 = 188\,370 \text{ руб.}$$

Затраты на быстроизнашивающиеся материалы, такие как шины рассчитываются в зависимости от используемого подвижного состава, так для автомобилей с 6-ю шинами затраты на шины:

$$C_{ш6} = \frac{6 \cdot 5\,000 \cdot 1,1 \cdot 12\,600}{100\,000} = 4\,158 \text{ руб.}$$

Годовые затраты на шины для автомобиля с 10-ю шинами:

$$C_{ш10} = \frac{10 \cdot 12\,000 \cdot 1,1 \cdot 12\,600}{140\,000} = 11\,880 \text{ руб.}$$

Годовые затраты на шины для автомобилей с 12-ю шинами:

$$C_{\text{ш12}} = \frac{12 \cdot 19\,000 \cdot 1,1 \cdot 12\,600}{180\,000} = 17\,556 \text{ руб.}$$

Затраты на ремонт автомобилей, зависит от их марки, грузоподъемности, возраста и т.д. Таким образом, рассмотрим автомобиль ГАЗ 3302, КАМАЗ 53212 и МАЗ 9758.

Затраты на ремонт автомобиля ГАЗ 3302:

$$C_{\text{рГАЗ}} = \frac{20\,000}{20\,000} \cdot 12\,600 = 12\,600 \text{ руб.}$$

Затраты на ремонт автомобиля КАМАЗ 532126

$$C_{\text{рКАМАЗ}} = \frac{45\,000}{40\,000} \cdot 12\,600 = 14\,175 \text{ руб.}$$

Годовые затраты на ремонт автомобиля МАЗ 9758:

$$C_{\text{рМАЗ}} = \frac{70\,000}{60\,000} \cdot 12\,600 = 14\,700 \text{ руб.}$$

Теперь, для расчета стоимости часа простоя автомобиля необходимо выявить затраты на амортизацию транспортных средств, прибывших под погрузку, так для автомобиля ГАЗ 3302, грузоподъемностью 1,5 т амортизационные отчисления:

$$C_{\text{А ГАЗ}} = \frac{300\,000}{5} = 60\,000 \text{ руб.}$$

Стоимость амортизационных отчислений для грузового автомобиля КАМАЗ 53212, грузоподъемностью 10 т. составляет:

$$C_{\text{А КАМАЗ}} = \frac{580\,000}{5} = 116\,000 \text{ руб.}$$

Стоимость амортизационных отчислений для грузового автомобиля МАЗ 9758, грузоподъемностью 26 т. составляет:

$$C_{\text{А МАЗ}} = \frac{1\,000\,000}{5} = 200\,000 \text{ руб}$$

Аренда офиса в центре города по адресу ул. Свободы 83 стоит 400 руб./м², к примеру, возьмем офис площадью 50 м². Тогда затраты на аренду офисных помещений составят 20000 руб. в месяц. Все коммунальные платежи включены в стоимость аренды за исключением средств связи. Стандартный пакет средств

связи для офиса стоит 9000 руб./мес. [39]. Значит затраты на производственную базу составят 29 000 руб. в год.

Затраты на накладные расходы включают в себя мелкие постоянные расходы предприятия. Накладные расходы включают в себя: расходы на рекламу и маркетинговые исследования, оплату услуг банка, содержание личного служебного транспорта, расходы на повышение квалификации персонала, расходы на приобретение бланков эксплуатационной и производственно-технической документации, канцелярские принадлежности и расходные материалы для офисной техники, плата за выброс в атмосферу загрязняющих веществ и т.д. [19]. Примем их в размере 10...15% от суммы всех остальных статей постоянных расходов. Итак, затраты на накладные расходы будут равны 181 271 руб. в год.

Заключительный этап – расчет себестоимости одного часа простоя грузового автомобиля под погрузкой. На рисунке 3.4 представлены усредненные расчеты показателей себестоимости простоя подвижного состава. Так же необходимо учитывать что, помимо себестоимости простоев, перевозчиками предполагается размеров штрафов за сверхнормативный простой автомобилей, в зависимости от их грузоподъемности.

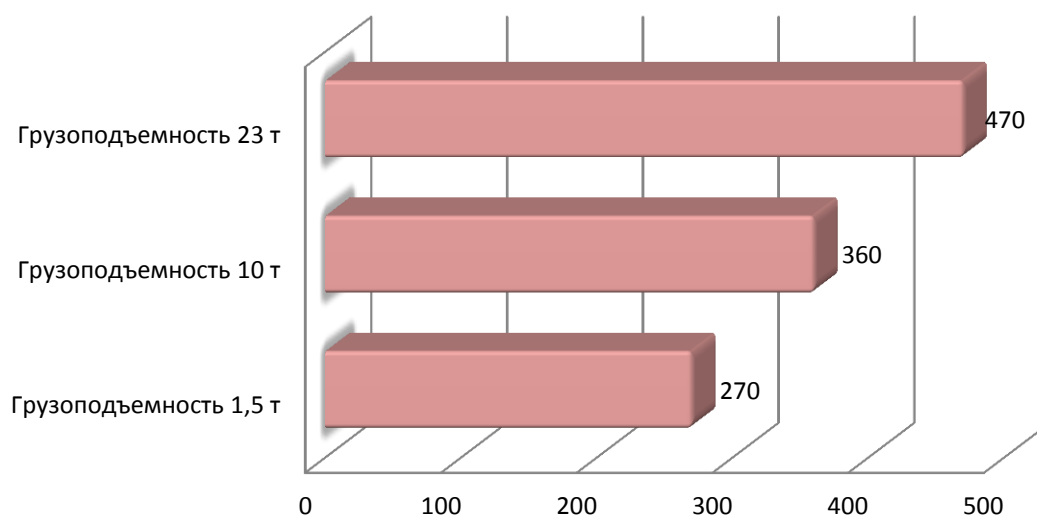


Рисунок 3.4 – Себестоимость одного часа простоя

Штрафы за простои автомобилей большей грузоподъемностью значительно выше штрафов за простои подвижного состава с меньшей грузоподъемностью. Соответственно на терминале не целесообразно допущение простоев подвижного состава с большей грузоподъемностью.

Расчетным путем, получено, что стоимость одного часа простоя автомобиля с грузоподъемностью 1,5 т колоссально отличается от штрафа за один час простоя автомобиля грузоподъемностью 26 т. На рисунке 3.5. представлена диаграмма составляющих парка подвижного состава, осуществляющих вывоз готовой продукции с предприятия.

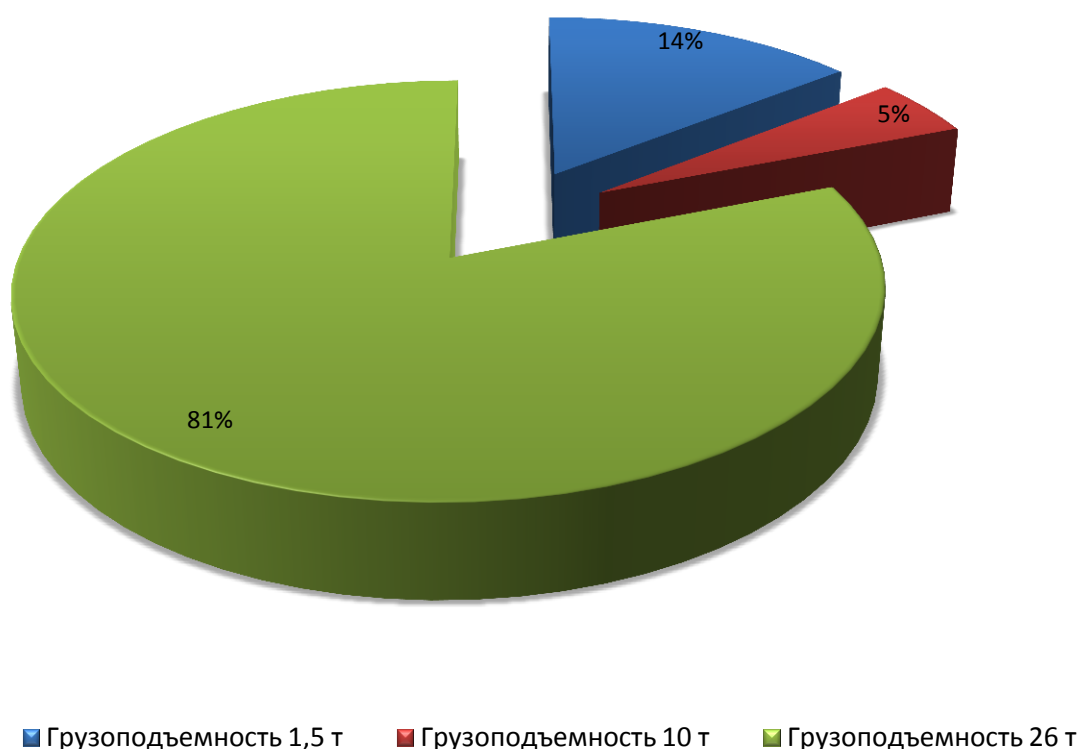


Рисунок 3.5 – Структура парка подвижного состава

Как видно из рисунка 3.5 большая часть подвижного состава приходится на автомобили с грузоподъемностью свыше 20 т.

