

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
Кафедра «Транспорт»

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
\_\_\_\_\_ Е.С. Воеводин  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## **БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

23.03.01 – Технология транспортных процессов

**Совершенствование перевозок грузов, выполняемых ООО «Деловые  
Линии»**

Пояснительная записка

Руководитель

доцент, канд. техн. наук Е.В Фомин

Выпускник

Я.Ю. Арманавичус

Красноярск 2020

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
Кафедра «Транспорт»

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
\_\_\_\_\_ Е.С. Воеводин  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**ЗАДАНИЕ  
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ  
в форме БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ**

Студенту Арманавичус Янису Юрьевичу

Группа: ФТ16-04Б Направление (специальность) 23.03.01 «Технология транспортных процессов»

Тема выпускной квалификационной работы «Совершенствование перевозок грузов, выполняемых ООО «Деловые Линии»»

Утверждена приказом по университету №40/с от 14 января 2020 года

Руководитель ВКР: Е.В Фомин – канд. техн. наук, доцент Кафедры «Транспорт» ПИ СФУ

Исходные данные для ВКР: Данные деятельности компании ООО «Деловые Линии»

Перечень разделов ВКР:

Технико-экономическое обоснование. Анализа производственной инфраструктуры ООО «Деловые Линии», подвижного состава, погрузо-разгрузочных механизмов, существующих процессов перевозки, грузовых потоков.

Технологическая часть. Проектирование терминального комплекса. Определение места расположения терминала. Расчет технического оснащения склада. Организация развозочных маршрутов.

Перечень графического материала

Презентационный материал

Руководитель

Е.В Фомин

Задание принял к исполнению

Я.Ю. Арманавичус

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2020

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Совершенствование перевозок грузов, выполняемых ООО «Деловые Линии»» содержит 153 страницы текстового документа, 34 формулы, 54 рисунка, 23 таблицы, 4 приложения, 33 использованных источника, 21 лист презентационного материала.

ГРУЗОВЫЕ ПОТОКИ, ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ИНФРАСТРУКТУРА, ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ, ПРОЦЕСС ПЕРЕВОЗКИ ГРУЗОВ, НОМЕНКЛАТУРА ПЕРЕВОЗИМЫХ ГРУЗОВ, ЛОГИСТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА, ТЕХНИЧЕСКОЕ ОСНАЩЕНИЕ, РАЗВОЗОЧНЫЕ МАРШРУТЫ, МАРШРУТИЗАЦИЯ ПЕРЕВОЗОК, МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ.

В первой части выпускной квалификационной работы проведен анализ деятельности ООО «Деловые Линии»: анализ производственно-технического оснащения предприятия, анализ парка подвижного состава, анализ существующего процесса перевозки грузов и анализ грузовых потоков. Определены перспективы для дальнейшего совершенствования логистической системы.

Во второй части выпускной квалификационной работы произведено проектирование транспортно-складского комплекса, рассчитано техническое оснащение проектируемого склада, определен объем инвестиций для начала работы склада, сформированы развозочные маршруты, определен необходимый подвижной состав и его количество для выполнения программы перевозок, также было рассмотрено программное обеспечение для маршрутизации перевозок.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	6
1 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ.....	7
1.1 Краткая характеристика предприятия.....	7
1.2 Производственная инфраструктура.....	10
1.3 Погрузо-разгрузочные механизмы.....	12
1.4 Подвижной состав.....	14
1.5 Существующий процесс перевозки грузов.....	18
1.6 Анализ грузовых потоков.....	26
2 СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЛОГИСТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ .....	39
2.1 Проектирование терминального комплекса.....	39
2.2 Определение месторасположения терминала.....	43
2.3 Расчет технического оснащения склада.....	57
2.4 Организация развозочных маршрутов.....	72
2.4.1 Расчет кратчайших расстояний .....	74
2.4.2 Выбор подвижного состава для развозочных маршрутов.....	81
2.4.3 Маршрутизация перевозок.....	85
2.4.4 Расчет потребного числа подвижного состава.....	96
2.4.5 Обзор программного обеспечения маршрутизации перевозок .....	98
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	105
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ .....	106
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	107
ПРИЛОЖЕНИЕ А .....	110
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	116
ПРИЛОЖЕНИЕ В .....	119
ПРИЛОЖЕНИЕ Г.....	132

## ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день складывается жесткая конкуренция при выборе транспортных услуг и эффективного вида транспорта для доставки грузов. В современных условиях глобализации развитой экономики транспорт является важнейшим фактором экономического роста и благосостояния любого государства. С целью повышения эффективности транспортного комплекса и организации (оптимизации) перевозок требуются новые подходы к построению транспортно-логистической сети государства, выдвигаются новые требования к развитию транспортно-логистических компаний.

Можно отметить, что транспорт является жизненно важными артериями для любого государства, по которым осуществляется движение сырья, продукции и товаров, благодаря чему функционирует национальная экономика. То есть, развитие транспортного рынка непосредственно связано с развитием экономики страны, следовательно выбранная тема работы, является актуальной, поскольку она связана с совершенствованием перевозки грузов.

Целью данной выпускной квалификационной работы является разработка мероприятий по совершенствованию перевозок грузов, выполняемых компанией ООО «Деловые Линии». Необходимо проведение анализа производственной инфраструктуры, подвижного состава, погрузо-разгрузочных механизмов, расположения терминалов, существующих процессов перевозки, а также составление характеристики грузопотоков, предложить мероприятия по совершенствованию логистической системы.

## **1 Технико-экономическое обоснование**

### **1.1 Краткая характеристика предприятия**

Полное наименование исследуемого предприятия: Общество с ограниченной ответственностью «Деловые Линии».

Компания «Деловые Линии» создана в 2001 году и работает в области перевозок сборных грузов по России и другим странам. Управляющий офис компании находится в г. Санкт-Петербурге. Филиалы компании открыты в 181 городе страны.

Генеральным директором ООО «Деловые Линии» является Мадини Фарид.

Транспортная компания «Деловые Линии» осуществляет перевозки сборных грузов в любом направлении по территории России. Компания предлагает межтерминальную перевозку LTL, доставку от адреса до адреса по городу и региону, авиаперевозку, перевозку контейнерами, мультимодальные перевозки, услуга ответственного хранения 2PL, номенклатурное хранение 3PL, перевозку евро-фурами FTL.

Услугами компании регулярно пользуются производственные и дистрибьюторские компании, федеральные и региональные торговые сети, ОКЕЙ, ЛЕНТА, SATOIL, TIKKURILA, KNAUF, ERICHKRAUSE, ГАЗПРОМ и многие другие.

Компания «Деловые Линии» регулярно расширяет область присутствия, открывая новые филиалы, осваивает новые виды транспорта. При работе с клиентами, работники компании всегда показывают свой профессионализм, высокая скорость обработки заявок, предоставление клиентам всевозможных данных, ответы на любые интересующие вопросы, детальное составление маршрута перевозки, различные системы скидок и акций.

Большой опыт в грузоперевозках дает возможность эффективно применять отработанные технологии по доставке и хранению грузов различной номенклатуры, и предоставлять клиентам только качественные услуги с конкурентоспособной ценой. Логотип компании представлен на рисунке 1.1.

Каждый филиал транспортной компании «Деловые Линии» имеет терминал с развитой инфраструктурой и всем нужным техническим обеспечением. Грузовые терминалы, обеспечивая круглосуточную охрану, предоставляют клиентам полный спектр услуг в области приема, обработки, складирования, хранения и отправки грузов, а также экспедирования и страхования [1]. Расположение подразделений компании на территории России представлено на рисунке 1.2.

Деловые линии это:

- 670 000 м<sup>2</sup> складских помещений (в Красноярске 4300 м<sup>2</sup>);
- 181 город;
- 240 терминалов;
- 1700 населенных пунктов доставки.



Рисунок 1.1 - Логотип компании Деловые Линии

3PL инфраструктура:

- 28 складов в 19 городах РФ;
- 78 000 м<sup>2</sup> под ответственное хранение;
- Использование многофункциональной WMS-системы;
- Быстрый запуск 3PL-услуг во всех городах присутствия;
- Реализовано более 100 крупных 3PL-проектов;



## - Хранение на современных складах класса А и В.



Рисунок 1.2 - Расположение подразделений компании на территории России

LTL (Less Truck Load) — доставка грузов с частичной загрузкой транспортного средства. Состоит из грузов разных грузополучателей, которые консолидируются на складах. Выгодно заказать LTL при перевозке небольших партий грузов, так как заказчик платит только за место, которое необходимо для его карго [2].

FTL (Full Truck Load) — доставка грузов с полной загрузкой транспортного средства. FTL целесообразно заказывать, если партия груза настолько большая, что способна загрузить всю машину [2].

2PL (Second Party Logistics) — самая простая форма аутсорсинга логистики: сторонняя специализированная компания в рамках контрактных обязательств берет на себя выполнение задач по транспортировке товаров и техническому управлению складскими запасами [2].

3PL (Third Party Logistics) — предоставление логистических услуг или комплекса услуг — начиная от доставки и хранения до отслеживания передвижения товаров и управления заказами. Обязанности поставщика

услуг включают в себя организацию и управление перевозками, учёт и управление запасами, подготовку импортно-экспортной и фрахтовой документации, складское хранение, обработку грузов, доставку грузов до конечного потребителя [2].

В транспортной компании «Деловые Линии» работают только профессиональные сотрудники. Численность персонала 20 тысяч человек.

Услугами компании за 2019 год воспользовались более миллиона клиентов в 5000 населенных пунктах. Перевозку грузов компания осуществляет только современными автомобилями. Каждый из них готов к длительной перевозке, смене климата, сложным дорожным условиям, непредвиденной погоде. За месяц автомобили транспортной компании «Деловые Линии» проезжают 40 миллионов километров.

## **1.2 Производственная инфраструктура**

Терминал представляет собой комплекс устройств, расположенных в начальном, конечном, а также в промежуточных пунктах транспортной сети [3]. Терминалы обеспечивают взаимодействие различных видов транспорта в процессе продвижения материальных или пассажирских потоков. Они должны выполнять три основные функции:

1. Обеспечить доступ к подвижному составу, обращающемуся на определенном пути сообщения.
2. Обеспечить легкую смену подвижного состава, работающего на данном пути или с другими видами транспорта.
3. Облегчить процессы трансформации материальных или пассажирских потоков.

Основные характеристики терминалов: наличие мест хранения и перегрузки грузов, типы и количество погрузо-разгрузочных механизмов, а также выбор месторасположения терминалов определяются на основе

технико-экономических исследований состояния и перспектив развития грузопотоков и пассажиропотоков [3].

Терминал транспортной компании «Деловые Линии» расположен в черте города Красноярск по адресу Северное шоссе 17, на терминале осуществляется прием и выдача грузов, а также производится номенклатурное хранение (3PL). Общая площадь складских помещений 4300 м<sup>2</sup>. Терминал оборудован пятью воротами для погрузо-разгрузочных работ, также предусмотрен въезд для машин с негабаритным грузом. Режим работы терминала круглосуточный, по всему периметру установлено видеонаблюдение. Схема территории ОСП Красноярск, представлена на рисунках 1.3 и 1.4..

Терминал поделен на 3 склада:

- склад №1 предназначен для стандартных и негабаритных грузов;
- склад №2 для малогабаритных грузов;
- склад №3 для негабаритных грузов.

В терминал входят различные зоны:

- зона приема груза;
- зона выдачи готового груза клиентам;
- зона выдачи готового малогабаритного груза клиентам;
- зона выдачи готового негабаритного груза клиентам;
- зона выдачи груза для загрузки ПС компании;
- зона комплектования;
- зона хранения груза готового к выдаче;
- зона номенклатурного хранения;
- операторский зал;
- офис;
- парковка для ПС компании;
- парковка для получения грузов.



Рисунок 1.3 - Схема терминала деловые линии Красноярск

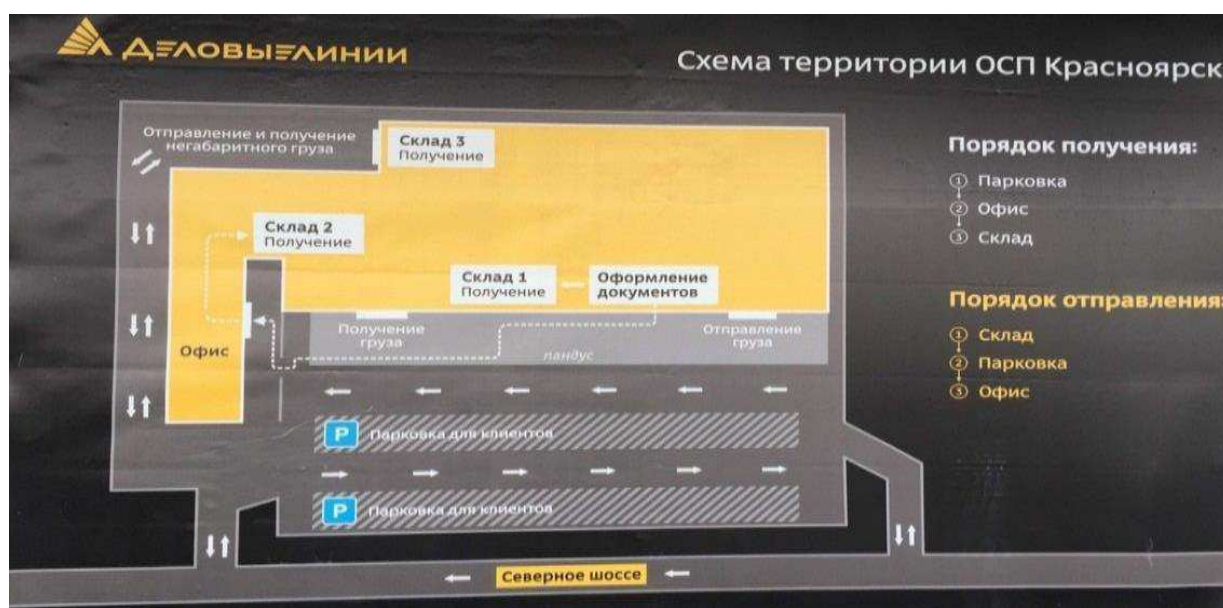


Рисунок 1.4 – Схема территории ОСП Красноярск

### 1.3 Погрузо-разгрузочные механизмы

Технологический процесс любого склада включает в себя операции по погрузке и разгрузке грузов. Оптимизация этих процессов — одна из ключевых задач, которая ставится перед специалистами при организации работы складского комплекса.

Ускорение погрузо-разгрузочных операций, внутрискладских перевозок, укладки и отбора грузов напрямую зависит от применения наиболее подходящей техники для каждого вида грузов. Выбор используемого оборудования на складе, зависит от грузооборота, габаритов помещения, высоты склада, характера груза и требуемого уровня механизации. На складах используют грузоподъемные, транспортирующие, погрузочно-разгрузочные машины и механизмы.

На терминале компании «Деловые Линии» в качестве погрузо-разгрузочных механизмов используют самоходные погрузчики с вилочным захватом, электрические штабелеры и ручные гидравлические тележки.

Самоходные погрузчики с вилочным захватом представляют собой передвижные не стреловидные подъёмно-транспортные механизмы. Особенность, свойственная вилочным погрузчикам - возможность в процессе выполнения погрузки-разгрузки обходиться без операций по застропке и отстропке грузов. При этом сокращается трудоёмкость процесса, а также уменьшается продолжительность простоя под погрузкой и разгрузкой.

Штабелеры электрические являются одним из видов электрических погрузчиков. Их отличительными чертами являются уменьшенные габариты и ограниченные эксплуатационные возможности. Они выполняются по трех или четырехколесной схемам, имеют электрический привод хода, но управляются оператором, который ходит или стоит рядом с машиной.

Ручные гидравлические тележки, обычно используют для погрузки-разгрузки и перемещения на небольшие расстояния, в ограниченной зоне. Ручная гидравлическая тележка состоит из рамы с подъемными вилами, на концах которых установлены ролики, гидравлический насос с ручным приводом и два передних поворотных колеса. С помощью рычажной системы ролики соединяются с подъемным устройством.

Погрузо-разгрузочные механизмы используемые на терминале представлены в таблице 1. Характеристики погрузо-разгрузочных механизмов представлены в приложении А.

Таблица 1.1 – погрузо-разгрузочные механизмы

Наименование ПРМ	Количество единиц
Погрузчик электрический Jungheinrich EFG 430	7
Погрузчик газовый TOYOTA 32-8FG30	2
Штабелеры электрические Jungheinrich ERC 220	2
Гидравлическая тележка Jungheinrich AM G20	10
Гидравлическая тележка Tisel T-30	10

**Вывод:** на терминале компании в качестве погрузо-разгрузочных механизмов используют самоходные погрузчики с вилочным захватом, электрические штабелеры и гидравлические тележки. Использование таких механизмов уменьшает продолжительность простоя под погрузкой разгрузкой и ускоряет процесс перемещения грузов по терминалу

#### 1.4 Подвижной состав

Подвижным составом автомобильного транспорта называют автомобили, автомобильные поезда, прицепы и полуприцепы. Подвижной состав служит для выполнения транспортных и нетранспортных работ: перевозки грузов, пассажиров и специального оборудования для производства различных операций [4].

При выборе производителя подвижного состава определяющим фактором являются финансовые условия, а именно: программы лизинга и стоимость эксплуатации транспортного средства. Обязательно учитывается расход топлива для магистральных тягачей, надежность и ремонтпригодность узлов и агрегатов. Немаловажными факторами являются наличие дилерской сервисной сети и ликвидность на вторичном рынке.

Благодаря годами наработанной практике у компании «Деловые Линии» есть свои критерии приоритетов по типу кабины, двигателю и коробке передач. В автопарке компании сегодня 4 тысячи транспортных средств различной грузоподъемности. Это малотоннажный коммерческий

транспорт и магистральные тягачи. В таблице А.1 приложения А приведен подвижной состав по состоянию на 2019 год.

На рисунке 1.5 представлены данные по количеству автомобилей каждой марки.

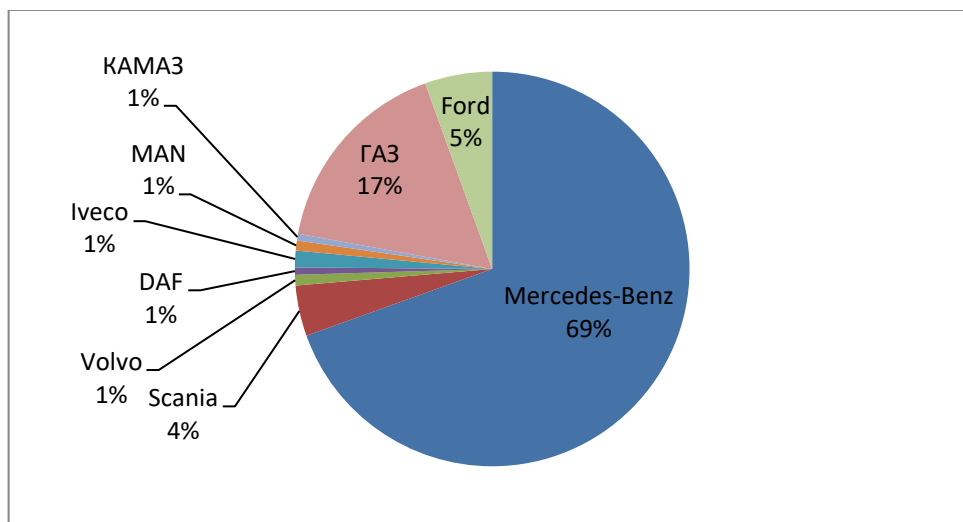


Рисунок 1.5 – Удельный вес каждой марки подвижного состава

Исходя из рисунка 1.5, мы видим, что в компании «Деловые Линии» преобладают автомобили марки Mercedes-Benz, они занимают 69 процентов от всего подвижного состава. На втором месте марка ГАЗ она занимает 17 процентов от всего подвижного состава, на третьем и четвертом месте соответственно марка Ford с 5 процентами, и марка Scania с 4 процентами. Такие марки, как КАМАЗ, MAN, Iveco, DAF, Volvo занимают места с 6 по 10 и имеют по 1 проценту от всего подвижного состава компании.

На рисунке 1.6 представлено сравнение малотоннажного коммерческого транспорта и магистральных тягачей компании «Деловые Линии».

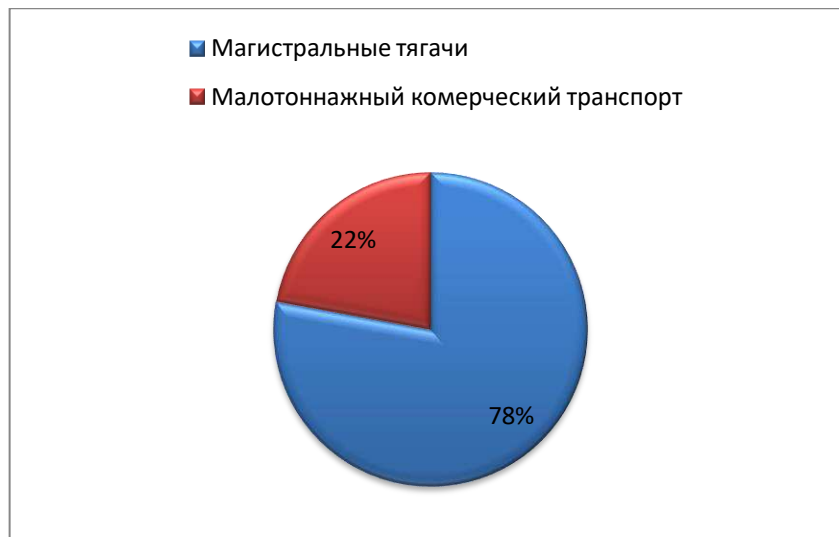


Рисунок 1.6 - Сравнение малотоннажного коммерческого транспорта и магистральных тягачей компании «Деловые Линии»

По рисунку 1.6, мы видим, что в компании «Деловые Линии» преобладают магистральные тягачи и занимают 78 процентов от всего парка подвижного состава. Малотоннажный коммерческий транспорт занимает 22 процента от всего парка подвижного состава.

Весь парк автомобилей состоит из грузовых транспортных средств. Отсутствие легковых автомобилей обуславливается функционалом предприятия, то есть перевозкой грузов.

На рисунке 1.7, представлены года выпуска и количество единиц подвижного состава по состоянию на 2019 год.

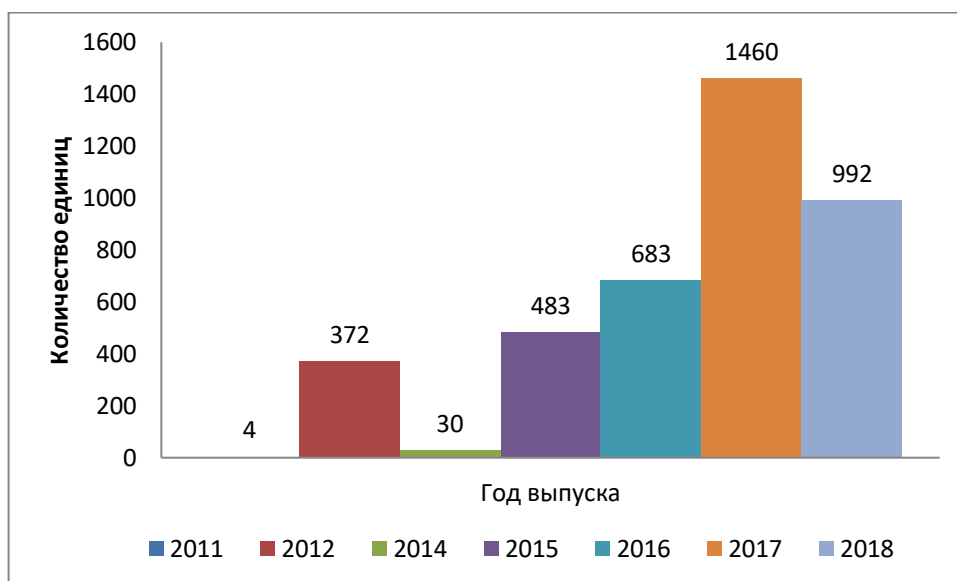


Рисунок 1.7 – Года выпуска подвижного состава



Исходя из рисунка 1.7, мы видим, что в компании «Деловые Линии» основная часть подвижного состава не старше 4 лет. Автомобили 2018 года выпуска 992 единицы, 2017 года 1460 единиц, 2016 года 683 единицы, 2015 года 483 единицы, 2014 года 30 единиц, 2012 года 372 единицы и 2011 года 4 единицы. В компании работает система обновления подвижного состава старше 5 лет или с пробегом более 1 миллиона километров.

Прицепной подвижной состав.

В таблице А.2 приложения А представлен прицепной подвижной состав компании по состоянию на 2019 год.

На рисунке 1.8 представлены данные по количеству полуприцепов каждой марки.

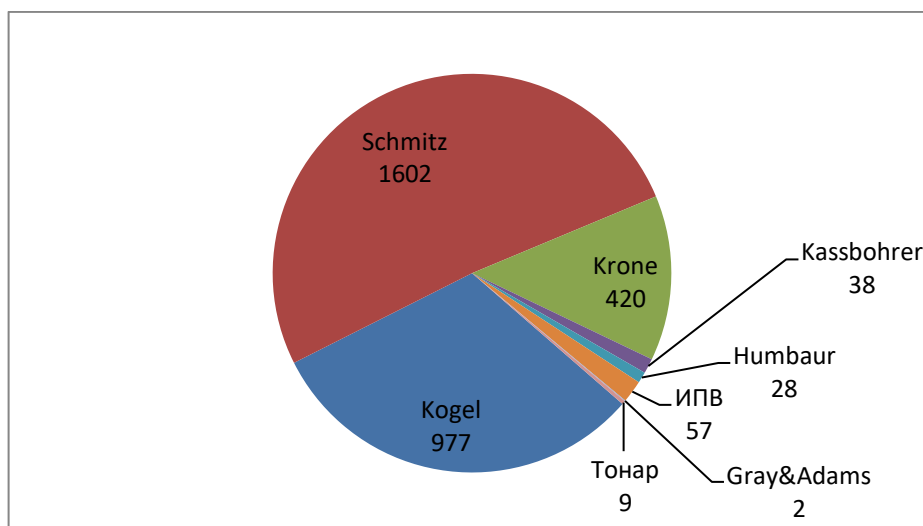


Рисунок 1.8 - Прицепной подвижной состав, единиц

Исходя из рисунка 1.8, мы видим, что в компании «Деловые Линии» среди прицепного подвижного состава преобладает марка Schmitz 1602 единицы, на втором месте марка Kogel 977 единиц, на третьем Krone 420 единиц, на четвертом ИПВ 57 единиц, на пятом Kassbohrer 38 единиц, остальные марки такие как Humbaaur, Тонар, Gray Adams занимают места с 6 по 8 соответственно.

**Вывод:** В автопарке компании 4 тысячи транспортных средств различной грузоподъемности, среди них преобладает большегрузный коммерческий транспорт. Рассмотрев марки автомобилей находящихся в

эксплуатации, мы видим, что лидирует марка Mercedes-Benz. Прицепной подвижной состав компании насчитывает более 3 тысяч единиц, среди них преобладает марка Schmitz. В компании «Деловые Линии» работает программа обновления подвижного состава старше 5 лет или с пробегом более 1 миллиона километров. Благодаря этой программе большинство автомобилей 2018 года выпуска.

### **1.5 Существующий процесс перевозки грузов**

Перевозкой сборных грузов следует считать транспортировку различных по габаритам и иным характеристикам товаров, принадлежащих разным клиентам, по единому маршруту и на одном транспортном средстве [4]. Поскольку сборные грузоперевозки сокращают финансовые и прочие затраты перевозчика, это позволяет снижать тарифы для каждого отдельного клиента. Ведь всё равно транспортная компания получает суммарную выгоду от всех своих клиентов, которые воспользовались одним их транспортным средством.

Клиент обращается в транспортную компанию через телефон, электронную почту, сайт компании или непосредственно при личном визите. Для удобства расчета стоимости доставки и оформления заказа, на сайте компании создана специальная форма, в которой указываются габариты груза, адреса отправления и доставки, тип перевозки груза, так же можно выбрать вариант упаковки и страховку груза.

В компании существует несколько вариантов доставки сборных грузов:

1 «От терминала до терминала»

Грузоотправитель самостоятельно осуществляет доставку груза на терминал консолидации, а грузополучатели самостоятельно забирают доставленный груз с терминала (рисунок 1.9).



Рисунок 1.9 – Схема доставки «От терминала до терминала»

## 2 «От двери до двери»

Компания выполняет весь процесс транспортировки – хранение сборных грузов, погрузка-разгрузка, перевозка между терминалами, забор с адреса грузоотправителя и доставку до адреса грузополучателя (рисунок 1.10).



Рисунок 1.10 – Схема доставки «От двери до двери»

## 3 «От двери до терминала»

Компания выполняет забор груза от адреса грузоотправителя и доставку между терминалами, а грузополучатель самостоятельно забирает доставленный груз с терминала (рисунок 1.11)



Рисунок 1.11 – Схема доставки «От двери до терминала»

#### 4 «От терминала до двери»

Грузоотправитель самостоятельно доставляет груз на терминал, далее решением всех операций по доставке груза занимается компания (рисунок 1.12).



Рисунок 1.12 – Схема доставки «От терминала до двери»

Процесс обработки груза на терминале при отправке выглядит следующим образом (рисунок 1.13):

- груз попадает в зону приема груза, в которой сотрудник «приемосдатчик груза» осматривает груз, узнает его содержимое, взвешивает, проводит измерения, такие как: длина, высота и ширина
- сотрудник вносит информацию о грузе в компьютер, а клиент в свою очередь предоставляет ему данные о том, куда и кому будет отправлен груз
- груз получает свой уникальный штрих код

- в зависимости от того требуется ли упаковка груза, он может быть отправлен в комплекточную зону, но если таковая не требуется, то груз отправляется в зону сортировки по городам

- из зоны сортировки по городам груз попадает в зону выдачи и загружается в подвижной состав компании

На рисунке 1.14 приведена схема движения груза по терминалу при отправке.

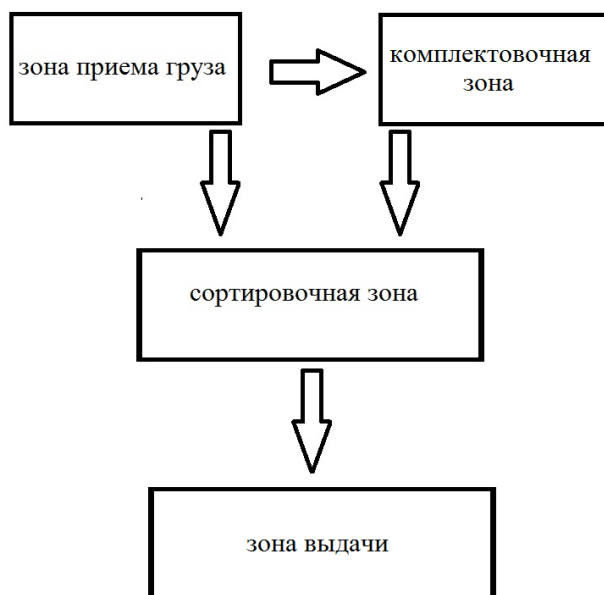


Рисунок 1.13 - Схема движения груза по зонам терминала при отправке

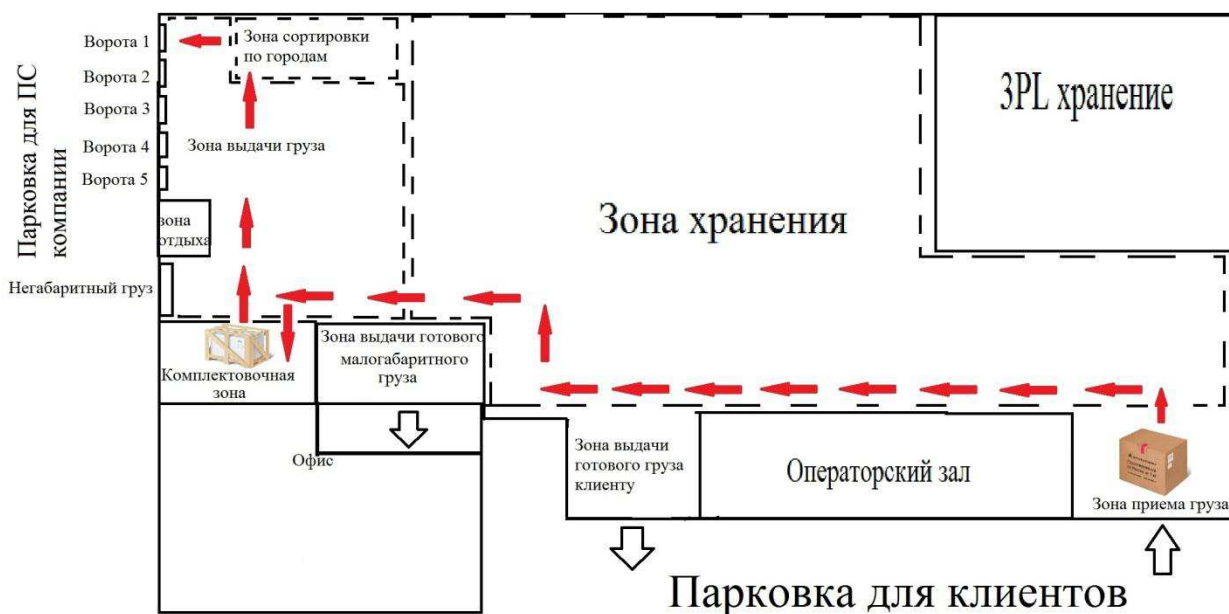


Рисунок 1.14 - Схема движения груза по терминалу при отправке

Процесс перевозки груза между терминалами включает в себя определенные операции (рисунок 1.15):

- прием груза от отправителя на терминале
- досмотр и замер основных параметров груза

-присвоение грузу уникального идентификатора-штрих кода, он наносится на упаковку, в которой перевозят груз. Штрих код содержит информацию о грузе и должен обеспечивать хранение идентификационного признака на всех этапах транспортирования.

- подготовка и оформление сопроводительной документации
- груз дополнительно упаковывают, если это требуется
- логист распределяет очередь на погрузку в подвижной состав
- загрузка груза в подвижной состав по очереди погрузки

-перевозка между терминалами по определенному заранее составленному маршруту. Маршрут может включать в себя разгрузку и последующую загрузку груза на промежуточном терминале.

