

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Хакасский технический институт -  
филиал федерального государственного автономного образовательного учре-  
ждения высшего профессионального образования  
«Сибирский федеральный университет»  
Кафедра «Автомобили и автомобильное хозяйство»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ Е.М. Желтобрюхов

подпись                      инициалы, фамилия

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022г.

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»

код и наименование специальности

«Оценка времени хранения и периодичности доставки запасных частей и мате-  
риалов в ООО «БТЛ-Сервис» г. Черногорск»

тема

Пояснительная записка

Руководитель \_\_\_\_\_  
подпись, дата

доцент каф. АТиМ, к.т.н.,  
должность, ученая степень

А. В. Олейников  
инициалы, фамилия

Выпускник \_\_\_\_\_  
подпись, дата

В. П. Пискун  
инициалы, фамилия

Абакан 2022

Продолжение титульного листа ДП по теме «Оценка времени хранения и периодичности доставки запасных частей и материалов в ООО «БТЛ-Сервис» г. Черногорск».

Консультанты по разделам:

Анализ производственной  
деятельности предприятия

наименование раздела

\_\_\_\_\_

подпись, дата

А. В. Олейников

инициалы, фамилия

Оптимизация номенклатуры  
запасных частей

наименование раздела

\_\_\_\_\_

подпись, дата

А. В. Олейников

инициалы, фамилия

Прогнозирование спроса  
и оптимальный размер заказа

наименование раздела

\_\_\_\_\_

подпись, дата

А. В. Олейников

инициалы, фамилия

Экологическая  
безопасность предприятия

наименование раздела

\_\_\_\_\_

подпись, дата

В. А. Васильев

инициалы, фамилия

Заключение на иностранном  
Языке (английский)

наименование раздела

\_\_\_\_\_

подпись, дата

Е. В. Танков

инициалы, фамилия

Нормоконтролер

\_\_\_\_\_

подпись, дата

А. В. Олейников

инициалы, фамилия

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Хакасский технический институт –  
Филиал федерального государственного автономного образовательного учре-  
ждения высшего образования «Сибирский федеральный университет» Кафедра  
«Автомобильный транспорт и машиностроение»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ Е. М. Желтобрюхов

подпись                      инициалы, фамилия

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 г.

**ЗАДАНИЕ**  
**НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ**  
**в форме бакалаврской работы**

Студенту Пискуну Владиславу Павловичу  
фамилия, имя, отчество

Группа 68-1 Направление (специальность) 23.03.03  
номер код

Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов  
наименование

Тема выпускной квалификационной работы: «Оценка времени хранения и периодичности доставки запасных частей и материалов в ООО «БТЛ-Сервис» г. Черногорск»

Утверждена приказом по университету № 221 от 18.04.2022 г.

Руководитель ВКР А.В. Олейников, доцент кафедры «Автомобильный транспорт и машиностроение», к.т.н., ХТИ - СФУ  
инициалы, фамилия, должность, ученое звание и место работы

Исходные данные для ВКР Оценка времени хранения и периодичности доставки запасных частей и материалов в ООО «БТЛ-Сервис» г. Черногорск»

Перечень разделов ВКР

1. Анализ производственной деятельности предприятия.
2. Оптимизация номенклатуры запасных частей.
3. Прогнозирование спроса и оптимальный размер заказа.
4. Экологическая безопасность.

Перечень графического материала

Лист 1-6:

1. Обоснование темы ВКР
2. Исходные данные и методы решения
3. Оптимизация номенклатуры запасных частей. Метод ABC
4. Прогнозирование спроса. Метод XYZ
5. Оптимальный размер заказа
6. Экологическая безопасность

Руководитель ВКР

\_\_\_\_\_

подпись

А. В. Олейников

инициалы и фамилия

Задание принял к исполнению

\_\_\_\_\_

подпись

В. П. Пискун

инициалы и фамилия

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Оценка времени хранения и периодичности доставки запасных частей и материалов в ООО «БТЛ-Сервис» г. Черногорск» содержит 68 страниц текстового документа, 7 использованных источников, 6 листов графического материала.

ОБОСОБЛЕННОЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЕ, СКЛАДСКОЕ ХОЗЯЙСТВО, ОПТИМИЗАЦИЯ, МЕТОД АВС, НОМЕНКЛАТУРА ЗАПАСНЫХ ЧАСТЕЙ, МЕТОД ХУЗ, ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ.

Объект исследования – запасы запасных частей и материалов ООО «БТЛ - Сервис», г. Черногорск.

Цель работы: Оценка времени хранения и периодичности доставки запасных частей и материалов в ООО «БТЛ-Сервис» г. Черногорск.

Задачи работы:

- анализ производственной деятельности предприятия;
- сбор статистических данных о расходе запасных частей;
- оптимизация номенклатуры запасных частей;
- прогнозирование спроса и расчет оптимального размера заказа;
- анализ параметров выбросов вредных веществ в окружающую среду.