С целью сокращения статьи затрат на простои грузовых автомобилей, необходимо учитывать данные по размерам штрафов и структуре парка подвижного состава автотранспортного предприятия.

Погрузка осуществляется автопогрузчиками марки TOYOTA, это значит, что каналы обслуживания однородны. После окончания загрузки, подвижной состав покидает предприятие, образуя выходящий поток требований, но после доставки груза возвращается на предприятие. На рисунках представлены результаты расчетов оптимального количества погрузочно-разгрузочных средств для различного объема загружаемых модулей, и числа обслуживаемых требований.

Опираясь на алгоритм моделирования работы погрузочного пункта, выполняется расчет минимального количества погрузочных механизмов, с учетом разномарочной автотранспортных средств и варьирующейся длины ожидания погрузки транспортным средством.

Суммарные затраты на погрузочно-разгрузочные работы состоят из затрат на погрузочно-разгрузочные механизмы, а именно на их эксплуатацию и простои, а так же затрат на простои грузовых автомобилей. На рисунках 3.5 – 3.8 представлены графики распределения за простои в зависимости от количества погрузочных механизмов и количества загружаемых модулей. Из рисунка видно, что затраты на погрузочно-разгрузочные механизмы растут линейно.

В ходе исследования было выполнено 116 испытаний, с достоверностью $\alpha = 0,95$.

Результаты проведенных испытаний показали, что при определенном взаимодействии парка подвижного состава и погрузочно-разгрузочных механизмов достигается оптимальное, а значит минимальное значение суммарных затрат.

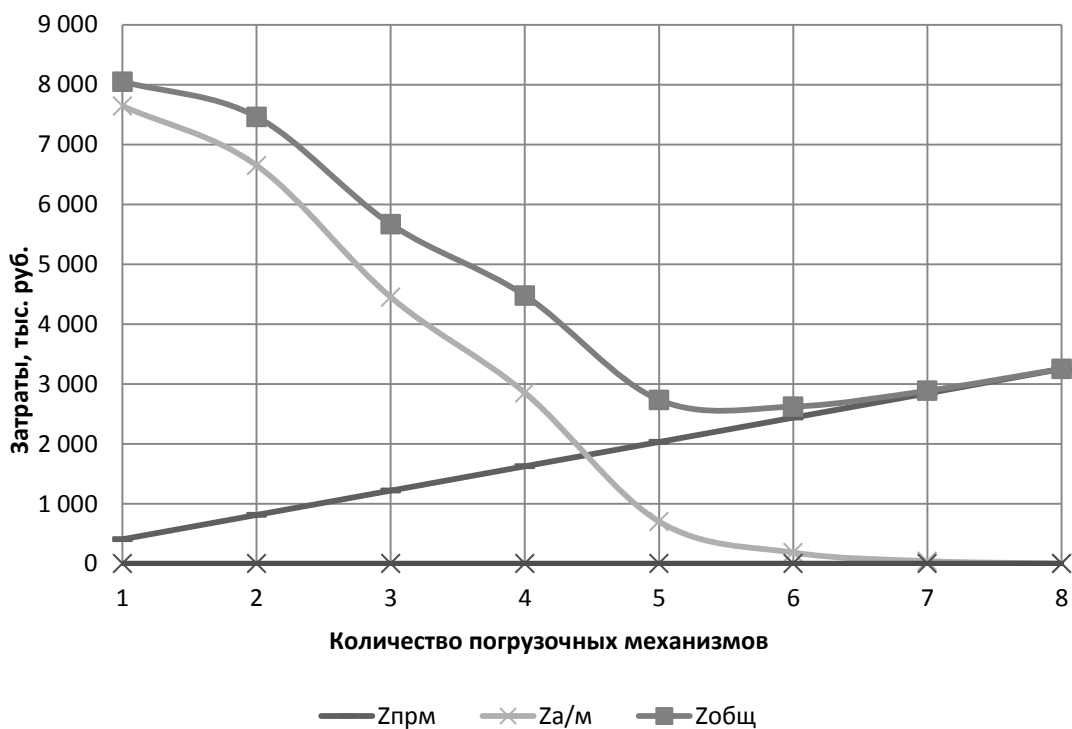


Рисунок 3.6 – График распределения затрат за простои при загрузке 33 грузовых модулей для 10 требований

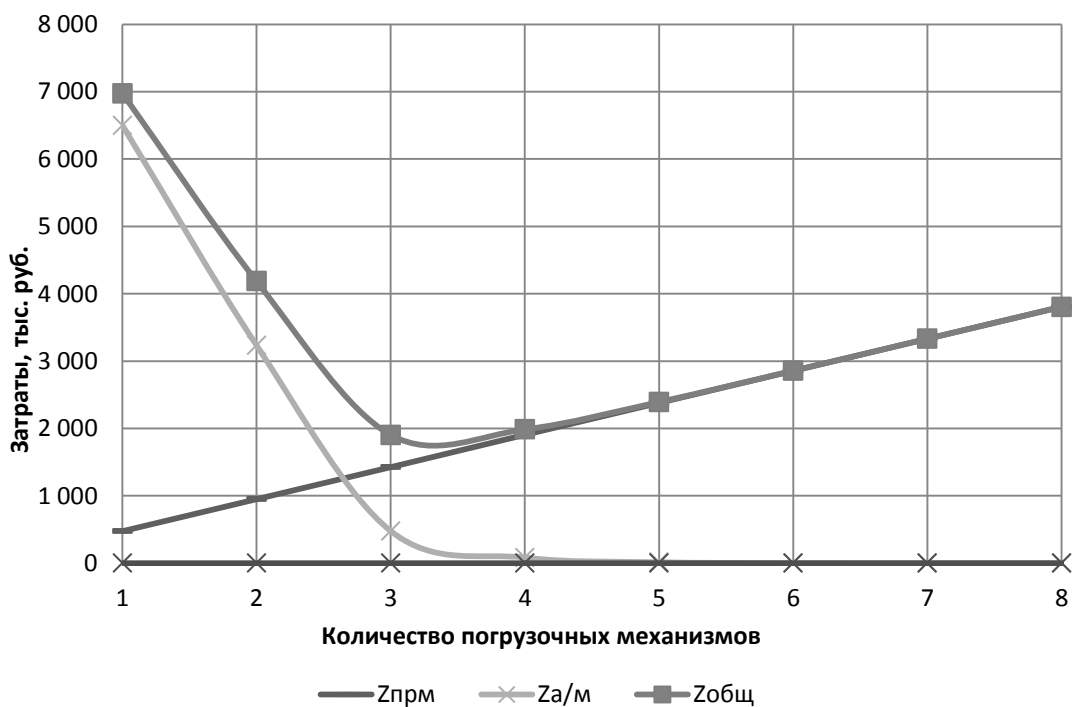


Рисунок 3.7 – График распределения затрат за простои при загрузке 14 грузовых модулей для 10 требований

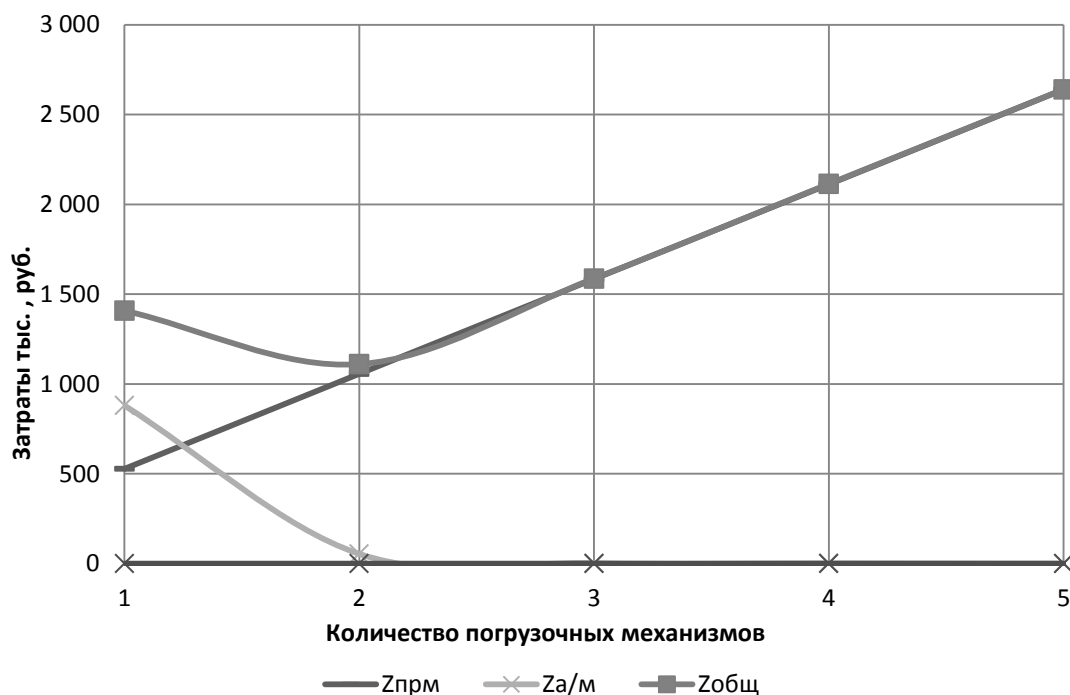


Рисунок 3.8 – График распределения затрат за простои при загрузке 4 грузовых модулей для 10 требований

На рисунках 3.9 – 3.11 приведены графики расчетов годовых затрат автотранспорта на осуществление городских перевозок, в зависимости от количества обслуживаемых требований за смену.