- разгрузку груза из подвижного состава на конечном терминале
- хранение груза
- выдача груза получателю

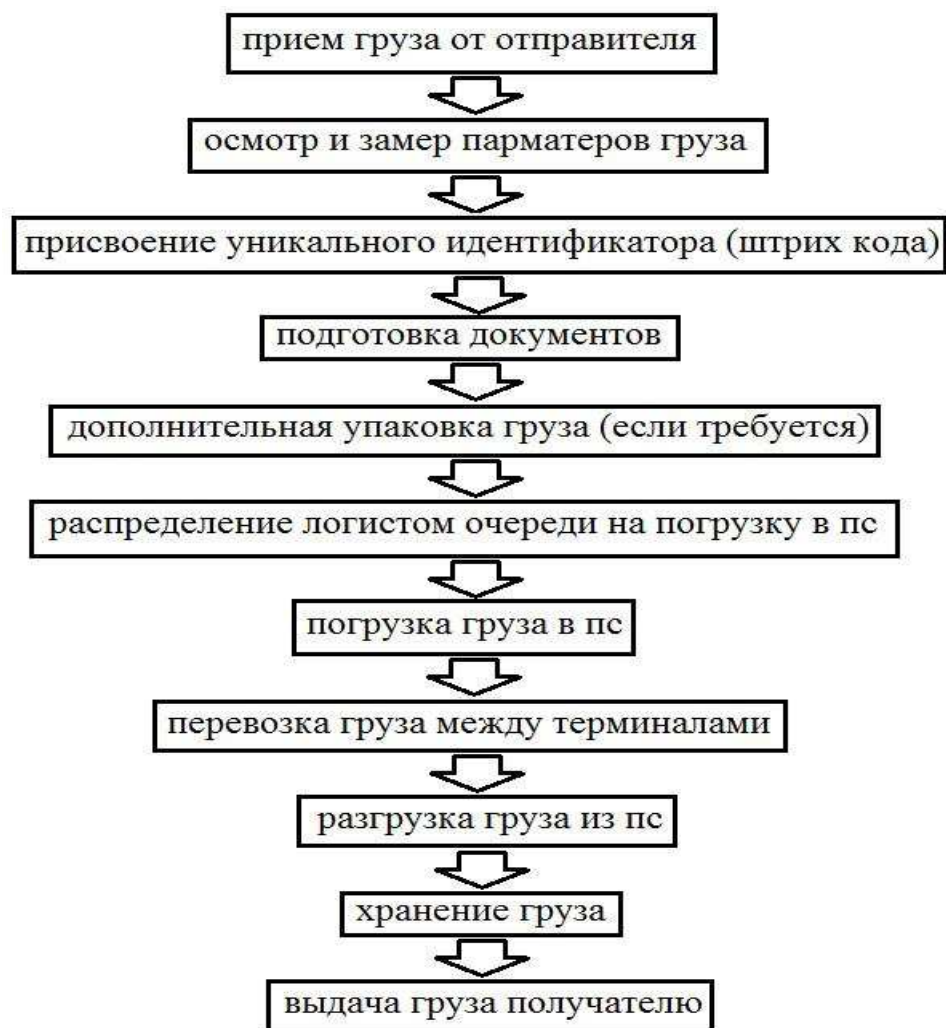


Рисунок 1.15 – Основные операции при перевозке груза между терминалами

Доставка груза «от двери до двери» является современным предложением компании и делится на несколько этапов:

Первый этап включает в себя доставку груза от адреса отправителя до терминала, при этом в основном используют малотоннажный автопарк компании.

На втором этапе происходит доставка груза между терминалами при помощи крупнотоннажных автопоездов.

На третьем этапе, груз доставляется от терминала до адреса получателя с использованием малотоннажного автопарка компании. На рисунке 1.16 представлена схема перевозки груза «от двери до двери».

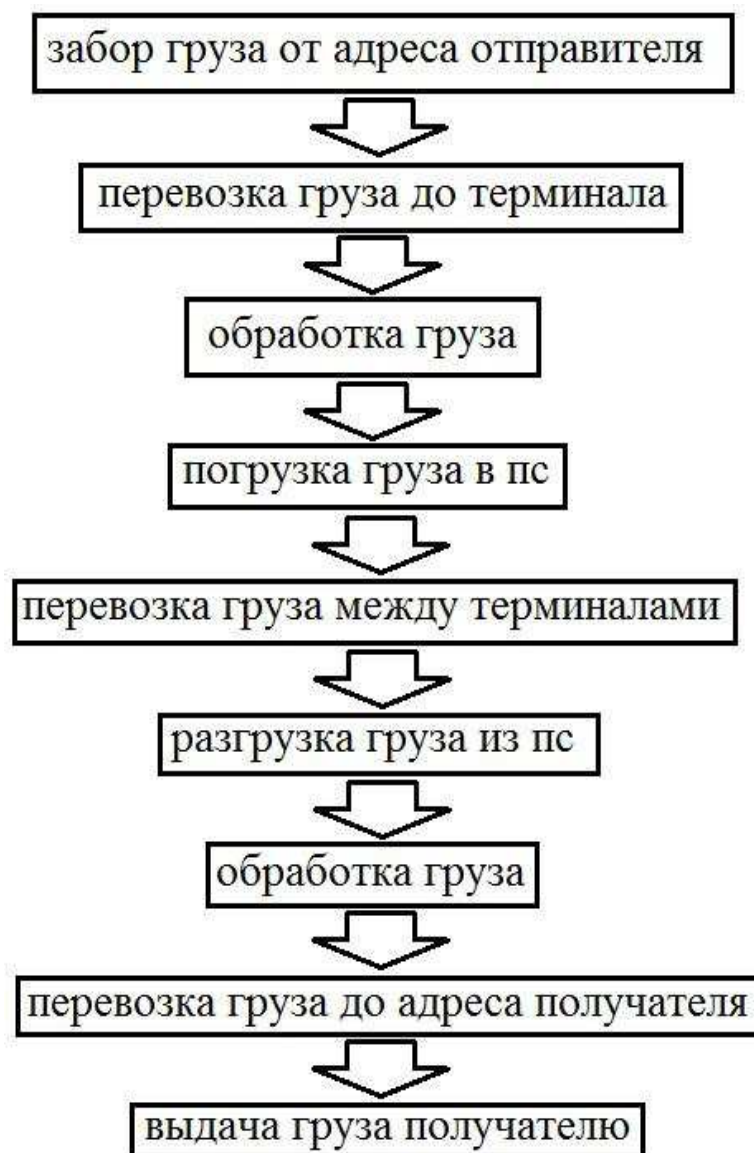


Рисунок 1.16 – Схема перевозки груза «от двери до двери»

В компании существует несколько крупных отделов логистики которые расположены в Москве, Саратове и Новосибирске, из них происходит контроль и координация работы водителей, организация доставки грузов по городам и областям, планирование оптимальной загрузки транспорта и маршрута перевозки. Отделы логистики представлены на рисунке 1.17.





Рисунок 1.17 – Отделы логистики

Для обеспечения быстрой и эффективной доставки с наименьшими затратами клиента и перевозчика, логисты транспортной компании составляют самые выгодные маршруты перевозки. При составлении маршрутов учитывается большое количество факторов, таких как пункты выгрузки-загрузки грузов на пути следования, состояние дорог и наличие закрытых участков для крупнотоннажных автопоездов.

Для примера возьмем маршрут перевозки сборного груза из г. Красноярска в г. Усть-Кут, который представлен на рисунке 1.18. Маршрут будет проходить по федеральным трассам Р-255 и Р419 его протяженность составит 1232 километра.

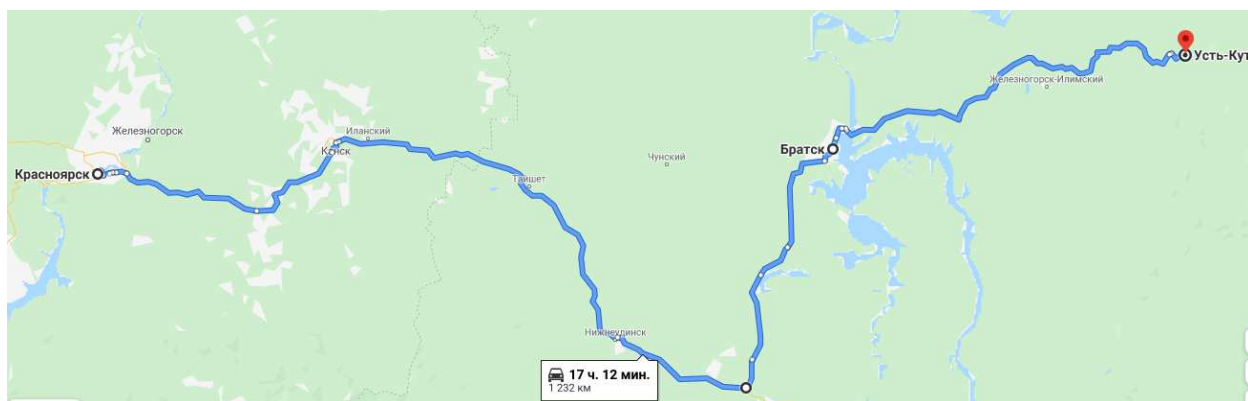


Рисунок 1.18 – Маршрут перевозки груза из г. Красноярска до г. Усть-Кут

Данный маршрут начинается от терминала компании в г. Красноярске, где консолидируются и загружаются в магистральный автопоезд грузы отправленные в г. Братск и ближайшие населенные пункты. Далее на терминале компании в г. Братске происходит разгрузка автопоезда. Грузы отправленные в ближайшие населенные пункты консолидируются, затем загружаются в малотоннажный коммерческий транспорт компании и отправляются по развозочному маршруту Братск Железногорск-Илимский Усть-Кут Звездный Магистральный. Маршрут представлен на рисунке 8.

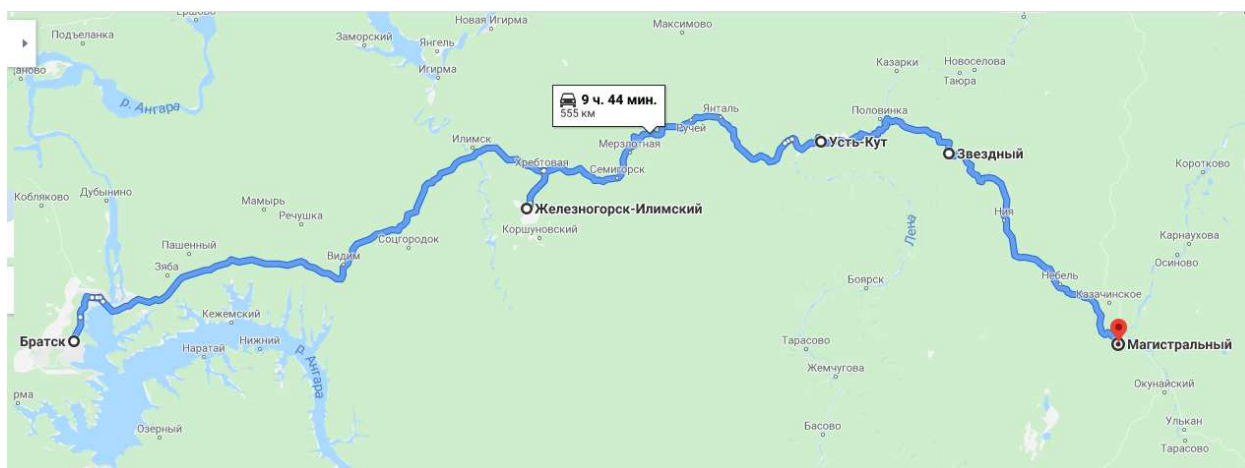


Рисунок 1.19 – Маршрут Братск - Магистральный

## 1.6 Анализ грузовых потоков

Грузовым потоком (грузопотоком) называется количество груза в тоннах, следующего в определенном направлении за определенный период времени.

Основными характеристиками грузопотока являются:

- расположение грузообразующих и грузопоглащающих пунктов в транспортной сети;
- объем перевозок за единицу времени;
- состав грузопотока по видам грузов;
- неравномерность грузопотока (сезонность грузопотока).

На данный момент в компании «Деловые Линии» 181 подразделение, каждое из которых относится к определенному округу, всего в компании 7 округов - Центральный, Северо-Западный, Приволжский, Нижневолжский, Южный, Уральский и Сибирский [1].

Рассмотрим Сибирский округ, представленный на рисунке 1.20. На сегодняшний день в нем открыто 24 подразделения компании. Первое подразделение открыто в 2008 году в г. Омск, последнее в 2018 году в г. Ленинск-Кузнецкий. С каждым годом компания «Деловые Линии» открывает новые направления доставки грузов, чтобы охватить большее количество клиентов. На рисунке 1.21 наглядно показано количество открытых подразделений в Сибирском округе с 2008г. по 2019г.



Рисунок 1.20 – Сибирский округ

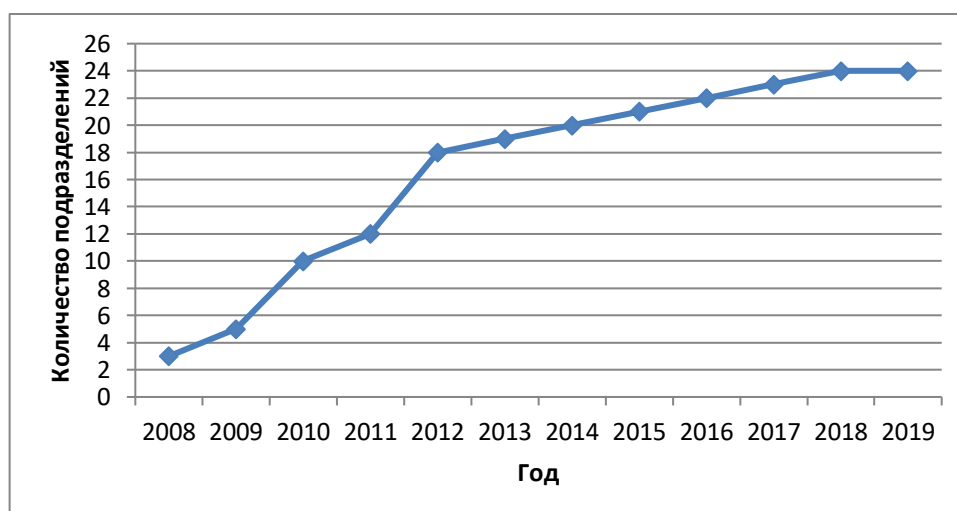


Рисунок 1.21 – Количество открытых подразделений в Сибирском округе с 2008г. по 2019г.

По рисунку 1.21 видно, что в Сибирском округе рост открытия подразделений пришелся с 2008 по 2012 год, затем компания открывала в среднем по 1 подразделению в год.

На рисунке 1.22 представлен объем перевозок грузов подразделения в г. Красноярске с 2017 по 2019 год.

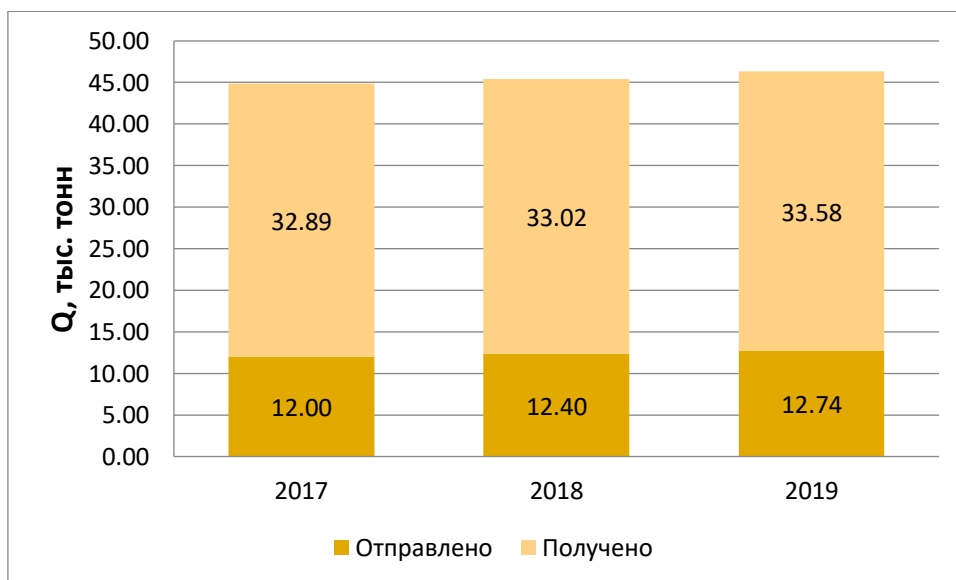


Рисунок 1.22 – Объем перевозок грузов подразделения в г. Красноярске, с 2017г. по 2019г.

Здесь мы видим постепенное увеличение объема отправок и получений сборных грузов в г.Красноярске. С 2017 по 2019 год объем исходящего груза вырос на 0,74 тысячи тонн, что составляет 6,2 %. Рост объема входящего груза составил 0,69 тысячи тонн и это равно 2%. Так же видно, что подразделение в г.Красноярске почти в 3 раза больше принимает грузов, чем отправляет их.

На рисунке 1.23 показано прямое и обратное направление грузопотоков в Сибирском округе. Прямым считается направление, по которому движется максимальное число грузопотоков.



Рисунок 1.23 – Направления грузопотоков в Сибирском округе

На рисунках 1.24 и 1.25 показаны схемы распределения грузовых потоков в Сибирском округе.

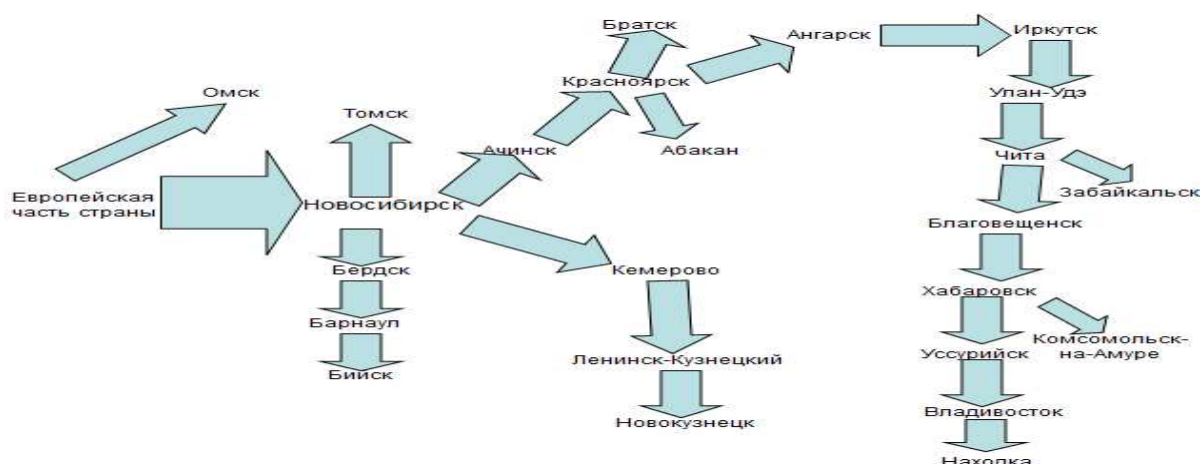


Рисунок 1.24 – Схема распределения грузовых потоков в прямом направлении

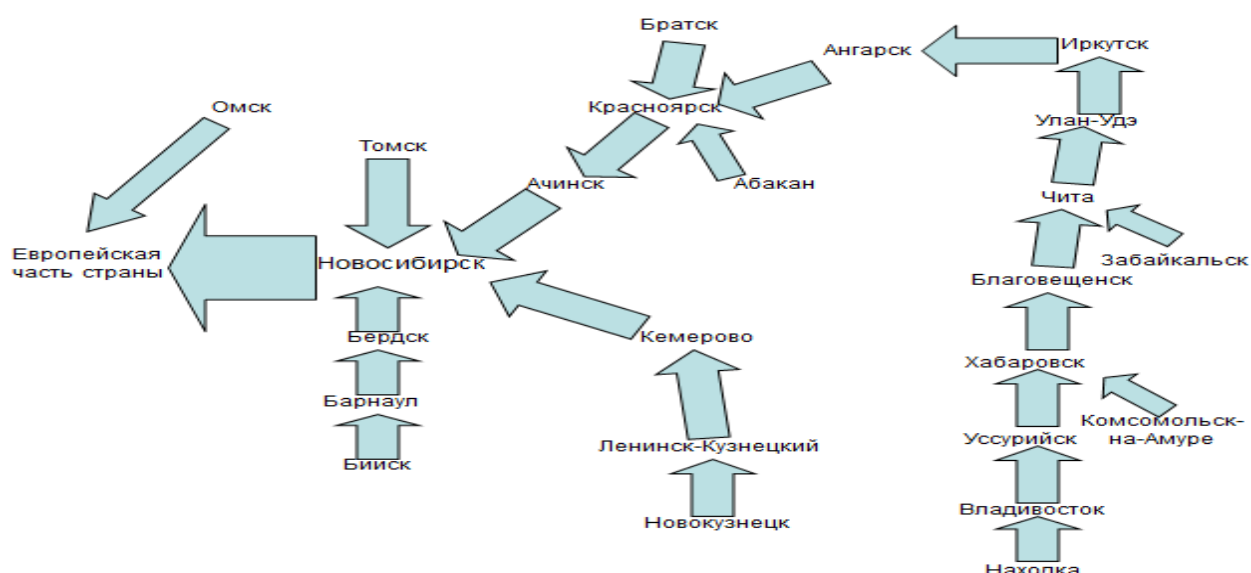


Рисунок 1.25 – Схема распределения грузовых потоков в обратном направлении

В таблице 1.2 представлены объемы грузопотоков сборных грузов в прямом и обратном направлении в Сибирском округе за 2019 год. Проанализировав данные видно, что самым крупным грузообразующим пунктом является г. Новосибирск, из него объем грузопотока в восточном направлении равен 15,68 тысяч тонн, а в западном 9,12 тысяч тонн. Наименьшие грузопотоки исходят из г. Бердск, с показателями 1,29 тысяч тонн в восточном направлении и 1,01 тысяч тонн в западном направлении. На рисунке 1.26 наглядно показаны объемы грузопотоков.

Таблица 1.2 - Объемы грузопотоков сборных грузов в прямом и обратном направлении в Сибирском округе

Город	В прямом направлении, тыс. тонн	В обратном направлении, тыс. тонн
Омск	7,87	3,16
Новосибирск	15,68	9,12
Томск	4,12	2,51
Бердск	1,29	1,01
Барнаул	2,54	1,52
Бийск	1,80	1,59
Кемерово	5,52	3,12
Ленинск-Кузнецкий	1,48	1,23

Продолжение таблицы 1.2 - Объемы грузопотоков сборных грузов в прямом и обратном направлении в Сибирском округе

Новокузнецк	2,13	1,88
Ачинск	1,69	1,21
Красноярск	6,58	6,16
Абакан	2,73	2,11
Братск	8,91	9,02
Ангарск	1,50	1,70
Иркутск	8,78	8,43
Улан-Удэ	1,80	1,91
Чита	1,53	2,12
Забайкальск	1,05	1,50
Благовещенск	1,39	1,71
Хабаровск	2,86	3,21
Комсомольск-на-Амуре	1,55	1,98
Уссурийск	1,35	1,52
Владивосток	1,19	5,34
Находка	0	3,12
Итого:	85,34	76,18

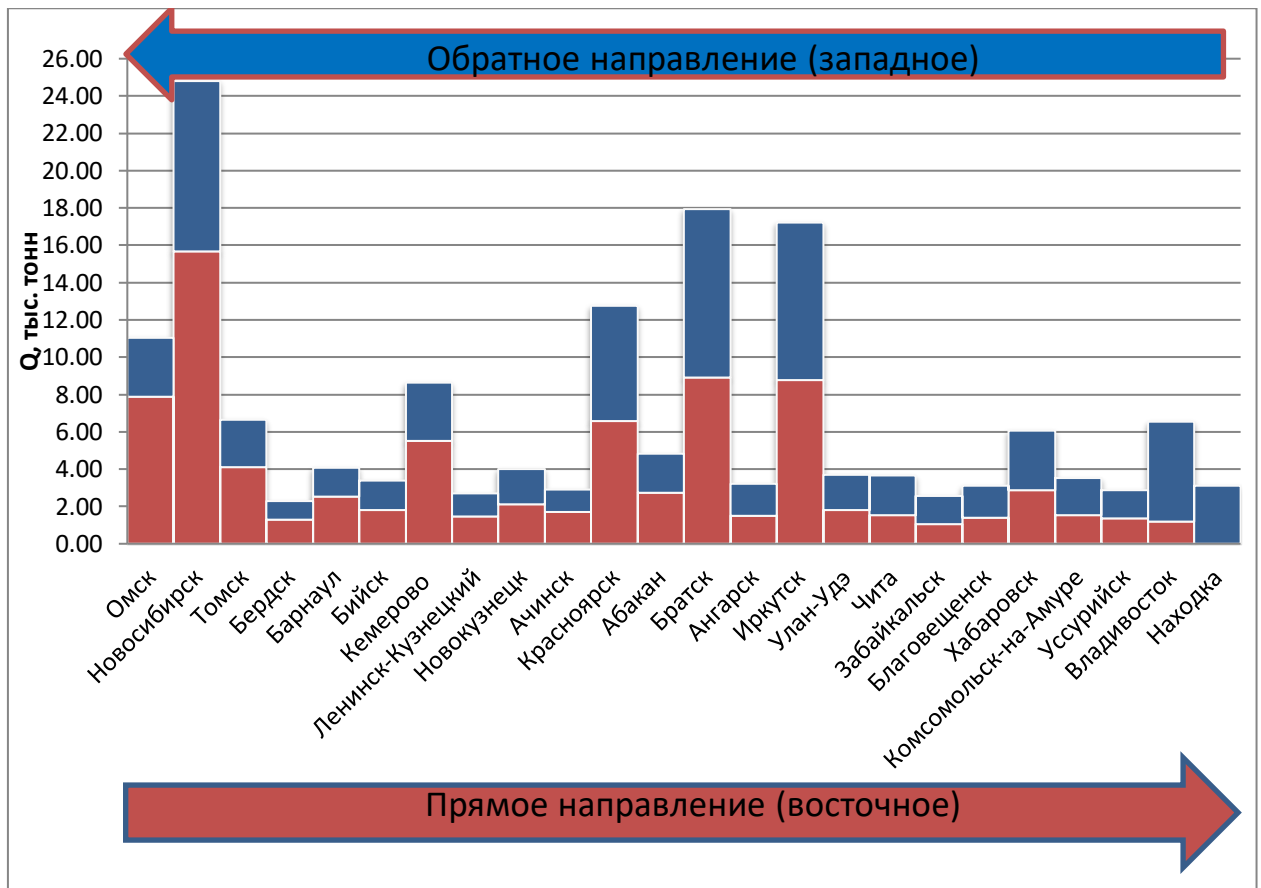


Рисунок 1.26 – Объемы грузопотоков сборных грузов в прямом и обратном направлении в Сибирском округе за 2019

Рассчитаем коэффициент неравномерности грузопотоков по направлениям, по формуле (1.1):

$$K_{н\text{гп}} = Q_{\text{пр}} / Q_{\text{обр}} \quad (1.1)$$

где  $K_{н\text{гп}}$  – Коэффициент неравномерности грузопотоков по направлениям,

$Q_{\text{пр}}$  – Объем перевозок в прямом направлении,

$Q_{\text{обр}}$  – Объем перевозок в обратном направлении.

$$K_{н\text{гп}} = 85,34/76,18 = 1,12$$



Рассчитанный коэффициент неравномерности грузопотоков по направлениям больше единицы. Равняться единице данный коэффициент может, только когда густота грузопотоков по направлениям одинакова.

Неравномерность перевозок по направлениям связана со специализацией и кооперацией экономики на национальном уровне и способом размещения производителей и потребителей. Области страны, которые специализируются на добыче полезных ископаемых или на крупной сельскохозяйственной продукции, вывозят больше грузов, чем ввозят, и наоборот, производственные центры и большие города ввозят больше чем, чем вывозят [5].

На рисунке 1.27 в процентах показан годовой объем перевозки сборных грузов в Сибирском округе. Мы можем наблюдать, что с января по апрель идет рост объема перевезённого груза, начиная с 6% он доходит до 10%. Затем с мая по июнь происходит уменьшение объема перевозок и составляет 7%, с июля по сентябрь наблюдается средний показатель в 8%. Максимум перевозок приходится на октябрь с показателем в 11%. В ноябре и декабре показатели держатся на значениях в 8% и 9% соответственно.

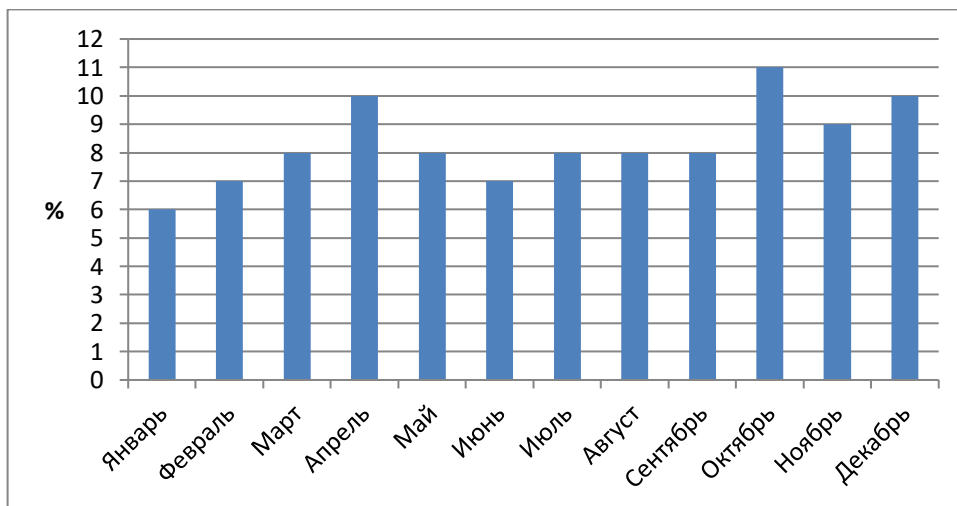


Рисунок 1.27 - Годовой объем перевозки сборных грузов в Сибирском округе

Вычислим коэффициент неравномерности, по формуле (1.2):

$$K_{\text{нер}} = \sum P_{\text{max}}^{\text{мес}} / \sum P_{\text{cp}}^{\text{мес}} \quad (1.2)$$

где  $K_{\text{нер}}$  – Коэффициент неравномерности,

$P_{\text{max}}^{\text{мес}}$  – Максимальный месячный объем перевозок за год,

$P_{\text{ср}}^{\text{мес}}$  – Средний месячный объем перевозок за год.

$$K_{\text{нер}} = 11/8,33 = 1,32$$

Неравномерность перевозок по времени связана с сезонным производством и потреблением различных видов товаров, неравномерным функционированием предприятий, наличием выходных и праздничных дней.

Номенклатура грузов перевозимых компанией в составе сборного груза расширяется ежегодно, и все больше пользователей транспортных услуг выбирает данный вид перевозки. На рисунке 1.28 представлена номенклатура грузов перевозимых компанией.

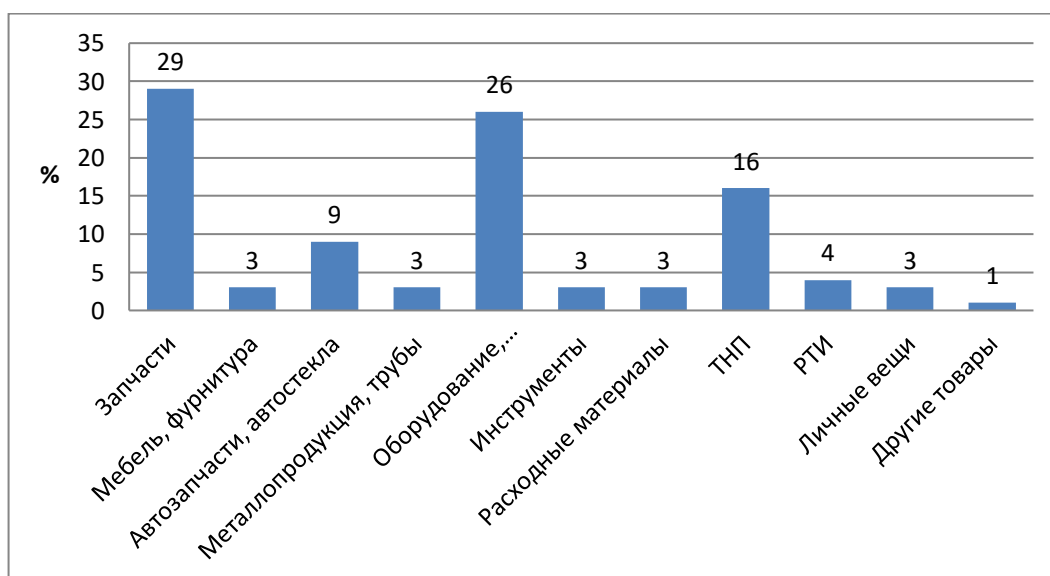


Рисунок 1.28 – Номенклатура грузов, перевозимых компанией, %

Исходя из рисунка 1.28, мы видим, что основную часть перевозимых грузов составляют:

- запчасти (29%) – запасные части различных механизмов;
- оборудование и комплектующие (26%) – компрессоры, генераторы, специализированные станки, сварочные аппараты, лебедки и прочее;

- товары народного потребления (16%) – канцелярские товары, косметика, обувь, одежда, химия, медикаменты, хозтовары, посуда, детские и спортивные товары;
- автозапчасти и автостекла (9%) – элементы кузова, салона, двигателя и подвески автомобиля ;
- резинотехнические изделия (4%) – шины, мембраны, сальники, шланги, транспортерные ленты, уплотнительные кольца;
- мебель и фурнитура (3%) – столы, стулья, шкафы и прочее;
- металлопродукция (3%) – металл, металлопрокат, изделия из металла;
- инструменты (3%) – гаечные ключи, отвертки, струбицы, тиски, пилы циркулярные, рубанки и прочее;
- расходные материалы (3%) – круги алмазные, диски пильные твердосплавные, сверла, биты и прочее;
- личные вещи (3%);
- другие товары (1%)

Профессионально выполненная упаковка и верно подобранные упаковочные материалы защитят груз от повреждений, утери и несанкционированного доступа в процессе перевозки. На терминалах компании «Деловые Линии» предлагается дополнительная упаковка груза. На сегодняшний день, дополнительной упаковке подвергаются 34% сборных грузов перевозимых компанией. На рисунке 1.29 в процентах показано количество грузов с дополнительной упаковкой.



Рисунок 1.29 – Грузы с дополнительной упаковкой и без дополнительной упаковки, %

Страховка груза и срока доставки может уберечь клиентов компании от финансовых потерь связанных с доставкой груза. Компания «Деловые Линии» предлагает выгодные условия страхования грузов с объявленной стоимостью до 300 млн. рублей на все время перевозки, а так же страхование сроков доставки. Страхование осуществляют партнеры «Группа Ренессанс Страхование», «Ингосстрах», «Альфа Страхование». На рисунках 1.30 и 1.31 наглядно показано количество застрахованных грузов.

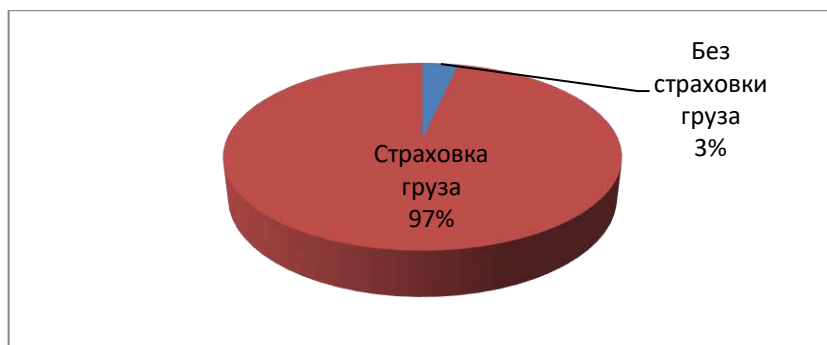


Рисунок 1.30 – Грузы со страховкой и без страховки, %

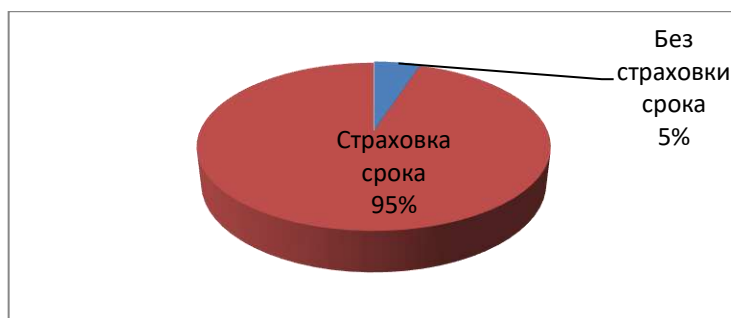


Рисунок 1.31 – Грузы со страховкой срока доставки и без страховки срока доставки, %

Рассмотрев более детально перевозку грузов до терминала г. Братска мы видим, что часть грузов затем доставляется на малотоннажном коммерческом транспорте до ближайших населенных пунктов. На рисунке 1.31 представлен объем доставки сборных грузов за 2019 год и расстояние от терминала г.Братска до ближайших населенных пунктов грузополучателей.