В результате проведения исследования установлено, что на рассматриваемом автосервисе существует проблема хранения необходимого количества номенклатуры запасных частей.

В результате работы был произведен анализ производственной деятельности складского хозяйства, сбор статистических данных по расходу запасных частей, произведена оптимизация номенклатуры запасных частей, предложено рекомендуемое количество номенклатуры запасных частей на складе, произведен анализ параметров выбросов вредных веществ в окружающую среду на предприятии.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	7
1 Анализ производственной деятельности предприятия .....	8
1.1 Характеристика предприятия .....	8
1.2 Характеристика обслуживаемого подвижного состава.....	9
1.3 Организационная структура .....	15
1.4 Задачи основных подразделений технической службы .....	15
1.5 Характеристика складского хозяйства.....	16
1.6 Соблюдение правил и требований техники безопасности.....	18
1.7 Пожарная безопасность .....	19
1.8 Обоснование темы выпускной квалификационной работы.....	19
2 Оптимизация номенклатуры запасных частей .....	21
2.1 Метод ABC.....	21
2.1.1 Аналитический способ расчета .....	21
3 Прогнозирование спроса и оптимальный размер заказа.....	38
3.1 Метод XYZ .....	38
3.1.1 Способ расчета методом XYZ .....	38
3.2 Оптимальный размер заказа .....	48
4 Экологическая безопасность предприятия.....	55
4.1 Исходные данные для расчета выбросов загрязняющих веществ предприятия .....	55
4.2 Техническое обслуживание и ремонт автомобилей .....	56
4.3 Контроль дымности отработавших газов.....	58
4.4 Расчет образования производственных отходов.....	60
4.4.1 Расчет нормативного образования отработанных аккумуляторов ...	60
4.4.2 Фильтры, загрязненные нефтепродуктами .....	61
4.4.3 Ветошь промасленная.....	62
4.4.4 Отработанное моторное, трансмиссионное масло .....	63
4.4.5 Шины с металл кордом.....	64
4.4.6 Отработанные накладки тормозных колодок .....	65
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	66
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	67

## ВВЕДЕНИЕ

Основной задачей транспортного средства является полное и своевременное выполнение задач перевозки и доставки народнохозяйственных грузов на основе повышения качества и мощности работы всей транспортной системы.

Эффективность использования транспортного средства основывается на надежности подвижного состава, которая обеспечивается в процессе его производства, эксплуатации и ремонта, а именно:

- улучшением конструкции и качеством изготовления;
- своевременным и качественным выполнением технического обслуживания и ремонта;
- своевременным обеспечением и использованием нормативных запасов материалов и запасных частей высокого качества и нужной номенклатуры;
- соблюдением государственных стандартов и правил технической эксплуатации.

Так как конструкция транспортных средств постоянно совершенствуется его обслуживание требует квалифицированного подхода, применения сложного современного оборудования, обладающего высокой точностью, а также подходящей технологией. Потеря качества технического обслуживания и ремонта в большинстве случаев ведет к частым поломкам, дорожно-транспортным происшествиям и загрязнению окружающей среды.

Техническое обслуживание – это комплекс работ, направленных на поддержание транспортных средств в исправном состоянии для безопасной и экологичной их эксплуатации.

Текущий ремонт – комплекс мероприятий по устранению неисправностей агрегатов, систем и узлов автомобиля осуществляемый в плановом порядке.

Капитальный ремонт вид ремонта, выполняемого для восстановления исправности и полного, или близкого к полному, восстановления ресурса изделия с заменой или восстановлением любых составных частей.

Потребность на запасные части, материалы возникает в результате появления отказов у эксплуатируемых машин, их плановых технических обслуживаний и ремонтов, а также в связи с аварийными ремонтами.

Целью и задачами выпускной квалификационной работы является изучение выбранной темы, ознакомление с производственным процессом, совершенствование работы складского хозяйства для карьерных самосвалов БЕЛАЗ на предприятии ООО «БТЛ - Сервис».

## **1 Анализ производственной деятельности предприятия**

### **1.1 Характеристика предприятия**

Тип предприятия: дочернее общество

Полное наименование: общество с ограниченной ответственностью «БТЛ - Сервис».

Юридический адрес: 117041, г. Москва, ул. Адмирала Руднева, д.4, этаж 6, кабинет 13

Почтовый адрес: 117041, г. Москва, ул. Адмирала Руднева, д.4, этаж 6, кабинет 13

Грузополучатель: ООО «БТЛ-Сервис» ОП «АБАКАН», ИНН 7536164300 КПП 190345001, 655152, Республика Хакасия, г. Черногорск, ул. Мира, строение 005Г.

Число рабочих дней в году: 365 дней.

Количество смен: одна смена.

Режим работы осуществляется в офисном и производственном формате. Офисный персонал работает с 08:00 до 17:00 согласно производственному календарю. Опорный пункт работает ежедневно с 08:00 до 20:00.

Весь производственный персонал работает посменно с графиком 4/4, по 11 часов в день, с перерывом на обед в 1 час с 12:00 до 13:00.