В течении смены, в зависимости от различных факторов, таких как: сезонность, объем вывоза готовой продукции и других, меняется количество обслуживаемых требований.

Так, на основе аналитических данных крупного кондитерского предприятия Южного Урала, выявлено, что все прибываемые на обслуживание требования делятся на три основные группы: 10 требований в день, 20 требований в день и 30 требований в день.

На основе полученных данных, так же была проведена серия экспериментов. Полученные результаты, представлены в виде графиков и отражают суммарные затраты на эксплуатацию погрузочных механизмов и автомобильного транспорта.

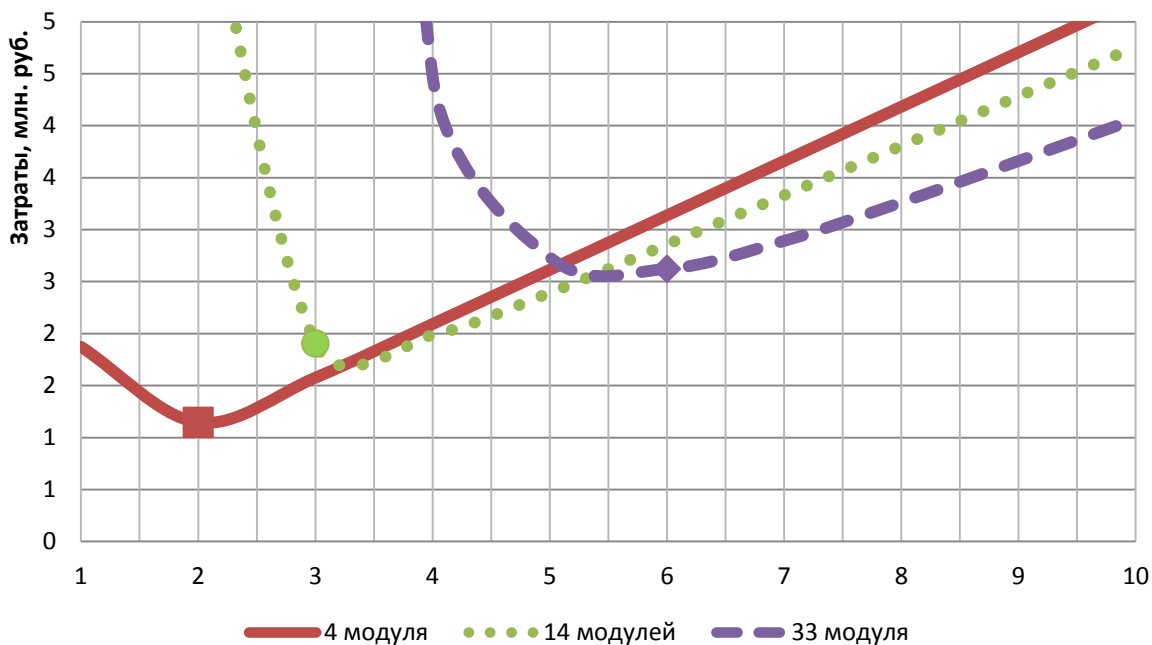


Рисунок 3.9 – График изменения затрат при обслуживании 10-ти требований

На рисунке 3.9 представлен график обслуживания 10 требований (автотранспортных средств)

При загрузке 4 модулей видно, что при использовании 1 приемного канала затраты большие, чем при использовании 2 приемных каналов и при увеличении приемных каналов суммарные затраты возрастают, а значит оптимальным количеством погрузочно-разгрузочных средств для данной задачи является 2 погрузочных средства.

При загрузке 14 модулей, оптимально использовать 3 приемных канала. При обслуживании 10 требований 33-мя модулями необходимо использовать 6 приемных каналов, для достижения минимальных суммарных затрат.

С помощью применения методов математического моделирования на предприятиях автотранспортной отрасли, связанных с отгрузкой готовой продукции становится возможным имитация оптимальной работы предприятия посредством сочетания автотранспортных и погрузочных средств на основе критерия минимума затрат.

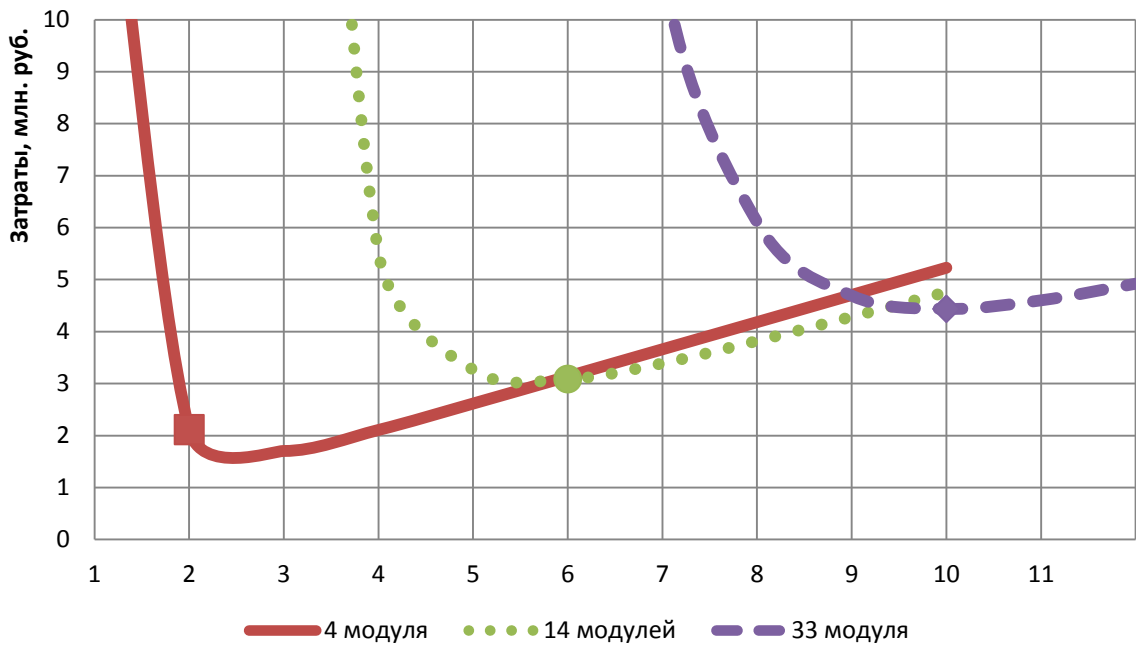


Рисунок 3.10 – График изменения затрат при обслуживании 20-ти требований

На рисунке 3.10 представлен график обслуживания 20 требований (автотранспортных средств). Подобно графику 3.9 при загрузке 4 модулей оптимально использовать 2 приемных канала, тогда как при загрузке 14 модулей целесообразно использование 5-ти приемных каналов (погрузочно-разгрузочных средств). При вместимости требования 33-ех модулей, минимальные затраты достигаются за счет использования 9-ти приемных каналов.

Данное моделирование позволяет имитировать ситуации с многообразными исходными данными. Так же возможно менять количество загружаемых модулей, отсюда следует различное оптимальное количество приемных каналов.

Откалиброванная модель может использоваться для локального управления на основе текущей информации. Возникающие здесь задачи связаны с управлением сложными динамическими системами в условиях неопределенности.

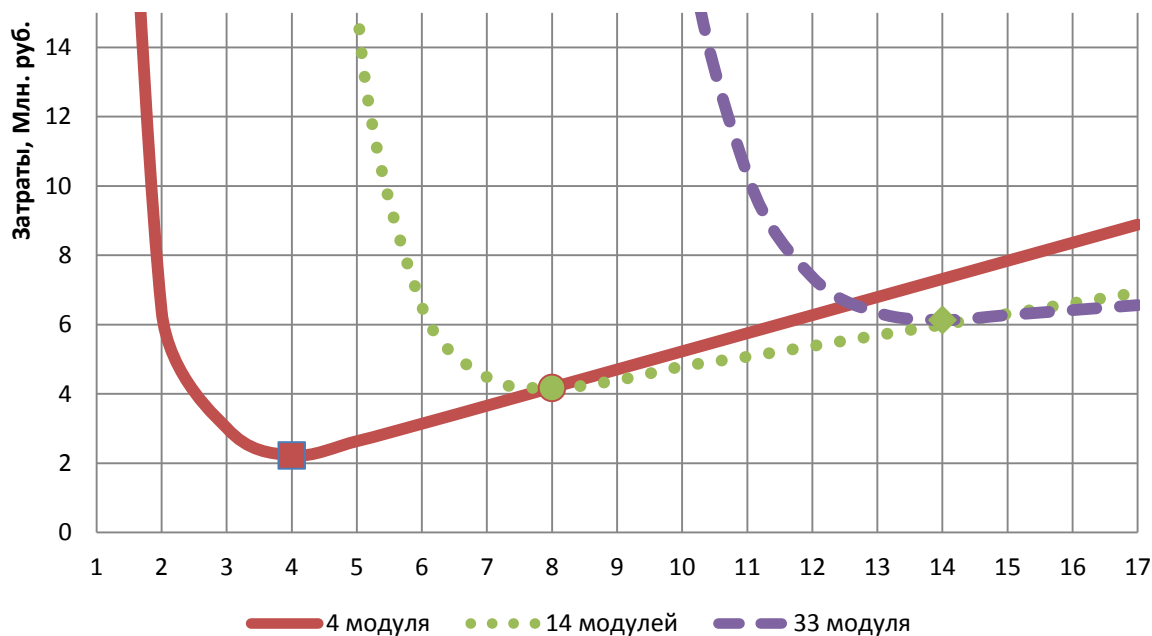


Рисунок 3.11 – График изменения затрат при обслуживании 30-ти требований

На рисунке 2.3 представлен график обслуживания 40-ка требований. При загрузке 4 модулей видно, что при использовании 1 приемного канала затраты большие, чем при использовании 2 приемных каналов и при увеличении приемных каналов суммарные затраты возрастают, а значит оптимальным количеством погрузочно-разгрузочных средств для данной задачи является 2 погрузочных средства. При загрузке 14 модулей, оптимально использовать 6 приемных каналов. При обслуживании 40 требований 33-мя модулями необходимо использовать 12 приемных каналов, для достижения минимальных суммарных затрат.