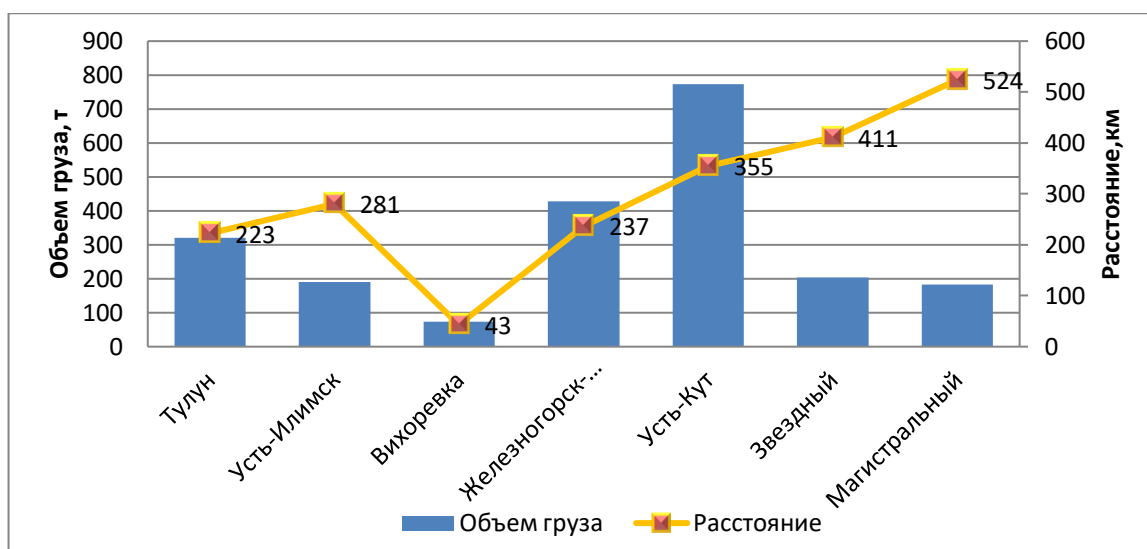


Рисунок 1.31 – Объем груза перевозимого мкт и расстояние транспортировки

По рисунку 1.31 видно, что в Иркутской области, а именно в Братском и Усть-Кутском районах есть большое количество грузополучателей, автомобильное плечо до терминала г.Братска может превышать 500 км. Все дополнительные транспортные расходы приходятся на грузополучателей и грузоотправителей, им приходится заказывать доставку «до адреса» или забирать самовывозом с терминала г.Братска, что делает для них отдаленные терминалы менее привлекательными.

**Вывод:** В Сибирском округе, который растянулся от Омска до Владивостока, у компании «Деловые Линии» 24 подразделения. Рост открытия подразделений пришелся с 2008 по 2012 год.

Анализ данных показывает, что в восточном направлении объем грузопотоков больше, чем в западном. В подразделении г. Красноярска с 2017 по 2019 год объем исходящего груза вырос на 6,2 %, а входящего груза на 2%. Самым крупным грузообразующим пунктом в Сибирском округе является г. Новосибирск, наименьшие грузопотоки исходят из г. Бердск.

Так же мы рассчитали коэффициент неравномерности грузопотоков по направлениям и коэффициент неравномерности по времени.

Проанализировав номенклатуру грузов перевозимых компанией в составе сборного груза, видно, что лидируют запчасти и занимают 29% от всех грузов. Упаковке подвергаются 34% грузов, а страховке 97 %.

Рассмотрев более детально перевозку грузов до терминала г. Братска мы видим, что часть грузов затем доставляется на малотоннажном коммерческом транспорте до ближайших населенных пунктов, автомобильное плечо может превышать 500 км. Все дополнительные транспортные расходы приходятся на грузополучателей и грузоотправителей, им приходится заказывать доставку «до адреса» или забирать самовывозом с терминала г.Братска, что делает для них отдаленные терминалы менее привлекательными.

Таким образом, ставится задача открытия нового терминала в Усть-Кутском районе Иркутской области.

Для совершенствования перевозок грузов, в выпускной квалификационной работе предлагается:

1. Определить месторасположение терминала;
2. Рассчитать технический потенциал терминала;
3. Рассмотреть организацию развозочных маршрутов.

## **2 Совершенствование логистической системы**

### **2.1 Проектирование терминального комплекса**

Проектирование сквозных процессов в большинстве случаев обеспечивает оптимальное решение при условии, что сырье, полуфабрикаты, готовые изделия накапливаются в определенном звене в цепочке поставок в течение некоторого времени. Целостный проект показывает, что нужно сделать с грузом в месте накопления. Возможно, полученные грузовые единицы необходимо расформировать, товары повторно упаковать, хранить в течение некоторого времени, а затем сформировать новые грузовые единицы и доставить их потребителю в нужное время. Для этого в логистической системе организован склад.

В литературе существует несколько понятий о складе:

- 1 Склад – здания, сооружения и разнообразные устройства, оснащенные специальным технологическим оборудованием, для осуществления всего комплекса операций по приемке, хранению, размещению и распределению поступивших на них товаров.[12]
- 2 Склады – это здания, сооружения и разнообразные устройства, предназначенные для приемки, размещения и хранения, поступивших на них товаров, подготовки их к потребителю и отпуску потребителю.[13]
- 3 В.Е. Николайчук определяет современный крупный склад – сложное техническое сооружение, которое состоит из многочисленных взаимосвязанных элементов, имеет определенную структуру и выполняет ряд функций по преобразованию материальных потоков, а также накоплению, переработке и распределению грузов между потребителями.[14]

В то же время из-за разнообразия параметров, технологических решений и пространственного планирования конструкции оборудования и

характеристики разнообразного ассортимента грузов, склады относят к сложным системам. При этом сам склад является лишь одним из элементов системы более высокого уровня - логистической цепочки, которая формирует основные и технические требования для складской системы, устанавливает цели и критерии оптимального функционирования, определяет условия для обработки груза.

Идея гармонично организованной логистической системы как системы без складов является ошибкой. Гармония в логистике достигается за счет правильного сочетания методов хранения и транзита для продвижения материального вещества от основного источника сырья до конечного потребителя.

Основное назначение склада - концентрация запасов, их хранение и обеспечение бесперебойного и ритмичного выполнения заказов потребителей.[4]

Логистика определяет задачу гармоничной организации процессов внутреннего хранения, а также задачу сочетания технического, технологического и организационного планирования процессов внутреннего хранения с процессами, происходящими в экономической среде вокруг склада.

Логистические склады считаются элементами систем распределения товаров и, в то же время, независимыми системами.

Соответственно, выделяют две группы задач:

- 1 задачи, связанные со складами, возникающие при проектировании систем товародвижения;
- 2 задачи по складам, как по самостоятельным системам.

К основным функциям склада можно отнести:

- 1 Преобразование производственного ассортимента в потребительский в соответствии со спросом - создание необходимого ассортимента для выполнения заказов клиентов. Эта функция особенно важна в логистике дистрибуции, где ассортимент розничной торговли содержит



большой список товаров разных производителей, которые функционально отличаются по дизайну, размеру, форме, цвету и т.д. Создание необходимого ассортимента на складе соответствует эффективному выполнению заказов клиентов и выполнению более частых поставок и в объеме, желаемом клиентом.

- 2 Складирование и хранение - позволяет выровнять разницу во времени между производством и потреблением, обеспечивает непрерывное производство и доставку на основе созданных запасов. Хранение товаров в распределительной системе также необходимо из-за сезонного потребления некоторых товаров.
- 3 Объединение и перевозка грузов. Многие потребители заказывают партии меньше, чем полуприцеп со складов, что значительно увеличивает затраты, связанные с доставкой этих товаров. Чтобы снизить транспортные расходы, склад может выполнять функцию комбинирования небольших партий груза для нескольких клиентов до полной загрузки транспортного средства.
- 4 Предоставление услуг. Очевидным аспектом этой функции является предоставление различных услуг клиентам, которые обеспечивают компании высокий уровень обслуживания клиентов. Среди прочего: подготовка товаров к продаже, проверка работоспособности приборов и оборудования, установка, представление продукта, предварительная обработка (например, дерево), экспедиторские услуги и др.

В зависимости от их положения в цепочке поставок и их роли в процессе распределения продукции они делятся на следующие группы:

- 1 Склады потребителей продукции (в сфере производства);
- 2 Склады сбытовых фирм (в сфере распределения);
- 3 Склады посреднических организаций.

Склады компаний-производителей специализируются на хранении сырья, материалов, комплектующих и другой промышленной продукции и снабжении (в основном) производящих потребителей.

Склады на производстве предназначены для обеспечения непрерывности технологических процессов. На этих складах хранятся запасы незавершенного производства, приборы, инструменты, запчасти и т.д.

В зависимости от роли в процессе производства и подчинения склады промышленных организаций подразделяются на снабженческие, которые снабжают производство материалами, компонентами, приобретенными полуфабрикатами и т.д.; продукция, предназначенная для хранения полуфабрикатов собственного производственного и технологического оборудования; отдел продаж (подчиняется отделу продаж), хранит материалы, подлежащие продаже.

В зависимости от сферы обслуживания склады предприятий подразделяются на общезаводские (центральные), прицеховые (филиалы центральных складов) и цеховые, подчиняющиеся начальникам цехов.[16]

Склады сбытовых организаций служат для поддержания непрерывности движения товаров от производства к потреблению. Их основная цель - преобразовать производственный ассортимент в коммерческий и обеспечить бесперебойное снабжение различных потребителей, в том числе розничной сети.

Склады посреднических организаций (в основном транспортных) предназначены для временного хранения, связанного с отправкой материальных ценностей. К ним относятся: склады железнодорожной станции; грузовые терминалы, морские и речные порты; терминалы воздушного транспорта. В связи с характером выполняемых операций, погрузочно-разгрузочных работ они характеризуются как транспортно-перевалочные.

По функциональному назначению все склады делятся на пять разновидностей:

- 1 Склады для перевалки (оборота) товаров в транспортных узлах при выполнении смешанных, комбинированных и других перевозок;

- 2 Склады, обеспечивающие концентрацию необходимых материалов и их хранение для правильного функционирования производства;
- 3 Склады комиссионирования, предназначенных для формирования заказов в соответствии с конкретными требованиями клиентов;
- 4 Склады сохранения, обеспечивающие защиту хранимых продуктов;
- 5 Специальные склады (например, таможенные склады, склады временного хранения, тара возвратных отходов и т.д.).

В зависимости от конструктивных особенностей склады подразделяются на закрытые, полузакрытые зоны (иметь только одну крышу или одну крышу и одну, две или три стены) и открытые площадки.

В зависимости от особенностей и номенклатуры хранимых материалов склады делятся на универсальные и специализированные. Универсальные склады хранят различные виды материальных ресурсов. Специальные склады предназначены для хранения однородных материалов (например, склад чугуна, красок и лаков и т.д.).

Различают склады и по степени механизации складских операций: немеханизированные, механизированные, автоматизированные и автоматические.

## **2.2 Определение месторасположения терминала**

При наличии развитой транспортной сети, существует проблема определения места расположения терминала.

Рассмотрим задачу выбора местоположения терминала для системы распределения, в которую входит один терминал.

Одним из факторов, влияющих на выбор местоположения терминала, является стоимость доставки товара. Эти затраты можно минимизировать, применяя метод определения центра тяжести грузовых потоков или метод контрольной точки (или их комбинацию).

Чтобы определить местоположение терминала, рассмотрим оба метода.

Метод пробной точки. Этот метод позволяет определить оптимальное место размещения терминала на обслуживаемом участке. Сущность метода состоит в последовательной проверке каждого отрезка обслуживаемого участка [15].

На рисунке 2.1 показано расположение населенных пунктов, в которых сосредоточены грузоотправители и грузополучатели.

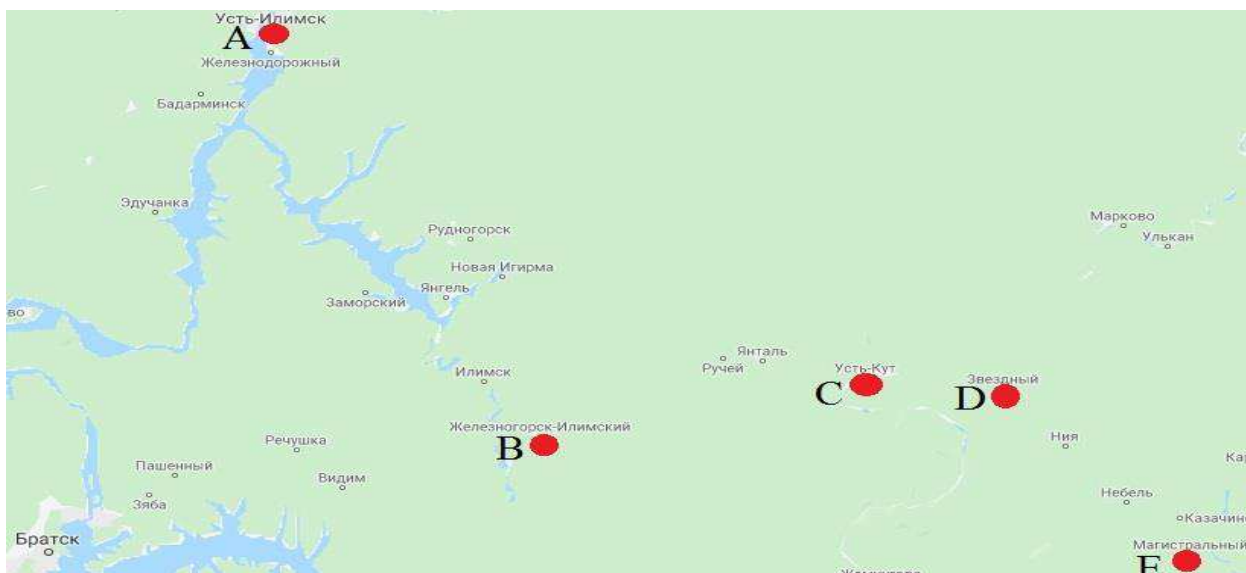


Рисунок 2.1 – Расположение населенных пунктов, в которых сосредоточены грузоотправители и грузополучатели

Пусть на участке дороги произвольной длины (участок АЕ, рисунок 2.2) будет 5 потребителей материального потока: А, В, С, D, Е. Годовой объем доставки грузов к каждому из них указан в скобках.

Введем понятие пробной точки отрезка, а также понятия левого и правого по отношению к этой точке объема завоза товаров.



Рисунок 2.2 – Определение оптимального места расположения терминального комплекса на участке обслуживания методом пробной точки

Левый по отношению к пробной точке объем завоза товаров – товаропоток к потребителям, расположенным на всем участке обслуживания

слева от этой точки. Правый от пробной точки объем завоза товаров – товаропоток к потребителям, расположенным справа от нее. Участок обслуживания проверяют, начиная с крайнего левого конца.

Сначала проанализируем первый отрезок участка (в нашем случае – отрезок АВ). На данном отрезке ставится пробная точка и вычисляется сумма объемов завоза товаров к потребителям, находящимся слева и справа от поставленной точки. Если объем завоза к потребителям, находящимся справа, больше, то проверяется следующий отрезок. Если меньше, принимается решение разместить терминал в начале анализируемого отрезка.

Перенос пробных точек продолжается до тех пор, пока не появится точка, для которой сумма объемов завоза к потребителям с левой стороны не превысит сумму объемов завоза к потребителям с правой стороны. терминал может размещаться в начале этого отрезка, то есть слева от пробной точки. В нашем случае это отрезок CD.

Метод определения центра тяжести грузопотоков. Этот метод широко используется для нахождения приблизительного местоположения склада предприятия или распределительного центра организации, снабжающими потребителей данного региона товарами [15].

Метод определения центра тяжести позволяет оптимизировать, например, местоположение склада оптовой компании, снабжающей районные магазины продуктами питания. В этом случае необходимо сбалансировать оборот обслуживаемых магазинов. Если зона обслуживаемая складом включает несколько населенных пунктов, снабженных определенной группой товаров только с этого склада, то на модели распределительной системы грузы могут быть пропорциональны населению соответствующих населенных пунктов.

Суть метода – найти равноудаленную точку от всех клиентов с учетом их грузооборотов.

Для начала на карту местности нанесем координатные оси и найдем координаты точек, в которых размещены потребители материального потока,

грузополучатели. На рисунке 2.3 буквами обозначены грузополучатели, в скобках их годовой грузооборот. Исходные данные сведем в таблицу 4.1.

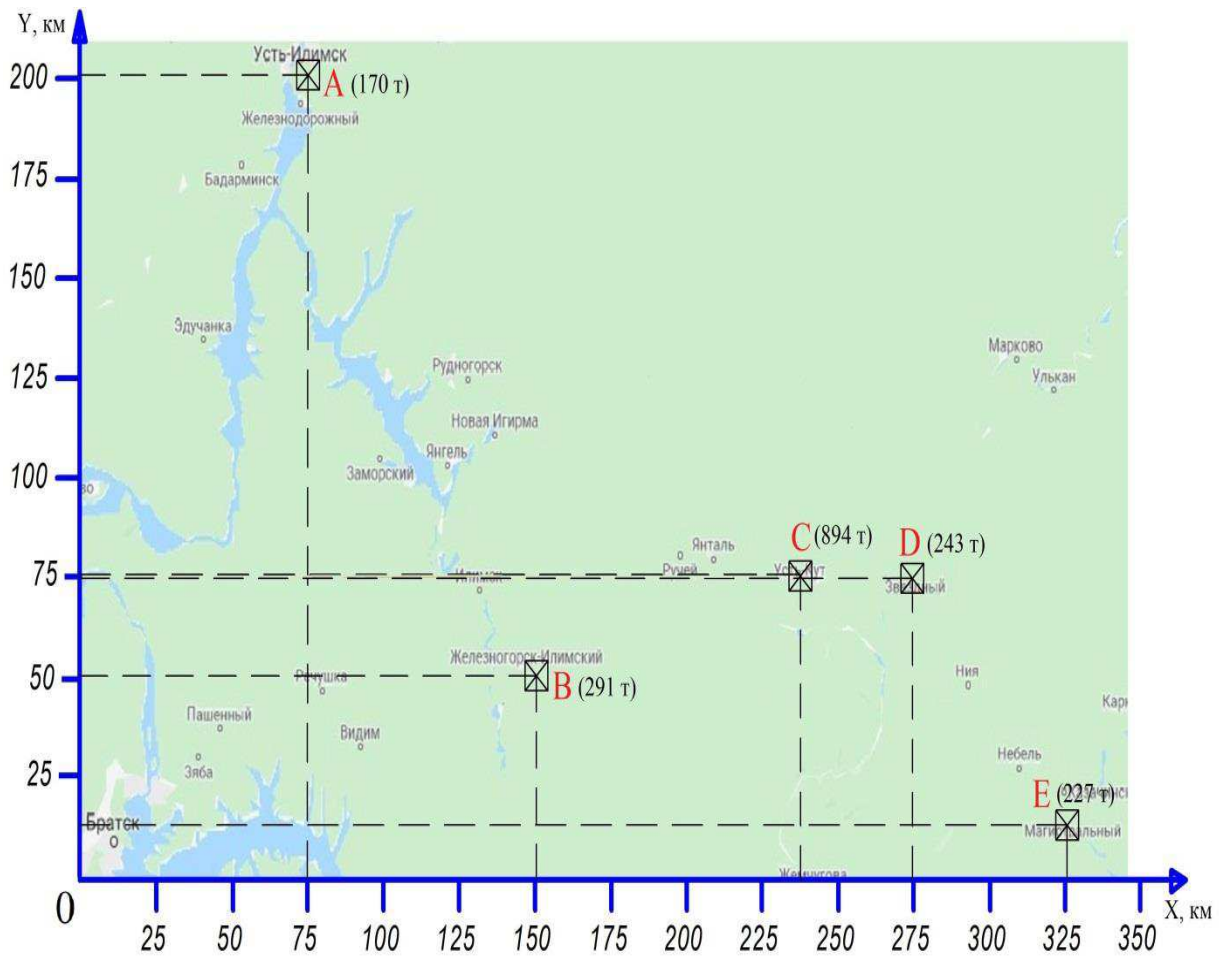


Рисунок 2.3 – Карта местности с координатными осями

Таблица 2.1 – Исходные данные для расчета местоположения склада

Грузополучатели	Координата X, км	Координата Y, км	Грузооборот Q, т
A	75	201	170
B	151	52	291
C	237,5	76	894
D	274	73	243
E	326	13	227

Задача определения координат точки соответствующей центру тяжести грузовых потоков, может быть решена с помощью формул 2.1 и 2.2:

$$X_{\text{склад}} = \frac{\sum_{i=1}^n \Gamma_i \cdot X_i}{\sum_{i=1}^n \Gamma_i} \quad (2.1)$$

где  $X_{\text{склад}}$  – Координата склада на оси X,  
 $\Gamma_i$  – Грузооборот  $i$ -го потребителя,  
 $X_i$  – Координаты  $i$ -го потребителя на оси X,  
 $N$  – Количество потребителей.

$$X_{\text{склад}} = \frac{75 \cdot 170 + 151 \cdot 291 + 237,5 \cdot 894 + 274 \cdot 243 + 326 \cdot 227}{1825} = 224,43$$

$$Y_{\text{склад}} = \frac{\sum_{i=1}^n \Gamma_i \cdot Y_i}{\sum_{i=1}^n \Gamma_i} \quad (2.2)$$

где  $Y_{\text{склад}}$  – Координата склада на оси Y,  
 $\Gamma_i$  – Грузооборот  $i$ -го потребителя,  
 $Y_i$  – Координаты  $i$ -го потребителя на оси Y,  
 $N$  – Количество потребителей.

$$Y_{\text{склад}} = \frac{201 \cdot 170 + 52 \cdot 291 + 76 \cdot 894 + 73 \cdot 243 + 13 \cdot 227}{1825} = 75,58$$

Получившиеся координаты  $X=224,43$  и  $Y=75,58$  равны оптимальному местоположению склада. На рисунке 2.4 показано оптимальное местоположение склада по методу определения центра тяжести грузопотоков.

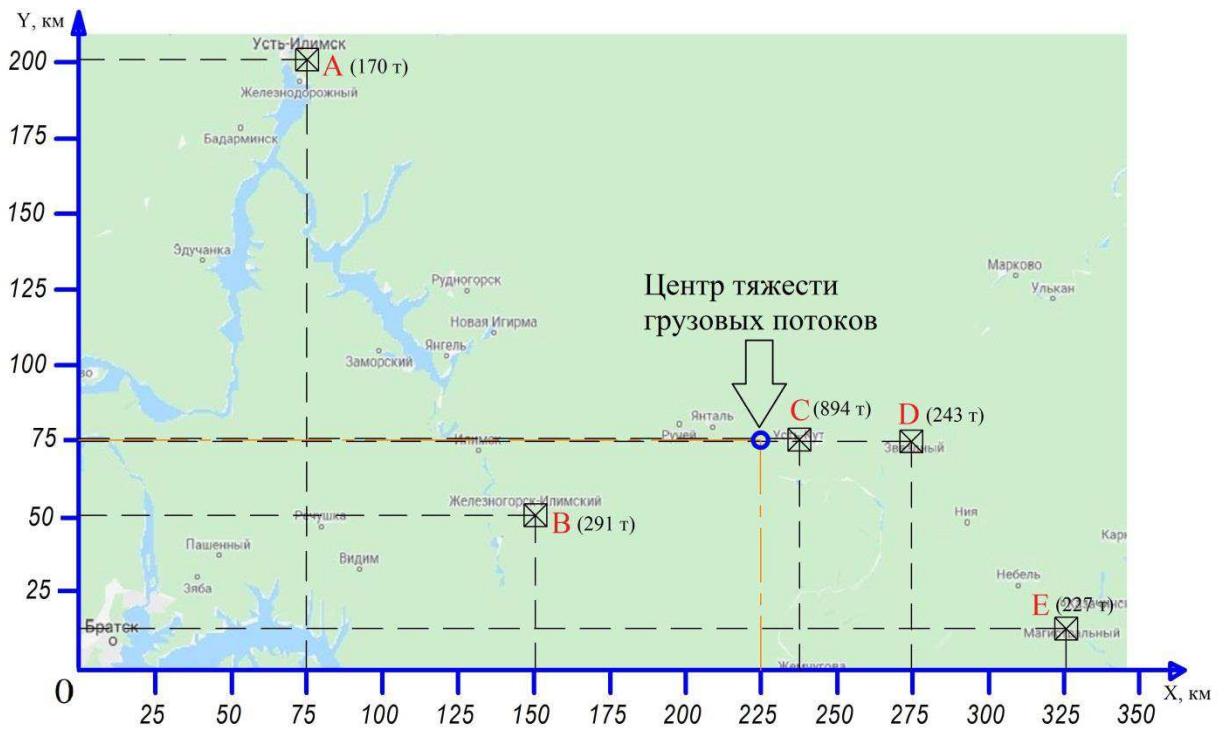


Рисунок 2.4 – Оптимальное местоположение склада по методу определения центра тяжести грузопотоков

Тем не менее, данный метод позволяет лишь ориентировочно определить район размещения склада. Точный ответ на вопрос, где следует организовать склад, дает подход на основе сравнения реально доступных вариантов.

Рассмотрев оба метода, мы видим, что самым оптимальным местоположением склада будет район города Усть-Кута, представленный на рисунке 2.5.





Рисунок 2.5 – Район города Усть-Кута

Усть-Кутский район расположен в центральной части Иркутской области. Имеет выгодное транспортно-географическое положение, находясь в месте пересечения железнодорожных, водных, автомобильных и воздушных путей. Центр района, город Усть-Кут находящийся у места впадения реки Куты в Лену. В городских условиях проживают 44 тысячи человек или 87,57% населения района [16].

Основные отрасли района – нефтедобыча, обрабатывающее производство, теплоэнергетика. Число субъектов малого и среднего предпринимательства в расчете на 10 тысяч человек населения на 2018 год составляла 312.

В Усть-Кутском районе расположен ряд крупных предприятий таких, как ОАО Усть-Кутнефтегаз, ООО Нефтебаза, ОАО Осетровский речной порт, Верхне-Ленинское речное пароходство и предприятия лесной промышленности. По данным на 2018 год в районе зарегистрировано 240 малых предприятий и 1465 индивидуальных предпринимателей [16].

На территории района имеется Осетрово-Ленский транспортный узел, крупнейший в Восточной Сибири. Здесь благоприятно пересекаются железнодорожные и водные пути сообщения, имеется аэропорт, способный

принимать крупные транспортные самолеты. Обеспечен круглогодичный выход на федеральную сеть автодорог.

Город Усть-Кут сильно вытянут вдоль реки Лены и Куты, его длина по руслам рек составляет 34 километра. Административно город не разделен, но фактически Усть-Кут состоит из множества микрорайонов. Центральными микрорайонами считаются Лена и Речники, в них находится большинство социальных, культурных объектов и сосредоточена большая часть населения. Остальные микрорайоны находятся как ниже, так и выше по течению реки Лены, застроены в основном по левому берегу. Правобережная часть небольшая и состоит из двух микрорайонов. На рисунке 2.6 представлены жилые и промышленные зоны города.



Рисунок 2.6 – Жилые и промышленные зоны города Усть-Кута

Строительство терминала требует больших материальных вложений, поэтому мы рассмотрим наличие готовых решений. Одним из них является аренда готового склада. Проанализировав интернет ресурсы [www.cian.ru](http://www.cian.ru) ,

www.avito.ru, на которых размещены объявления о продаже и аренде недвижимости, мы видим, что в городе сдаются в аренду 4 склада с различным расположением и характеристиками. На рисунке 2.7 наглядно показано расположение складов сдаваемых в аренду. В таблице 2.2 представлены характеристики складов сдаваемых в аренду.



Рисунок 4.7 – Расположение складов сдаваемых в аренду

Таблица 4.2 – Характеристики складов сдаваемых в аренду

Характеристика	1 вариант	2 вариант	3 вариант	4 вариант
Площадь склада, м <sup>2</sup>	950	1500	900	850
Подъездные пути для магистральных тягачей	Есть	Есть	Отсутствуют	Есть
Температурный режим склада	Отапливаемый	Холодный	Отапливаемый	Холодный
Пешеходная доступность до остановок общественного транспорта	Есть	Есть	Есть	Отсутствует
Стоимость аренды 1 м <sup>2</sup> /руб	150	110	150	90

Рассмотрев варианты готовых решений, мы видим, что в данном районе возможно размещение терминала.

Одним из факторов, которые следует учитывать при выборе местоположения для терминала, является размер и конфигурация участка. Большое количество транспортных средств, обслуживающих поток материала на входе и выходе, требует достаточного пространства для парковки и маневрирования. Отсутствие таких зон приводит к перегрузке и потере клиентского времени.

Любой терминал, являющийся элементом какой-либо логистической системы, разворачивается в сложную систему. Складские помещения терминала являются лишь одним из элементов этой системы. Для того чтобы терминал эффективно функционировал в выделенной для него зоне, необходимо организовать функционирование всех других элементов, поскольку недооценка любого из них может отрицательно повлиять на работу всего терминала.

Расчет складской площади выполняется по формуле 2.3:

$$S_{\text{общ}} = S_{\text{гр}} + S_{\text{всп}} + S_{\text{пр}} + S_{\text{км}} + S_{\text{сл}} + S_{\text{пэ}} + S_{\text{оэ}} \quad (2.3)$$

где  $S_{\text{общ}}$  – Общая площадь склада;

$S_{\text{гр}}$  – Грузовая площадь, т.е. площадь, занятая непосредственно под хранимой продукцией (стеллажами, штабелями и другими приспособлениями для хранимой конструкции),  $\text{м}^2$ ;

$S_{\text{всп}}$  – Вспомогательная (оперативная) площадь, т.е. площадь занятая проездами и проходами,  $\text{м}^2$ ;

$S_{\text{пр}}$  – Площади участка приемки,  $\text{м}^2$ ;

$S_{\text{км}}$  – Площадь участка комплектования,  $\text{м}^2$ ;

$S_{\text{сл}}$  – Площадь рабочих мест, т.е. площадь в помещениях складов, отведенная для рабочих мест складских работников,  $\text{м}^2$ ;

$S_{\text{пэ}}$  – Площадь приемочной экспедиции,  $\text{м}^2$ ;

$S_{\text{оэ}}$  – Площадь отправочной экспедиции,  $\text{м}^2$ .

В таблице 2.2 представлены исходные данные для расчета площади склада.

Таблица 2.2 – Исходные данные для расчета площади склада

Наименование величины	Обозначение	Единица измерения	Значение величины
Прогноз годового товарооборота	Q	рублей/год	5500000
Прогноз товарных запасов	З	дней об	30
Коэффициент использования грузового объема склада	K <sub>исп</sub>	-	0,64
Примерная стоимость 1 м <sup>3</sup> хранимого на складе товара	C <sub>v</sub>	рублей/м <sup>3</sup>	600
Примерная стоимость 1 т хранимой на складе товара	C	рублей/т	1000
Высота укладки грузов на хранение (на складе предусмотрен стеллажный способ хранения)	H	м	5,6
Коэффициент неравномерности поступления продукции на склад	K <sub>нер</sub>	-	1,3
Доля продукции, проходящей через участок приемки	A <sub>пр</sub>	%	70
Доля товаров, подлежащих комплектованию на складе	A <sub>км</sub>	%	50
Доля товаров, проходящих через отправочную экспедицию	A <sub>оэ</sub>	%	100
Укрупненный показатель расчетных нагрузок на 1 м <sup>2</sup> на участках приемки и комплектования	q	т/м <sup>2</sup>	0,5
Укрупненный показатель расчетных нагрузок на 1 м <sup>2</sup> экспедиции	q <sub>э</sub>	т/м <sup>2</sup>	0,6
Время нахождения продукции на участке приемки	t <sub>пр</sub>	дней	1
Время нахождения продукции на участке комплектования	t <sub>км</sub>	дней	1
Время нахождения товара в приемочной экспедиции	t <sub>пэ</sub>	дней	1
Время нахождения товара в отправочной экспедиции	t <sub>оэ</sub>	дней	2

Грузовая площадь склада находится по формуле (2.4):

$$S_{гр} = \frac{Q \cdot Z \cdot K_{нер}}{D_p \cdot C_v \cdot K_{исп} \cdot H} \quad (2.4)$$

где Q – Прогноз годового товарооборота, рублей/год;

Z – Прогноз товарных запасов, дни;

$K_{\text{нер}}$  – Коэффициент неравномерности загрузки склада;  
 $K_{\text{исп}}$  – Коэффициент использования грузового объема склада;  
 $C_v$  – Примерная стоимость 1 м<sup>3</sup> хранимого на складе товара, руб/м<sup>3</sup>;  
 $H$  – Высота укладки грузов на хранение;  
 $D_p$  – Количество рабочих дней в году,  $D_p=254$ .

Вспомогательная площадь склада во многом зависит от типа оборудования, используемого для механизированной обработки грузов. Вспомогательную площадь (проходов и проездов) можно определить по формуле:

$$S_{\text{всп}}=0,9 \cdot S_{\text{гр}} \quad (2.5)$$

где  $S_{\text{гр}}$  – Грузовая площадь склада, м<sup>2</sup>.

Площади участков приемки и комплектования рассчитываются на основании укрупненных показателей расчетных нагрузок на м<sup>2</sup> площади на данных участках по формулам (2.6) и (2.7):

$$S_{\text{пр}} = \frac{Q \cdot K_{\text{нер}} \cdot A_{\text{пр}} \cdot t_{\text{пр}}}{D_p \cdot C \cdot q \cdot 100} \quad (2.6)$$

где  $Q$  – Прогноз годового товарооборота, рублей/год;  
 $q$  – Укрупненные показатели расчетных нагрузок на 1 м<sup>2</sup> на участках приемки и комплектования, т/м<sup>2</sup>;  
 $K_{\text{нер}}$  – Коэффициент неравномерности загрузки склада;  
 $A_{\text{пр}}$  – Доля продукции, проходящей через участок приемки, %;  
 $C$  – Примерная стоимость 1 м<sup>3</sup> хранимого на складе товара, руб/м<sup>3</sup>;  
 $D_p$  – Количество рабочих дней в году,  $D_p=254$ ;  
 $t_{\text{пр}}$  – Время нахождения продукции на участке приемки, дней.

$$S_{\text{км}} = \frac{Q \cdot K_{\text{нер}} \cdot A_{\text{км}} \cdot t_{\text{км}}}{C \cdot D_{\text{р}} \cdot q \cdot 100}, \quad (2.7)$$

- где  $Q$  – Прогноз годового товарооборота, рублей/год;  
 $q$  – Укрупненные показатели расчетных нагрузок на 1 м<sup>2</sup> на участках приемки и комплектования, т/м<sup>2</sup>;  
 $K_{\text{нер}}$  – Коэффициент неравномерности загрузки склада;  
 $A_{\text{км}}$  – Доля товаров, подлежащих комплектованию на складе, %;  
 $C$  – Примерная стоимость 1 м<sup>3</sup> хранимого на складе товара, руб/м<sup>3</sup>;  
 $D_{\text{р}}$  – Количество рабочих дней в году,  $D_{\text{р}}=254$ ;  
 $t_{\text{км}}$  – Число дней нахождения товара на участке комплектования.

На складах с большим объемом работ зоны экспедиций приемки и отправки товара устраивают отдельно, а с малым объемом работ – вместе. При расчетах следует изначально заложить некоторый излишек площади на участке приемки поскольку со временем на складе, как правило появляется необходимость в более интенсивной обработке поступающей продукции [13].

Минимальная площадь приемной зоны должна вмещать столько товаров, сколько может прибыть в нерабочие дни.

Площади приемочной экспедиции определяются по формуле (2.8):

$$S_{\text{пэ}} = \frac{Q \cdot t_{\text{пэ}} \cdot K_{\text{нер}}}{365 \cdot C \cdot q_{\text{э}}}, \quad (2.8)$$

- где  $Q$  – Прогноз годового товарооборота, рублей/год;  
 $K_{\text{нер}}$  – Коэффициент неравномерности загрузки склада;  
 $t_{\text{пэ}}$  – число дней, в течение которых товар будет находиться в приемочной экспедиции;  
 $C$  – Примерная стоимость 1 м<sup>3</sup> хранимого на складе товара, руб/м<sup>3</sup>;

$q_э$  – укрупненный показатель расчетных нагрузок на 1 м<sup>2</sup> в экспедиционных помещениях, т/м<sup>2</sup>.