ООО «БТЛ-Сервис» является дочерней компанией ООО «БЕЛТРАНСЛОГИСТИК».

ООО «БЕЛТРАНСЛОГИСТИК» является официальным представителем товаропроводящей сети ОАО «БЕЛАЗ» - управляющая компания холдинга «БЕЛАЗ-ХОЛДИНГ» на территории Российской Федерации.

Задачей компании ООО "БЕЛТРАНСЛОГИСТИК" является реализация коммерческой и сервисной политики БЕЛАЗ для обеспечения эксплуатирующихся предприятий техникой, запасными частями и профессиональными смазочными материалами.

В г. Черногорске находится обособленное подразделение ООО «БТЛ-Сервис» – ОП «АБАКАН». Это офис, склад и опорный пункт обслуживания, организованный на ООО «УК «Разрез Майрыхский».

ООО «БТЛ - Сервис» выполняет техническое обслуживание и ремонт карьерных самосвалов БЕЛАЗ и Volvo по согласованию с ООО "ГОРТЕХМАШ", а также ещё ряд задач:

- продажа запасных частей;
- гарантийное сопровождение;
- оказание консультационных услуг;
- обучение специалистов.

ООО «ГОРТЕХМАШ» в свою очередь является главным подрядчиком ООО «УК «Разрез Майрыхский», который и ведет добычу угля. Именно за подрядчиком числятся все экскаваторы и самосвалы.



Цели ООО «БТЛ - Сервис»:

- Поддержание КТГ обслуживаемой техники в заданных пределах, а именно  $0,93 \div 0,87$ .
- Увеличение объема выработки предприятия.
- Увеличение продаж запасных частей и снижение их неликвидности.

## 1.2 Характеристика обслуживаемого подвижного состава

Карьерные самосвалы предназначены для транспортирования горной массы в разрыхлённом состоянии по технологическим дорогам на открытых разработках полезных ископаемых с различными климатическими условиями.

В таблице 1.1 представлен парк карьерных самосвалов, обслуживаемые ООО «БТЛ - Сервис».

Таблица 1.1 – Парк карьерных самосвалов, обслуживаемые ООО «БТЛ-Сервис»

№ п.п	БЕЛАЗ
1	БЕЛАЗ-7555
2	БЕЛАЗ-7555
3	БЕЛАЗ-7555
4	БЕЛАЗ-7555
5	БЕЛАЗ-75131
6	БЕЛАЗ-75131
7	БЕЛАЗ-75131
8	БЕЛАЗ-75131
9	БЕЛАЗ-75131
10	БЕЛАЗ-75131
11	БЕЛАЗ-75131
12	БЕЛАЗ-75131
13	БЕЛАЗ-75131
14	БЕЛАЗ-75131
15	БЕЛАЗ-75131
16	БЕЛАЗ-75131
17	БЕЛАЗ-75131
18	БЕЛАЗ-75131
19	БЕЛАЗ-75131
20	БЕЛАЗ-75131
21	БЕЛАЗ-75131
22	БЕЛАЗ-75131
23	БЕЛАЗ-75131
24	БЕЛАЗ-75131
25	БЕЛАЗ-75131
26	БЕЛАЗ-75131
27	БЕЛАЗ-75131
28	БЕЛАЗ-75131
29	БЕЛАЗ-75131
30	БЕЛАЗ-75131
31	БЕЛАЗ-75306
32	БЕЛАЗ-75306

Окончание таблицы 1.1– Парк карьерных самосвалов, обслуживаемые ООО «БТЛ-Сервис»

№ п.п	БЕЛАЗ
33	БЕЛАЗ-75306
34	БЕЛАЗ-75306
35	БЕЛАЗ-75306
36	БЕЛАЗ-75306
37	БЕЛАЗ-75306

Карьерный самосвал БЕЛАЗ-75131 грузоподъемностью 130 – 136 тонн предназначены для перевозки вскрышных пород и полезных ископаемых различной плотности на открытых горных разработках, грунта и других насыпных материалов на строительстве.

Самосвал предназначен для эксплуатации по специально оборудованным дорогам, имеющим наибольший продольный уклон 6 – 8 %. При эксплуатации самосвала на дорогах с затяжными продольными уклонами более 6 % должны быть предусмотрены вставки с уменьшенными продольными уклонами (2 % и менее) или горизонтальные участки длиной не менее 50 м через каждые 600 м дороги с затяжным уклоном. Дороги должны быть рассчитаны на пропуск автотранспорта с осевой массой не менее 170 000 кг.

БелАЗ-75131 относится к заднеприводным грузовым авто.

Тяговые электродвигатели, распределены по одному на каждое ведущее колесо. Двигатель с колесом – одно целое, которое называется - «электромотор-колесо». Главные элементы этого соединения – электромотор тягового типа, редуктор, тормозная ступица и датчик скоростного ограничения. Редуктор мотор-колеса 2-ступенчатый, имеет шестерни с прямыми зубами.