3.2 Расчет базовой модели транспортно-погрузочного комплекса

Для оценки эффективности внедрения данной программы математического моделирования транспортно-погрузочного комплекса на предприятии необходимо произвести расчет базовой, действующей модели моделирования транспортных потоков на предприятии.

На сегодняшний день, на крупнейшем предприятии кондитерской отрасли Южного Урала используется 3 погрузочно-разгрузочных механизма, вне зависимости от количества обслуживаемых требований.

Таким образом, годовые суммарные затраты, по группам пребывающих на обслуживание требований, распределяются согласно рисункам 3.12 – 3.14.

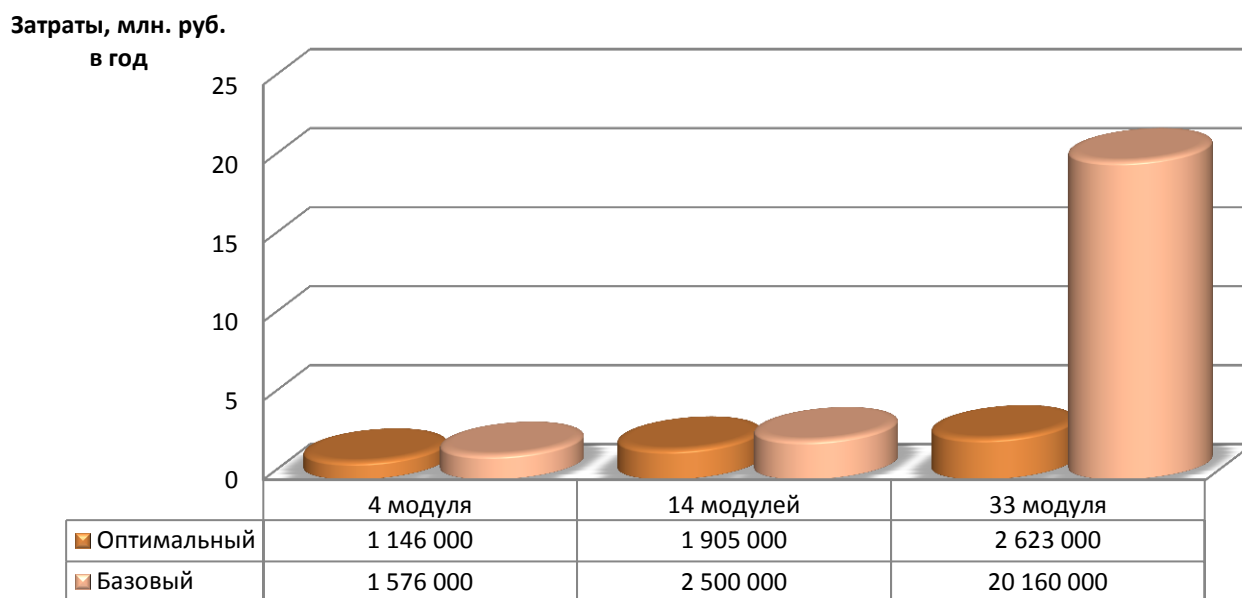


Рисунок 3.12 – Сравнение базовых и оптимальных годовых затрат погрузочно-разгрузочного комплекса при загрузке 10 требований

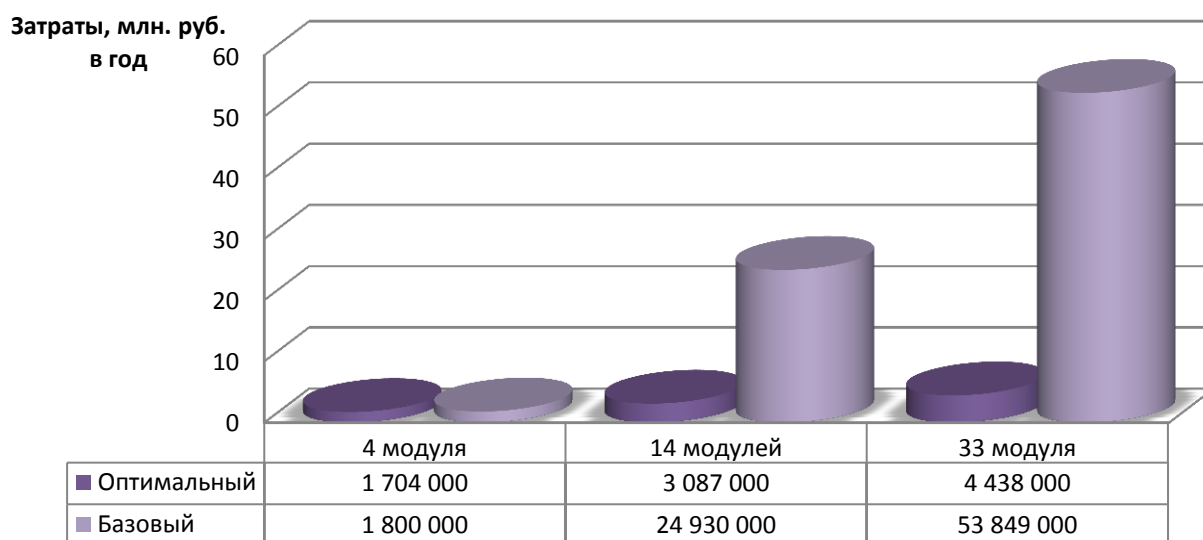


Рисунок 3.13 – Сравнение базовых и оптимальных годовых затрат погрузочно-разгрузочного комплекса при загрузке 20 требований

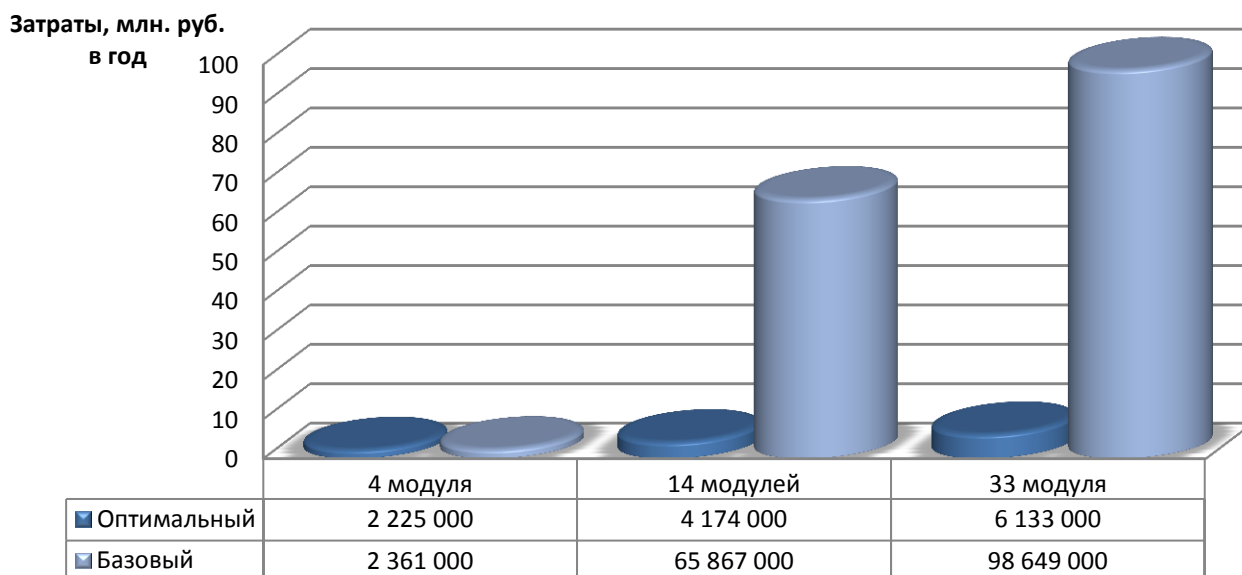


Рисунок 3.14 – Сравнение базовых и оптимальных годовых затрат погрузочно-разгрузочного комплекса при загрузке 30 требований

Анализируя представленные выше графики, можно сказать, что внедрение предлагаемой расчетной математической модели оптимального количества погрузочно-разгрузочных механизмов для любого предприятия экономически целесообразно.