Площадь отправочной экспедиции используется для комплектования отгрузочных партий. Размер площади определяется по формуле (2.9):

$$S_{оэ} = \frac{Q \cdot t_{оэ} \cdot A_{н\text{ер}} \cdot K_{н\text{ер}}}{365 \cdot C \cdot q_э \cdot 100} \quad (2.9)$$

где  $Q$  – Прогноз годового товарооборота, рублей/год;

$K_{н\text{ер}}$  – Коэффициент неравномерности загрузки склада;

$t_{оэ}$  – число дней, в течение которых товар будет находиться в отправочной экспедиции;

$A_{н\text{ер}}$  – Доля товаров, проходящих через отправочную экспедицию;

$C$  – Примерная стоимость 1 м<sup>3</sup> хранимого на складе товара, руб/м<sup>3</sup>;

$q_э$  – укрупненный показатель расчетных нагрузок на 1 м<sup>2</sup> в экспедиционных помещениях, т/м<sup>2</sup>.

Показатели рассчитаны в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Расчет площадей склада.

Параметр	Обозначение	Рассчитанное значение, м <sup>2</sup>
Грузовая площадь	$S_{гр}$	392,7
Площадь проходов и проездов	$S_{всп}$	353,4
Площадь участка приемки	$S_{пр}$	39,4
Площади участка комплектования	$S_{км}$	28,14
Площадь приемочной экспедиции	$S_{пэ}$	32,64
Площадь отправочной экспедиции	$S_{оэ}$	65,29
Площадь рабочих мест	$S_{сл}$	12
Общая площадь склада	$S_{общ}$	923,57

Произведя расчеты, мы пришли к выводу, что нам требуется склад общей площадью 923,57 м<sup>2</sup>. Сравнив варианты готовых решений и исходя из



рассчитанной оптимальной площади склада, мы выбираем вариант номер 1 с площадью 950 м<sup>2</sup>.

### 2.3 Расчет технического оснащения склада

Для любого складского помещения пол является наиболее нагруженной его частью. Напольные покрытия должны выдерживать без разрушения большой вес, различные удары, химическое и тепловое воздействие.

Полы в складском помещении должны отвечать специальным требованиям [13]:

- На поверхности пола должно образовываться как можно меньше пыли
- Повышенная прочность пола обеспечивает организацию хранения большого количества продукции на высоких стеллажах и беспрепятственную работу подъемно-погрузочного оборудования
- Износостойкость покрытия
- Пол должен быть максимально ровным, допускаются лишь незначительные перепады высоты
- В обеспечение безопасности передвижения по складу обслуживающего персонала поверхность пола должна быть не скользкой, в том числе и при попадании на него жидкости
- В складах со сложной бытовой техникой, продуктами, медикаментами, взрывоопасными веществами пол должен обладать антистатической и диэлектрической поверхностью
- Материал пола должен быть негорючим, не поддерживающим и не способствующим распространению огня

В большинстве случаев в складских помещениях используют промышленные наливные полы, поверхность которых характеризуется

прочностью и гладкостью. Промышленные наливные полы подразделяются в зависимости от используемой смеси на :

- Эпоксидные
- Полиуретановые
- Эпоксидно-уретановые
- Магнезиальные
- Акриловые
- Метилметакрилатные

В выпускной квалификационной работе для складского помещения предлагается использовать магнезиальные наливные полы, так как они обладают высокой твердостью, низкой истираемостью, отсутствием пыли и подходят для помещений с высокоинтенсивными режимами эксплуатации.

Обязательными элементами современного склада являются складские стеллажи, без них невозможно эффективное и безопасное размещение хранимых материальных ценностей различных видов, а также интенсивный грузооборот с максимальным использованием машин и механизмов.

Складские стеллажи бывают разных типов:

- Полочные
- Фронтальные паллетные
- Консольные
- Набивные
- Гравитационные
- Мобильные
- Специальные

Каждый тип складских стеллажей позволяет решить задачи по эффективному размещению грузов, в зависимости от спецификации склада. В основном конструкции складских стеллажей изготавливаются на основе

модульных систем, что позволяет устанавливать их в любых помещениях, адаптируя для решения любых задач хранения.

В выпускной квалификационной работе рассматривается перевозка сборных грузов, укрупненные грузовые единицы перевозят на евро-паллетах, поэтому для хранения сборных грузов предлагается использовать фронтальные паллетные стеллажи. На рисунке 2.8 наглядно показаны элементы конструкции фронтальных паллетных стеллажей.

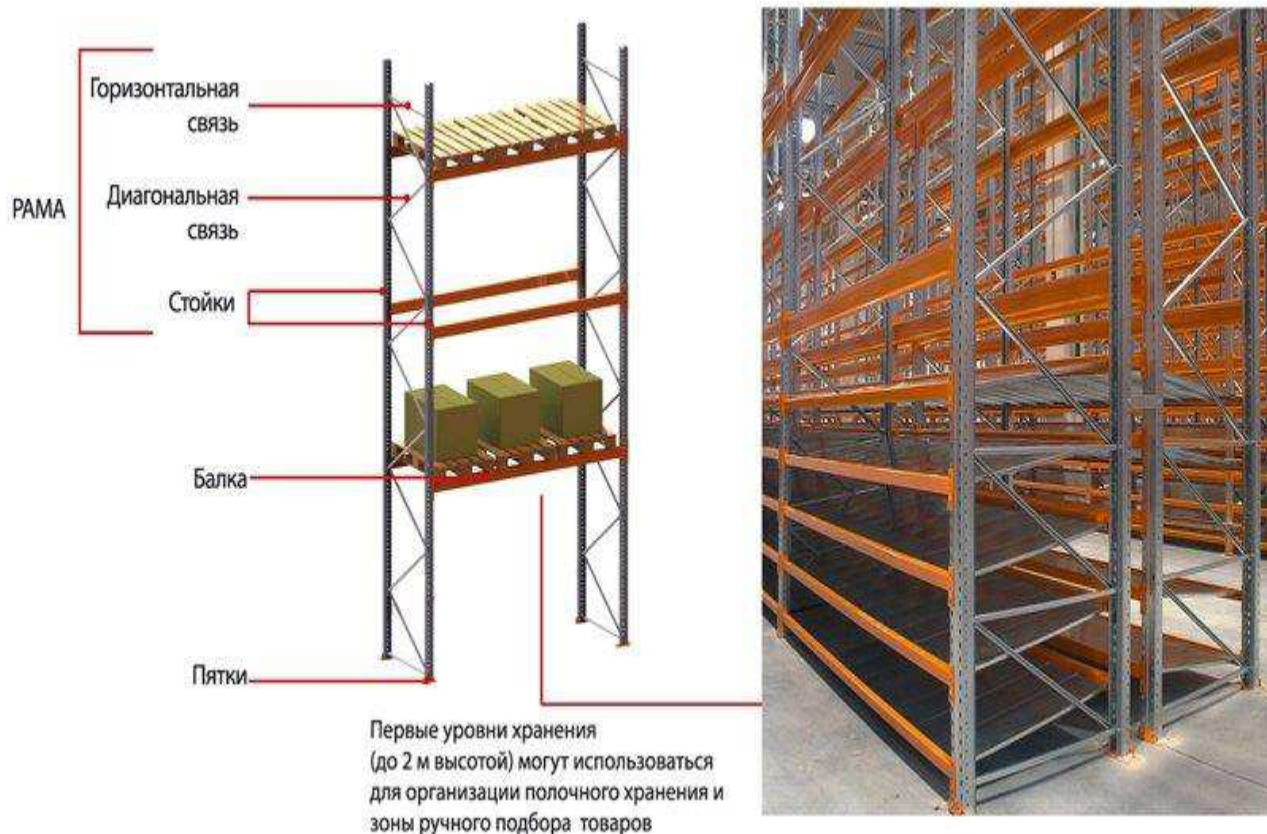


Рисунок 2.8 - Элементы конструкции фронтальных паллетных стеллажей

Основные преимущества фронтальных паллетных стеллажей: легкий и быстрый доступ к грузам, универсальность, возможность использовать для обычного полочного хранения, эффективный контроль запасов товаров, простота сборки и эксплуатации.

Произведем расчет необходимого количества оборудования для хранения на складе по формулам (2.10 - 2.13). Исходные данные для расчета представлены в таблице 2.4.

Таблица 2.4 – Исходные данные для расчета необходимого количества оборудования для хранения на складе

Наименование величины	Обозначение	Единица измерения	Значение величины
Длина стеллажа	Д	м	10,8
Ширина стеллажа	Ш	м	1,2
Высота стеллажа	Н	м	5,6
Объем одной ячейки	$V_{\text{яч}}$	$\text{м}^3$	6,04
Объемная масса продукции, помещаемая в стеллаж	j	$\text{т}/\text{м}^3$	0,61
Количество ячеек в одном стеллаже	$n_{\text{яч}}$	шт	12
Величина установленного запаса соответствующего материала на складе	Q	тонн	1090
Объем продукции помещаемый в стеллаж	$V_{\text{мат}}$	$\text{м}^3$	58,32
Геометрический объем стеллажа	$V_{\text{об}}$	$\text{м}^3$	72,57

Зная величину запаса на складе и емкость единицы оборудования, можно определить необходимое количество стеллажей. Поскольку емкость стеллажа складывается из емкостей множества ячеек, сначала необходимо рассчитать емкость одной ячейки по формуле (2.10):

$$E_{\text{яч}} = V_{\text{яч}} \cdot j \cdot B \quad (2.10)$$

где  $V_{\text{яч}}$  – Объем одной ячейки,  $\text{м}^3$ ;

$j$  – Объемная масса продукции, помещаемая в стеллаж,  $\text{т}/\text{м}^3$

$B$  – Коэффициент заполнения объема.

Зная количество ячеек в стеллаже, можно рассчитать емкость одного стеллажа по формуле (2.11):

$$E_{\text{ст}} = E_{\text{яч}} \cdot n_{\text{яч}} \quad (2.11)$$

где  $E_{\text{яч}}$  – Емкость одной ячейки;

$n_{\text{яч}}$  – Количество ячеек в одном стеллаже, шт.

Потребное количество стеллажей определяется по формуле (2.12):

$$N = \frac{Q}{E_{ст}} \quad (2.12)$$

где  $Q$  – Величина установленного запаса соответствующего материала на складе, т.

Коэффициент заполнения объема, указывающий, насколько полно использован объем оборудования при хранении продукции, определяют по формуле (2.13):

$$B = \frac{V_{\text{мат}}}{V_{\text{об}}} \quad (2.13)$$

где  $V_{\text{мат}}$  – Объем продукции помещаемый в стеллаж, м<sup>3</sup>;

$V_{\text{об}}$  – Геометрический объем стеллажа, м<sup>3</sup>.

Рассчитанные показатели сведены в таблицу 2.5.

Таблица 2.5 – Расчет потребного количества стеллажей

Параметр	Обозначение	Рассчитанное значение,
Коэффициент заполнения объема	$B$	0,8
Емкость одной ячейки	$E_{\text{яч}}$	2,94
Емкость одного стеллажа	$E_{\text{ст}}$	35,28
Потребное количество стеллажей	$N$	30,89

Рассчитав емкость одной ячейки, емкость одного стеллажа, коэффициент заполнения объема и потребное количество стеллажей, мы пришли к выводу, что нам потребуется 31 фронтальный стеллаж.

Эффективное выполнение погрузо-разгрузочных работ на складе возможно благодаря механизации процессов. Основная цель механизации трудоемких и тяжелых погрузочно-разгрузочных работ – облегчение труда занятых на их выполнении людей.

Рассчитаем требуемое количество подъемно транспортного оборудования по формулам (2.14-2.16):

Для вилочного погрузчика.

$$n = \frac{Q_{\text{сп}}}{T_{\text{сут}} \cdot P_{\text{м}} \cdot K_{\text{вр}}} \quad (2.14)$$

где  $Q_{\text{сп}}$  – Среднесуточная переработка, тонн;

$T_{\text{сут}}$  – Время работы машины, час;

$P_{\text{м}}$  – Производительность машины, тонн/час;

$K_{\text{вр}}$  – Коэффициент использования машины во времени;  $K_{\text{вр}}=0,7$ .

Найденная величина количества подъемно транспортного оборудования округляется до целого числа.

Производительность машины циклического действия:

$$P_{\text{м}} = \frac{3600 \cdot M_{\text{г}}}{T_{\text{ц}}} \quad (2.15)$$

где  $M_{\text{г}}$  – Количество груза на поддоне, тонн;

$T_{\text{ц}}$  – Средняя продолжительность цикла машины, секунд;

Время цикла работы погрузчика:

$$T_{\text{ц}} = K_{\text{сов}} \cdot (t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6 + t_7 + t_8 + t_9 + t_{10} + t_{11}) \quad (2.16)$$

где  $K_{\text{сов}}$  – Коэффициент совмещения операций во времени;  $K_{\text{сов}} = 0,85$ .

$t_1$  – Время наклона рамы грузоподъемника вперед, заводки под груз, подъем груза на вилах и наклона рамы назад до отказа, секунд.

$t_2$  – Время разворота погрузчика, секунд;

$t_3$  – Продолжительность передвижения погрузчика с грузом, секунд;

$t_4$  – Время установки рамы грузоподъемника в вертикальное положение с грузом на вилах, секунд;

$t_5$  – Время подъема груза на необходимую высоту, секунд;

$t_6$  – Время укладки груза в штабель, секунд;

$t_7$  – Время отклонения рамы грузоподъемника назад без груза, секунд;

$t_8$  – Время опускания порожней каретки вниз, секунд;

$t_9$  – Время разворота погрузчика без груза, секунд;

$t_{10}$  – Время на обратный заезд погрузчика, секунд;

$t_{11}$  – Суммарное время для переключения рычагов и срабатывания исполнительных цилиндров после включения, секунд.

Операции цикла работы погрузчика представлены в таблице 2.6

Таблица 2.6 – Операции цикла работы погрузчика

Наименование операции	Обозначение	Время, секунд
Время наклона рамы грузоподъемника вперед, заводки под груз, подъем груза на вилах и наклона рамы назад до отказа	$t_1$	12,5
Время разворота погрузчика	$t_2$	8
Продолжительность передвижения погрузчика с грузом	$t_3$	23,5
Время установки рамы грузоподъемника в вертикальное положение с грузом на вилах	$t_4$	3
Время подъема груза на необходимую высоту	$t_5$	43,5
Время укладки груза в штабель	$t_6$	7
Время отклонения рамы грузоподъемника назад без груза	$t_7$	3
Время опускания порожней каретки вниз	$t_8$	30,4
Время разворота погрузчика без груза	$t_9$	12,5
Время на обратный заезд погрузчика	$t_{10}$	19,2
Суммарное время для переключения рычагов и срабатывания исполнительных цилиндров после включения	$t_{11}$	7

Рассчитанные показатели сведены в таблицу 2.7

Таблица 2.7 – Расчет требуемого количества подъемно транспортного оборудования.

Параметр	Обозначение	Расчитанное значение
Средняя продолжительность цикла машины, секунд	$T_{ц}$	144,2
Производительность машины циклического действия, тонн/час	$P_{м}$	24,96
Требуемое количество подъемно-транспортного оборудования, штук	$n$	1

Расчитав требуемое количество подъемно-транспортного оборудования, мы видим, что нам потребуется 1 вилочный погрузчик.

Для выбора наиболее эффективного погрузчика используем метод квалиметрии [18]. Выберем по одной модели вилочного погрузчика, чтобы они были максимально похожи между собой. Данные представлены в таблице 2.8. Более детальные характеристики вилочных погрузчиков представлены в приложении Б.

Таблица 2.8– Параметры вилочных погрузчиков

Параметр/ Оценка при увеличении параметра	Модель вилочного погрузчика / характеристики		
	Toyota 7FB20	Jungheinrich EFG 320	Liu Gong CLG2020A
Мощность двигателя, кВт (+)	10,7	11,5	13
Длина до спинки вил, мм (-)	2240	2098	2175
Ширина, мм (-)	1160	1120	1110
Длина вил, мм(+)	1070	1150	1070
Наружный радиус поворота, мм (-)	1980	1985	2050
Высота подъема рабочего органа, мм (+)	6000	7000	6000
Емкость аккумулятора, ач (+)	450	750	600
Максимальная скорость, км/ч (+)	16	17	15
Скорость подъема груза, м/с (+)	0,34	0,40	0,35
Грузоподъемность, кг (+)	2000	2000	2000

Те показатели, с увеличением которых происходит улучшение свойств объекта, определяются по формуле (2.17)



$$x_i = \frac{\Pi_i}{\Pi_{imax}} \quad (2.17)$$

где  $\Pi_i$  – Количественные характеристики показателей свойств;

$\Pi_{imax}$  – Максимальная количественная характеристика показателей свойств.

$$x_1 = \frac{10,7}{13} = 0,823$$

Если уменьшение показателей приводит к улучшению свойств – по формуле (2.18):

$$x_i = \frac{\Pi_{imax} - \Pi_i}{\Pi_{imax}} \quad (2.18)$$

где  $\Pi_i$  – Количественные характеристики показателей свойств;

$\Pi_{imax}$  – Максимальная количественная характеристика показателей свойств.

$$x_5 = \frac{2050 - 1980}{2050} = 0,034$$

Комплексный критерий (или коэффициента качества) определяется по формуле (2.19):

$$K_{ki} = \sum_{i=1}^n x_i \cdot \frac{1}{n} \quad (2.19)$$

где  $x_i$  – Относительные показатели свойств;

$n$  – Число показателей свойств.

$$K_{k1} = 6,341 \cdot \frac{1}{9} = 0,704$$

Расчеты сведены в таблицу 2.9.

Таблица 2.9 – Расчеты комплексных критериев качества.

Параметр/ Оценка при увеличении параметра	Модель вилочного погрузчика / количественная характеристика x		
	Toyota 7FB20	Jungheinrich EFG 320	Liu Gong CLG2020A
Мощность двигателя, кВт (+)	0,823	0,884	1,000
Длина до спинки вил, мм (-)	0	0,063	0,029
Ширина, мм (-)	0	0,034	0,043
Длина вил, мм(+)	0,930	1,000	0,930
Наружный радиус поворота, мм (-)	0,034	0,031	0
Высота подъема рабочего органа, мм (+)	0,857	1,000	0,857
Емкость аккумулятора, ач (+)	0,600	1,000	0,800
Максимальная скорость, км/ч (+)	0,941	1,000	0,882
Скорость подъема груза, м/с (+)	0,850	1,000	0,875
Грузоподъемность, кг (+)	1,000	1,000	1,000
$K_{ki}$	0,704	0,779	0,712

Из расчета комплексного критерия, мы видим, что погрузчик Jungheinrich EFG 320 наиболее эффективный.

В таблице 2.10 представлены цены на вилочные погрузчики.

Таблица 2.10 – Цены на вилочные погрузчики.

Модель вилочного погрузчика	Цена, рублей
Toyota 7FB20	2150000
Jungheinrich EFG 320	2500000
Liu Gong CLG2020A	1950000

На рисунке 2.9 представлен коэффициент качества и цена погрузчика

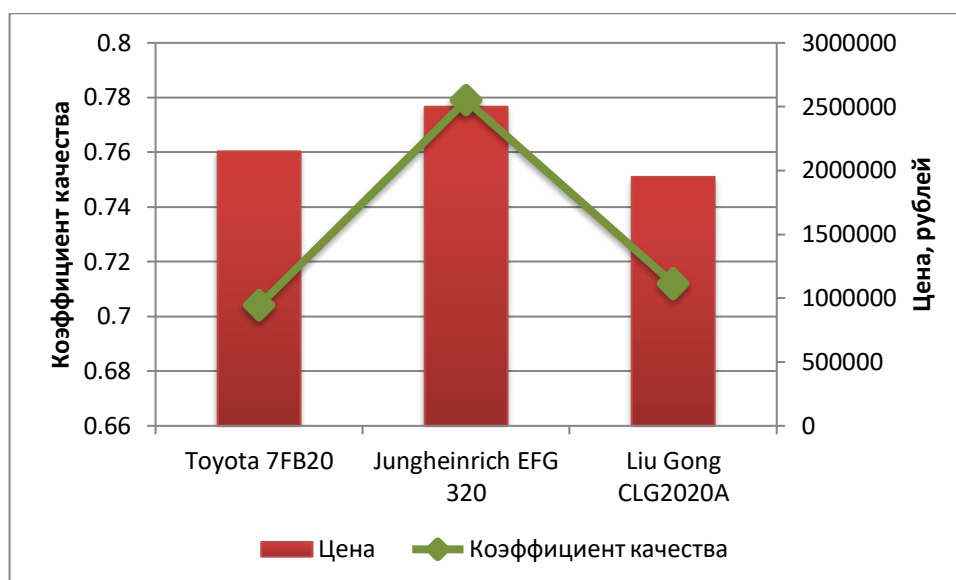


Рисунок 2.9– Коэффициента качества и цена погрузчика

Из рисунка 2.9 видно, что у самого дорогого погрузчика – самый высокий коэффициент качества. На основе расчетов был выбран погрузчик Jungheinrich EFG 320, как наиболее эффективный.

Не обойтись на складе и без средств малой механизации. Ручные вилочные тележки относятся к средствам малой механизации, которые применяют главным образом для перемещения грузов в пределах погрузочной площадки на расстояние, не превышающее нескольких десятков метров.

В выпускной квалификационной работе на проектируемом складе предлагается использовать, по одной ручной вилочной тележке на каждом характерном участке склада. Общее количество ручных вилочных тележек на складе составит 5 штук.

Контроль – это основа управления любой системы, любой организации, в том числе и склада. Именно через управление процессами в логистике происходит и управление сотрудниками, мотивированными на выполнение этих процессов, операций, действий. Цена складских ошибок высока, так как на складе сконцентрированы огромные оборотные и основные средства компании. Поэтому важность контроля товародвижения сложно переоценить.

Автоматические системы учета движения грузов существенно сокращают затраты времени, финансов и количество персонала, участвующего в процессе учета, транспортировки и сортировки материалов и изделий. Одной из таких систем является Warehouse Management System – это информационная система, обеспечивающая автоматизацию управления бизнес-процессами складской работы профильного предприятия [13]. На рисунке 2.10 наглядно показана схема работы WMS системы.

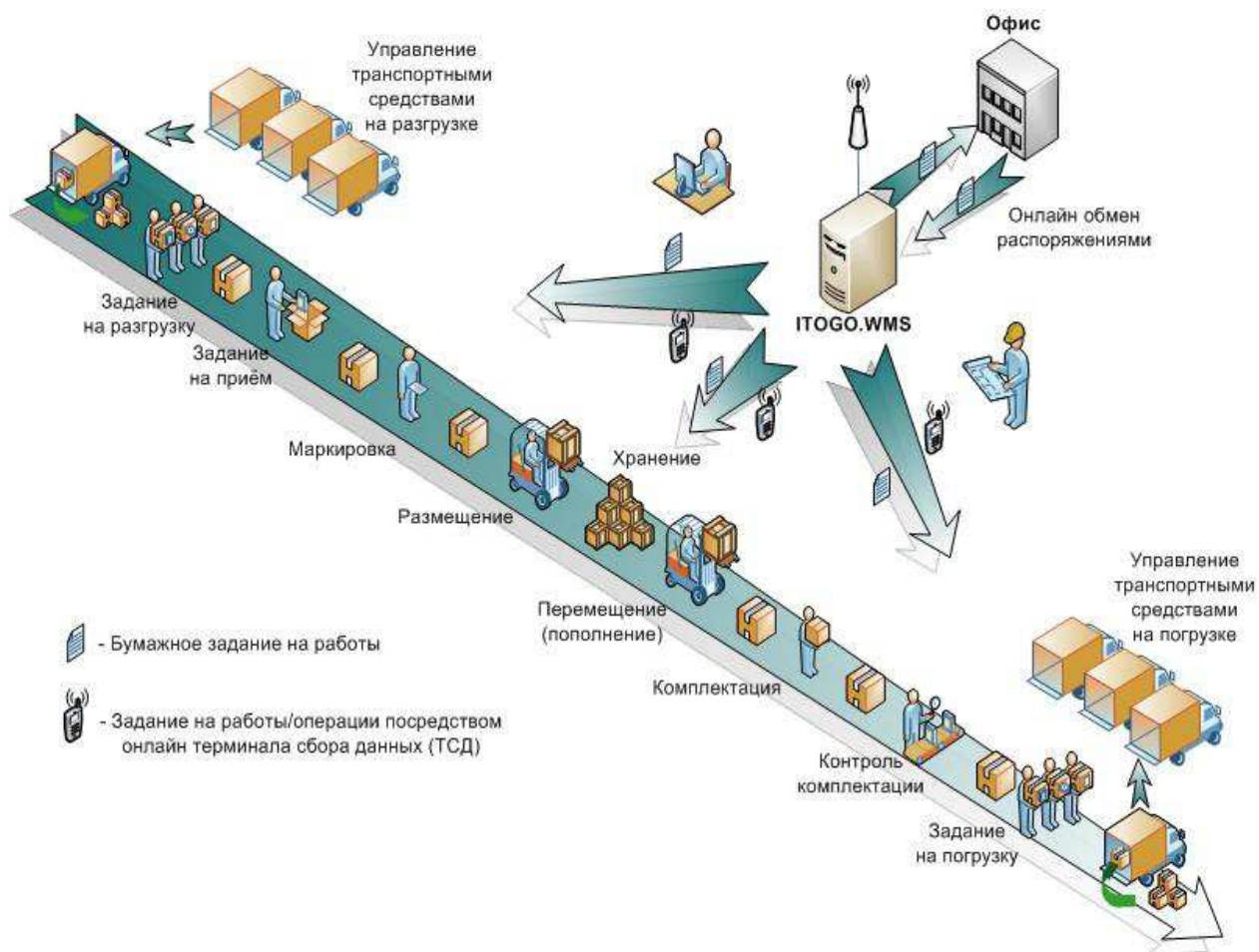


Рисунок 2.10 - Схема работы WMS системы

Задачи, решаемые WMS системой:

- Приемка товара и материалов
- Складирование
- Автоматизация единовременной приёмки и отгрузки товара
- Гибкое управление заказами и группами заказов
- Пополнение запасов

- Комплектация заказов
- Погрузка
- Управление запасами
- Управление заданиями персоналу
- Планирование работы распределительного центра
- Управление хранением и производственными мощностями
- Управление человеческими ресурсами

На проектируемом складе предлагается использовать WMS систему. В таблице 2.11 представлено специализированное оборудование для эффективной работы WMS системы.

Таблица 2.11 – Оборудование для работы WMS системы.

Наименование оборудования	Назначение	Количество штук	Цена шт. руб.
Персональный компьютер	Обработка документации	10	20000
Серверная платформа	Хранение базы данных	2	228472
Источник бесперебойного питания	Вторичный источник электропитания	12	14850
Принтер мфу	Печать документации	10	9890
Принтер штрих-кода	Печать штрих-кодовой этикетки	3	14858
Терминал сбора данных	Сканирование штрих-кода, внесение и обновление информации в базе данных	8	38914
Wi-Fi роутер	Беспроводная точка доступа в сеть	4	2500
Электронные весы	Измерение массы груза	4	46422

В процессе грузопереработки на складе товар зачастую приходится упаковывать, переупаковывать и осуществлять массу других операций по работе с товаром. В таблице 2.12 представлено требуемое оборудование для упаковки и пакетирования грузов на проектируемом складе.

Таблица 2.12 – Оборудование для упаковки и пакетирования грузов.

Наименование оборудования	Количество штук	Цена шт. руб.
Сборочный упаковочный стол	1	39274
Паллета упаковщик автоматический	1	234500
Стойка держатель для рулонов	1	21915
Переносная механическая стреппинг-машина	2	69000
Диспенсер для упаковочной ленты	5	1600
Блок резки для упаковочных материалов	1	26942

Определим примерный объем необходимых инвестиций, для начала работы склада, сложив суммы денежных средств, которые планируем вложить в склад. В таблице 2.13 представлен объем необходимых инвестиций.

Таблица 2.13 – Стоимость инвестиций для склада

Наименование	Количество штук/м <sup>2</sup>	Цена руб. за шт./м <sup>2</sup>	Сумма рублей
Аренда	950	150	142000
Обеспечительный платеж	950	150	142000
Магнезиальный пол	950	1040	988000
Стеллажи	31	54000	1674000
Погрузчик вилочный	1	2500000	2500000
Тележка гидравлическая	5	20300	101500
Сборочный упаковочный стол	1	39274	39274
Паллето упаковщик автоматический	1	234500	234500
Стойка держатель для рулонов	1	21915	21915
Переносная механическая стреппинг-машина	2	69000	138000
Диспенсер для упаковочной ленты	5	1600	8000
Блок резки для упаковочных материалов	1	26942	26942
Персональный компьютер	10	20000	240000
Серверная платформа	2	228472	456944
Источник бесперебойного питания	12	14850	178200
Принтер мфу	10	9890	118680
Принтер штрих-кода	3	14858	44574
Терминал сбора данных	8	38914	311312
Wi-Fi роутер	4	2500	10000
Электронные весы	4	46422	185668
<b>Итого</b>			<b>7562536</b>

На рисунке 2.11 наглядно показан объем необходимых инвестиций, для начала работы склада.

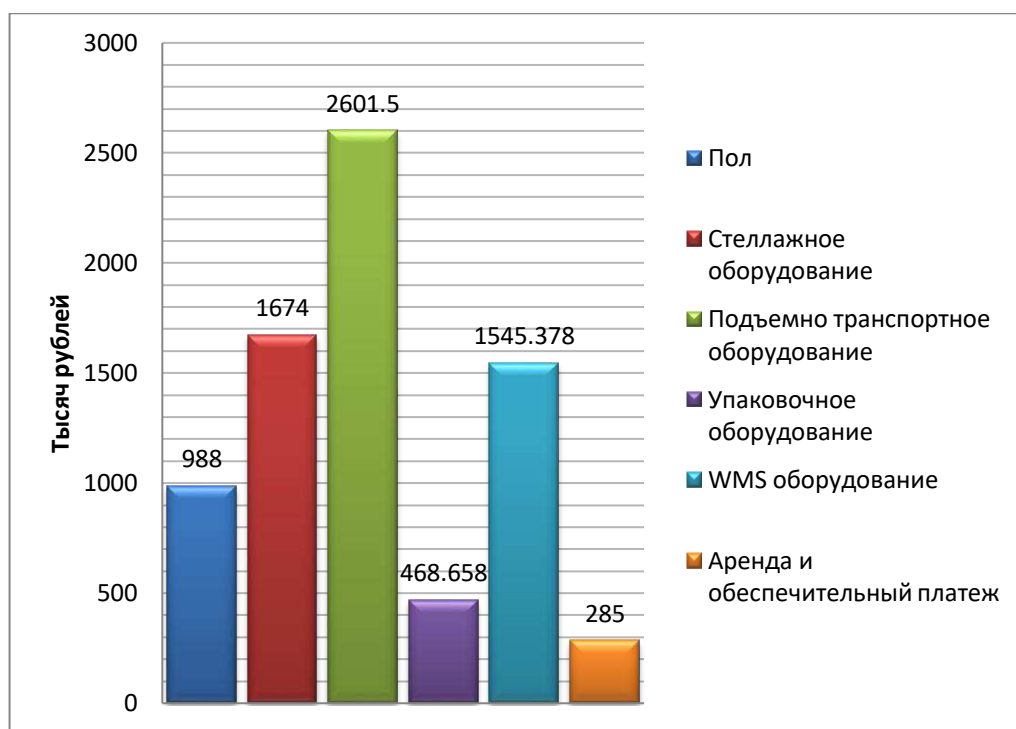


Рисунок 2.11 - Объем необходимых инвестиций

Из рисунка 2.11 видно, что больше всего денежных средств, придется вложить в подъемно транспортное оборудование, стоимость которого составит 2601500 рублей. Затем идет стеллажное оборудование, стоимостью 1674000 рублей. Меньше всего расходов уйдет на аренду помещения и обеспечительный платеж. Примерный объем необходимых инвестиций, для начала работы склада составит 7562536 рублей.

**Вывод:** Рассмотрев требования для полов в складском помещении и виды полов, в выпускной квалификационной работе на проектируемом складе предлагается использовать, магнезиальные наливные полы, так как они обладают высокой твердостью, низкой истираемостью, отсутствием пыли и подходят для помещений с высокоинтенсивными режимами эксплуатации.

Изучив, какие бывают типы стеллажей, в выпускной квалификационной работе на проектируемом складе предлагается использовать фронтальные паллетные стеллажи. Произведя расчеты емкости одной ячейки, емкости одного стеллажа, коэффициента заполнения объема и

потребного количества стеллажей, мы видим, что нам потребуется 31 фронтальный стеллаж.

По результатам расчетов выявлено, что количество вилочных погрузчиков для выполнения погрузо-разгрузочных работ, составило 1 ед., а общее количество ручных вилочных тележек 5 ед. Затем с помощью метода квалиметрии мы выбрали наиболее эффективный погрузчик, которым оказался Jungheinrich EFG 320.

На проектируемом складе предлагается использовать WMS систему, так как она обеспечивает автоматизацию управления бизнес-процессами складской работы. Также было рассмотрено специализированное оборудование для эффективной работы WMS системы и оборудование для упаковки и пакетирования грузов.

Определив примерный объем необходимых инвестиций, мы видим, что для начала работы склада нам потребуется 7562536 рублей.

## **2.4 Организация развозочных маршрутов**

Любое транспортное средство служит для полного и своевременного удовлетворения постоянно возникающих потребностей предприятий и населения в перевозках с эффективным использованием материальных, трудовых и финансовых ресурсов.

Производственный процесс на автомобильном транспорте представляет собой формы движения транспортного потока от начального пункта до конечного (от пункта производства до пункта потребления груза). Это движение может быть замедленно из-за непроизводительных остановок и нерационального распределения грузопотока, что приводит к возникновению прекращения движения и прерыванию транспортного потока. Поэтому, чтобы повысить эффективность перевозок транспортный поток должен быть правильно организован и постоянно управляться.



Работа автомобильного транспорта осложняется тем, что заявки на перевозку грузов, т. е. Необходимость транспортировки со временем меняется. Помимо относительно постоянных клиентов, существует большое количество разовых клиентов.

Из-за неравномерного приема заявок бывают случаи, когда автотранспортные предприятия (АТП) не справляются с перевозками или когда машины простаивают из-за отсутствия работы.

Кроме того, возникают проблемы при получении заявок на перевозку специализированным подвижным составом, предназначенным для перевозки одного конкретного или нескольких однородных грузов.

Таким образом, в АТП постоянно необходимо решать задачи организации грузоперевозок в соответствии с изменяющимися условиями: определять кратчайшие расстояния между грузовыми пунктами (пунктами погрузки или выгрузки грузов) для правильного расчета с клиентурой, на перевозки, а также для тех ситуаций, когда появляется новый клиент или меняются дорожные условия (открываются новые мосты, закрываются на ремонт улицы и т. д.).

На затраты АТП значительное влияние оказывает распределение имеющегося подвижного состава (автомобилей, прицепов и полуприцепов) по объектам. Любую заявку можно осуществить несколькими типами подвижного состава, которые требуют неравных затрат и имеют различную грузоподъемность. Сравнивая имеющиеся модели, выбирают наиболее рациональную.

Основные сбои в процессе перевозки происходят в грузовых пунктах при погрузке и разгрузке. К ним относятся чрезмерное время простоя в очередях на погрузку и разгрузку, отказы в получении или отправке товаров, большое время, затрачиваемое на погрузку или разгрузку и т.д.

В настоящее время, согласно уставу автомобильного транспорта Российской Федерации, ответственность за погрузку и выгрузку груза несут клиенты.

Однако работник службы эксплуатации АТП должен уметь квалифицированно определить, тот ли погрузочно–разгрузочный механизм использует заказчик, достаточно ли у него ресурсов для загрузки и выгрузки и правильно ли организована работа грузового пункта.