Задняя подвеска является зависимой с продольными рычагами с центральным шарниром. Передняя подвеска зависимая с поворотными кулаками, закрепленными на передней балке посредством шкворней. В задней и передней подвеске присутствуют цилиндры-амортизаторы, но спереди они не взаимозаменяемые и отличаются по габаритам.

В сочетании с зависимым механизмом направляющего аппарата подвеска БелАЗ-75131 обеспечивает плавный ход и устойчивость на дороге. Используемая в конструкции кинематическая схема позволяет направлять усилие к ступицам колес сразу от первого и второго рядов редуктора, что сокращает нагрузки и увеличивает ресурс работы.

БЕЛАЗ-75131 представлен на рисунке 1.1



Рисунок 1.1 – БЕЛАЗ-75131

Карьерный самосвал БЕЛАЗ-75306 грузоподъемностью 220 тонн Предназначен для перевозки горной массы в сложных горнотехнических условиях глубоких карьеров, на открытых разработках месторождений полезных ископаемых по технологическим дорогам в различных климатических условиях эксплуатации (при температуре окружающего воздуха от -50 до +50 градусов).

Двигатель БелАЗ-75306.

На самосвал установлен V-образный дизельный 4-тактный 16-цилиндровый двигатель Cummins QSK 60-C с электронной системой управления и газотурбинным наддувом. Охлаждается он двухконтурной жидкостной системой с принудительной циркуляцией. Воздух очищается в три этапа (фильтрующие элементы - сухого типа), а отработавшие газы выходят через кузов. Силовая установка смазывается циркуляционной системой под давлением, с использованием поддона "мокрого" типа. Есть жидкостная система предпускового подогрева.

Трансмиссия БелАЗ-75306.

Электропривод переменного-постоянного тока с тяговым генератором, двумя тяговыми электродвигателями, редукторами электромотор-колес, аппаратами регулирования, микропроцессорной системой управления и приборами контроля. Редуктор мотор-колеса – двухрядный, планетарный, дифференциального типа.

Подвеска БелАЗ-75306 зависимая для передних и задних колес, цилиндры пневмогидравлические (масло и азот) со встроенным гидравлическим амортизатором, по два на переднюю ось и задний мост. Зависимая подвеска для передней оси и ведущего моста оборудована продольными рычагами, которые оснащены центральным шарниром. Рулевое управление - гидрообъемное, управляемыми являются передние колеса (их угол поворота составляет 39 градусов).

Грузовики можно эксплуатировать только на дорогах с твердым покрытием с уклоном не более 8%. Скорость грузовика на участках с уклоном не должна быть более 25 км/ч. Высота падения горной породы на платформу должна быть не больше 2,5 м, а вес породы — не более 2,5 т.

БелАЗ-75306 представлен на рисунке 1.2



Рисунок 1.2 – БелАЗ-75306

Карьерный самосвал БЕЛАЗ-7555 грузоподъемностью 55-60 тонн предназначен для перевозки масс грунта и руды при разработке разнообразных месторождений полезных ископаемых открытым способом, в глубоких карьерах. Может использоваться при сооружении крупных промышленных, дорожно-транспортных и гидротехнических объектов. Автомобиль адаптирован для работы на технологических дорогах, в самом широком спектре природно-климатических условий, в диапазоне температур от -50 до +50 градусов.

Двигатель БелАЗ-7555.

В зависимости от модификации на заводе устанавливают две модели силовых агрегатов Cummins: на БЕЛАЗы с индексами Е и F - дизельные 4-тактные силовые агрегаты QSK 19-С мощностью 760 л.с.; на модели 7555В и 7555D - КТТА 19-С (мощность - 710 л.с.) с газотурбинным наддувом, смешанной системой смазки, прямым впрыском горючего.

Для повышения устойчивости и увеличения плавности хода БЕЛАЗ-7555 оснащен пневмогидроподвеской с гидравлическими амортизаторами в паре с зависимым механизмом направляющего хода. В устройстве БЕЛАЗ-7555 применена сварная рама, изготовленная из низколегированной стали. Она оснащена дополнительными креплениями для установки оборудования. Литые элементы конструкции использованы в тех местах, где отмечена повышенная нагрузка на раму (сама она не цельнолитая). Справа от самосвальной платформы установлены три сигнальные лампы, оповещающие об уровне загрузки машины.

БЕЛАЗ-75131 представлен на рисунке 1.3



Рисунок 1.3 – БелАЗ-7555

### 1.3 Организационная структура

Схема структуры управления ООО «БТЛ - Сервис» представлена на рисунке 1.3.