3.3 Экономическая оценка эффективности предлагаемых мероприятий

Оценка экономической эффективности предлагаемых внедрений математической модели расчёта оптимального количества погрузочно-разгрузочных механизмов осуществляется путем сопоставления

В данном случае экономический эффект представляет собой реальную экономию от внедрения математической программы расчета необходимого количества погрузочно-разгрузочных механизмов.

Таким образом экономический эффект так же распределяется по группам загружаемых модулей и количества обслуживаемых требований. Экономический эффект от внедрения данной модели представлен на рис. 3.15 – 3.17.

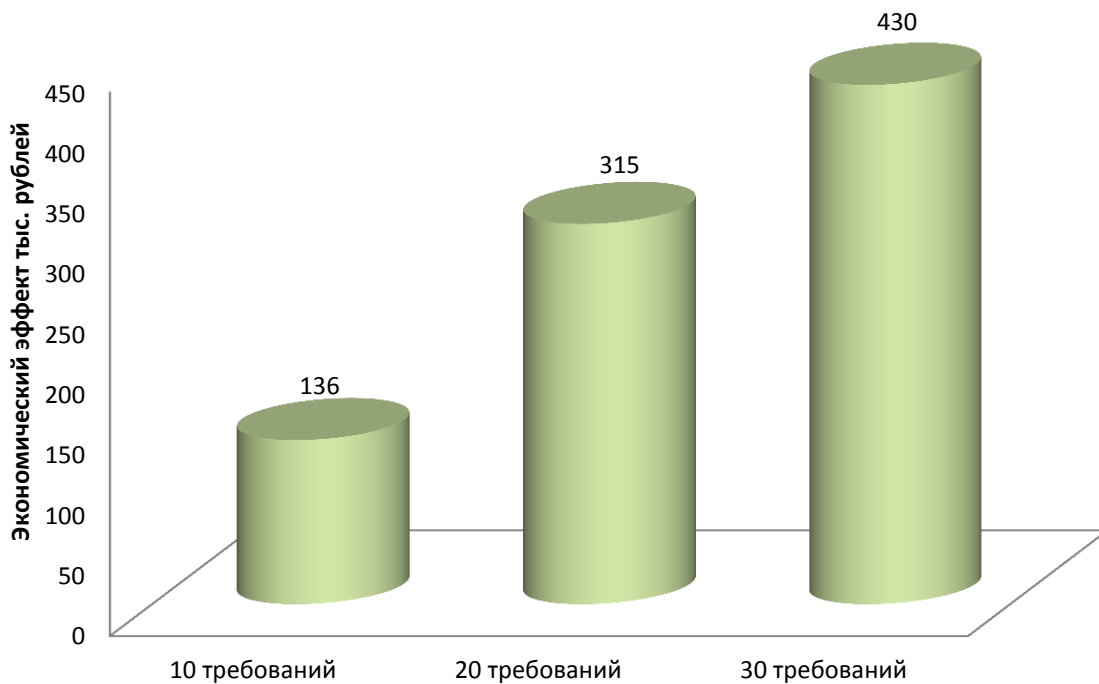


Рисунок 3.15 – Экономический эффект от внедрения при загрузке 4 модулей

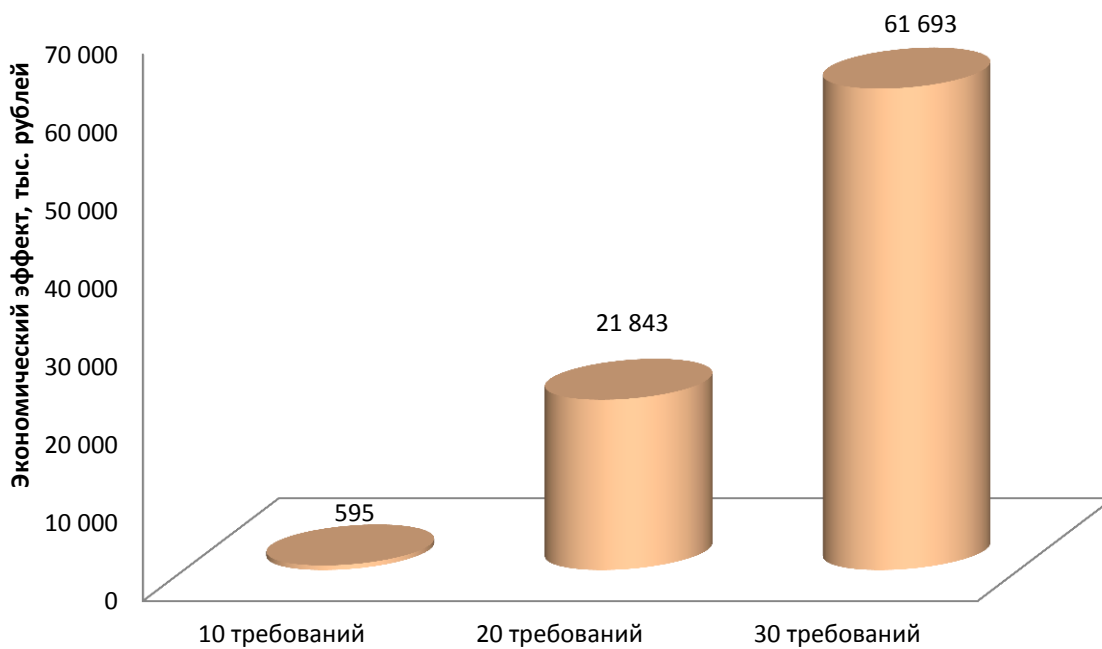


Рисунок 3.16 – Экономический эффект от внедрения при загрузке 14 модулей

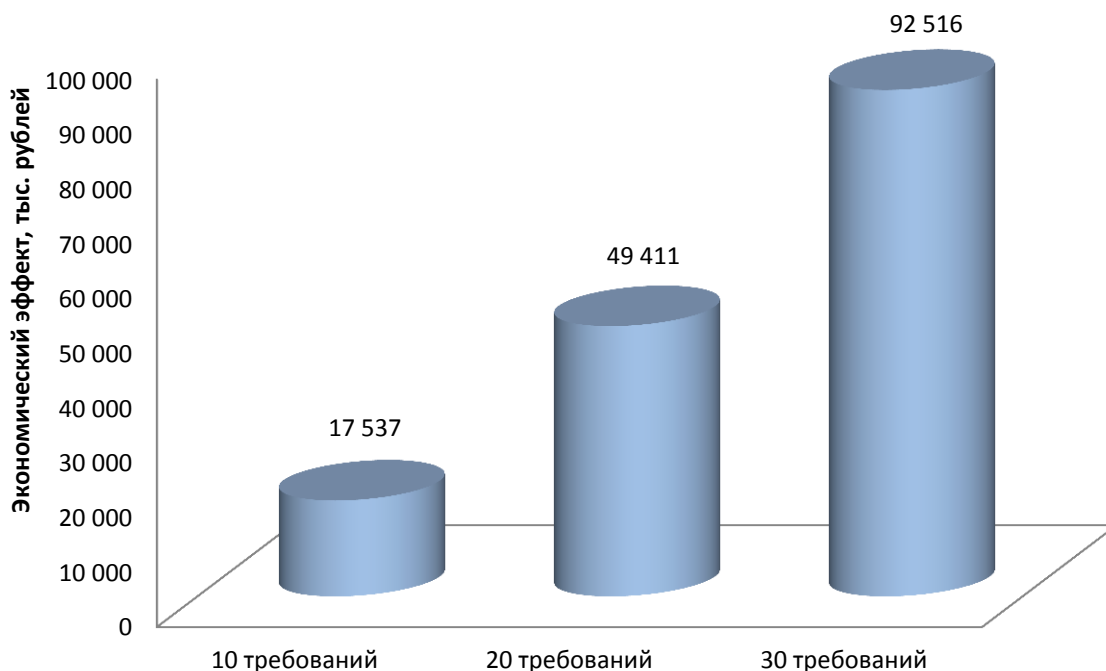


Рисунок 3.17 – Экономический эффект от внедрения при загрузке 33 модулей

Выводы по главе три

Разработанные выше методические положения оптимизации количества погрузочно-разгрузочных механизмов и постов рассмотрены на примере выполнения погрузочно-разгрузочных работ, и как следствие приведенные решения позволяют определить оптимальное количество разгрузочных средств и постов. Для оптимизации количества погрузочных средств и постов расчеты производятся аналогичным способом.

Работа транспортно-погрузочного комплекса ведется в две смены. Продолжительность рабочей смены составляет 8 часов. Параметры выполнения погрузочно-разгрузочных работ: вместимость транспортного средства зависит от его грузоподъемности, но не всегда, так, например транспортное средство грузоподъемность 10 т может быть загружено только наполовину. Средняя масса одного грузового модуля составляет 0,5 т. В расчётах рассмотрены три варианта загрузки автотранспорта: 4 грузовых модуля, 14 грузовых модуля и 33 грузовых модуля. Приведены графики затрат, в зависимости от количества загружаемых

грузовых модулей, а так же количества прибываемых требований к обслуживанию за смену.