Одной из самых сложных задач для службы эксплуатации АТП является планирование оперативных перевозок. Ее сложность обусловлена в основном большим количеством решений. Один человек (диспетчер) среди множества вариантов интуитивно находит приемлемое решение этой задачи, но оно значительно отличается от идеального решения. Поэтому в настоящее время автомобильная отрасль, как и другие, сильно насыщена компьютерами, то есть создается материальная база для внедрения экономико–математических методов.

#### **2.4.1 Расчет кратчайших расстояний**

Разработка технологических процессов для перевозки грузов включает в себя расчет кратчайших расстояний между пунктами транспортной сети, составление рациональных маршрутов при массовых и мелкопартионных перевозках, рациональную эксплуатацию различных моделей подвижного состава, закреплением автотранспортных предприятий за грузоотправителями и другими вопросами.

Одной из наиболее важных задач в автомобильном транспорте является задача поиска кратчайших расстояний между грузообразующими и грузопоглощающими пунктами. Существует три метода определения кратчайших расстояний между пунктами транспортной сети: замер на местности по спидометру автомобиля, нахождение с помощью карты (или схемы) города или района и вычисление кратчайших расстояний на ПК [15]. Первые два метода требуют значительных затрат времени, что усложняет процесс диспетчерского управления перевозками.

При расчете кратчайших расстояний на ПК первым шагом является создание модели транспортной сети в памяти машины. Его разработка - трудоемкий процесс. Это главный недостаток этого метода.

Однако после однократной разработки модели вы можете очень быстро определить кратчайшие расстояния между точками транспортной сети в любое время, если это необходимо.

Модель транспортной сети представляет собой геометрическую фигуру (граф), состоящую из вершин (точек) и отрезков (ребер), соединяющих эти вершины (точки графа). Для ее построения берем схему дорожной сети. На первом этапе мы исключаем из дорожной сети улицы, переулки и т. п., которые не важны для транзитного движения (служащие для подъезда к домам, заводам и т. д.), и получаем схему транспортной сети. Далее, обозначив перекрестки вершинами и соединив их ребрами соответствующей длины, приходим к модели транспортной сети.

Всю площадь района можно разделить на зоны, тяготеющие к вершинам транспортной сети. Условно считаем, что все грузовые пункты, лежащие в зоне тяготения вершины, находятся в этой вершине. Так, например, считаем, что пункты А и Б находятся в 15-й вершине, а пункты В и Г – в 16-й. Погрешность такого допущения не превышает  $\pm 0,5$  км, что для целей диспетчерского управления перевозками вполне приемлемо.

Каждой вершине транспортной сети присваивают порядковый номер. Отрезки (ребра), соединяющие соседние вершины, называют звеньями транспортной сети. Совокупность всех вершин и звеньев – модель (граф) транспортной сети. Проезды с односторонним движением отражают (моделируют) посредством ориентированного звена графа (ребро со стрелкой). Вершины и расстояние между ними представлены в таблице

При расчете кратчайших расстояний следует учитывать организацию дорожного движения, что отражается на дорожных знаках, установленных в сети.

С учетом вышеизложенного, составим модель транспортной сети города Усть-Кут, на которой обозначено 12 клиентов компании и расположение склада (рисунок 2.12). Вершины и расстояние между ними представлены в таблице В.1 приложения В.



Рисунок 2.12 – Модель транспортной сети города Усть-Кут

Расчет кратчайших расстояний выполняется для снижения стоимости перевозки грузов, минимизации общего пробега подвижного состава.

Большинство алгоритмов поиска кратчайшего расстояния можно разделить на две группы.

В алгоритмах первой группы уже построенное к данной итерации множество кратчайших путей остается неизменным, при этом на каждой итерации к этому множеству добавляется одна дуга, т. е. находится кратчайший путь до очередной вершины. Задача решается за  $R-1$  итерацию.

В алгоритмах второй группы построенное множество кратчайших путей может многократно корректироваться на последующих итерациях. Именно эти алгоритмы являются наиболее эффективными, когда количество вершин достаточно велико.

Для нахождения оптимального решения задачи можно применять методы, позволяющие рассчитать кратчайшие пути вручную или с помощью компьютера.

Метод потенциалов для определения кратчайших расстояний заключается в следующем. Начальная вершина сети, для которой можно взять любую из вершин, имеет потенциал, равный нулю. Затем определяют потенциалы смежных с начальной точкой вершин сети. Значение потенциала равно расстоянию до вершины. Выбирают наименьший потенциал и присваивают его соответствующей вершине. Затем вычисляются потенциалы вершин, соседних с выбранной, и снова выбирается наименьший потенциал, который присваивается соответствующей вершине и т.д.

Полное решение задачи включает в себя столько этапов, сколько имеется вершин в транспортной сети, поскольку на каждом этапе определяется потенциал или кратчайшее расстояние от начальной точки до одной из вершин сети.

Метод «метлы» - это метод решения этой проблемы с использованием компьютера. Кратчайшее расстояние от данной вершины, взятой в качестве начальной точки сети, до всех других сетевых вершин определяется путем создания таблиц того же типа.

На любом этапе вычислений кратчайших расстояний от заданной вершины все вершины сети делятся на три множества:

- множество 1 — вершины, кратчайшие расстояния которых уже определены;
- множество 2 — смежные вершины (т.е. связанные дугой) с вершинами, расстояние до которых уже определено;
- множество 3 — все остальные вершины.

Суть метода сводится к следующему:

- Выбирается начальная вершина сети, расстояние от которой до остальных вершин необходимо определить. Этой вершине

присваивают расстояние, равное 0, остальным вершинам присваивают расстояние, равное M (очень большое число) ;

- Затем выбирают вершину, с минимальным расстоянием. Эту вершину переводят в первое множество и вычисляют расстояния до соседних с ней вершин. Если вычисленное расстояние меньше того, что указано в таблице, в таблицу заносят вновь вычисленное расстояние;
- Процесс повторяется до тех пор, пока все вершины не будут переведены в первое множество.

Расчет кратчайших расстояний будем выполнять на ПК в программе RKR Version 3.0. Для расчета кратчайших расстояний необходимо создать транспортную модель. Она представляет собой таблицу данных полученных из транспортной сети города (рисунок 2.13). После того, как все данные внесены в таблицу, программа рассчитывает кратчайшие расстояния между вершинами. При завершении расчета на экран выводится окно с результатами в текстовом поле (рисунок 2.14).

Начальная вершина	Конечная вершина	Расстояние, км
103	102	0,397
103	104	0,512
103	107	0,627
104	47	6,67
104	103	0,512
104	105	0,673
105	104	0,673
105	106	0,729
105	107	0,278
106	97	1,38
106	98	0,409
106	105	0,729
107	100	0,527
107	101	0,31
107	103	0,627
107	105	0,278
108	88	0,543
108	90	0,173
108	91	0,35

Рисунок 2.13 – Транспортная модель в программе RKR Version 3.0

<от>	<до>	<км>	<путь>
1	1	-	-
1	2	4,516	1-10-3-2
1	3	3,186	1-10-3
1	4	3,981	1-10-3-4
1	5	4,641	1-10-3-4-5
1	6	4,694	1-10-3-4-6
1	7	6,331	1-10-3-4-5-7
1	8	6,154	1-10-3-4-6-8
1	9	6,531	1-10-3-4-5-7-9
1	10	2,9	1-10
1	11	3,6	1-11
1	12	3,8	1-11-12
1	13	4,47	1-11-13
1	14	4,86	1-11-13-14
1	15	4,8	1-11-15
1	16	5,03	1-11-13-14-16
1	17	5,185	1-11-13-14-17

Рисунок 2.14 – Результаты расчета в программе RKR Version 3.0

На основании результатов полученных в программе RKR Version 3.0 составляем матрицу кратчайших расстояний между пунктами, в которой указаны расстояния в метрах между клиентами и складом. Матрица представлена в таблице 2.14

Таблица 2.14 – Матрица кратчайших расстояний

От	До												
	ЦС (21)	К1 (2)	К2 (9)	К3 (12)	К4 (24)	К5 (34)	К6 (32)	К7 (36)	К8 (64)	К9 (60)	К10 (85)	К11 (104)	К12 (97)
ЦС(21)	0	3534	5549	2828	1380	5080	5525	6862	9946	10174	12145	16074	17155
К1 (2)	3534	0	4675	6362	4914	8614	9059	10396	13480	13708	15679	19608	20689
К2 (9)	5549	4675	0	8377	6929	10629	11074	12411	15495	15723	17694	21623	22704
К3 (12)	2828	6362	8377	0	2768	6184	5739	7966	11050	10824	12991	16702	17805
К4 (24)	1380	4914	6929	2768	0	3700	4145	5482	8566	8794	10765	14694	15775
К5 (34)	5080	8614	10629	6184	3700	0	445	1782	4866	5094	7065	10994	12075
К6 (32)	5525	9059	11074	5739	4145	445	0	2227	5053	5085	7252	10985	12066
К7 (36)	6862	10396	12411	7966	5482	1782	2227	0	3488	3872	5687	9772	10853
К8 (64)	10142	13676	15691	10792	8762	5062	5053	6844	0	687	3047	6398	7479
К9 (60)	10174	13708	15723	10824	8794	5094	5085	6876	687	0	3734	6449	7530
К10(85)	12341	15875	17890	12991	10961	7261	7252	9043	3047	3734	0	9445	10526
К11(104)	16074	19608	21623	16702	14694	10994	10985	12776	6398	6449	9445	0	2014
К12(97)	17155	20689	22704	17805	15775	12075	12066	13857	7479	7530	10526	2014	0



## 2.4.2 Выбор подвижного состава для развозочных маршрутов

Для осуществления перевозок автомобильному транспорту требуется подвижной состав, соответствующий роду, характеру груза и отвечающий условиям, в которых ему приходится работать, и одновременно сохраняющий груз в момент перевозки. Автомобильная промышленность производит подвижной состав разнообразных моделей и модификаций, наиболее полно отвечающий различным потребностям в перевозках грузов и пассажиров, который классифицируется по ряду признаков.

К грузовым транспортным средствам относится подвижной состав, имеющий универсальный кузов (бортовая грузовая платформа), предназначенный для перевозки различных грузов, и специализированный подвижной состав с кузовом специальной конструкции, предназначенным для перевозки одного вида грузов или однородной группы грузов (самосвалы, фургоны, панелевозы, лесовозы и др.).

В зависимости от типа установленного двигателя подвижной состав на автомобильном транспорте подразделяется [19]:

- на автомобили с бензиновыми двигателями (в основном на транспортных средствах небольшой грузоподъемности);
- автомобили с дизельными двигателями;
- автомобили с газобаллонными установками;
- автомобили с гибридными, электрическими и др. типами двигателей, которые не выделены в особый класс как не имеющие в настоящее время определяющего значения при выполнении перевозок грузов и пассажиров транспортом общего пользования.

По конструктивной схеме автомобильные транспортные средства подразделяют на одиночные (автомобили) и автопоезда.

Автопоезд состоит из автомобиля с прицепом или автомобиля-тягача с полуприцепом. Прицепы и полуприцепы относят к несамоходным транспортным средствам, имеющим одну или несколько осей.

Разделение автомобильных транспортных средств на классы производится в зависимости [19]:

- от рабочего объема цилиндров двигателя для легковых автомобилей;
- габаритной длины для автобусов;
- полной массы для грузовых автомобилей.

Грузовые автомобили классифицируются по полной массе на 7 классов:

- 1 класс (до 1,2 т);
- 2 класс (1,2 до 2 т);
- 3 класс (от 2 до 8 т);
- 4 класс (от 8 до 14 т);
- 5 класс (от 14 до 20 т);
- 6 класс (от 20 до 40 т);
- 7 класс (свыше 40 т).

Так же, грузовые автомобили классифицируются по номинальной грузоподъемности, которая устанавливается заводом-изготовителем и показывает максимально допустимую нагрузку. В этом случае выделяют пять групп:

- особо малой грузоподъемности (до 0,5 т);
- малой (от 0,5 до 2,0 т);
- средней (от 2,1 до 5,0 т);
- большой (от 5,1 до 15,0 т);
- особо большой (свыше 15,0 т).

В таблице 2.15 представлена классификация автотранспортных средств, принятая в правилах Европейской экономической комиссии ООН [20].

Таблица 2.15 – Классификация автотранспортных средств, принятая в правилах ЕЭК ООН

Категория АТС	Тип автотранспортного средства	Полная масса, т	Примечания
M1	АТС с двигателем, предназначенным для перевозки пассажиров и имеющие не более 8 мест для сидения (кроме места водителя)	НР (не регламентируется)	Легковые автомобили
M2	АТС с двигателем, предназначенным для перевозки пассажиров и имеющие более 8 мест для сидения (кроме места водителя)	До 5,0	Автобусы
M3	АТС с двигателем, предназначенным для перевозки пассажиров и имеющие более 8 мест для сидения (кроме места водителя)	Свыше 5,0	Автобусы, в том числе сочлененные
N1	АТС с двигателем, предназначенные для перевозки грузов	До 3,5	Грузовые, специальные автомобили
N2	АТС с двигателем, предназначенные для перевозки грузов	Свыше 3,5 до 12,0	Грузовые автомобили, автомобили- тягачи, специальные автомобили
N3	АТС с двигателем, предназначенные для перевозки грузов	Свыше 12,0	Грузовые автомобили, автомобили- тягачи, специальные автомобили
01	АТС без двигателя	До 0,75	Прицепы и полуприцепы
02	АТС без двигателя	Свыше 0,75 до 3,5	Прицепы и полуприцепы
03	АТС без двигателя	Свыше 3,5 до 10,0	Прицепы и полуприцепы
04	АТС без двигателя	Свыше 10,0	Прицепы и полуприцепы

С учетом вышеизложенного, для перевозки сборных грузов на развозочных маршрутах возможно применение подвижного состава, имеющего универсальный кузов (бортовая грузовая платформа), и с кузовом специальной конструкции (фургоны). Тип установленного двигателя может быть бензиновым, дизельным, гибридными, электрическим, а также с газобаллонными установками. По полной массе целесообразно применение 3 класса грузовых автомобилей (от 2 до 8 т), а по номинальной

грузоподъемности относящихся к средней группе (2,1 до 5,0 т). По классификации автотранспортных средств, принятой в правилах ЕЭК ООН целесообразно применение категории N2.

В автопарке компании «Деловые Линии» 4 тысячи транспортных средств различной грузоподъемности, из них 22 процента это малотоннажный коммерческий транспорт. В таблице А.1 приложения А приведен подвижной состав по состоянию на 2019 год. На рисунке 2.15 представлены характеристики малотоннажного коммерческого транспорта.

## Малотоннажный автопарк компании



Рисунок 2.15 – Характеристики малотоннажного коммерческого транспорта

На данный момент, на предприятии из представленного выше малотоннажного коммерческого транспорта в свободном доступе имеются автомобили марки ГАЗель Next. Данный автомобиль имеет универсальный кузов, дизельный двигатель, по полной массе относится 3 классу грузовых автомобилей, а по номинальной грузоподъемности к средней группе, по классификации автотранспортных средств ЕЭК ООН имеет категорию N2. Характеристики ГАЗель Next представлены в приложении В.

С учетом вышеизложенного, в выпускной квалификационной работе, для организации развозочных маршрутов предлагается использовать автомобиль марки ГАЗель Next.

### 2.4.3 Маршрутизация перевозок

Процесс маршрутизации - это процесс решения многокритериальной задачи оптимизации. Существует несколько теоретических подходов к выполнению маршрутизации.

Эвристические методы вставок [21].

Наилучшее решение для конкретных исходных данных может быть найдено путем последовательного применения различных эвристических методов, используя для сравнительной оценки качества приближения длину полученного маршрута. Рассмотрим 4 наиболее популярных эвристических алгоритма:

- метод ближайшего соседа (Nearest Neighbor);
- метод ближайшего города (Nearest Town);
- метод самого дешевого включения (Most Cheap Inclusion);
- метод минимального остовного дерева (Minimum Spanning Tree).

В методе ближайшего соседа, пункты плана последовательно включаются в маршрут, причем, каждый очередной включаемый пункт должен быть ближайшим к последнему выбранному пункту среди всех остальных, еще не включенных в состав маршрута.

Метод ближайшего города на каждом шаге алгоритма строит допустимый маршрут по текущему подмножеству пунктов уже включенных в маршрут, добавляя к нему новый пункт из числа еще не включенных в маршрут, для которого найдется ближайший сосед из числа пунктов уже принадлежащих маршруту.

Метод самого дешевого включения на каждом шаге алгоритма проводит допустимый маршрут по текущему подмножеству пунктов, уже включенных в маршрут, добавляя к нему новый пункт, включение которого между некоторыми смежными пунктами приводит к минимальному увеличению стоимости (длины) маршрута.

Однако любой эвристический метод базируется на формально не обоснованных соображениях, поэтому невозможно доказать, что эвристический алгоритм для любых исходных данных находит решения близкие к оптимальному.

Табу-поиск [21].

Основоположителем мета-эвристического алгоритма табу-поиска является Ф. Гловер, который предложил принципиально новую схему локального поиска. Табу поиск является мета-эвристическим алгоритмом, который ведет местный поиск, чтобы уберечь его от попадания в ловушку преждевременных местных оптимумов, запрещая те перемещения, которые возвращают поиск к предыдущим решениям и приводят к циклической работе. Основным механизмом, позволяющим алгоритму избегать локальный оптимум, является табу список, который обновляется в конце каждой итерации. Выбор лучшего решения в окрестности происходит таким образом, что он не принимает ни одного из запрещённых атрибутов. Алгоритм табу поиска является довольно перспективным, однако введение штрафов на нарушение всех видов ограничений в целевую функцию не дает гарантий нахождения допустимых решений.

Метод ветвей и границ, метод отсечений [22].

Метод ветвей и границ – хорошо известный вариант поиска с возвращением и является лишь специальным типом поиска с ограничениями. Ограничения основываются на предположении, что каждое решение связано с определенной стоимостью, и что нужно найти оптимальное решение (решение с наименьшей стоимостью). Для применения этого метода стоимость должна быть четко определена для частичных решений. Мы можем отбросить частичное решение, если его стоимость больше или равна стоимости ранее вычисленных решений [22]. Эта проверка устраняет просмотр некоторых частей дерева, но на самом деле она достаточно слабая, допускающая глубокое проникновение внутрь дерева до того, как ветви обрываются, поэтому метод ветвей и границ и метод ветвей с отсечениями не

эффективны по времени выполнения. А тот факт, что данные методы относятся к классу точных методов, делает невозможным их применение к нашей задаче большой размерности.

Транспортная задача [23].

Транспортная задача (классическая) — задача об оптимальном плане перевозок однородного продукта из однородных пунктов наличия в однородные пункты потребления на однородных транспортных средствах (предопределённом количестве) со статичными данными и линейном подходе (это основные условия задачи).

Для классической транспортной задачи выделяют два типа задач: критерий стоимости (достижение минимума затрат на перевозку) или расстояний и критерий времени (затрачивается минимум времени на перевозку). Под названием транспортная задача, определяется широкий круг задач с единой математической моделью, эти задачи относятся к задачам линейного программирования и могут быть решены оптимальным методом. Однако, спец. метод решения транспортной задачи позволяет существенно упростить её решение, поскольку транспортная задача разрабатывалась для минимизации стоимости перевозок

Метод Кларка-Райта [21].

Метод Кларка-Райта был разработан двумя британскими учеными Г. Кларком (G. Clarke) и Дж.В. Райтом (J.W. Wright). Несмотря на давность разработки, он до сих пор остается одним из самых популярных методов для решения данной задачи, о чем свидетельствует практика его применения. Метод Кларка-Райта относится к числу приближенных, итерационных методов и предназначается для компьютерного решения задачи развозки. Этот алгоритм использует понятие выигрышей, чтобы оценить операции слияния между маршрутами. Выигрыш – мера сокращения стоимости, полученная комбинированием двух маленьких маршрутов в один больший маршрут. Достоинствами метода являются его простота, надежность и гибкость. Погрешность решения в среднем не превышает 6-11%.

Недостатками метода являются, что после первых нескольких итераций в задачах со многими ограничениями вероятность слияний маршрута может резко упасть, и мы не можем контролировать количество маршрутов. Данный метод неэффективен при количестве пунктов больше 500.

Для решения нашей задачи наиболее приемлемым методом, является метод Кларка-Райта.

С помощью метода Кларка-Райта определим количество и протяженность развозочных маршрутов. Для начала произведем расчет километровых выигрышей, на основании матрицы кратчайших расстояний и формулы (2.20). Полученные значения сводим в таблицу 2.16. Объем перевозок представлен в таблице В.3 приложения В.

$$S_{ij} = l_{0i} + l_{0j} - l_{ij}, \quad (2.20)$$

где  $S_{ij}$  – километровый выигрыш, получаемый при объединении пунктов  $i$  и  $j$ , км;

$l_{0i}$ ,  $l_{0j}$  – расстояние между оптовой базой и пунктами  $i$  и  $j$  соответственно, км;

$l_{ij}$  – расстояние между пунктами  $i$  и  $j$ , км.

Расчёт нескольких выигрышей:

$$S_{12} = l_{01} + l_{02} - l_{12} = 3534 + 5549 - 4675 = 4408$$

$$S_{13} = l_{01} + l_{03} - l_{13} = 3534 + 2828 - 6362 = 0$$

$$S_{14} = l_{01} + l_{04} - l_{14} = 3534 + 1380 - 4914 = 0$$

И так далее.



Таблица 2.16 – Матрица выгод (километровых выигрышей)

480	K1											
660	4408	K2										
790	0	0	K3									
830	0	0	1440	K4								
320	0	0	1724	2760	K5							
540	0	0	2614	2760	10160	K6						
410	0	0	1724	2760	10160	10160	K7					
400	0	0	1724	2760	10160	10418	13320	K8				
220	0	0	2178	2760	10160	10614	13164	19433	K9			
890	0	0	1982	2760	10160	10418	13320	19044	18585	K10		
660	0	0	2200	2760	10160	10614	13164	19622	19799	18774	K11	
430	0	0	2178	2760	10160	10614	13164	19622	19799	18774	31215	K12

Используя матрицу километровых выигрышей и матрицу кратчайших расстояний между пунктами мы можем решить задачу методом Кларка–Райта, который состоит:

Шаг 1: На матрице километровых выигрышей находим ячейку  $(i^*, j^*)$  с максимальным километровым выигрышем  $S_{\max}$  по формуле (2.21):

$$S_{\max} = \max_{i,j} s(i, j) = s(i^*, j^*), \quad (2.21)$$

При этом должны соблюдаться следующие три условия:

- пункты  $i^*$  и  $j^*$  не входят в состав одного и того же маршрута;
- пункты  $i^*$  и  $j^*$  являются начальным и/или конечным пунктом тех маршрутов, в состав которых они входят;
- ячейка  $(i^*, j^*)$  не заблокирована (т.е. рассматривалась на предыдущих шагах алгоритма).

Если удалось найти такую ячейку, которая удовлетворяет трем указанным условиям, то переход к шагу 2. Если не удалось, то переход к шагу 6.

Шаг 2: Маршрут, в состав которого входит пункт  $i^*$ , обозначим как маршрут 1. Соответственно, маршрут, в состав которого входит пункт  $j^*$ , обозначим как маршрут 2.

Введем следующие условные обозначения:

- $N = \{1, 2, \dots, n\}$  – множество получателей;
- $N_1 (N_1 \subset N)$  – подмножество пунктов, входящих в состав маршрута 1;
- $N_2 (N_2 \subset N)$  – подмножество пунктов, входящих в состав маршрута 2.

Очевидно, что  $i^* \in N_1, j^* \in N_2$  и  $N_1 \cap N_2 = \emptyset$  (согласно шагу 1, условие 1).

Рассчитаем суммарный объем поставок по маршрутам 1 и 2 по формулам (2.22) и (2.23):

$$q_1 = \sum_{k \in N_1} q_k \quad (2.22)$$

$$q_2 = \sum_{k \in N_2} q_k \quad (2.23)$$

где  $q_k$  – объем спроса  $k$ -го пункта, кг.

Шаг 3: Проверим на выполнение следующее условие (2.24):

$$q_1 + q_2 \leq c, \quad (2.24)$$

где  $c$  – грузопместимость автомобиля, кг (2500).

Если условие выполняется, то переход к шагу 4, если нет – к шагу 5.

Шаг 4: Производим объединение маршрутов 1 и 2 в один общий кольцевой маршрут  $X$ . Будем считать, что пункт  $i^*$  является конечным

пунктом маршрута 1, а пункт  $j^*$  – начальным пунктом маршрута 2. При объединении маршрутов 1 и 2 соблюдаем следующие условия:

- последовательность расположения пунктов на маршруте 1 от начала и до пункта  $i^*$  не меняется;
- пункт  $i^*$  связывается с пунктом  $j^*$ ;
- последовательность расположения пунктов на маршруте 2 от пункта  $j^*$  и до конца не меняется.

Шаг 5: Повторяем шаги 1 – 4 до тех пор, пока при очередном повторении не удастся найти  $S_{\max}$ , который удовлетворяет трем условиям из шага 1.

Результаты сводим в таблицу 2.17

Шаг 6: Рассчитываем суммарный пробег автотранспорта.

Таблица 2.17 - Решение задачи развозки методом Кларка – Райта

№ п/п	Шаг 1			Шаг 2			Шаг 3	Шаг 4			
	$i^*$	$j^*$	$S_{\max}$	Условия			$q_1$	$q_2$	$q_1+q_2 \leq c$ 2500	№ маршрута	Маршрут
				1	2	3					
1	11	12	31215	+	+	+	660	430	+1090	1	0-11-12-0
2	9	11	19799	+	+	+	220	1090	+1310	1	0-9-11-12-0
3	9	12	19799	-	+	+	-	-	-	-	-
4	8	12	19622	+	+	+	400	1310	+1710	1	0-9-11-12-8-0
5	8	11	19622	-	+	+	-	-	-	-	-
6	8	9	19433	-	+	+	-	-	-	-	-
7	8	10	19044	+	+	+	1710	890	-2600	-	-
8	10	11	18774	+	+	+	890	1710	-2600	-	-
9	7	8	13320	+	+	+	410	1710	+2120	1	0-9-11-12-8-7-0
10	7	10	13320	+	+	+	2120	890	-3010	-	-
11	6	10	10418	+	+	+	540	890	+1430	2	0-6-10-0
12	5	6	10160	+	+	+	320	1430	+1750	2	0-5-6-10-0
13	1	2	4408	+	+	+	480	660	+1140	3	0-1-2-0
14	3	4	1440	+	+	+	790	830	+1620	4	0-3-4-0

Графа 1 – номер итерации.

Графы 2, 3 – номера пунктов  $i^*$  и  $j^*$ , которые обозначают ячейку с максимальным километровым выигрышем  $S_{\max} = s(i^*, j^*)$ , найденную в результате просмотра матрицы километровых выигрышей.

Графа 4 – значение максимального километрового выигрыша  $S_{\max}$ .

Графы 5, 6 и 7 – результаты проверки условий 1, 2 и 3 при выполнении шага 1. “+” – положительный результат, “–” – отрицательный результат.

Графы 8 и 9 – объем перевозок по маршруту 1, в состав которого входит пункт  $i^*$  ( $q_1$ ), и маршруту 2, в состав которого входит пункт  $j^*$  ( $q_2$ ).

Графа 10 – проверка на условие  $q_1 + q_2 \leq c$ , где  $c$  – грузопместимость транспортного средства. “+” – положительный результат проверки условия, “–” – отрицательный результат.

Графа 11 – порядковый номер кольцевого маршрута.

Графа 12 – структура кольцевого маршрута, образовавшегося на данной итерации.

Итерация 1: Объединяем два радиальных маршрута: 0-11-12-0

Итерация 2: Присоединяем радиальный маршрут 0-9-0 в общий кольцевой маршрут (под № 1) 0-9-11-12-0.

Итерация 3: Объединение не возможно, так как не выполняется условие 1.

Итерация 4-11: Повторяют ту же логику рассуждений, что и в предыдущих 3 итерациях.

Итерации с 11 по 60 уже не имеют смысла, поскольку их выполнение уже не повлечет за собой изменение плана развозки.

Произведя расчеты, получаем 4 маршрута.

Исходный план развозки состоит из 12 радиальных маршрутов, когда доставка груза в каждый из пунктов назначения осуществляется по отдельному маршруту. При этом общий пробег автотранспорта составляет формула (2.25):

$$L_0 = 2 \cdot l_{01} + 2 \cdot l_{02} + \dots + 2 \cdot l_{016}, \quad (2.25)$$

$$L_0 = 2 \cdot 3534 + 2 \cdot 5549 + 2 \cdot 2828 + 2 \cdot 1380 + 2 \cdot 5080 + 2 \cdot 5525 + 2 \cdot 6862 + 2 \cdot 9946 + 2 \cdot 10174 + 2 \cdot 12145 + 2 \cdot 16074 + 2 \cdot 17155 = 192504 \text{ м.}$$

Суммарный километровый выигрыш за 8 итераций составляет:

$$S = 31215 + 19799 + 19622 + 13320 + 10418 + 10160 + 4408 + 1440 = 110382.$$

Графически оптимальная схема развозки представлена на рисунках 3.В-6.В в приложении В.

Как видно, оптимальная схема развозки включает в себя 4 кольцевых маршрута, вместо первоначальных 12 радиальных маршрутов. Суммарный пробег автотранспорта можно определить по следующей формуле:

$$\sum_{i=1}^r L_i, \quad (2.26)$$

где  $L_i$  – протяженность  $i$ -го маршрута, м;

$r$  – количество маршрутов.

Рассмотрим кольцевой маршрут №1 0-9-11-12-8-7-0. Протяженность маршрута определяется по формуле (2.26):

$$L_1 = l_{0-9} + l_{9-11} + l_{11-12} + l_{12-8} + l_{8-7} + l_{7-0},$$

$$L_1 = 10174 + 6449 + 2014 + 7479 + 6844 + 6862 = 39822 \text{ м.}$$

Рассмотрим кольцевой маршрут №2 0-5-6-10-0. Протяженность маршрута определяется по формуле (2.26):

$$L_2 = l_{0-5} + l_{5-6} + l_{6-10} + l_{10-0},$$

$$L_2 = 5080 + 445 + 7252 + 12341 = 25118 \text{ м.}$$

Рассмотрим кольцевой маршрут №3 0-1-2-0. Протяженность маршрута определяется по формуле (2.26):

$$L_3 = l_{0-1} + l_{1-2} + l_{2-0},$$

$$L_3 = 3534 + 4675 + 5549 = 13785 \text{ м.}$$

Рассмотрим кольцевой маршрут №4 0-3-4-0. Протяженность маршрута определяется по формуле (2.26):

$$L_4 = l_{0-3} + l_{3-4} + l_{4-0},$$

$$L_4 = 2828 + 2768 + 1380 = 6976 \text{ м.}$$

Полученные значения сведены в итоговую таблицу.

Также были рассчитаны коэффициент использования грузоподъемности и коэффициент использования пробега для маятникового и кольцевого маршрутов, и время оборота для кольцевых маршрутов по формулам (2.27 – 2.29):

$$K_{\text{гр}} = \frac{Q_{\text{факт}}}{Q_{\text{ном}}}, \quad (2.27)$$

где  $Q_{\text{факт}}$  – масса фактически перевезенного груза, кг;

$Q$  – номинальная грузоподъемность автомобиля, кг.

$$K_{\text{п}} = \frac{L_{\text{гр}}}{L_{\text{общ}}}, \quad (2.28)$$

где  $L_{гр}$  – расстояние, пройденное автомобилем с грузом, м;

$L_{общ}$  – общее расстояние, пройденное автомобилем, м.

$$T_0 = \frac{L_{общ}}{V_{тех}} + \sum t_{пр} \quad (2.29)$$

где  $L_{общ}$  – общее расстояние, пройденное автомобилем, м;

$V_{тех}$  – техническая скорость автомобиля, км/ч;

$\sum t_{пр}$  – суммарное время погрузки-разгрузки,  $t_{пр} = 0,16$  ч.

Расчеты представлены в Таблицах 2.18-2.20.

Таблица 2.18 – Коэффициент использования грузоподъемности ТС для маятникового маршрута

Маршрут	Коэффициент грузоподъемности (Кгр)
К1	0,19
К2	0,26
К3	0,31
К4	0,33
К5	0,12
К6	0,21
К7	0,16
К8	0,16
К9	0,08
К10	0,35
К11	0,26
К12	0,17

Таблица 2.19 – Коэффициент использования грузоподъемности ТС для кольцевого маршрута и время оборота на маршруте

Показатели	Маршруты			
	1	2	3	4
К <sub>гр</sub>	0,85	0,70	0,46	0,65
Т <sub>о</sub> , ч	2,3	1,48	0,87	0,59

Таблица 2.20 – Результаты решения

№ маршрута	Пункты	Объем поставок, кг	Общий пробег, км	Пробег с грузом, км	Коэффициент использования пробега	Выгода маршрута км
1	Ск-К <sub>9</sub> -К <sub>11</sub> -К <sub>12</sub> -К <sub>8</sub> -К <sub>7</sub> -Ск	2120	39,822	32,960	0,82	83,956
2	Ск-К <sub>5</sub> -К <sub>6</sub> -К <sub>10</sub> -Ск	1750	25,118	12,777	0,50	20,578
3	Ск-К <sub>1</sub> -К <sub>2</sub> -Ск	1140	13,785	8,236	0,59	4,408
4	Ск-К <sub>3</sub> -К <sub>4</sub> -Ск	1620	6,976	5,596	0,80	1,440
Общая выгода 4 маршрутов						110,382

#### 2.4.4 Расчет потребного числа подвижного состава

Потребное число подвижного состава, требуемое для осуществления заданного объема перевозок по заданным маршрутам, определим по формулам (2.30 – 2.32):

$$A = \frac{Q_{\text{сут}}}{Q_{\text{СА}}} \quad (5.30)$$

где  $Q_{\text{сут}}$  – суточный объем перевозок, тонн;

$Q_{\text{СА}}$  – объем перевозок, осваиваемый одним работающим автомобилем в сутки, тонн.

$$Q_{\text{СА}} = q_{\text{п}} \cdot Z_{\text{об}} \cdot K_{\text{гр}} \quad (5.31)$$

где  $q_{\text{п}}$  – грузоподъемность автомобиля, тонн;



$Z_{об}$  – число целых оборотов за сутки;

$K_{гр}$  – коэффициент использования грузоподъемности.

$$Z_{об} = \frac{T_m}{T_o} \quad (5.32)$$

где  $T_m$  – время работы автомобиля на маршруте, час;

$T_o$  – время одного оборота, час.

Найденная величина количества подвижного состава округляется до целого числа.

Результаты, полученные из расчетов, сведем в таблицу 2.21.

Таблица 2.21 – Результаты расчета потребного числа подвижного состава

Показатели	Маршрут 1	Маршрут 2	Маршрут 3	Маршрут 4
Суточный объем перевозок, т	2,12	1,75	1,14	1,62
Время оборота по маршруту, час.	2,3	1,48	0,87	0,59
Число целых оборотов за сутки	3,47	5,4	9,19	13,55
Объем перевозок, осваиваемый одним работающим автомобилем в сутки, т	7,35	9,45	10,47	21,95
Потребное число подвижного состава	1	1	1	1

На рисунке 2.16 показана не регулярность доставки грузов на развозочных маршрутах.