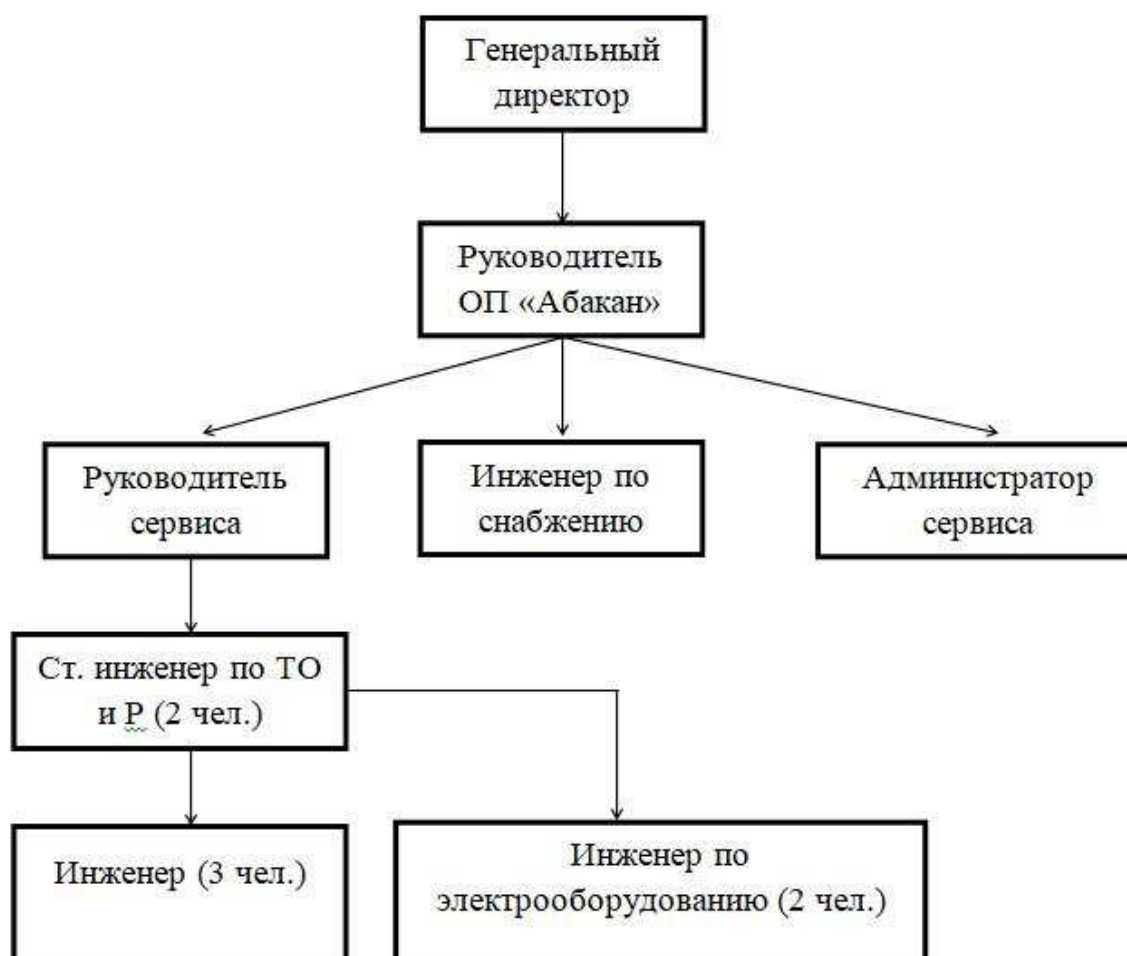


Рисунок 1.3 – Организационная структура управления ООО «БТЛ - Сервис»

### 1.4 Задачи основных подразделений технической службы

Руководитель ОП «Абакан»:

- поддержание КТГ в заданных пределах, а именно  $0,93 \div 0,87$ ;
- увеличение объема выработки предприятия;
- увеличение продаж запасных частей и снижение их неликвидности.

Руководитель сервиса:

- планирование работ;
- контроль охраны труда;
- согласование графиков по техническому обслуживанию и ремонту.

Старший инженер по техническому обслуживанию и ремонту:

- выдача листов-нарядов на каждого инженера по ТО и ремонту;
- прием и выдача карьерных самосвалов из обслуживания;

– оформление первичной документации (дефектные ведомости, накладные на перемещения, акты ТМЦ)

Инженер по техническому обслуживанию и ремонту:

– выполнение работ/операций по ТО и ремонту согласно руководству по эксплуатации и ремонту;

– соблюдение требований охраны труда.

Инженер по снабжению:

– продажа неликвидных запасных частей предприятия;

– оформление складской документации (Универсальный передаточный документ, накладные на перемещения, акты списания запчастей).

## **1.5 Характеристика складского хозяйства**

Под складом понимаются территория, помещение или комплекс помещений, оснащенные специальным технологическим оборудованием, для осуществления всех операций по приемке, хранению, размещению и распределению поступивших на них товаров.

Основное назначение склада – концентрация запасов, их хранение и обеспечение бесперебойного и ритмичного снабжения потребителей.

Склад или совокупность складов вместе с обслуживающей инфраструктурой образует складское хозяйство.