Отметим, что скорость груженого транспортного средства и скорость порожнего подвижного состава отличаются и составляют 15 и 30 км/ч соответственно. Расстояние груженого и порожнего пробега равны между собой и составляют 25 км.

На основе предложенных методических положений по оптимизации транспортно-погрузочного комплекса разработана программа для ЭВМ, обеспечивающая моделирование загрузки комплекса и взаимодействия транспортных систем и погрузочных механизмов.

Программа для ЭВМ является отдельным независимым программным продуктом и предназначена для автоматизации рабочего места специалистов, осуществляющих управление транспортно-логистическими комплексами.

После проведения основных расчётов вычисляются затраты на простой грузовых автомобилей и затраты на резерв погрузочно-разгрузочных механизмов в зависимости от количества приемных каналов.

Цель данного раздела – расчет параметров используемого комплекса и вычисление экономического эффекта от внедрения математического моделирования на предприятии при планировании отгрузок.

Экономический эффект, в основном, исчисляется миллионами рублей в год, поэтому внедрение предложенной математической модели целесообразно.

4 ОХРАНА ТРУДА НА АВТОТРАНСПОРТНОМ ПРЕДПРИЯТИИ

Современный процесс производства и реализации продукции невозможен без использования автотранспорта. Нередко именно от него зависит конечный финансовый результат работы организации.

Труд водителей автотранспорта, а также работников, которые ремонтируют и обслуживают автомобили, регламентируется целым рядом нормативных документов. Автомобиль является источником повышенной опасности, поэтому, управляя им, водитель подвергается большим психологическим и физическим нагрузкам. Неправильная организация режима труда и отдыха водителя, небрежность в техническом обслуживании автомобиля могут привести к непоправимым последствиям.

4.1 Опасные и вредные производственные факторы, действующие на работников

При ремонте, обслуживании и эксплуатации АТС, работники организаций могут быть подвержены воздействию различных физических и химических опасных и вредных производственных факторов.

Основные физические опасные и вредные производственные факторы:

- движущиеся машины и механизмы, подвижные части производственного оборудования;
- повышение или понижение температуры воздуха рабочей зоны;
- повышенный уровень шума на рабочем месте;
- повышенный уровень вибрации;
- повышенная или пониженная подвижность воздуха;
- повышенная или пониженная влажность воздуха;
- отсутствие или недостаток естественного освещения;
- недостаточная или повышенная освещенность рабочей зоны (места).

Основным химическим опасным и вредным производственным фактором является повышенная загазованность и запыленность воздуха рабочей зоны.

Движущиеся машины и механизмы, подвижные части производственного оборудования должны соответствовать требованиям действующих государственных стандартов.

Санитарно-гигиенические требования к показателям микроклимата, уровней шума и вибраций, освещенности должно соответствовать требованиям действующих санитарных правил и норм и государственных стандартов.

Содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны должно соответствовать действующим гигиеническим нормативам.

4.2 Погрузка, разгрузка и перевозка грузов

Погрузка и разгрузка грузов, крепление их и тентов на автотранспортном средстве, а также открывание и закрывание бортов автомобиля, полуприцепов и прицепов осуществляются силами и средствами грузоотправителей, грузополучателей или специализированных организаций с соблюдением требований межотраслевых правил по охране труда на автомобильном транспорте и других действующих нормативных правовых актов и государственных стандартов.

Погрузочно-разгрузочные работы могут выполнять водители только при наличии дополнительного условия в трудовом договоре и прохождении целевого инструктажа.

Погрузочно-разгрузочные работы должны выполняться под руководством ответственного работника, назначаемого приказом руководителя организации, производящей погрузочно-разгрузочные работы.

Водитель обязан проверить соответствие укладки и надежность крепления грузов и тентов на подвижном составе требованиям безопасности перевозок и обеспечения сохранности грузов, а в случае обнаружения нарушений в укладке и креплении груза и тентов -потребовать от работника, ответственного за погрузочные работы, устранить их.

Погрузочно-разгрузочные работы выполняются, как правило, механизированным способом при помощи кранов, погрузчиков и других

грузоподъемных средств, а при незначительных объемах – средствами малой механизации.

Для погрузки (выгрузки) грузов массой более 30 кг, а также при подъеме грузов на высоту более 1,5 м необходимо использовать средства механизации.

При перемещении грузов на тележках или в контейнерах прилагаемое усилие не должно превышать 30 кг на одного грузчика.

В исключительных случаях допускается производить ручную погрузку (выгрузку) груза массой 60 кг (одного места) двумя грузчиками. Допустимая масса поднимаемого и перемещаемого груза вручную для мужчин и женщин принимается в соответствии с требованиями действующих нормативных правовых актов. Предельно допустимые нагрузки для лиц моложе восемнадцати лет должны соответствовать действующим нормативным правовым актам.

В местах производства погрузочно-разгрузочных работ в зоне обслуживания грузоподъемных механизмов не допускается находиться лицам, не имеющим прямого отношения к этим работам. Работник, ответственный за производство погрузочно-разгрузочных работ, обязан проверять перед началом работы исправность грузоподъемных механизмов, такелажного и прочего погрузочно-разгрузочного инвентаря. Места производства погрузочно-разгрузочных работ должны соответствовать требованиям действующих государственных стандартов.

Если при погрузке и разгрузке возникает опасность, то работник, ответственный за производство погрузочно-разгрузочных работ, должен прекратить работу и принять меры к устранению этой опасности.

Грузы разрешается брать только сверху штабеля или кучи. Для фиксации груза в кузове автомобиля должны применяться деревянные или металлические упоры, щиты и т.п. Открывать и закрывать борта кузова автотранспортного средства разрешается не менее чем двум работникам. При этом необходимо убедиться в безопасном расположении груза.

Автотранспортные средства, направляемые на перевозку катно-бочковых грузов, должны быть дополнительно укомплектованы деревянными клиньями и, в случае необходимости, деревянными прокладками (досками).

Кроме обеденного перерыва, грузчикам предоставляются перерывы для отдыха, которые входят в их рабочее время. Продолжительность и распределение этих перерывов устанавливаются правилами внутреннего распорядка. Курить разрешается только во время перерыва в работе и лишь в специально отведенном для этого месте.

Полуприцепы должны загружаться начиная с передней части (во избежание опрокидывания), а разгружаться - с задней части.

При возникновении опасных и вредных производственных факторов вследствие воздействия метеорологических условий на физико-химическое состояние груза погрузочно-разгрузочные работы должны быть прекращены или приняты меры по созданию безопасных условий труда.

Не допускается:

- опускать груз на АТС, а также поднимать груз при нахождении людей в кузове или кабине;
- применять для подклинивания груза вместо деревянных клиньев другие предметы;
- загромождать грузом двери кабины водителя;

4.3 Регулирование труда и отдыха работников

Транспортные средства – это источник повышенной опасности, поэтому лица, претендующие на работу, связанную с управлением транспортными средствами, должны пройти профессиональный отбор.

В гл. 51 ТК РФ предусмотрены особенности регулирования труда работников транспорта. Статьей 328 ТК РФ установлено, что к гражданам, поступающим на работу, связанную с движением транспортных средств, предъявляются особые требования, касающиеся профессиональной подготовки и состояния здоровья, необходимым для исполнения должностных обязанностей.

При приеме на работу, непосредственно связанную с движением транспортных средств, работодатель обязан потребовать от работника документы, подтверждающие уровень его профессиональной подготовки (диплом,

удостоверение и т.д.). Кроме того, администрации любого предприятия (организации), в обязательном порядке необходимо при приеме на работу кандидатов на должность водителей потребовать от них представления медицинской справки о пригодности к выполнению работ, связанных с управлением транспортным средством.

При приеме на работу, непосредственно связанную с движением транспортных средств, работодатель обязан потребовать от работника документы, подтверждающие уровень его профессиональной подготовки (диплом, удостоверение и т.д.). Кроме того, администрации любого предприятия (организации), в обязательном порядке необходимо при приеме на работу кандидатов на должность водителей потребовать от них представления медицинской справки о пригодности к выполнению работ, связанных с управлением транспортным средством.

В ч. 2 ст. 328 ТК РФ в качестве обязательного требования приема на работу, непосредственно связанную с движением транспортных средств, установлено прохождение предварительного медицинского осмотра.

Цель обязательного медицинского освидетельствования водителей ТС и кандидатов в водители – определить медицинские противопоказания или ограничения к водительской деятельности. Лица, не прошедшие обязательный медицинский осмотр или имеющие заключение врачебно-экспертной комиссии о профессиональной непригодности, к работе не допускаются.

Кроме того, работники, занятые на работах, связанных с движением транспорта, проходят за счет работодателя обязательные предварительные, периодические и предрейсовые медицинские осмотры.

Так как средства автомобильного транспорта являются источниками повышенной опасности, работники, их эксплуатирующие, проходят обязательное психиатрическое освидетельствование не реже одного раза в пять лет за счет средств работодателя.

Предрейсовые медицинские осмотры водителей автотранспортных средств проводятся медицинским работником данной организации. При отсутствии

медперсонала на предприятии работодатель обязан заключить договор на проведение всех видов медосмотра либо у себя, предоставляя сотрудникам медицинских учреждений специальное помещение, либо это делать в лечебно-профилактическом учреждении.