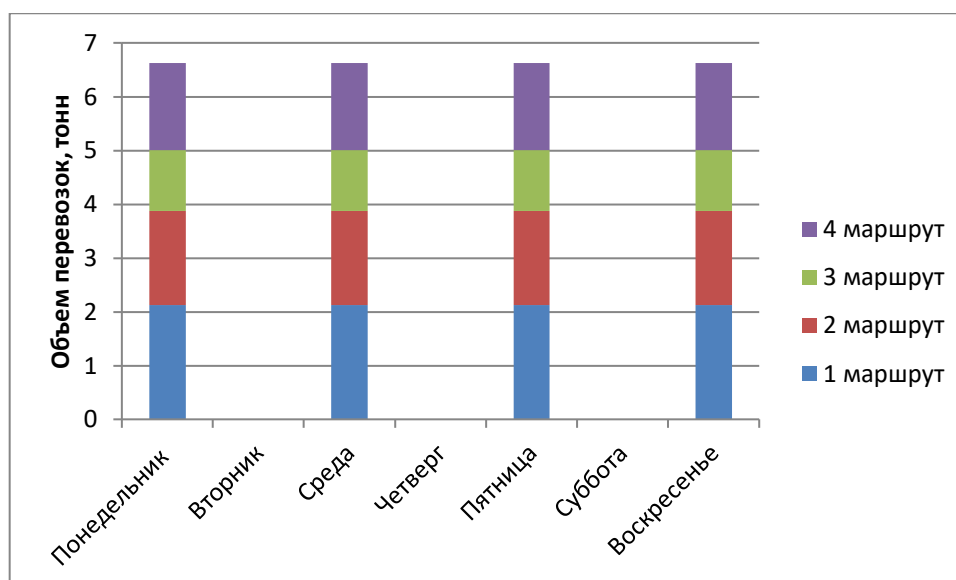


Рисунок 2.16 – График не регулярности доставки грузов

Исходя из графика нерегулярности доставки грузов, мы видим, что отправки по маршрутам осуществляются не каждый день. По расчетам потребное число подвижного состава составляет 1 единица, без учета коэффициента технической готовности. Таким образом, одна единица подвижного состава в состоянии справиться с программой перевозок.

#### 2.4.5 Обзор программного обеспечения маршрутизации перевозок

В настоящее время специализированное программное обеспечение GIS-класса широко используется для формирования транспортных маршрутов. Сегодня на российском рынке многие компании предлагают свои программные продукты для решения задач транспортной логистики (инструменты маршрутизации). Рассмотрим их более подробно.

Комплекс ArcLogistics [24].

Эта программа была разработана известной американской компанией ESRI. Корпорация ESRI (США) является одним из мировых лидеров в разработке, создании и продвижении географических информационных систем. В настоящее время в ESRI работает 2700 человек в Соединенных Штатах, из которых 1900 работают в штаб-квартире компании в

Калифорнии. Менеджеры убеждены, что технологии географических информационных систем должны постоянно развиваться для удовлетворения меняющихся потребностей бизнеса, промышленности, администрации и образования.

ArcLogistics - это инструмент для планирования и оптимизации работы парка транспортных средств: импорт заказов, расчет оптимальных маршрутов, создание маршрутов, создание отчетов, анализ эффективности работы. Основные преимущества ArcLogistics: распределение заказов по автопарку, доступность дорожных данных по всей Европе, совместимость с другими программными продуктами ESRI, использование нескольких складов, учет временных окон, большое количество характеристик транспортных средств, связь с внешними системами через ODBC, работа со связанными заказами. На рисунке 2.17 представлен интерфейс программы ArcLogistics.

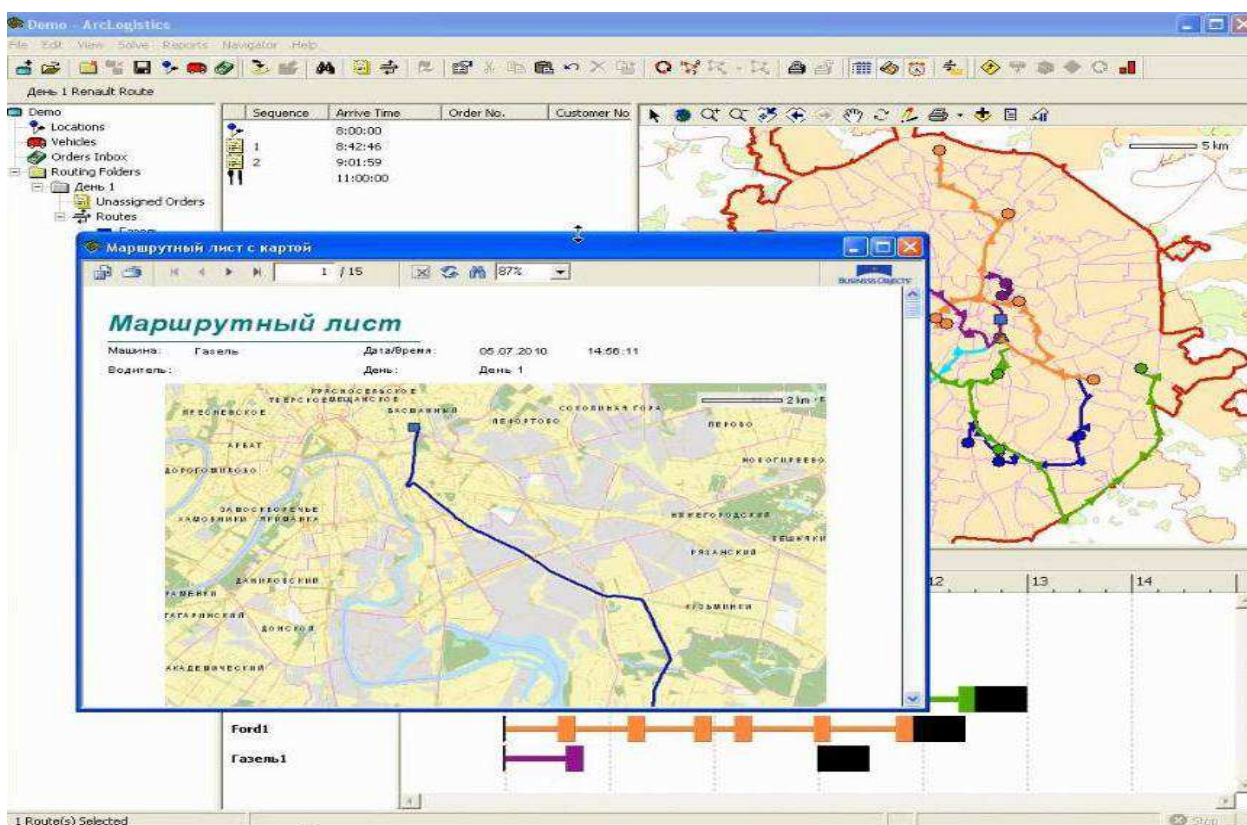


Рисунок 2.17 – Интерфейс программы ArcLogistics  
Программа TruckStops [25].

Продукт TruckStops был разработан MicroAnalytics. TruckStops - ведущее программное обеспечение для маршрутизации и планирования транспортных средств. Он предназначен для компаний, использующих 5 или более транспортных средств. Основные эффекты: измерение общего времени в пути, оплаты водителей, расходы на техническое обслуживание и стоимость топлива. Использование TruckStops позволяет компаниям сократить расходы на доставку, улучшить обслуживание клиентов, создать экономичные маршруты и оптимизировать административное управление. На рисунке 2.18 представлен интерфейс программы TruckStops.

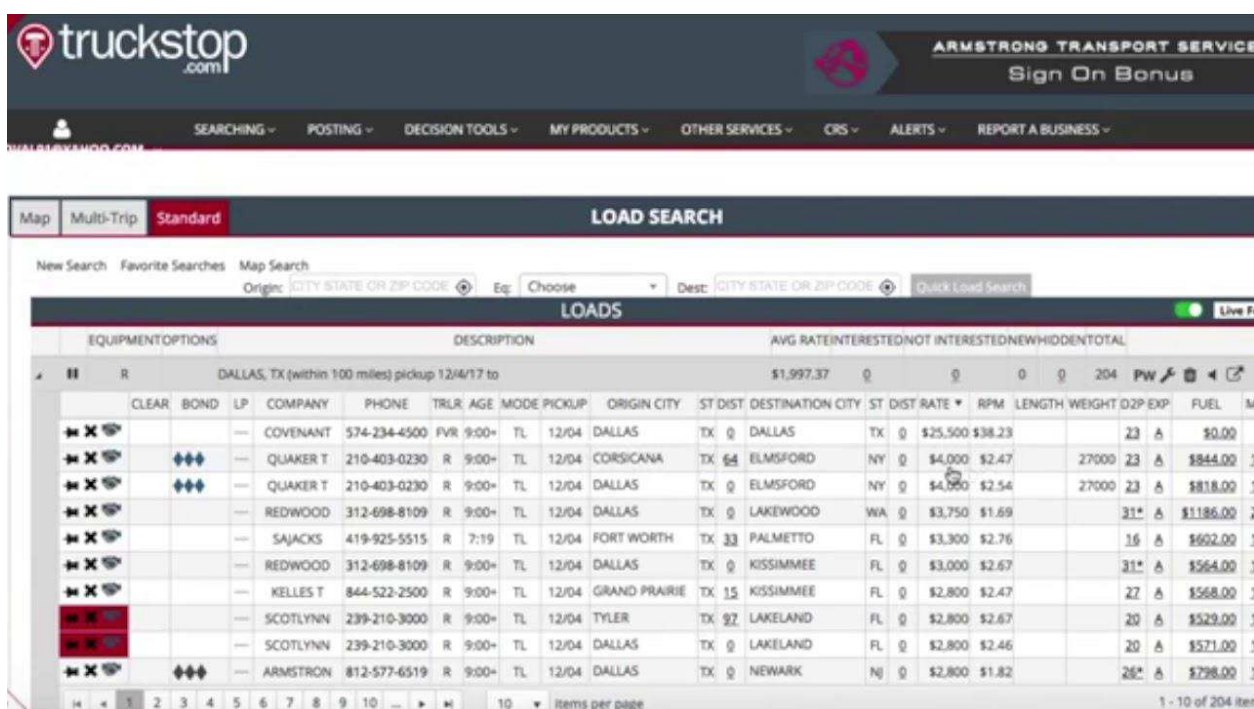


Рисунок 2.18 – Интерфейс программы TruckStops

«ИТОВ: Центр логистики» [26].

Программно-аппаратный комплекс «ИТОВ: Центр логистики» - это комплексная, универсальная система для планирования организации доставки (вывоза) материальных ресурсов (продукции) от первичного источника сырья (производство, склад) до конечного потребителя, а также GPS/ГЛОНАСС мониторинг (контроль) исполнения поставленных задач на всех этапах работ. Программный продукт реализован на базе технологической платформы «1С- Предприятие 8». На рисунке 2.19

представлен интерфейс программы «ИТОВ: Центр логистики» на базе технологической платформы «1С- Предприятие 8».

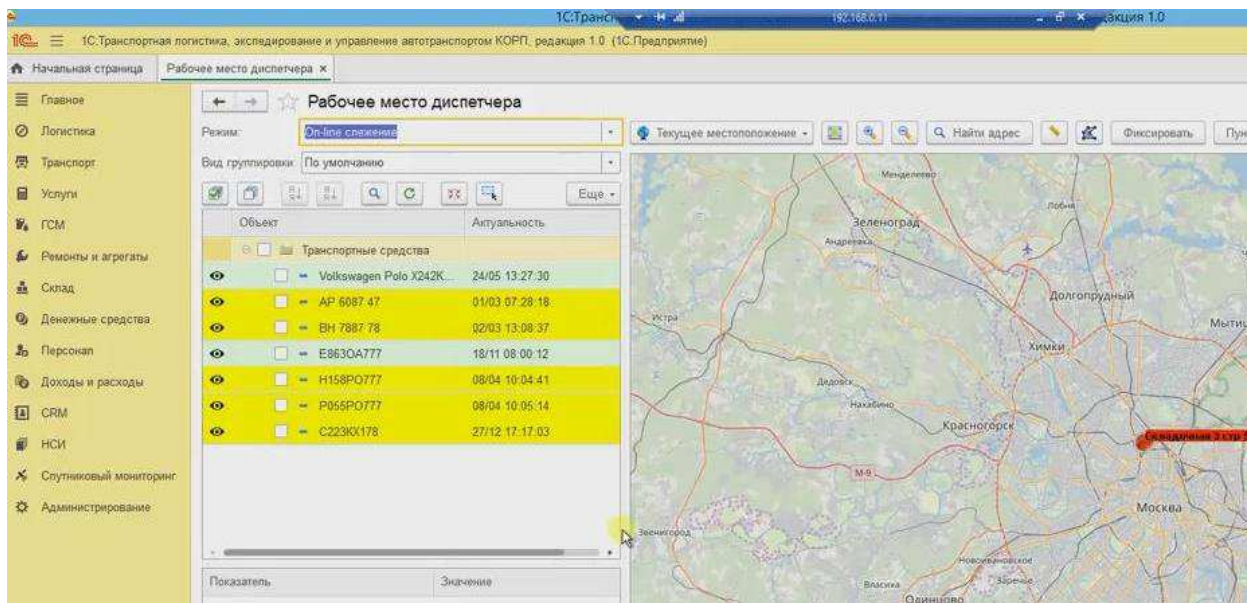


Рисунок 2.19 – Интерфейс программы «ИТОВ: Центр логистики»

В архитектуру решения заложено большинство транспортно-логистических операций, возникающих на различных предприятиях, что позволяет адаптировать продукт практически для любой организации. «ИТОВ: Центр Логистики» легко интегрировать в любую типовую конфигурацию 1С 8- ой версии, благодаря чему появляется возможность учитывать логистические процессы в учетной системе предприятия.

Свойства данного решения:

- оптимальный маршрут посещения заказчиков, даёт минимальный пробег автопарка (сокращение пробега транспорта от 25% до 50%);
- максимально быстрая доставка продукции;
- устранение человеческого фактора при принятии решений (сокращение диспетчеров - экономия на З/П и организации рабочих мест);
- сокращение расходов на доставку продукции за счет оптимальной загрузки транспорта;
- аналитика привлеченного, арендованного транспорта (подбор наемного транспорта от объема вывозимой продукции);

- универсальность платформы 1С, возможность подготовить любой интересующий отчет.

Программа «Деловая карта» [27].

Деловая карта – программный продукт, разработанный INGIT. Программа обладает мощным и гибким механизмом для расчета доставки товаров. Благодаря своей гибкости этот механизм может применяться практически к любой конкретной задаче - развозка грузов с центрального склада, завоз грузов из разных мест на центральный склад, развозка с нескольких складов, завоз на несколько складов, а также к задачам, не имеющим центральных точек - доставка корреспонденции из разных мест в разные места, перевозка мебели при переездах и т.д. Гибкость имеет недостаток - для постановки задачи необходимо большое количество входных данных. Главная особенность этой программы в том, что она встроенная и работает с системой 1С. На рисунке 2.20 представлен интерфейс программы «Деловая карта».

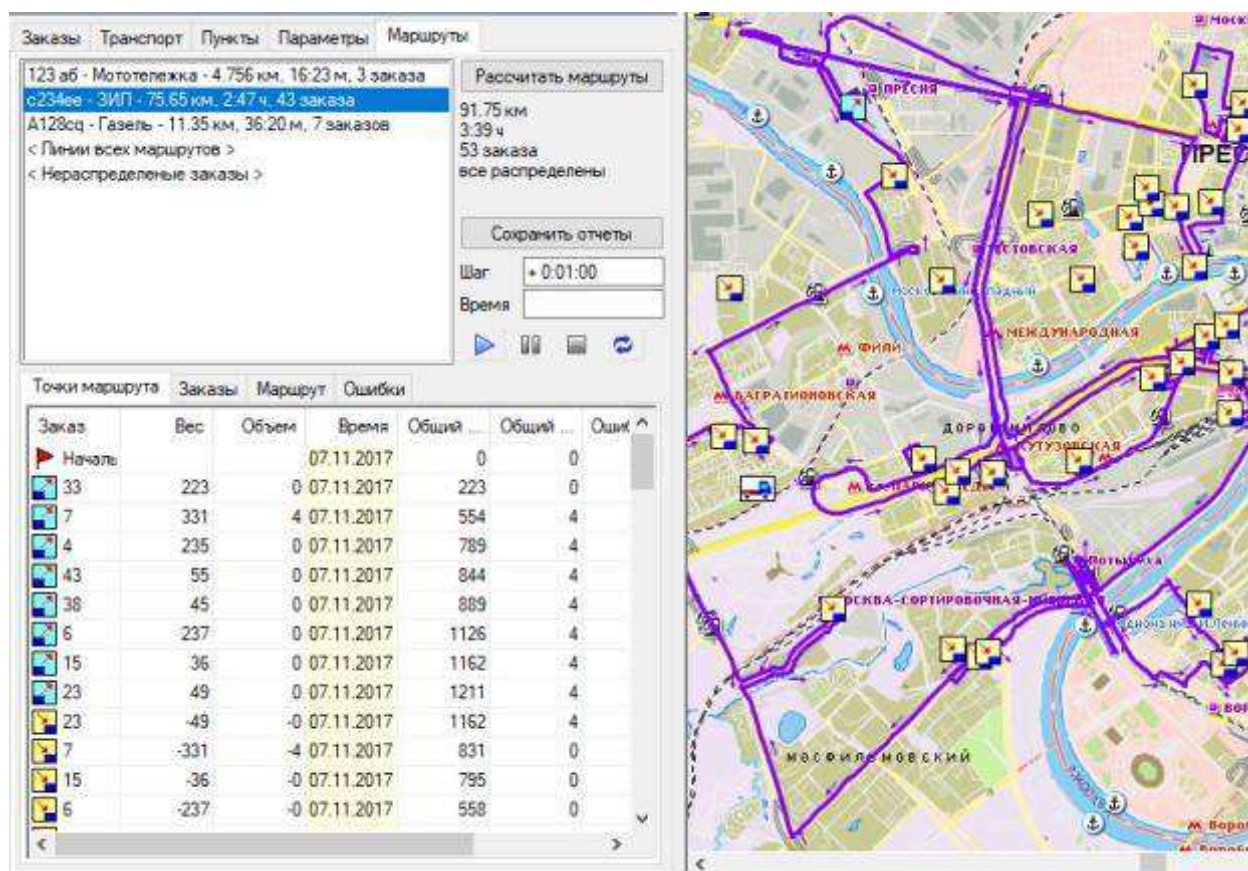


Рисунок 2.20 – Интерфейс программы «Деловая карта»

Программный комплекс «Мегалогист» [28].

Разработан на платформе «1С:Предприятие 8». Предназначен для комплексной автоматизации транспортной логистики. Программа позволяет создавать задания на перевозку планировать маршруты в ручном и автоматическом режиме, контролировать выполнение рейсов в онлайн-режиме проводить анализ KPI и рентабельности доставки. На рисунке 2.21 представлен интерфейс программы «Мегалогист».

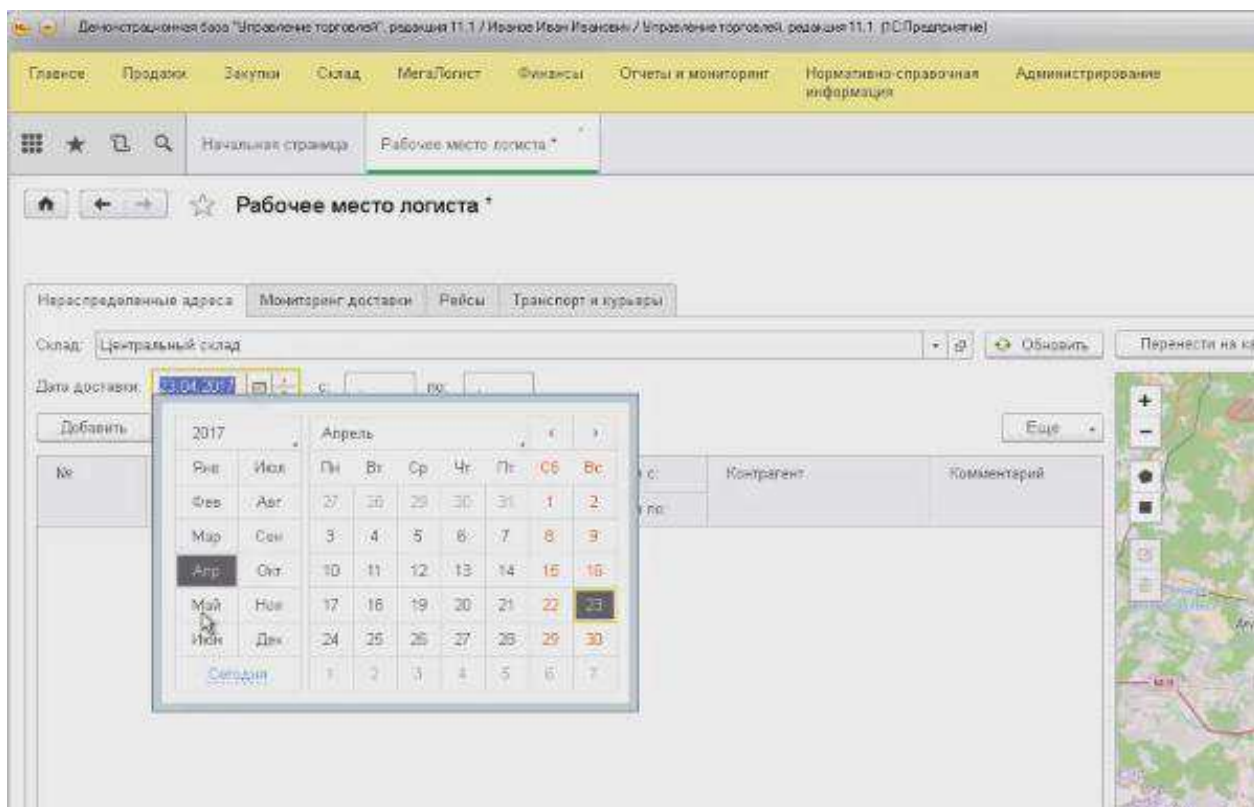


Рисунок 2.21 – Интерфейс программы «Мегалогист»

Программа «Грузоперевозки» [29].

Программа позволяет принимать и контролировать запросы на хранение, транспортировку, перегрузку, погрузку, разгрузку, страхование, стандартные сборные перевозки, крупногабаритные и другие виды грузов. Существуют тарифные планы, учет горюче-смазочных материалов, учет депозитов, планирование и контроль ремонта автомобилей, расчет заработной платы, подготовка документации всех видов, в дополнение к различным типам отчетов, анализ и контроль задолженности, расчет рентабельности. для транспорта, менеджеров и всей компании в целом.

Отправка e-mail, смс, встроенная проверка контрагентов по множеству параметров в системе «Контурфокус». На рисунке 2.22 представлен интерфейс программы «Грузоперевозки».

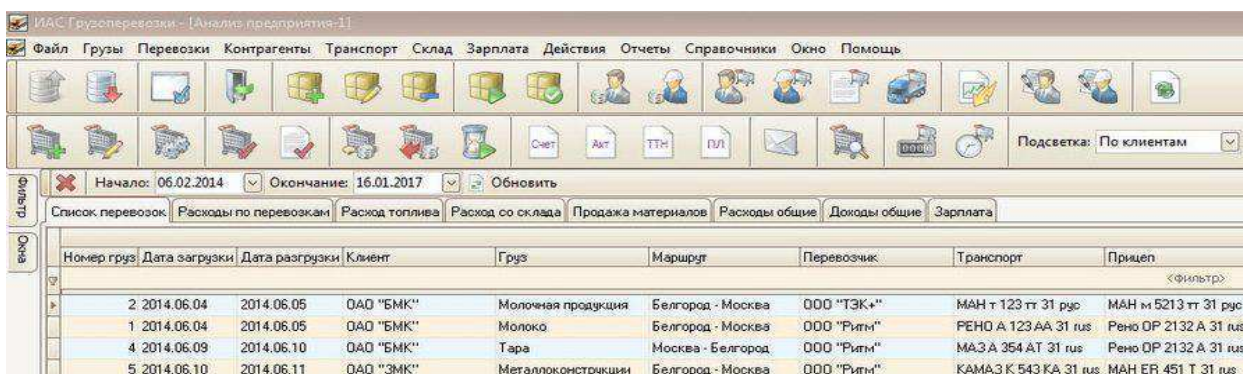


Рисунок 2.22 – Интерфейс программы «Мегалогист»

Программа «Департамент логиста» [30].

Облачный сервис для ведения бизнеса в сфере грузоперевозок, который помогает существенно сократить транспортные расходы за счет построения оптимальных маршрутов загрузки исходя из параметров кузова и распределения заказов по транспортным средствам клиентов. На рисунке 2.23 представлен интерфейс программы «Департамент логиста».

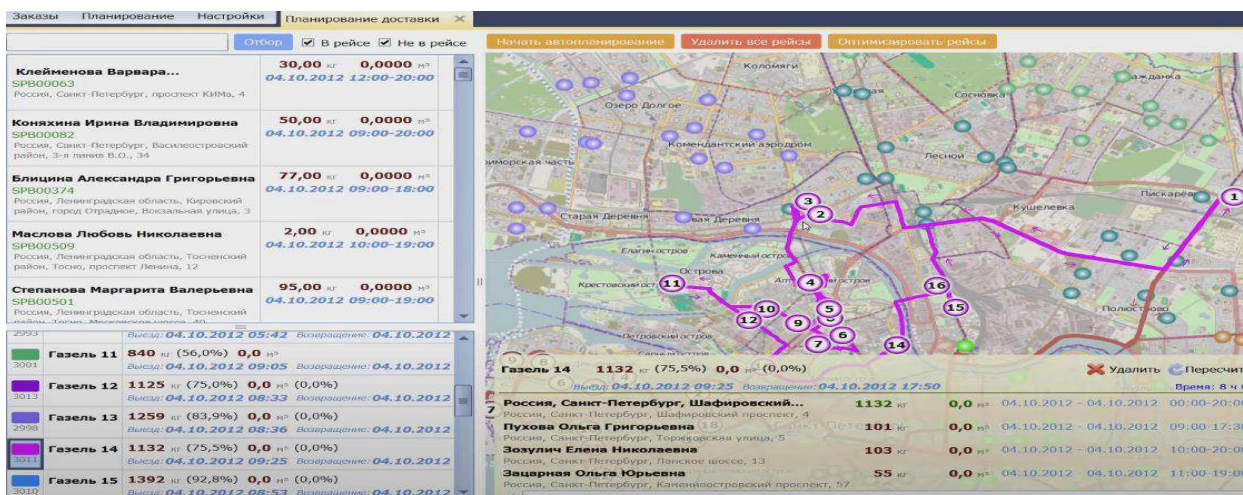


Рисунок 2.23 – Интерфейс программы «Департамент логиста»

Оптимизация маршрутов приводит к изменению технико-эксплуатационных показателей работы подвижного состава, что влияет на эффективность его работы. Выбор программного комплекса необходимо делать, отталкиваясь от поставленных задач.



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе на тему «Совершенствование перевозок грузов, выполняемых ООО «Деловые Линии»», были рассмотрены основные задачи, а также мероприятия по их решению для совершенствования логистической системы предприятия.

В ходе проектирования было проведено технико-экономическое обоснование, которое позволило оценить текущее состояние логистической системы и определить перспективы для дальнейшего ее совершенствования.

Для совершенствования логистической системы предлагается открыть терминал в Усть-Кутском районе Иркутской области.

Рассмотрев метод пробной точки и метод центра тяжести грузопотоков, было определено местоположение терминала. Далее была рассчитана площадь проектируемого терминала и рассмотрены варианты готовых решений (аренды). Также были рассчитаны производственные мощности проектируемого терминала и определен объем инвестиций для начала работы терминала.

На основе координат проектируемого терминала были сформированы развозочные маршруты и рассчитано требуемое количество подвижного состава для выполнения программы перевозок. Также было рассмотрено программное обеспечение для маршрутизации перевозок.

## СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ООО – общество с ограниченной ответственностью;

г. – город;

ПС – подвижной состав;

ТС – транспортное средство;

ПРМ – погрузо-разгрузочные механизмы;

м<sup>2</sup> – метр квадратный;

м<sup>3</sup> – метр кубический;

руб – рублей;

рублей/м<sup>3</sup> – рублей за метр кубический;

рублей/т – рублей за тонну;

руб/год – рублей в год;

т/м<sup>2</sup> – тонн в метре квадратном;

тыс. руб – тысяч рублей;

т – тонна;

кВт – киловатт;

тыс. т – тысяч тонн;

ч – часы;

м/с – метров в секунду;

км/ч – километров в час;

шт – штук;

ед – единица;

км – километр;

м – метр;

мм – миллиметр;

сек – секунда;

мин – минута.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 [Электронный ресурс]: Деловые Линии – Режим доступа: <https://www.dellin.ru>;
- 2 Герами, В. Д. Управления транспортными системами, транспортное обеспечение логистики: Учебник для вузов / В.Д. Герами, А.В. Колик – М.: Юрайт , 2020. – 533 с.;
- 3 Пеньшин, Н. В. Общий курс транспорта: Учебное пособие для вузов / Н.В. Пеньшин – М.: ФГБОУ ВПО ТГТУ , 2012. – 132 с.;
- 4 Миротина, Л. Б. Транспортная логистика: Учебник для транспортных вузов / Л.Б. Миротина – М.: Экзамен , 2005. – 512 с.;
- 5 Кузьбожев, Э. Н. Логистика: Учебное пособие для вузов / Э.Н. Кузьбожев, С.А Тиньков – М.: КНОРУС , 2004. – 224 с.;
- 6 [Электронный ресурс]: Электрические вилочные погрузчики EFG 425/425k/430/430k – Режим доступа: <https://www.jungheinrich.ru/produkcija/>;
- 8 [Электронный ресурс]: ВТ-Машинери. – Режим доступа: <https://www.btcar.ru/catalog/>;
- 9 [Электронный ресурс]: Погрузчики ком – Режим доступа: <http://www.pogruzchiki.com/katalog-pogruzchikov/>
- 10 [Электронный ресурс]: Складская техника Jungheinrich – Режим доступа: <https://jh-shop.ru/catalog/>;
- 11 [Электронный ресурс]: Складская техника Tisel – Режим доступа: <https://tisel-rus.ru/catalog/>;
- 12 Родионова, В. Н. Основы логистики и управление цепями поставок: Учебное пособие для вузов / В.Н. Родионова, О.Г. Туровец, Т.В. Щеголева, Н.Л Володина – М.: ФГБОУ ВО ВГТУ , 2017. – 247 с.;
- 13 Волгин, В. В. Склад организация, управление, логистика: Учебник для вузов / В.В. Волгин – М.: Дашков и Ко , 2006. – 880 с.;

- 14 Николайчук, В. Е. Логистика: Учебное пособие для вузов / В.Е. Николайчук – М.: Питер, 2001. – 160 с.;
- 15 Левкин, Г. Г. Логистика распределения: Учебное пособие для вузов / Г.Г. Левкин – М.: Директ-Медиа, 2018. – 253 с.;
- 16 [Электронный ресурс]: Усть-Кутский район краткая справка – Режим доступа: <http://libustkut.ru/>;
- 17 Николайчук, В. Е. Логистика: Учебное пособие для вузов / В.Е. Николайчук – М.: Питер, 2001. – 160 с.;
- 18 Подольская, М. Н. Квалиметрия и управление качеством: Учебное пособие для вузов / М.Н. Подольская – М.: ФГБОУ ВПО ТГТУ, 2011. – 80 с.;
- 19 Вельможин, А. В. Грузовые автомобильные перевозки: Учебник для вузов / А.В. Вельможин, В.А. Гудков, А.Б. Миротин, А.В. Куликов – М.: Горячая линия Телеком, 2006. – 560 с.;
- 20 ГОСТ Р 52051 – 2003 Механические транспортные средства и прицепы. Классификация и определения;
- 21 Тюрин, А. Ю. Эвристические методы решения задач доставки мелкопартионных грузов //Вестник Кузбасского государственного технического университета – 2007. – №. 1.
- 22 Алексеев О. Г., Володось И. Ф. О комплексном применении метода динамического программирования и метода ветвей и границ в задачах дискретного программирования //Автоматика и телемеханика. – 1976. – №. 4. – С. 92-100.
- 23 Бирман И. Я. Транспортная задача линейного программирования. – Изд-во эконом. лит-ры, 1962.
- 24 [Электронный ресурс]: Комплекс ArcLogistics Route – Режим доступа: [http://www.routesolutions.com/esri/alr9/ArcLogistics\\_Brochure.pdf](http://www.routesolutions.com/esri/alr9/ArcLogistics_Brochure.pdf);
- 25 [Электронный ресурс]: Комплекс TruckStops – Режим доступа: <https://truckstop.com/products/>;
- 26 [Электронный ресурс]: Комплекс ИТОВ – Режим доступа: <https://itob.ru/products/>;

- 27 [Электронный ресурс]: Комплекс Деловая карта – Режим доступа:  
<http://www.ingit.ru/businessmap/>;
- 28 [Электронный ресурс]: Мегалогист TMS – Режим доступа:  
<https://logirus.ru/it/megalogist/>;
- 29 [Электронный ресурс]: Программа грузоперевозки – Режим доступа:  
<https://программагрузоперевозки.рф>
- 30 [Электронный ресурс]: Программа Департамент логиста – Режим  
доступа: <https://www.ingruz.ru/poleznoe/programmy-dlya-gruzoperevozok>
- 31 [Электронный ресурс]: Погрузчики Toyota – Режим доступа:  
<http://www.pogruzchiki.com/katalog-pogruzchikov/>
- 32 [Электронный ресурс]: Погрузчики Jungheinrich – Режим доступа:  
<http://www.pogruzchiki.com/katalog-pogruzchikov/forklift/>
- 33 [Электронный ресурс]: Оборудование из Китая – Режим доступа:  
[https://totem28.ru/spectehnika/pogruzchiki/vilochnie\\_pogruzchiki/](https://totem28.ru/spectehnika/pogruzchiki/vilochnie_pogruzchiki/)

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

Грузоподъемность (кг) .....	3000
Максимальная высота подъема (мм) .....	7500
Высота подъема (мм) .....	2900-7500
Высота мачты в сложенном положении (мм) .....	2122-3287
Высота мачты в выдвинутом положении (мм) .....	3657-8237
Свободный ход (мм) .....	150-2550
Расстояние до центра тяжести груза (мм) .....	500
Высота защитной крыши (кабины) .....	2240
Класс каретки .....	3А
Ширина межстеллажного прохода, поддон 1000x1200 поперек (мм) .....	3797
Ширина межстеллажного прохода, поддон 800x1200, вдоль (мм) .....	3997
Радиус разворота (мм) .....	2150
Нагрузка на ось с грузом передн./ задн (кг) .....	7450/630
Нагрузка на ось без груза передн./задн (кг) .....	2770/2310
Дорожный просвет (мм) .....	117
Размер вил (мм) .....	45/125/1150
Ходовой двигатель мощность S2 60 мин (кВт) .....	15
Двигатель подъема, мощность при S3 (кВт) .....	22
Скорость подъема с грузом (м/с) .....	0.43
Скорость подъема без груза (м/с) .....	0.60
Скорость опускания с грузом (м/с) .....	0.58
Скорость опускания без груза (м/с) .....	0.58
Скорость движения с грузом (км/ч) .....	19

Рисунок А.1 – Характеристики погрузчика Jungheinrich EFG 430

## ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ А

<b>&gt;&gt; Основные характеристики</b>	
Полное название	Вилочный погрузчик Toyota 32-8FG30
Грузоподъёмность, кг	3000
<b>&gt;&gt; Двигатель</b>	
Модель двигателя	4Y
Тип двигателя	бензиновый
Рабочий объём двигателя, см <sup>3</sup>	2237
Мощность двигателя, кВт (л.с.)	35/38
Расчётная частота вращения, об/мин	2400/2600
Максимальный крутящий момент, Нм(кгсм)	147 (при 1800 об/мин)
Производитель двигателя (марка)	Toyota
<b>&gt;&gt; Размеры</b>	
Колесная (гусеничная) база, мм	1700
Габаритные размеры, мм	2795x1240x2170
Центр тяжести груза, мм	500
Свободная высота подъема груза, мм	135
Минимальная ширина пересекающихся проездов, мм	2305
Базов. ширина проездов для разворота машины, мм	2930
<b>&gt;&gt; Эксплуатационные характеристики</b>	
Высота подъёма рабочего органа, мм	2700-7000 (3000 STD)
<b>&gt;&gt; Колёса</b>	
Количество колес передн./задние (x- ведущие)	2x/2
<b>&gt;&gt; Ходовые характеристики</b>	
Наружный габаритный радиус поворота, мм	2430
Вид управления	сидя
<b>&gt;&gt; Навесное оборудование</b>	
Вид рабочего органа	Вилы
<b>&gt;&gt; Другие характеристики</b>	
Вид шасси	Колёса