Основные задачи складского хозяйства на промышленном предприятии состоят в организации надлежащего хранения материальных ценностей, обеспечении их сохранности, бесперебойном обслуживании производственного процесса и максимальном сокращении затрат, связанных с осуществлением складских операций.

ООО «БТЛ-Сервис» имеет два складских помещения. Первое помещение находится в здании на первом этаже по адресу грузополучателя. Каждый стеллаж имеет свой собственный адрес и назначение для удобства складирования. Имеется компьютер, в котором хранятся базы номенклатур деталей.

Заказные запасные части, доставленные на предприятие, поступают в зону, называемую «Экспедиция приемки/выдачи». В ней происходит распределение деталей по зонам хранения, согласно спросу на них. Например, детали, необходимые для ближайшего ТО (ГСМ, фильтра) попадают в зону «А».

Зона «А» склада располагается ближе всего к «Экспедиции приемки/выдачи».

Второе складское помещение находится на улице и является местом хранения ГСМ и деталей. Его площадь составляет 320 м<sup>2</sup>.

В опорном пункте, организованном на ООО «УК «Разрез Майрыхский» расположен оперативный склад, куда доставляются необходимые запасные части.

К основным функциям склада ООО «БТЛ-Сервис» можно отнести следующие:

– Наличие актуального ассортимента в соответствии с надобностью



Эта функция направлена на обеспечение необходимыми материально-техническими ресурсами (по количеству и качеству) различных фаз производства;

– Складирование и хранение запасных частей

Рациональная организация склада позволяет выравнивать временную разницу между поставками материальных ресурсов и их потреблением, что дает возможность на базе создаваемых запасов обеспечивать непрерывный производственный процесс и бесперебойное снабжение потребителей.

– Прием и выдача запасных частей

Все поступающие на склад запасные части должны сдаваться складу по накладной, в которой указывается их плановая и фактическая стоимость.

Перед сдачей на склад детали должны быть тщательно очищены от стружки, литейного песка и окалины, а также промыты.

При приемке запасных частей работник склада проверяет их соответствие заказам и плану изготовления по номенклатуре и количеству. Запасные части, не заказанные складом и отсутствующие в плане, склад принимать не должен.

Запасные части размещают на стеллажах по типам, моделям и сборочным единицам оборудования. Для этого за каждым наименованием запасных частей должны быть закреплены определенные ячейки стеллажа, номер которых представляют в учетной карточке данных запасных частей.

Детали выдаются со склада по расходным накладным. Выдача запчастей в технический центр производится на основании заказ-наряда для каждого конкретного автомобиля, находящегося в данный момент на ремонте.

– Контроль остатков запасных частей

При каждой выдаче в карточке в соответствующей графе записывается число данных деталей, остающихся на складе. Если при этом оказывается, что число оставшихся деталей достигло нормы, соответствующей точке заказа, то склад оформляет заказ.

– Продажа запасных частей

Неликвидные детали, находящиеся на складе сроком более 1 года, подвергаются продаже, так как их хранение экономически не целесообразно.

## **1.6 Соблюдение правил и требований техники безопасности**

Каждый работник организации должен проверить: наличие и состояние первичных средств пожаротушения; противопожарное состояние электрооборудования; работоспособность системы вентиляции; исправность телефонной связи; состояние эвакуационных выходов, проходов.

В рабочее время каждый работник должен:

- постоянно содержать в чистоте и порядке свое рабочее место;
- проходы, выходы не загромождать различными предметами и оборудованием;
- не допускать нарушение пожарной безопасности со стороны посторонних лиц;
- не подключать самовольно электроприборы, исправлять эл. сеть и предохранители;
- не пользоваться открытым огнем в служебных и рабочих помещениях;
- не накапливать бумагу и другие легковоспламеняющиеся материалы, а также не разбрасывать мусор;
- не оставлять включенными без присмотра электрические приборы и освещение;
- не вешать плакаты, одежду и другие предметы на розетки, выключатели и другие электроприборы.

По окончании работы работник должен тщательно убрать свое рабочее место, проверить состояние первичных средств пожаротушения, эвакуационные проходы, выходы оставлять свободными.

## **1.7 Пожарная безопасность**

Курение в организации допускается в строго определенных местах, соответствующим образом оборудованных и обеспеченных средствами пожаротушения (на улице). Курить в зданиях категорически запрещено.

Каждый работник должен строго соблюдать установленный противопожарный режим, уметь пользоваться первичными средствами пожаротушения и знать порядок и пути эвакуации на случай пожара.

Лица, не прошедшие первичный противопожарный инструктаж, к работе не допускаются.

Нарушение требований пожарной безопасности, влечет за собой административную ответственность.

В помещении склада вывешивается инструкция по охране труда при работе с порошками, горючими и смазочными материалами, пенообразователями.

Не допускается хранение в помещении складов пустой тары, спецодежды, обтирочного материала.

Пролитый бензин удаляется с применением песка, опилок, хлорной извести или теплой воды.