В обязательном порядке составляется протокол контроля трезвости установленной формы в двух экземплярах, один из которых остается у медработника, а второй выдается руководителю организации. Кроме того, каждый случай контроля трезвости должен быть зарегистрирован в специальном журнале. Журнал контроля трезвости также должен быть пронумерован, прошнурован, скреплен печатью организации или учреждения здравоохранения.

Работодатели обязаны не только организовать обязательные медицинские осмотры водителей, но и проводить с участием медицинских работников мероприятия по совершенствованию водителями навыков оказания доврачебной медицинской помощи пострадавшим в дорожно транспортных происшествиях.

Одним из основополагающих факторов обеспечения безопасности дорожного движения является состояние здоровья водителя. Высокая интенсивность дорожного движения предъявляет к водителям повышенные требования в плане состояния здоровья. Необходимо строго соблюдать режим труда и отдыха водителей.

Приказом Министерства транспорта РФ от 20.08.2004 г. № 15 утверждено Положение об особенностях режима рабочего времени и времени отдыха водителей автомобилей, которым установлено что работодатель обязан ежемесячно составлять для всех водителей графики работы на линии на каждый день с ежедневным или суммированным учетом рабочего времени и доводить их до сведения водителей не позднее чем за 1 месяц до введения в действие.

Графики работы регламентируют время начала, окончания и продолжительность ежедневной работы, время перерывов для отдыха и питания, время ежедневного и еженедельного отдыха. График работы утверждается работодателем с учетом мнения представительного органа работников, если он создан в организации.

Для фиксации времени работы и отдыха водителей работодатели обязаны использовать тахографы. Управление грузовым автотранспортом при осуществлении автомобильной перевозки без контрольного устройства (тахографа) или с выключенным тахографом, а равно с незаполненными тахограммами либо без ведения регистрационных листков, отражающих режим труда и отдыха водителей, влечет наложение на водителя административного штрафа.

Выводы по разделу четыре

Погрузо-разгрузочные работы и внутренние перевозки являются важными факторами аварийности во многих отраслях промышленности. Контроль рисков, сопряженных с погрузкой-разгрузкой - серьезная проблема для складских помещений и других отраслей промышленности. Много несчастных случаев возникает при погрузке-разгрузке конечной продукции вручную или с помощью автопогрузчиков с вилочным захватом и кранов. Поэтому важно соблюдать все вышеперечисленные требования, во избежание аварийных ситуаций и травмирования персонала, выполняющего транспортные процессы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 Ablameiko M.N. Effectiveness increase of cargo handling operations of multilink trucks/ M.N Ablameiko., A.F. Andreichik, V.S Korotky., S.I. Kochetov, S.A. Susha, Mechanics of machines, mechanisms and materials – Joint Institute of Mechanical Engineering of the National Academy of Sciences of Belarus. 2012. – 90 – 93 pp.
- 2 Ben-Akiva M. Discrete choice models with applications to departure time and route choice / M. Ben-Akiva, M. Bierlaire. – Handbook of Transportation Science, 2003. – 32 p.
- 3 DAF Trucks NV ведущий коммерческий производитель автомобилей в Европе, предлагая полный спектр машин:XF , CF и LF серии DAF Euro 6// [Электронный ресурс] URL: www.daf.eu/.
- 4 Deutsche Welle. – <http://www.dw.de/2011>.
- 5 Dubois, D. Set of Methods in Transportation Network Synthesis and Analysis. Journal of the Operations Research Society [Текст]/D. Dubois, G. Bel, M. A. Libre, Vol. 30, 1977. – 797 – 808 pp.
- 6 Giulio E. Modelling sources of variation in transportation systems: theoretical foundations of day-to-day dynamic models / David P. Watling, Giulio E. Cantarella/ Transportmetrica B: Transport Dynamics. 2013. – 3 – 32 pp.
- 7 Gorbachev P. Approach to building a model of the functioning transport process in international traffic/ P. Gorbachev, T. Nemna, Automobile transport. – Kharkiv National Automobile and Highway University. 2015. – 39 – 48 pp.
- 8 Ortuzar J.D. Modelling Transport. / J.D. Ortuzar, L.G. Willumsen. Third Edition. John Wiley & Sons Ltd, 2006. – 499 p.
- 9 Pricewaterhouse, Coopers. The World in 2050. The perspectives of development of the economics of the countries with developing markets in process and competition of OECD [Text]/Coopers Pricewaterhouse, 2006. – 22 p.
- 10 Richard, S. RAND, The global technology revolution 2020: in depth analyses: [Text]/S. Richard, S. Philip, D. Howell, A. Wong. -RAND, 2006. – 314 p.

11 Transportleistung im Straßengüterverkehr 2013 | Statistik. – <http://de.statista.com/statistik/>.

12 Wilson, D. Dreaming with BRICs: The Path to 2050 [Text]/D. Wilson, R. Purushothaman. – Goldman Sachs Global Economics Paper 99, 2003. – 24 p.

13 Альметова З.В. Повышение эффективности эксплуатации автомобильного транспорта при транзитных грузоперевозках // З.В. Альметова, О.Н. Ларин // Вестник ЮУрГУ. Серия «Экономика и менеджмент». – 2012. – №30 (289). – С. 161 – 167.

14 Антонов А.В. Системный анализ. Учеб. для вузов / А. В. Антонов. – М.: Высш. шк., 2004. – 454 с.

15 Ассоциация международных автомобильных перевозчиков // [Электронный ресурс] URL: <http://www.asmap.ru>.

16 Вентцель Е.С. Теория вероятности – 3-е изд., перераб. – М.: Инфра-М, 2004 – 575 с.

17 Глемба К. В. Оптимизация объемов партий поставок грузов и параметров работы погрузочно-разгрузочных комплексов транзитных терминалов в межтерминальных сообщениях/ Глемба К.В., Альметова З.В./ АПК России. 2015. Т. 73. С. 82 – 89.

18 Гнеденко Б. В. Введение в теорию массового обслуживания / Б. В. Гнеденко, И. Н. Ковеленко. – М.: Наука. 1987. – 366 с.

19 Горев А. Э. Грузовые автомобильные перевозки: Учебник для вузов/ А. Э. Горев. – М.: Наука. 1987. – 366 с.

20 Горяев, Н.К. Международные автомобильные перевозки: методические указания к выполнению курсовой работы / составители: Н.К.Горяев, С.В. Мячкова, – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2009, – 19с.

21 Группа компаний STGroup – поставщик прицепной, полуприцепной, грузовой и коммерческой автомобильной техники европейского производства, а также полнокомплектных автопоездов и автотехники с пробегом // [Электронный ресурс] URL: <http://stgroup-cpt.ru/about.html>.

22 Дейнеко, О. А. Методологические проблемы науки управления производством [Текст] / О. А. Дейнеко – М. : Наука, 1970. – 340 с.

23 Дементьева Г.В. Теория и практика оценочной деятельности: Учебное пособие. – Томск: кафедра ТУ, ТУСУР, 2012. – 250 с.

24 Ёлкин А. В. Оптимизация парка автотранспортных и погрузочных средств на предприятиях пивоваренной отрасли с учетом неравномерности потребления готовой продукции: Дисс. ... канд. техн. наук. – Тверь. 2006. – 211 с.

25 Зырянов А.П., Шепелёв В.Д., Оценка эксплуатационных показателей грузового транспорта Российской Федерации // А.П. Зырянов, В.Д. Шепелёв// Экология и научно-технический прогресс. Урбанистика. – 2014. – №1. – 292–297 с.

26 Иванов А. С. Повышение эффективности погрузочно-разгрузочных работ/ Иванов А.С./ Вестник Государственного аграрного университета Северного Зауралья. 2015. № 2 (29). – 60 – 67 с.

27 Капский Д. В. Продолжительность разрешающего сигнала для пропуска максимального количества транспортных средств, распределенных в виде импульсов интенсивности прибытия/ Капский Д.В., Навой Д.В., Рожанский Д.В./ Искусственный интеллект. Интеллектуальные транспортные системы: материалы международной научно-технической конференции. – Брест: Издательство УО «БрГТУ», 2016. – 220 с.

28 Ключин Ю.Ф. Методики оптимизации транспортно-погрузочного комплекса предприятия/ Ю. Ф. Ключин, И. И. Павлов, Е.А. Рошин./ Программные продукты и системы. 2008. № 4. – 58 с.

29 Компания «ТРАК ЦЕНТР» – федеральная сеть по продаже импортных грузовиков, автобусов и полуприцепов// [Электронный ресурс] URL: <http://www.truck-center.ru/>.

30 Кузьмин, В.П. Системный подход в научном познании и марксистская методология [Текст]/ В.П. Кузьмин // Вопросы философии. – 1980. – Вып. 39. – 3 – 5 с.

31 Кулагин О.А. Принятие решений в организациях. – СПб.: Сентябрь, 2001. – 148 с.

32 Курбатов, И.Д. Эффективность использования рабочего времени в сельскохозяйственном производстве [Текст]/ И. Д. Курбатов, В.Н. Журиков. – М. : ВНИИТЭИСХ, 1978.