Рисунок А.2 – Характеристики погрузчика TOYOTA 32-8FG30

## ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ А

Полное название	Электрический штабелер Jungheinrich ERC 220
Грузоподъёмность, кг	2000
Общий вес, кг	1310
<b>&gt;&gt; Двигатель</b>	
Тип двигателя	электрический
Мощность двигателя, кВт (л.с.)	Ходовой - 2,8; подъема- 3
<b>&gt;&gt; Топливная система</b>	
Максимальная скорость, км/ч	8
<b>&gt;&gt; Размеры</b>	
Дорожный просвет, мм	20
Колесная (гусеничная) база, мм	1357
Центр тяжести груза, мм	600
Свободная высота подъема груза, мм	100
Высота ручки управл. в раб. положении (мин./макс.)	1158/1414
Мачта, мм	2100-3465
Длина до спинки вил, мм	917
Общая ширина, мм	820
Общая длина, мм	2067
<b>&gt;&gt; Электрооборудование</b>	
Аккумуляторы (напряжение/ёмкость) , В/Ач	24 / 375
<b>&gt;&gt; Тормозная система</b>	
Рабочие тормоза	электрические
<b>&gt;&gt; Эксплуатационные характеристики</b>	
Максимальная высота подъема, мм	2800
<b>&gt;&gt; Колёса</b>	
Размер колес	230x77 / 85x85
Тип шин	Vulkollan
Количество колес передн./задние (х-ведущие)	1x+1/4
Колея передних/ задних колес, мм	507/400
<b>&gt;&gt; Ходовые характеристики</b>	
Наружный габаритный радиус поворота, мм	1618
Вид управления	сопровождая
<b>&gt;&gt; Навесное оборудование</b>	
Вид рабочего органа	вилы
Размер рабочего органа, ДхШхВ, мм	1150x185x56
<b>&gt;&gt; Характеристики погрузчика</b>	
Скорость подъема с грузом/без груза, мм/с	100/180
Скорость опускания с грузом/без груза, мм/с	370/340

Рисунок А.3 – Характеристики штабелера Jungheinrich ERC 220



## ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ А

Максимальная грузоподъемность (кг)	2000
Вес (кг)	51-61
Бренд	Jungheinrich
Ширина (мм)	520
Длина общая (мм)	1165-1520
Высота подъема (мм)	122
Высота вил (мм)	83

Рисунок А .4– Характеристики гидравлической тележки Jungheinrich AM G20

**Нестандартные** Повышенной грузоподъемности  
**Грузоподъемность (kg)** 3000  
**Высота подъема (mm)** 200  
**Длина вил (mm)** 1150  
**Ширина вил (mm)** 540  
**Высота опущенных вил (mm)** 85  
**Габариты (mm)** 1535\*540\*1230  
**Тип колес** PU/PU  
**Вес (kg)** 93

Рисунок А.5 – Характеристики гидравлической тележки Tisel T-30

## ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ А

Таблица А.1 – Подвижной состав компании «Деловые Линии»

Марка	Модель	Год выпуска	Количество единиц
Mercedes-Benz	Axor 1836	2012	149
Mercedes-Benz	Axor 1840	2017	238
Mercedes-Benz	Actros 1841	2015	153
Mercedes-Benz	Actros 1841	2016	250
Mercedes-Benz	Actros 1841	2017	411
Mercedes-Benz	Actros 1841	2018	186
Mercedes-Benz	Actros 1844	2012	201
Mercedes-Benz	Actros 1844	2016	209
Mercedes-Benz	Actros 1844	2017	597
Mercedes-Benz	Actros 1844	2018	403
Scania	R440	2018	134
Scania	R440	2017	25
Scania	G400	2014	4
Scania	G380	2011	4
Volvo	FH-Truck	2017	21
Volvo	FH-Truck	2016	6
Volvo	FH-Truck	2012	8
DAF	XF 105.460	2017	21
DAF	XF 105.460	2012	3
Iveco	Stralis AT440S45T	2018	27
Iveco	Stralis AT440S45T	2017	24
Iveco	Stralis AT440S45T	2012	4
MAN	TGS 19.400	2014	26
MAN	TGS 19.400	2012	7
КАМАЗ	5490-S5	2017	22
ГАЗ	Газель next	2016	142

## ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ А

Продолжение таблицы А.1 – Подвижной состав компании «Деловые Линии»

ГАЗ	Газель next	2015	184
ГАЗ	ГАЗон next	2017	101
ГАЗ	ГАЗон next	2018	242
Ford	Transit	2015	146
Ford	Transit	2016	76
			Итого: 4024

Таблица А.2 – Прицепной подвижной состав компании «Деловые Линии»

Марка	Количество единиц
Schmitz	1602
Kogel	977
Krone	420
Kassbohrer	38
Humbaur	28
ИПВ	57
Gray Adams	2
Тонар	9
Итого: 3133	

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

<b>&gt;&gt; Основные характеристики</b>	
Полное название	Вилочный погрузчик Toyota 7FB20
Грузоподъемность, кг	2000
<b>&gt;&gt; Двигатель</b>	
Тип двигателя	электрический
Мощность двигателя, кВт (л.с.)	10,7
<b>&gt;&gt; Размеры</b>	
Габаритные размеры, мм	2240×2025
Минимальная ширина пересекающихся проездов, мм	2005
<b>&gt;&gt; Электрооборудование</b>	
Аккумуляторы (напряжение/емкость) , В/Ач	48/450
<b>&gt;&gt; Эксплуатационные характеристики</b>	
Высота подъема рабочего органа, мм	2000-6000 (3000 STD)
<b>&gt;&gt; Ходовые характеристики</b>	
Наружный габаритный радиус поворота, мм	1980
Вид управления	сидя
<b>&gt;&gt; Навесное оборудование</b>	
Вид рабочего органа	Вилы
<b>&gt;&gt; Другие характеристики</b>	
Вид шасси	Колёса

Рисунок Б.1 – Характеристики погрузчика TOYOTA 7FB20

## ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ Б

<b>&gt;&gt; Основные характеристики</b>	
Полное название	Электропогрузчик Jungheinrich EFG 320
Распределение массы на переднюю ось	4676/1489
Распределение полной массы на заднюю ось	630/1817
Грузоподъемность, кг	2000
Общий вес, кг	3306
<b>&gt;&gt; Двигатель</b>	
Тип двигателя	электрический
Мощность двигателя, кВт (л.с.)	подъема - 11,5 ; ходового - 4,5
<b>&gt;&gt; Топливная система</b>	
Максимальная скорость, км/ч	17
<b>&gt;&gt; Размеры</b>	
Дорожный просвет, мм	100
Колесная (гусеничная) база, мм	1508
Центр тяжести груза, мм	500
Наклон мачты (a/b), град	7/7
Свободная высота подъема груза, мм	150
Мачта, мм	2000-3587
Ширина рабочего коридора, мм	поперек - 3526; вдоль - 3725
Длина до спинки вил, мм	2098
Общая ширина, мм	1060
Общая длина, мм	3248
<b>&gt;&gt; Электрооборудование</b>	
Аккумуляторы (напряжение/емкость) , В/Ач	48/750
<b>&gt;&gt; Тормозная система</b>	
Рабочие тормоза	электрич. /механич.
<b>&gt;&gt; Эксплуатационные характеристики</b>	
Максимальная высота подъема, мм	3000
Максимальная сила тяги, кН	2,3
<b>&gt;&gt; Колёса</b>	
Размер колес	200/50 -10 / 16 x 6-8
Тип шин	Суперэластик
Количество колес передн./задние (x- ведущие)	2x /2
Колея передних/ задних колес, мм	914/830
<b>&gt;&gt; Ходовые характеристики</b>	
Наибольший преодолеваемый подъем, град.	35
Наружный габаритный радиус поворота, мм	1985
Вид управления	сидя

Рисунок Б.2 – Характеристики погрузчика Jungheinrich EFG 320

## ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ Б

Производитель	<b>LiuGong</b>
Грузоподъемность (кг)	<b>2000</b>
Высота подъема вил (мм)	<b>3000</b>
Тип двигателя	<b>Электрический</b>
Мощность двигателя (кВт)	<b>15</b>
Общая длина (мм)	<b>3255</b>
Длина вил (мм)	<b>1070</b>
Ширина (мм)	<b>1110</b>
Высота по защитной крыше (мм)	<b>2025</b>
Высота опущенной мачты (мм)	<b>2045</b>
Скорость подъема груза (мм/с)	<b>300</b>
Скорость движения с грузом (км/ч)	<b>15</b>
Преодоление наклона с грузом (%)	<b>12</b>
Радиус разворота (мм)	<b>2050</b>
Страна	<b>Китай</b>

Рисунок Б.3 – Характеристики погрузчика Liu Gong CLG2020A

## ПРИЛОЖЕНИЕ В

Таблица В.1 – Моделирование транспортной сети

Вершина «от»	Вершина «до»	Расстояние, м	Название ребра (улица)
1	10	2900	Зверева
	11	3600	А-331
2	3	1330	Курорт
3	2	1330	Курорт
	4	795	Приленская
	10	286	Красный мост
4	3	795	Приленская
	5	660	Приленская
	6	713	Фрунзе
5	4	660	Приленская
	6	255	Кутская
	7	1690	Приленская
6	4	713	Фрунзе
	5	255	Кутская
	8	1460	Кутская
7	5	1690	Приленская
	9	200	Ушакова
8	6	1460	Кутская
	9	650	Ленская
9	7	200	Ушакова
	8	650	Ленская
10	1	2900	Зверева
	3	286	Красный мост
	20	1400	Зверева
11	1	3600	А-331
	12	200	Гастелло
	13	870	Гастелло
	15	1200	А-331
12	11	200	Гастелло
	13	750	Матросова
13	11	870	Гастелло
	12	750	Матросова
	14	390	Матросова
14	13	390	Матросова
	15	270	Энергетический пер.
	16	170	Матросова
	17	325	Энергетический пер.
15	11	1200	А-331
	14	270	Энергетический пер.
	25	3400	А-331

## ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ В

Продолжение таблицы В.1 – Моделирование транспортной сети

Вершина «от»	Вершина «до»	Расстояние, м	Название ребра (улица)
16	14	170	Матросова
	18	361	Пер. связи
17	14	325	Энергетический пер.
	23	643	Хабарова
18	16	361	Пер. связи
	19	930	Щорса
19	18	930	Щорса
20	10	1400	Зверева
	21	518	Зверева
	22	563	Советская
21	20	518	Зверева
	22	136	Транспортный пер.
	23	720	Зверева
22	20	563	Советская
	21	136	Транспортный пер.
	24	1490	Партизанская
23	17	643	Хабарова
	21	720	Зверева
	24	660	Зверева
24	22	1490	Партизанская
	23	660	Зверева
	34	3700	Зверева
25	15	3400	А-331
	29	394	Красной Звезды
	40	3505	А-331
26	28	559	Седова
27	28	815	Седова
28	26	559	Седова
	27	815	Седова
	30	591	Красной звезды
29	25	394	Красной Звезды
	30	407	Красной Звезды
	31	295	Желябова
30	28	591	Красной звезды
	29	407	Красной Звезды
	31	208	Суворова
	33	458	Красной Звезды
31	29	295	Желябова
	30	208	Суворова
	32	250	Желябова
32	31	250	Желябова
	33	218	Чкалова



## ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ В

Продолжение таблицы В.1 – Моделирование транспортной сети

Вершина «от»	Вершина «до»	Расстояние, м	Название ребра (улица)
33	30	458	Красной Звезды
	32	218	Чкалова
	34	227	Чкалова
	38	1710	Кедровая
34	24	3700	Зверева
	33	227	Чкалова
	37	1580	Кирова
35	39	662	Вокзальная
36	37	202	Бульв. Кирова
37	34	1580	Кирова
	36	202	Бульв. Кирова
	54	2240	Кирова
38	33	1710	Кедровая
	39	217	Карабахская лестница
	41	460	Кедровая
39	35	662	Вокзальная
	38	217	Карабахская лестница
	41	642	Вокзальная
40	25	3505	А-331
	41	292	Новая
	45	1240	А-331
41	38	460	Кедровая
	39	642	Вокзальная
	40	292	Новая
	42	490	Новая
42	41	490	Новая
	43	121	Флотский пер.
	53	775	Новая
43	42	121	Флотский пер.
	53	743	Сосновая
44	45	558	Спартака
	51	96	Чапаева
	53	609	Спартака
45	40	1240	А-331
	44	558	Спартака
	46	224	А-331
46	45	224	А-331
	47	263	А-331
	51	765	Котовского
47	46	263	А-331
	48	1540	Аэропорт
	49	342	Некрасова
	104	6670	А-331

## ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ В

Продолжение таблицы В.1 – Моделирование транспортной сети

Вершина «от»	Вершина «до»	Расстояние, м	Название ребра (улица)
48	47	1540	Аэропорт
49	47	342	Некрасова
	50	489	Некрасова
	56	597	Карбышева
50	49	489	Некрасова
	55	352	Некрасова
	56	230	Обнорского
51	44	96	Чапаева
	46	765	Котовского
	53	488	Подгорная
52	53	178	Новая
	54	176	Халтурина
	55	189	Халтурина
53	42	775	Новая
	43	743	Сосновая
	44	609	Спартака
	51	488	Подгорная
	52	178	Новая
54	52	176	Халтурина
	63	622	Речников
	68	219	Пер. Хорошилова
55	50	352	Некрасова
	52	189	Халтурина
	57	102	Халтурина
56	49	597	Карбышева
	50	230	Обнорского
	57	263	Чернышевского
	58	300	Обнорского
57	55	102	Халтурина
	56	263	Чернышевского
	59	305	Халтурина
58	56	300	Обнорского
	59	462	Лермонтова
	60	400	Высоцкого
	61	557	Толстого
59	57	305	Халтурина
	58	462	Лермонтова
	62	478	Халтурина
60	58	400	Толстого
	61	179	Дзержинского
61	58	557	Толстого
	60	179	Дзержинского
	62	190	Дзержинского

## ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ В

Продолжение таблицы В.1 – Моделирование транспортной сети

Вершина «от»	Вершина «до»	Расстояние, м	Название ребра (улица)
62	59	478	Халтурина
	61	190	Дзержинского
	64	318	Дзержинского
	90	4120	Пушкина
63	54	622	Речников
	64	424	Речников
	69	181	25К-258
64	62	318	Дзержинского
	63	424	Речников
	65	431	Речников
65	64	470	Речников
	66	373	Пролетарская
	67	1310	Луговая
66	65	373	Пролетарская
67	65	1310	Луговая
68	54	219	Пер. Хорошилова
	69	591	Пролетарская
69	63	181	25К-258
	70	341	25К-258
70	69	341	25К-258
	71	482	Ленрабочий
	74	306	25К-258
	75	469	Ленрабочий
	79	696	Жуковского
71	70	482	Ленрабочий
	72	330	Коммунистическая
	73	423	Осетровская
	74	296	Коммунистическая
72	71	330	Коммунистическая
	73	300	Осетровская
73	71	423	Осетровская
	72	300	Осетровская
74	70	306	25К-258
	71	296	Коммунистическая
	80	513	Маяковского
75	70	469	Ленрабочий
	76	96	Ленрабочий
	77	303	Ленрабочий
76	75	96	Ленрабочий

## ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ В

Продолжение таблицы В.1 – Моделирование транспортной сети

Вершина «от»	Вершина «до»	Расстояние, м	Название ребра (улица)
77	75	303	Ленрабочий
	78	478	Радищева
	79	159	Радищева
78	77	478	Радищева
	81	500	Радищева
	82	163	Водников
79	70	696	Жуковского
	77	159	Радищева
	80	151	Чайковского
	82	482	Жуковского
80	74	513	Маяковского
	79	151	Чайковского
	82	488	Маяковского
81	78	500	Радищева
	86	252	Брагина
82	78	163	Водников
	79	482	Жуковского
	80	488	Маяковского
	83	303	Шерстянникова
	86	513	Маяковского
83	82	303	Шерстянникова
	84	320	Шерстянникова
	86	632	Александра Невского
84	83	320	Шерстянникова
	85	655	Марквова
85	84	655	Марквова
	86	410	Брагина
86	81	252	Брагина
	82	513	Маяковского
	83	632	Александра Невского
	85	410	Брагина
87	88	289	Балахня
88	87	289	Балахня
	89	227	Балахня
	108	543	Чернышова
89	88	227	Балахня
90	62	4120	Пушкина
	108	173	Вернадского
	92	767	Нефтяников
91	107	2570	Геологическая
	108	350	Обручева
92	90	767	Нефтяников
	93	350	Нефтяников
	102	284	Круговая

## ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ В

Продолжение таблицы В.1 – Моделирование транспортной сети

Вершина «от»	Вершина «до»	Расстояние, м	Название ребра (улица)
92	90	767	Нефтяников
	93	350	Нефтяников
	102	284	Круговая
93	92	350	Нефтяников
	94	683	Нефтяников
	101	303	Черноморская
	102	524	Ярактинская
94	93	683	Нефтяников
	95	748	Нефтяников
	100	289	Азовская
95	94	748	Нефтяников
	96	497	Шевченко
	98	290	Мичурина
	99	460	Шевченко
96	95	497	Шевченко
	97	301	А-331
97	96	301	А-331
	98	203	Коммунальная
	106	1380	А-331
98	95	290	Мичурина
	97	203	Коммунальная
	106	409	Коммунальная
99	95	460	Шевченко
	100	512	Шевченко
100	94	289	Азовская
	99	512	Шевченко
	107	527	Молодежная
101	93	303	Черноморская
	103	568	Преображенская
	107	310	Черноморская
102	92	284	Круговая
	93	524	Ярактинская
	103	397	Круговая
103	101	568	Преображенская
	102	397	Круговая
	104	512	Спортивная
	107	627	Черкасская
104	47	6670	А-331
	103	512	Спортивная
	105	673	А-331
105	104	673	А-331
	106	729	А-331
	107	278	Черноморская

## ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ В

Продолжение таблицы В.1 – Моделирование транспортной сети

Вершина «от»	Вершина «до»	Расстояние, м	Название ребра (улица)
106	97	1380	А-331
	98	409	Коммунальная
	105	729	А-331
107	100	527	Молодежная
	101	310	Черноморская
	103	627	Черкасская
	105	278	Черноморская
108	88	543	Чернышова
	90	173	Вернадского
	91	350	Обручева

Таблица В.2 - Объемы перевозок

Номер клиента	Номер вершины	Объем перевозок, кг
К1	2	480
К2	9	660
К3	12	790
К4	24	830
К5	34	320
К6	32	540
К7	36	410
К8	64	400
К9	60	220
К10	85	890
К11	104	660
К12	97	430



Рисунок В.1 – Технические характеристики ГАЗель Next

## ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ В


ПАРАМЕТРЫ	
	 <p>модель C41R92</p>
Количество мест	3
Колесная формула	4×2
Тип привода	задний
Полная масса, кг	4600
Масса снаряженного автомобиля, кг***	2100
Распределение нагрузки автомобиля полной массы на дорогу через шины, кг***	1650
передних колес	3300
задних колес	
База, мм	3745
Колея колес:	
передних, мм	1750
задних (между серединами сдвоенных шин), мм	1560
Дорожный просвет (под картером заднего моста при полной массе), мм	170

Рисунок В.2 – Технические характеристики ГАЗель Next

## ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ В

Пункты: СК-К<sub>9</sub>-К<sub>11</sub>-К<sub>12</sub>-К<sub>8</sub>-К<sub>7</sub>-СК

$L_{общ} = 39,822$  км

$L_{гр} = 32,960$  км

$K_{исп пробега} = 0,82$

$K_{исп грузопод} = 0,85$

$T_{марш} = 2,3$  ч

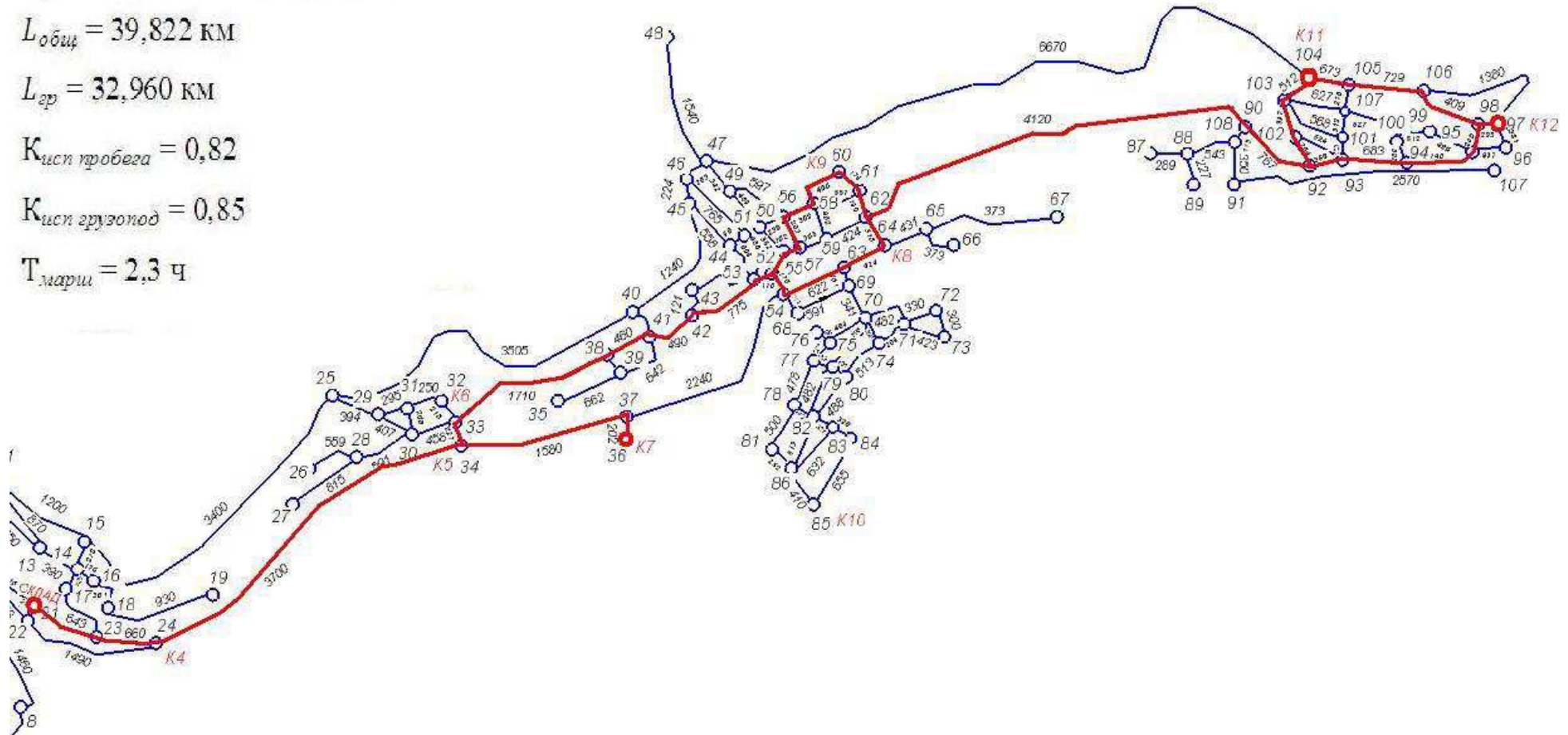


Рисунок В.3 – Схема маршрута №1 на транспортной сети участка города Усть-Кут



## ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ В

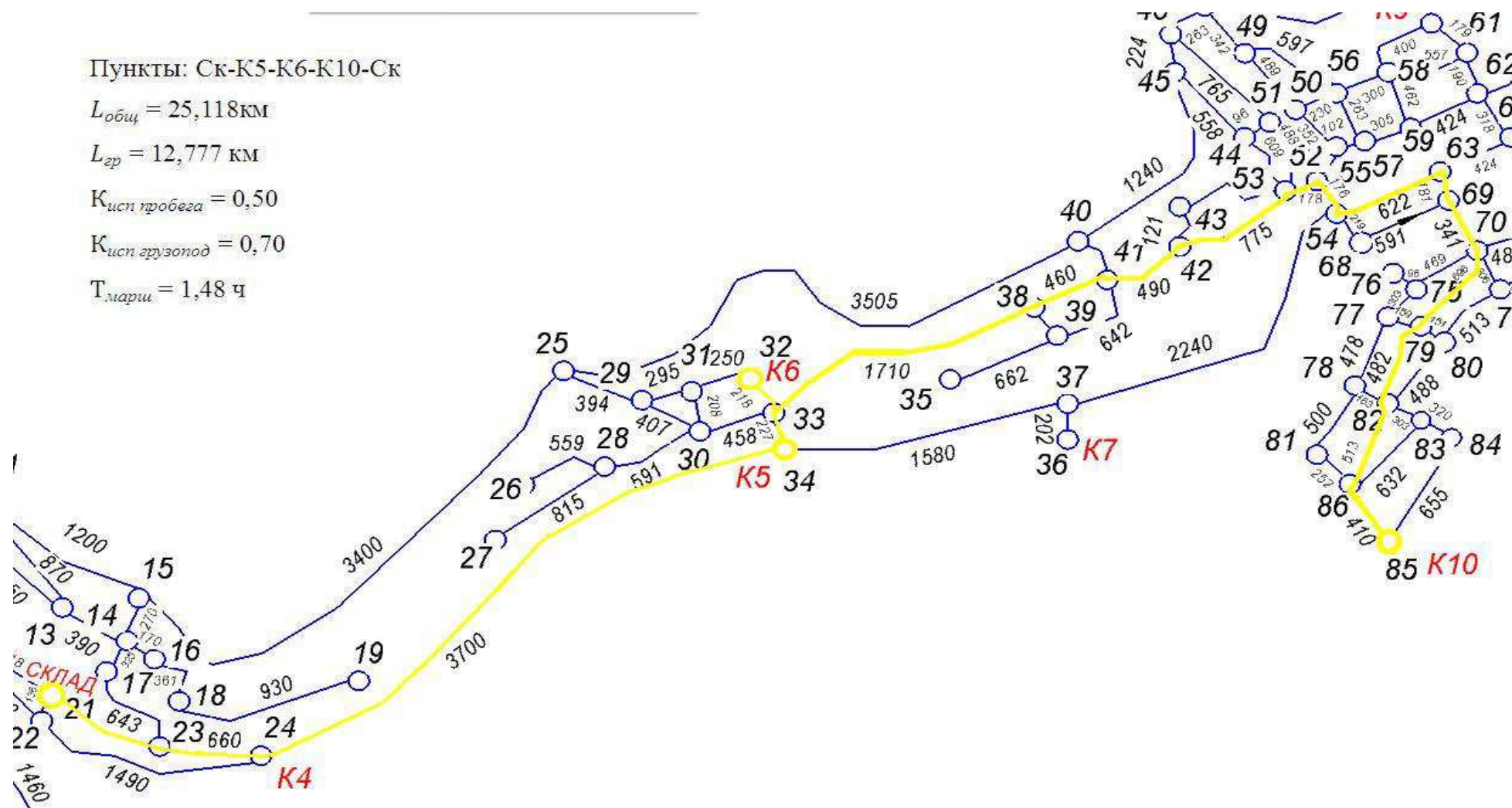


Рисунок В.4 – Схема маршрута №2 на транспортной сети участка города Усть-Кут

### ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ В

Пункты: Ск-К1-К2-Ск

$L_{общ} = 13,785$  км

$L_{гр} = 8,236$  км

$K_{исп пробега} = 0,59$

$K_{исп грузопод} = 0,46$

$T_{марш} = 0,87$  ч

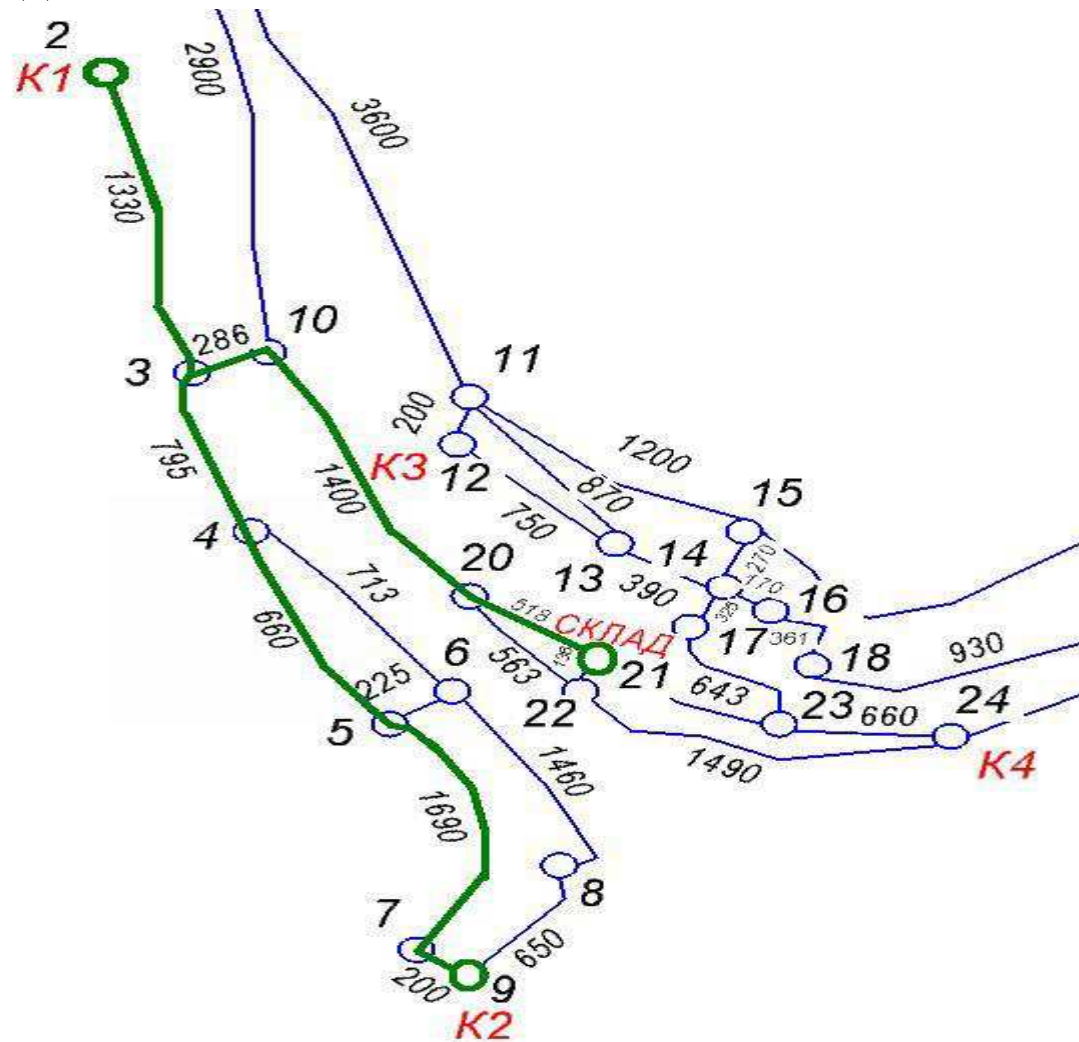


Рисунок В.5 – Схема маршрута №3 на транспортной сети участка города Усть-Кут

### ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ В

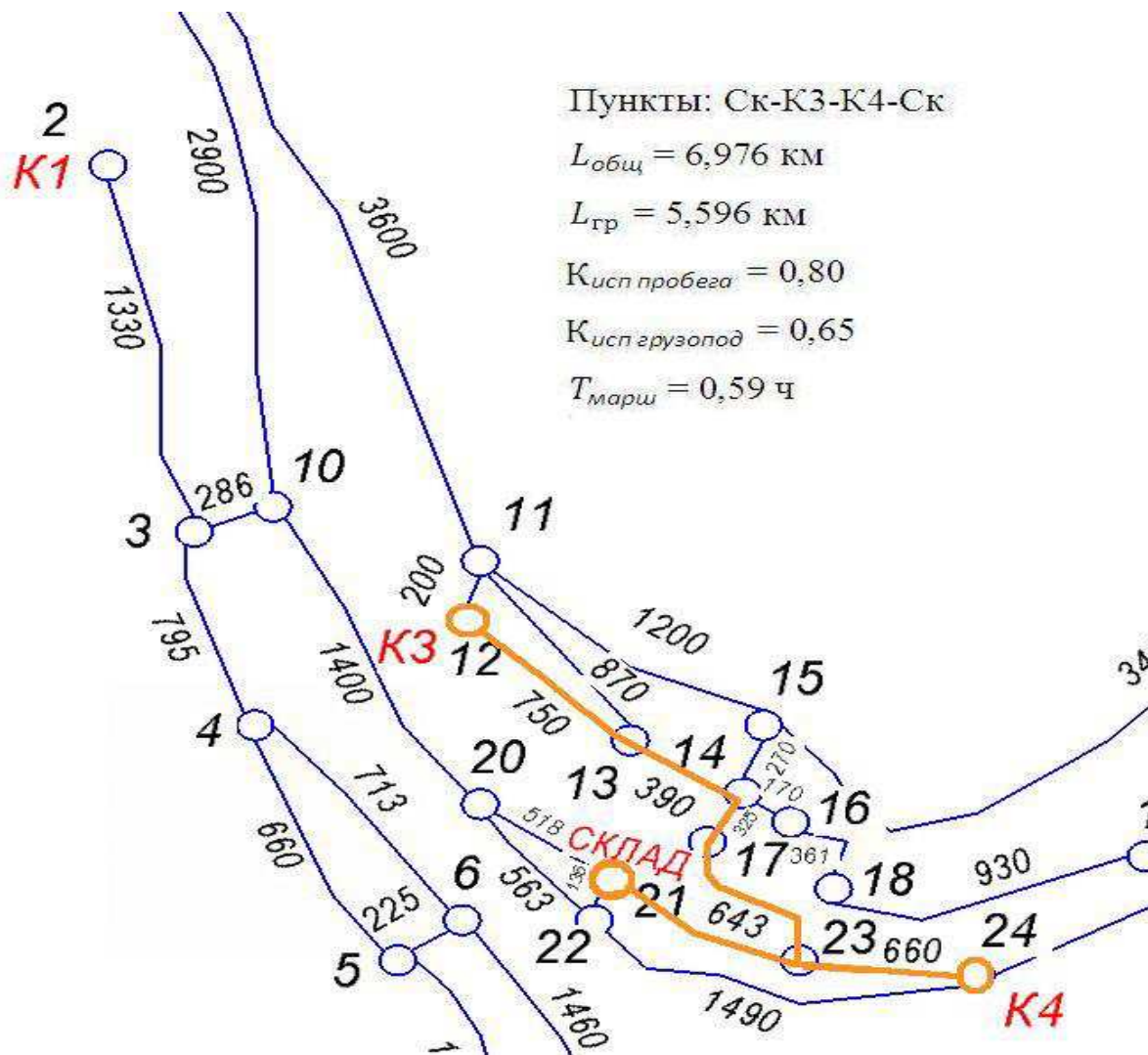


Рисунок В.6 – Схема маршрута №4 на транспортной сети участка города Усть-Кут

**ПРИЛОЖЕНИЕ Г**  
**Презентационный материал**



Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
Кафедра «Транспорт»