Запрещается открытие пробок металлической тары при помощи молотков, зубил и другого инструмента, не предназначенного для этого.

Запрещается заправка из канистр, ведер и других емкостей.

В случае возгорания немедленно сообщить руководителю, ответственному за пожарную безопасность. Для вызова городской пожарной команды звонить с городской АТС - 101, с сотовых - 112. Принять меры по ликвидации очага возгорания и необходимости эвакуации людей и имущества из помещения.

## **1.8 Обоснование темы выпускной квалификационной работы**

Предприятием ООО «БТЛ - Сервис», г. Черногорск была предложена тема: «Оценка времени хранения и периодичности доставки запасных частей и материалов».

Актуальность темы работы объясняется тем, что складские операции имеют большое значение для работы всего предприятия. Поэтому очень важно правильно и рационально организовать складской технологический процесс.

При хранении необходимо применять рациональные способы укладки, соблюдать основные принципы хранения, и организовывать постоянный контроль за хранимыми товарами. Это обеспечит сохранность товаров и отсутствие потерь, поспособствует более эффективному использованию складской площади, а также создаст условия для их правильной и быстрой отборки.

При эксплуатации карьерных самосвалов БЕЛАЗ в ООО «УК «Разрез Майрыхский» можно выделить следующие особенности:

1. Режим работы автосамосвалов – сменно-суточный, длительностью 23 часа.

2. Тяжелые дорожные и природно-климатические условия эксплуатации.

3. Значительные величины штрафов за простои автосамосвалов (коэффициент технической готовности должен быть не менее 0,87).

4. Периодичность поступления заказанных запасных частей и материалов не чаще, чем раз в 105 дней, что не предполагает возможности быстрого обеспечения ими в случае внезапной потребности.

Для решения указанной проблемы были собраны статистические сведения о расходе запасных частей за 2021 год. Они представляют собой номенклатуру деталей и материалов, их индивидуальные каталожные номера, количество их прихода и расхода и остаток на складе.

Для уточнения номенклатуры и объемов запасов, попадающих в указанные выше группы необходимо использовать методы ABC и XYZ.

## 2 Оптимизация номенклатуры запасных частей

### 2.1 Метод ABC

Хранить все выпускаемые запасные части у дилера невыгодно. Это приведет к значительному увеличению запасов, росту складских площадей и, самое главное, к неэффективному использованию запасов – большая их часть останется лежать «мертвым грузом». С другой стороны, поскольку отказы носят случайный характер, то теоретически в любой момент может понадобится любая из запасных частей.

Под *номенклатурой запасных частей* понимается перечень наименований элементов автомобиля, составленных в определенной последовательности в соответствии с технической документацией предприятий-изготовителей.

Определение номенклатуры запасных частей и объемов хранения на складах разного уровня осуществляется различными методами. В основу наиболее распространенного положено деление всей номенклатуры запасных частей для каждой модели автомобиля по частоте спроса на группы А, В и С. Согласно данному методу вся номенклатура деталей конкретной модели автомобиля (с точки зрения спроса на них) делится на группы А, В, С: первая группа А – детали высокого спроса, В – среднего и С – детали редкого спроса.

Метод ABC – способ формирования и контроля за состоянием запасов, заключающийся в разделении номенклатуры  $N$  реализуемых товарно-материальных ценностей на три неравномоощных подмножества А, В и С на основании некоторого формального алгоритма.

Номенклатуру групп А, В, С можно определить с использованием графического и аналитического способов расчетов. Графический способ расчета прост в использовании, но имеет значительную погрешность.

В данной работе будет использован аналитический метод расчета.

#### 2.1.1 Аналитический способ расчета

Аналитический способ расчета позволяет определять номенклатуру групп с необходимой точностью и включает в себя несколько этапов.

На первом этапе вводится единый стоимостной показатель, отражающий все виды затрат, связанных с  $i$ -ой запасной частью. Данный показатель рассчитывается для каждой детали с использованием формулы

$$C_i = M_i \cdot (C_{зчi} + C_{тэi} + C_{пi}), \quad (2.1)$$

где  $M_i$  – количество  $i$ -х деталей, израсходованных за определенный интервал времени, шт.;

$C_{зчi}$  – стоимость  $i$ -ой детали, руб.;

$C_{тэi}$  – стоимость трудозатрат на устранение отказа  $i$ -ой детали, руб.;

$C_{Pi}$  – потери прибыли предприятия, связанные с простоем автомобиля в ремонте, в частности, из-за отсутствия  $i$ -ой детали, руб.