33 Ларин О.Н. Моделирование параметров поставок товаров через терминалы/ О. Н. Ларин, С. Б. Лёвин, З. В. Альметова, И. А. Горяева/ Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Экономика и менеджмент. 2015. Т. 9. № 1. С. 185-190.

34 Мильнер, Б.З. Проблемы управления в современной Америке [Текст] / Б.З. Мильнер. – М., 1962.

35 Миротин Л. Б. Ташбаев Ы. Э. Системный анализ в логистике. – М.: ЭКЗАМЕН, 2002. – 480 с.

36 Моисеев Н. Н. Математические задачи системного анализа. М: Наука, 1981.

37 Морохова Н.А. Автоматизация погрузочно-разгрузочных, транспортных и складских работ/ Н.А. Морохова, В. М. Перепелкин Современные проблемы науки и образования. 2014. № 3. – 133 с.

38 Онлайн калькуляторы // [Электронный ресурс] URL: <http://planetcalc.ru>

39 Официальный сайт мобильной связи Билайн // [Электронный ресурс] URL: <http://chelyabinsk.beeline.ru/>.

40 Павлов И. И. Применение теории массового обслуживания при определении числа постов технического обслуживания и ремонта автомобилей на предприятиях автосервиса/ Павлов И. И., Морозова М. М/ Вопросы проектирования и эксплуатации наземного колесного транспорта: Сборник трудов и тезисов докладов заочной межвузовской научно-практической конференции. 2013. – С. 86-90.

41 Роцин Е. А. Применение теории массового обслуживания при определении количества погрузочных пунктов предприятия ООО «Юнайтед Боттлинг Групп/ Павлов И.И., Роцин Е.А./ Вопросы проектирования и эксплуатации наземного колесного транспорта сборник статей и тезисов докладов Всероссийской заочной

научно-практической конференции: Тверской государственный технический университет. 2016. С. 103 – 106.

42 Рощин Е.А. Повышение эффективности функционирования транспортно-погрузочного комплекса предприятий пищевой промышленности с учетом его загрузки/ Рощин Е.А. /диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Тверской государственный технический университет. Тверь, 2009. – 150 с.

43 Сараев А.Д., Щербина О.А. Системный анализ и современные информационные технологии. Труды Крымской Академии наук. – Симферополь: СОНАТ, 2006. – С. 47 – 59.

44 Сарафанова Е. В. Грузовые автомобильные перевозки: учеб. пособие / Е. В. Сарафанова, А. А. Евсеева, Б. П. Копцев. – М.; Ростов н/Д: МарТ, 2006. – 477с.

45 Титов И.В. Грузовой автомобильный транспорт в России: состояние и перспективы развития/И.В. Титов, И.И. Батищев//Транспорт Российской Федерации. -2011. -№5. – С. 44 – 48.

46 Торговый дом «Восток-Запад» является официальным представителем ряда китайских шинных заводов по Урало-Сибирскому региону // [Электронный ресурс] URL: <http://vostokzapad74.ru>.

47 Транспортно-грузовые системы [Электронный ресурс]// URL: <http://www.tgs-jd.ru/>(дата обращения 18.05.2014).

48 Ходоскина А. А. Использование современных методов исследования для построения компьютерных моделей финансовых потоков в транспортной деятельности/ А. А. Ходоскина, В. В. Пашкевич, В. А. Фалецкий / Искусственный интеллект. Интеллектуальные транспортные системы: материалы международной научно-технической конференции. – Брест: Издательство УО «БрГТУ», 2016. – 220 с.

49 Чужинов, П. И. Как повысить производительность зерноуборочных машин / П. И. Чужинов, В. Т. Селихов. – Алма-Ата: Кайнар, 1977. – С. 128.

50 Шепелёв В.Д. Вопрос об эффективности использования подвижного состава/ В.Д. Шепелёв, А. А. Шеремет, А. А. Рамазанова/ Знание: Serenity-Group № 38. 2016. – 28 – 32 с.

51 Шепелёв В.Д. Обоснование технико-технологической согласованности процессов уборки и послеуборочной обработки зерна : дис. ... канд. тех. наук/ Шепелёв Владимир Дмитриевич; науч. рук. Г.А. Окунев. - Челябинск, 2007. – 164 с.

52 Шепелёв В.Д. Снижение технологических и организационных простоев грузового транспорта на междугородних перевозках // Состояние и перспективы транспорта. Обеспечение безопасности дорожного движения: Материалы междунар. науч.-техн. конф. посвященной 30-летию автодорожного факультета Пермского государственного технического университета, 16–17 апреля 2009 г. – Пермь: Изд-во Пермь. гос. техн. ун-та, 2009. –Т. 1. – С. 128–132.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Исходные данные:

$t_p := 0.03$	время погрузки одного модуля
$j_0 := 0.5$	масса 1 паллета
$M_b := 4$	количество модулей
$L := 25$	длина маршрута
$V_{gr} := 15$	скорость а/м с грузом
$V_x := 20$	скорость холостого ТС
$n := 30$	количество автомобилей прибывающих под погрузку(требований)
$N := 1.10$	количество погрузочно-разгрузочных средств (приемных каналов)
$D := 252$	количество рабочих дней в году
$T_{см} := 8$	длительность смены, час.
$\beta := 0.16$	
$C_{прм} := 270$	стоимость часа простоя погрузочно-разгрузочного механизма
$C_{ам} := 470$	стоимость часа простоя автомобиля

Методика расчета:

$$t_z := M_b \cdot (t_p) \quad \text{время загрузки}$$

$$t_{gr} := \frac{L}{V_{gr}} \quad \text{время ездки с грузом}$$

$$t_x := \frac{L}{V_x} \quad \text{время холостого пробега}$$

$$t_{пр} := M_b \cdot t_p \quad \text{время простоя}$$

$$t_{ездки} := (t_z + t_{gr} + t_x) \quad \text{Общее время ездки}$$

$$t_{тр} := t_{ездки}$$

$$\mu := \frac{1}{t_{пр}} \quad \text{Интенсивность обслуживания требований}$$

$$\lambda := \frac{1}{t_{тр}} \quad \text{Интенсивность поступления на обслуживание}$$

$$p(N) := \frac{\lambda \cdot n}{\mu} \quad \text{Среднее количество заявок, обслуживаемых за время рейса автомобиля}$$

$$moch(N) := \frac{\frac{p(N)^{N+1}}{N \cdot N! \left(1 - \frac{p(N)}{N}\right)^2}}{\sum_{k=1}^N \frac{p(N)^k}{k!} + \frac{p(N)^{N+1}}{N! \cdot (N - p(N))}} \quad \text{Среднее количество автомобилей в очереди}$$

$$T_{pr}(N) := \frac{moch(N)}{\lambda}$$

Среднее время простоя автомобиля в очереди

$$T_p(N) := (n) \cdot T_{pr}(N)$$

Среднее время простоя всех автомобилей в очереди

$$\rho := \frac{\lambda}{\mu}$$

$$Z1(N) := T_{cm} \cdot D \cdot (N - N \cdot \rho) \cdot C_{prn}$$

Затраты на простой погрузочно-разгрузочного механизма

$$Z2(N) := D \cdot T_{pr}(N) \cdot n \cdot C_{ar}$$

Затраты на простой автомобилей

Произведем математическое моделирование и калибровку значений на основе критерия минимума затрат:

$$Z(N) := |Z1(N)| + |Z2(N)|$$

p(N) =

1.186
1.186
1.186
1.186
1.186
1.186
1.186
1.186
1.186
1.186
1.186

moch(N) =

-6.391
0.863
0.128
0.022
$3.496 \cdot 10^{-3}$
$5.206 \cdot 10^{-4}$
$7.054 \cdot 10^{-5}$
$8.697 \cdot 10^{-6}$
$9.801 \cdot 10^{-7}$
$1.015 \cdot 10^{-7}$

Tpr(N) =

-19.4
2.6
0.4
0.1
0
$1.6 \cdot 10^{-3}$
$2.1 \cdot 10^{-4}$
$2.6 \cdot 10^{-5}$
$3 \cdot 10^{-6}$
$3.1 \cdot 10^{-7}$

Z1(N) =

$5.228 \cdot 10^5$
$1.046 \cdot 10^6$
$1.568 \cdot 10^6$
$2.091 \cdot 10^6$
$2.614 \cdot 10^6$
$3.137 \cdot 10^6$
$3.66 \cdot 10^6$
$4.182 \cdot 10^6$
$4.705 \cdot 10^6$
$5.228 \cdot 10^6$

Z2(N) =

$-6.895 \cdot 10^7$
$9.309 \cdot 10^6$
$1.379 \cdot 10^6$
$2.329 \cdot 10^5$
$3.772 \cdot 10^4$
$5.618 \cdot 10^3$
761.068
93.841
10.575
1.095

Z(N) =

$6.948 \cdot 10^7$
$1.035 \cdot 10^7$
$2.947 \cdot 10^6$
$2.324 \cdot 10^6$
$2.652 \cdot 10^6$
$3.142 \cdot 10^6$
$3.66 \cdot 10^6$
$4.183 \cdot 10^6$
$4.705 \cdot 10^6$
$5.228 \cdot 10^6$

Получим график изменения общих затрат