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

23.03.01 – Технология транспортных процессов

**Совершенствование перевозок грузов, выполняемых ООО «Деловые Линии»**

**Руководитель**

**Е.В. Фомин**

**Выпускник**

**Я.Ю. Арманавичус**

Красноярск 2020



Рисунок 1 - Расположение подразделений компании на территории России



Рисунок 2 - Схема терминала компании в г.Красноярск

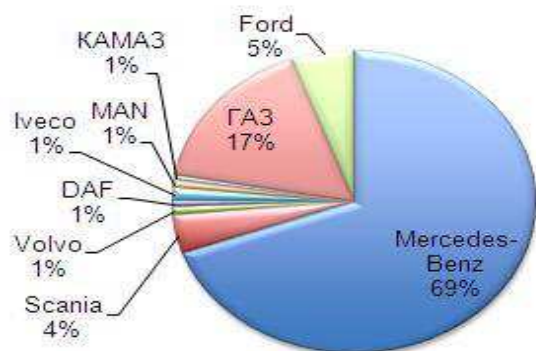


Рисунок 3 - Удельный вес каждой марки подвижного состава



Рисунок 5 - Года выпуска и количество единиц подвижного состава по состоянию на 2019 год

- Магистральные тягачи
- Малотоннажный коммерческий транспорт



Рисунок 4 - Сравнение малотоннажного коммерческого транспорта и магистральных тягачей компании

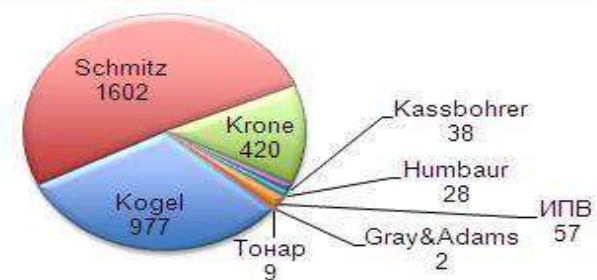


Рисунок 6 - Прицепной подвижной состав, единиц





Рисунок 7 - Схема доставки сборных грузов

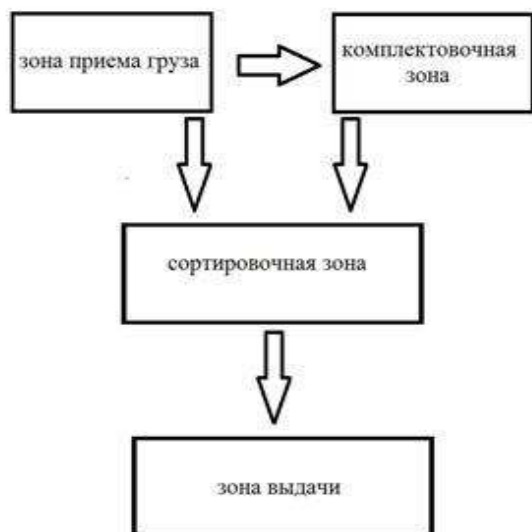


Рисунок 8 - Схема движения груза по зонам терминала при отправке

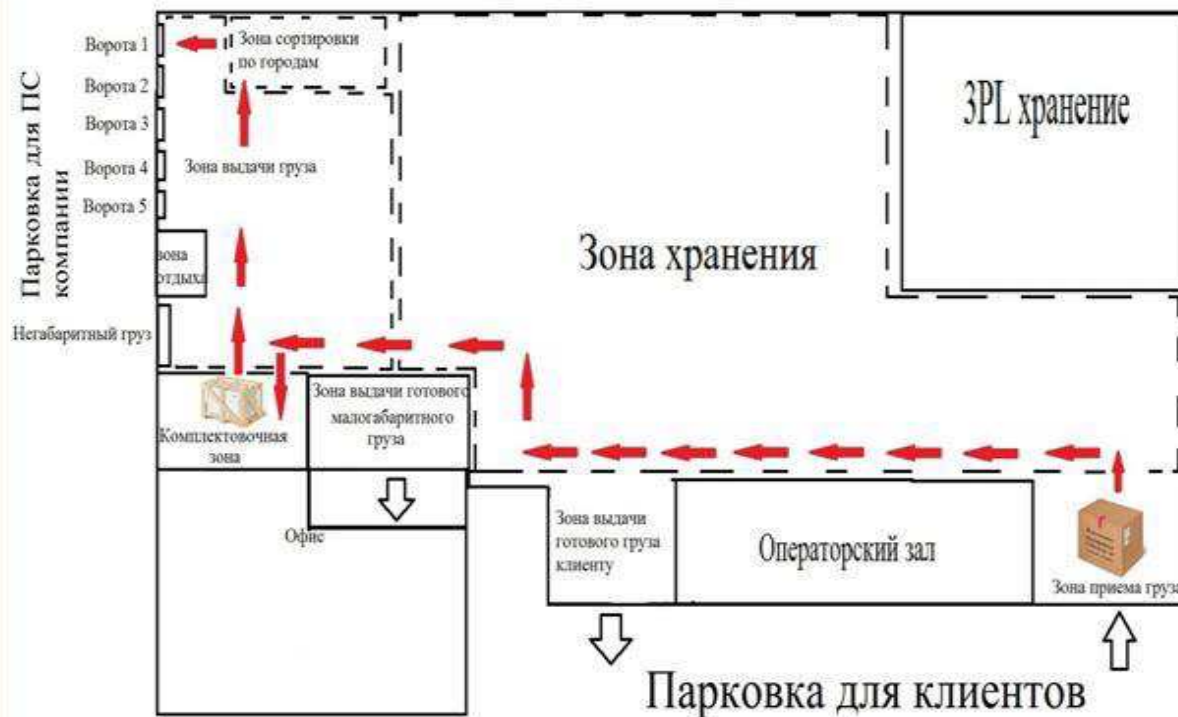


Рисунок 9 - Схема движения груза по терминалу при отправке

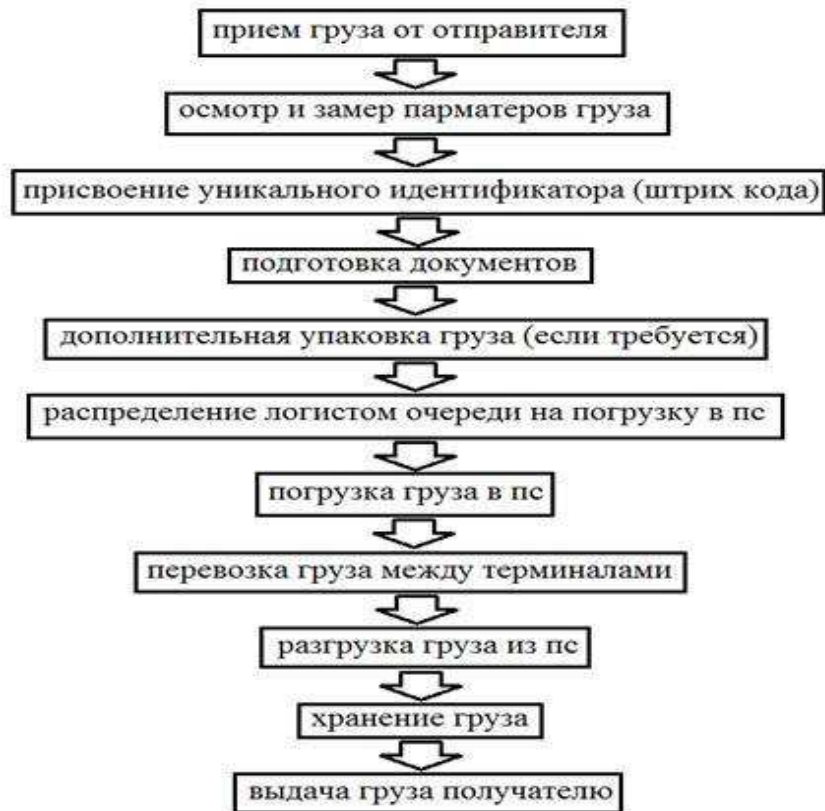


Рисунок 10 - Основные операции при перевозке груза между терминалами

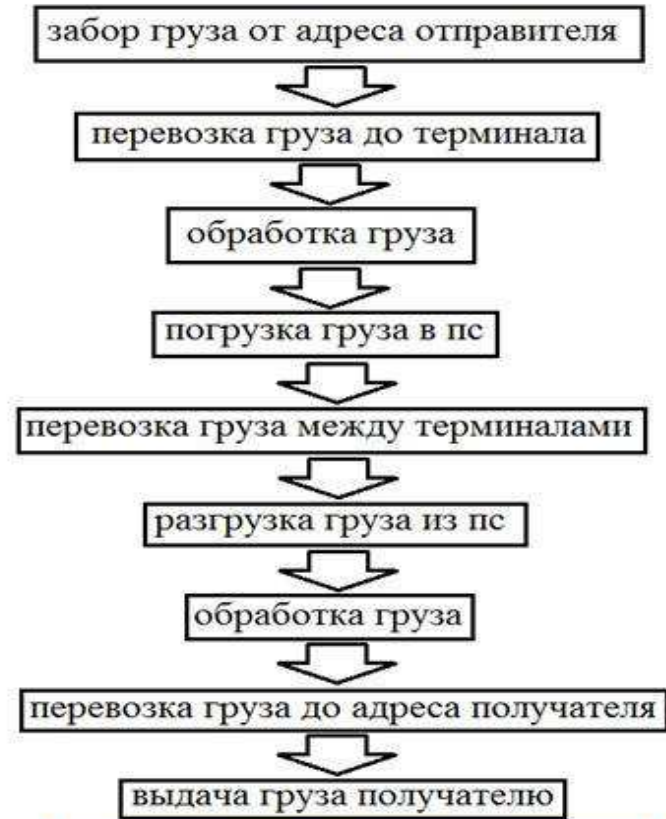


Рисунок 11 - Схема перевозки груза «от двери до двери»



Рисунок 12 - Отделы логистики



Рисунок 13 - Сибирский округ

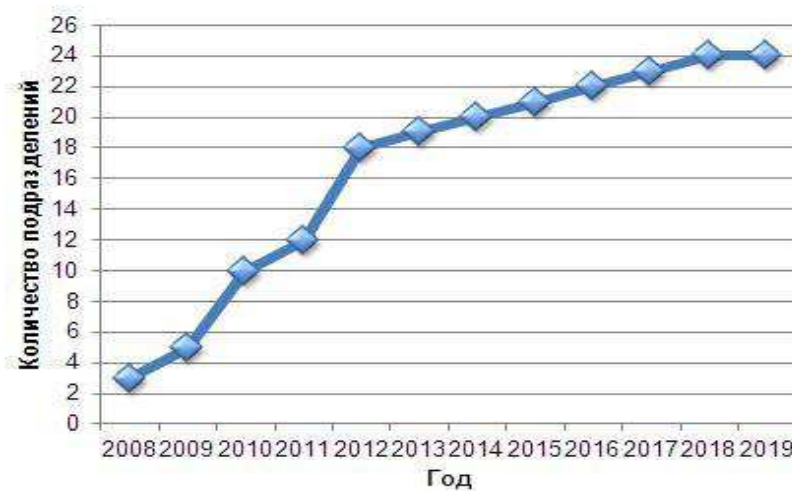


Рисунок 14 - Количество открытых подразделений в Сибирском округе с 2008г. по 2019г.



Рисунок 15 - Направления грузопотоков в Сибирском округе

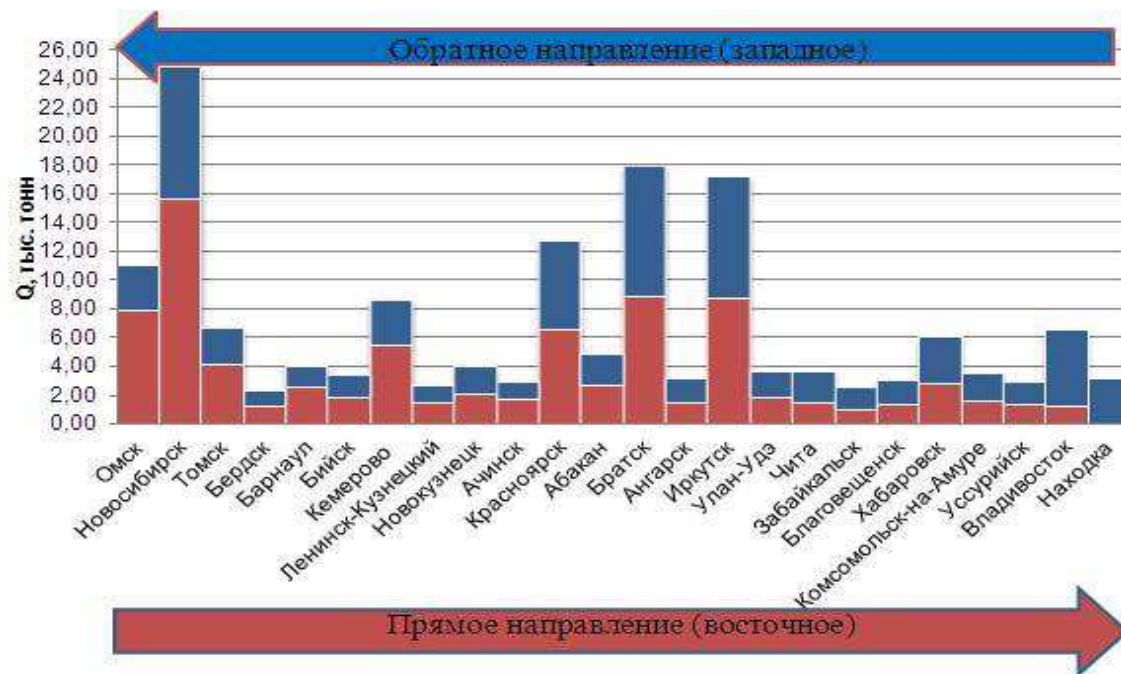


Рисунок 16 - Объемы грузовых потоков сборных грузов в прямом и обратном направлении в Сибирском округе за 2019

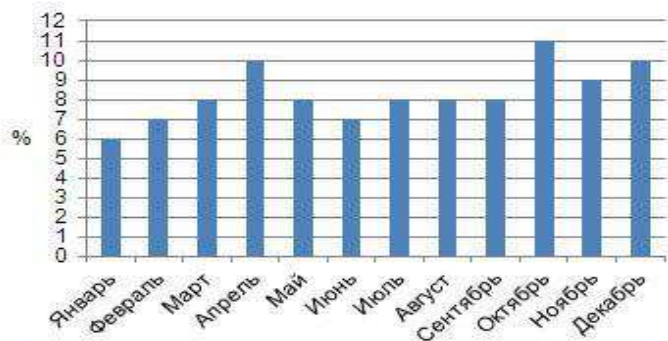


Рисунок 17 - Годовой объем перевозки сборных грузов в Сибирском округе

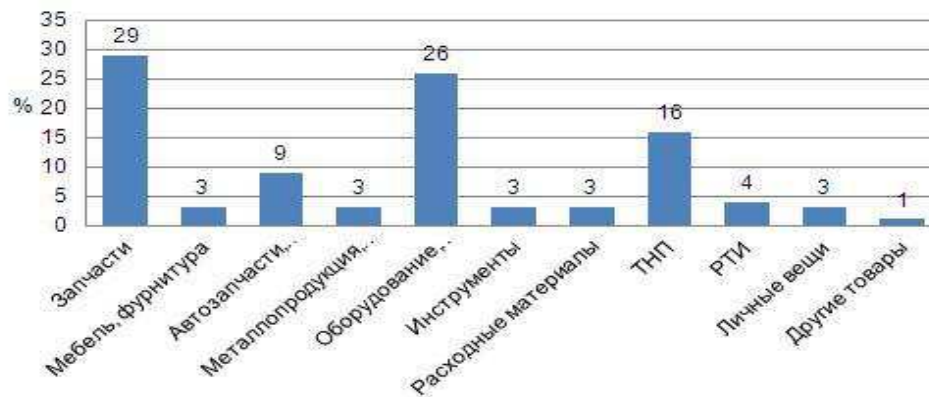


Рисунок 18 - Номенклатура грузов, перевозимых компаниями, %



Рисунок 19 - Грузы с дополнительной упаковкой и без дополнительной упаковки, %

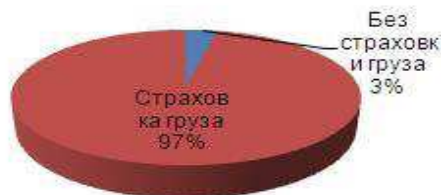


Рисунок 20 - Грузы со страховкой и без страховки, %

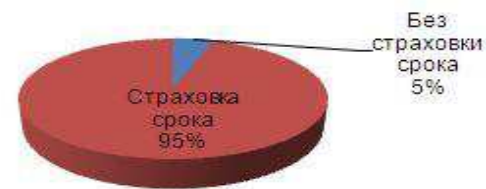


Рисунок 21 - Грузы со страховкой срока доставки и без страховки срока



Рисунок 22 - Объем груза перевозимого мкт и расстояние транспортировки





В случае открытия нового терминала в Усть-Кутском районе Иркутской области, данный терминал привлечет новых клиентов для компании.

После проведенного анализа для совершенствования перевозок грузов, в выпускной квалификационной работе предлагается:

1. Определить месторасположение терминала;
2. Рассчитать технический потенциал терминала;
3. Рассмотреть организацию развозочных маршрутов



Рисунок 23 - Оптимальное местоположение склада по методу определения центра тяжести грузопотоков

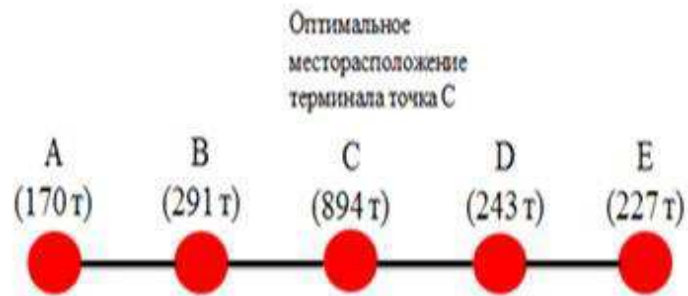


Рисунок 24 - Оптимальное местоположение склада по методу пробной точки



Параметр	Обозначение	Рассчитанное значение, м <sup>2</sup>
Грузовая площадь	$S_{гр}$	392,7
Площадь проходов и проездов	$S_{ост}$	353,4
Площадь участка приемки	$S_{пр}$	39,4
Площади участка комплектования	$S_{км}$	28,14
Площадь приемочной экспедиции	$S_{па}$	32,64
Площадь отправочной экспедиции	$S_{оэ}$	65,29
Площадь рабочих мест	$S_{ст}$	12
Общая площадь склада	$S_{общ}$	923,57

Таблица 1 - Расчет площадей склада

Параметр	Обозначение	Рассчитанное значение,
Коэффициент заполнения объема	$V$	0,8
Емкость одной ячейки	$E_{яч}$	2,94
Емкость одного стеллажа	$E_{ст}$	35,28
Потребное количество стеллажей	$N$	30,89

Таблица 2 - Расчет потребного количества стеллажей

Параметр	Обозначение	Рассчитанное значение
Средняя продолжительность цикла машины, секунд	$T_{ц}$	144,2
Производительность машины циклического действия, тонн/час	$P_{м}$	24,96
Потребное количество подъемно-транспортного оборудования, штук	$n$	1

Таблица 3 – Расчет потребного количества вилочных погрузчиков



Рисунок 25 - Коэффициента качества и цена погрузчика

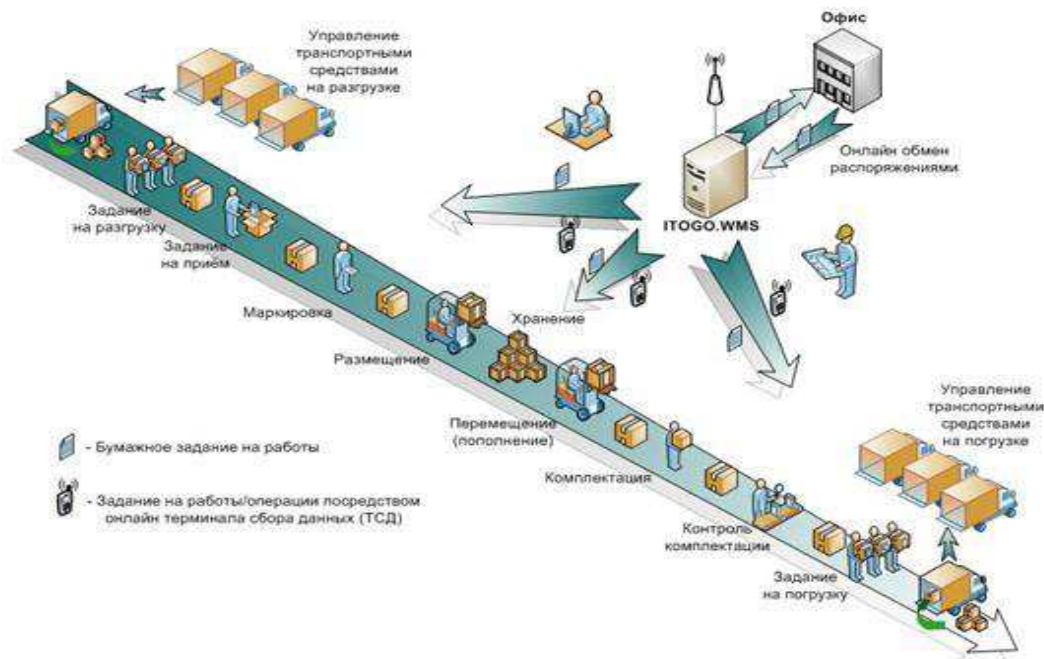


Рисунок 26 - Схема работы WMS системы



Рисунок 27 - Объем необходимых инвестиций



Пункты: Сх-К0-К11-К12-К0-К7-Сх

$L_{общ} = 39,822$  км

$L_{сп} = 32,960$  км

$K_{конт.пробки} = 0,82$

$K_{конт.грунтовед} = 0,85$

$T_{марш} = 2,3$  ч

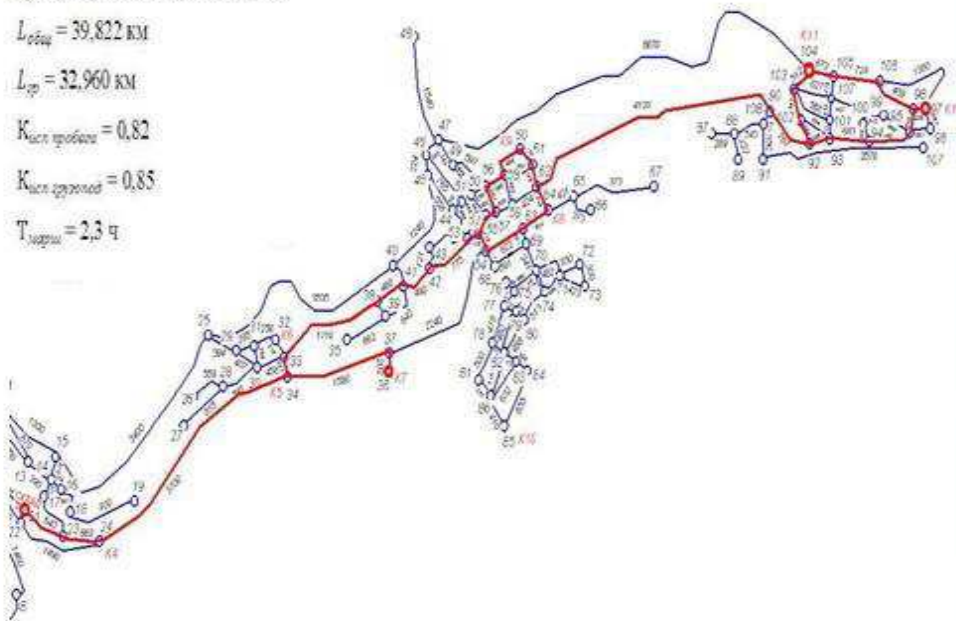


Рисунок 28 – Маршрут №1

Пункты: Сх-К5-К6-К10-Сх

$L_{общ} = 25,118$  км

$L_{сп} = 12,777$  км

$K_{конт.пробки} = 0,50$

$K_{конт.грунтовед} = 0,70$

$T_{марш} = 1,48$  ч

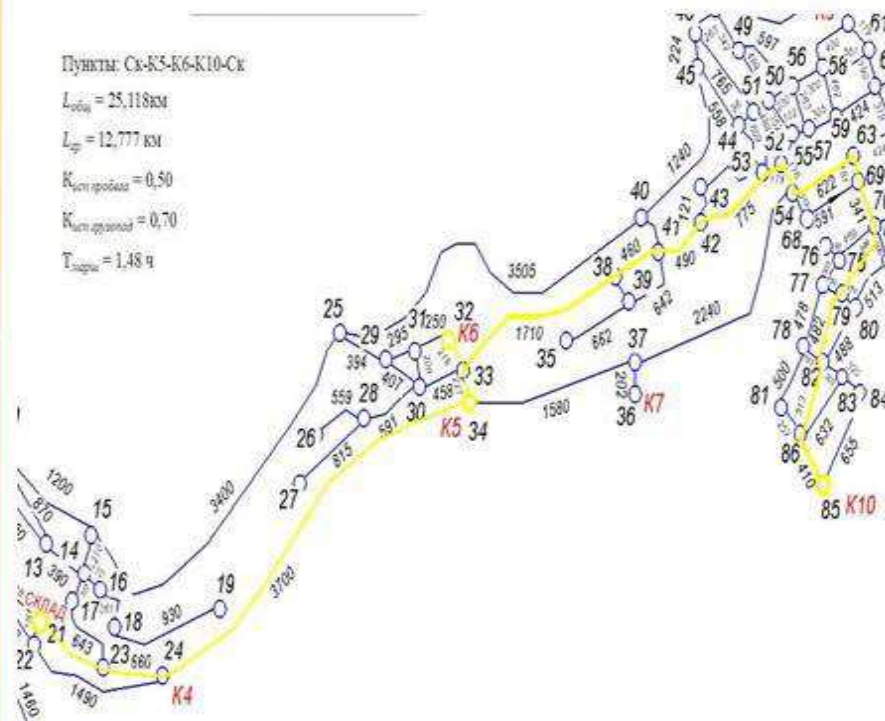


Рисунок 29 – Маршрут №2



Пункты: СК-К1-К2-СК

$L_{\text{общ}} = 13,785 \text{ км}$

$L_{\text{гр}} = 8,236 \text{ км}$

$K_{\text{исп пробега}} = 0,59$

$K_{\text{исп грузопод}} = 0,46$

$T_{\text{марш}} = 0,87 \text{ ч}$

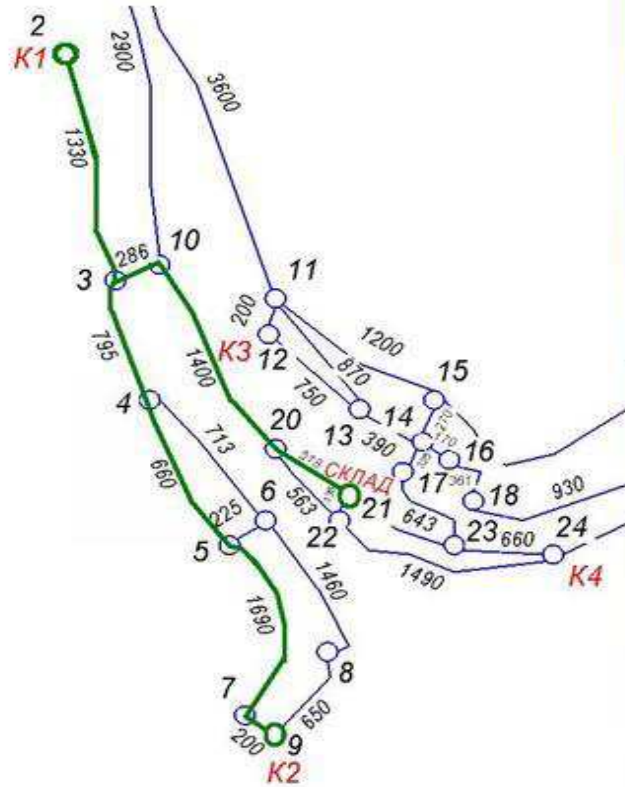


Рисунок 30 – Маршрут №3

Пункты: СК-К3-К4-СК

$L_{\text{общ}} = 6,976 \text{ км}$

$L_{\text{гр}} = 5,596 \text{ км}$

$K_{\text{исп пробега}} = 0,80$

$K_{\text{исп грузопод}} = 0,65$

$T_{\text{марш}} = 0,59 \text{ ч}$

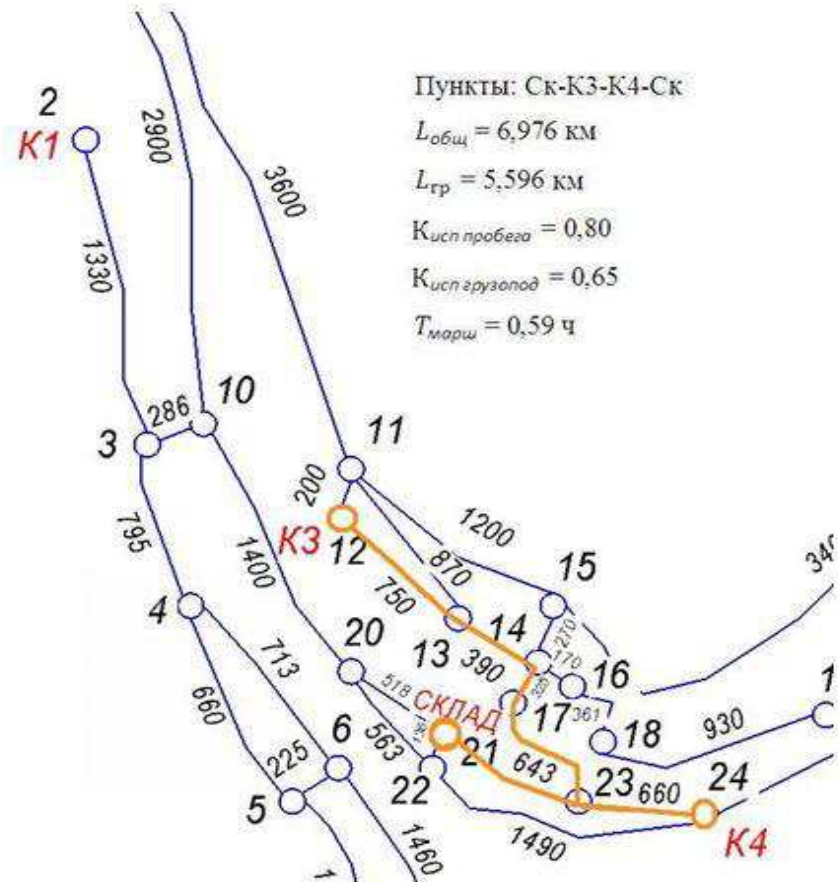


Рисунок 31 – Маршрут №4



## Малотоннажный автопарк компании

### Грузоподъемность



1,5 т, 15 м<sup>3</sup>  
(4,0 x 1,8 x 2,0 м) Ford transit



2,5 т, 17 м<sup>3</sup>  
(4,0 x 2,0 x 2,0 м) газель next



4 т, 27 м<sup>3</sup>  
(5,4 x 2,3 x 2,2 м) ГАЗон next

### Тип кузова

- ▶ Борд
- ▶ Фургон
- ▶ Гидроборт
- ▶ Теомобиджа
- ▶ Тентованный
- ▶ Цельнометаллический

### Вид погрузки

- ▶ Задняя
- ▶ Верхняя
- ▶ Боковая

Рисунок 32 – Малотоннажный автопарк компании

Показатели	Маршрут 1	Маршрут 2	Маршрут 3	Маршрут 4
Суточный объем перевозок, т	2,12	1,75	1,14	1,62
Время оборота по маршруту, час.	2,3	1,48	0,87	0,59
Число целых оборотов за сутки	3,47	5,4	9,19	13,55
Объем перевозок, осваиваемый одним работающим автомобилем в сутки, т	7,35	9,45	10,47	21,95
Потребное число подвижного состава	1	1	1	1

Таблица 4 – Расчет потребного количества пс для развозочных маршрутов

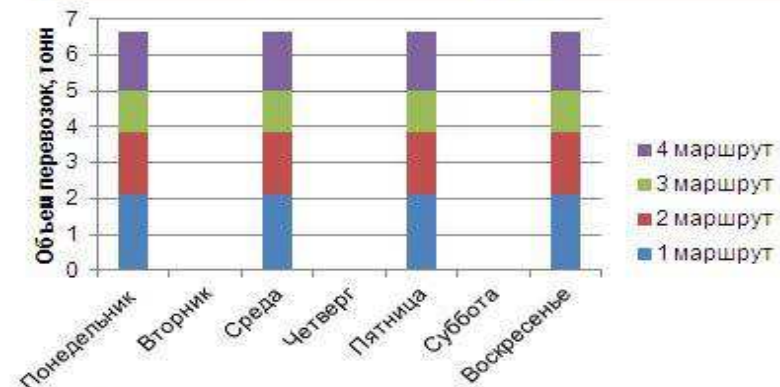


Рисунок 33 - График не регулярности доставки грузов



В результате проделанной работы рекомендовано:

- Открытие терминала общей площадью 950м<sup>2</sup> в городе Усть-Кут, с магнезиальными покрытием пола;
- Для хранения грузов на терминале использовать фронтальные паллетные стеллажи в количестве 31 шт;
- Для погрузо-разгрузочных операций использовать вилочный погрузчик марки Jungheinrich EFG 320 1 ед. и ручные вилочные тележки 5 ед;
- Для автоматизации управления бизнес-процессами складской работы использовать WMS систему;
- Для организации развозочных маршрутов, использовать 4 кольцевых маршрута, на автомобиле марки ГАЗель Next в количестве 1 ед;

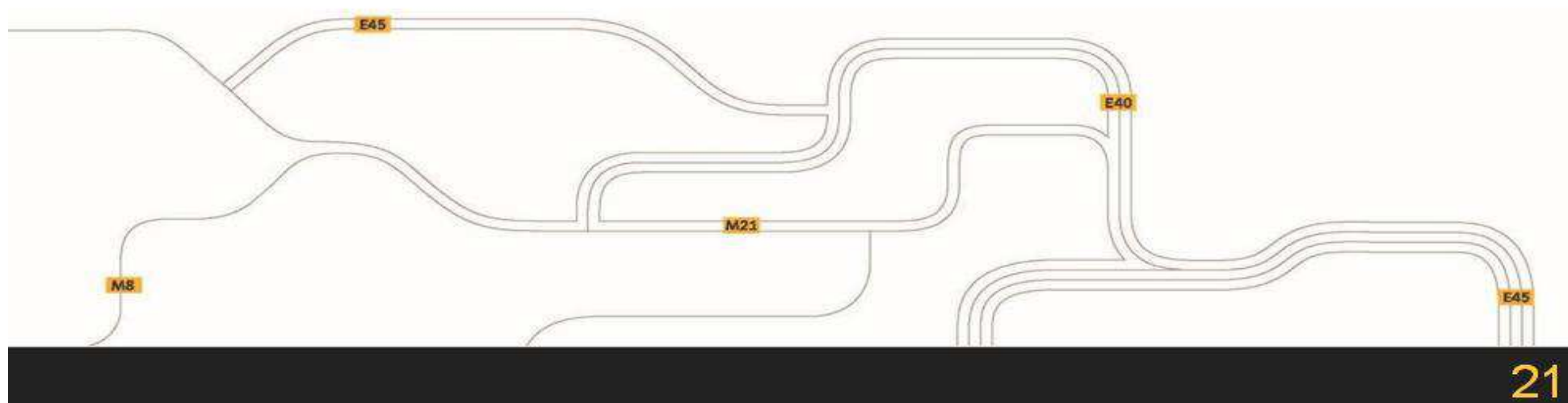
Примерный объем необходимых инвестиций, для начала работы терминала составит 7562536 рублей.

Проделанные мероприятия должны значительно увеличить количество клиентов в Усть-Кутском районе Иркутской области.






# СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!



Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
Кафедра «Транспорт»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

 Е.С. Воеводин

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

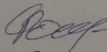
## БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

23.03.01 – Технология транспортных процессов

«Совершенствование перевозок грузов, выполняемых ООО «Деловые  
Линии»

Пояснительная записка

Руководитель



доцент, канд. техн. наук Е.В. Фомин

Выпускник



Я.Ю. Арманавичус

Красноярск 2020