Полученные значения  $C_i$  ранжируются, располагаясь в убывающей последовательности

$$C_a \geq C_b \geq \dots \geq C_i \geq \dots \geq C_m. \quad (2.2)$$

Затем производится присвоение новых индексов:  $a=1, b=2, \dots, m=N$ , где  $N$  – общее количество наименований деталей (номенклатура)

$$C_1 \geq C_2 \geq \dots \geq C_i \geq \dots \geq C_N. \quad (2.3)$$

Для удобства расчетов на втором этапе вводятся относительные величины рассматриваемых стоимостных показателей  $q_i$  (в процентах), тем самым производится нормирование показателей и рассчитывается по формуле 2.4

$$q_i = \frac{C_i}{\sum_{i=1}^N C_i} \cdot 100\%, \quad (2.4)$$

Для удобства расчетов количество деталей  $N$  целесообразно нормировать в интервале  $0 - 1$  и ввести аргумент  $X$ . Величины  $q_i$  суммируются нарастающим итогом

$$q_{\Sigma i} = \sum q_i. \quad (2.5)$$

Значения представляются в табличной форме в виде пар значений  $(q_{\Sigma i}; X)$  для подбора аналитической зависимости.

В большинстве случаев используются три нелинейные зависимости, представленные в формулах 2.6 – 2.8

$$y = \sqrt{a_0x + a_1x^2}, \quad (2.6)$$

$$y = ax^b, \quad (2.7)$$

$$y = \frac{x}{b + ax}. \quad (2.8)$$

Выбор той или иной зависимости зависит от значения коэффициента корреляции (чем он выше, тем точнее зависимость).

Далее определяем коэффициенты зависимостей  $(a_0, a_1, a, b)$  с использованием метода наименьших квадратов (МНК). При определении коэффициентов необходимо соблюдать начальные условия: при  $x = 0$ ,  $q_{\Sigma_i} = 0$  и при  $x = 1$ ,  $q_{\Sigma_i} = 1$ .

Методика определения коэффициентов представлена в таблицах 2.1 и 2.2

Таблица 2.1 – Методика определения коэффициентов зависимостей №1

Этапы методики	Зависимость $q_{\Sigma_i} = \sqrt{a_0 \cdot x + a_1 \cdot x^2}$	Зависимость $q_{\Sigma_i} = \frac{x}{b + a \cdot x}$
1. Преобразуем выражение	$q_{\Sigma_i}^2 = Y = a_0 \cdot x + a_1 \cdot x^2$	$\frac{x}{y} = Y = b + ax$
2. Определим производные функции по коэффициентам	$\frac{dY}{da_1} = x^2, \frac{dY}{da_0} = x$	$\frac{dY}{db} = 1, \frac{dY}{da} = x$
3. Составим систему уравнений	$\begin{cases} \sum_{i=1}^n (Y_i - a_1 \cdot x_i^2 - a_0 \cdot x_i) \cdot \frac{dY}{da_1} = 0 \\ \sum_{i=1}^n (Y_i - a_1 \cdot x_i^2 - a_0 \cdot x_i) \cdot \frac{dY}{da_0} = 0 \\ \sum_{i=1}^n (Y_i - a_1 \cdot x_i^2 - a_0 \cdot x_i) \cdot x_i^2 = 0 \\ \sum_{i=1}^n (Y_i - a_1 \cdot x_i^2 - a_0 \cdot x_i) \cdot x_i = 0 \\ \frac{\sum_{i=1}^n Y_i \cdot x_i^2}{n} - a_1 \cdot \frac{\sum_{i=1}^n x_i^4}{n} - a_0 \cdot \frac{\sum_{i=1}^n x_i^3}{n} = 0 \\ \frac{\sum_{i=1}^n Y_i \cdot x_i}{n} - a_1 \cdot \frac{\sum_{i=1}^n x_i^3}{n} - a_0 \cdot \frac{\sum_{i=1}^n x_i^2}{n} = 0 \\ \begin{cases} z_1 - a_1 \cdot z_2 - a_0 \cdot z_3 = 0 \\ z_4 - a_1 \cdot z_3 - a_0 \cdot z_5 = 0 \end{cases} \end{cases}$	$\begin{cases} \sum_{i=1}^n (Y_i - b - a \cdot x_i) \cdot \frac{dY}{db} = 0 \\ \sum_{i=1}^n (Y_i - b - a \cdot x_i) \cdot \frac{dY}{da} = 0 \\ \sum_{i=1}^n (Y_i - b - a \cdot x_i) \cdot 1 = 0 \\ \sum_{i=1}^n (Y_i - b - a \cdot x_i) \cdot x = 0 \\ \frac{\sum_{i=1}^n Y_i}{n} - b - a \cdot \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} = 0 \\ \frac{\sum_{i=1}^n Y_i \cdot x_i}{n} - b \cdot \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} - a \cdot \frac{\sum_{i=1}^n x_i^2}{n} = 0 \\ \begin{cases} z_1 - b - a \cdot z_2 = 0 \\ z_3 - b \cdot z_2 - a \cdot z_4 = 0 \end{cases} \end{cases}$
4. Решаем систему уравнений методом Крамера	$\Delta = \begin{vmatrix} z_2 & z_3 \\ z_3 & z_5 \end{vmatrix} = z_2 \cdot z_5 - z_3^2$ $\Delta a_1 = \begin{vmatrix} z_1 & z_3 \\ z_4 & z_5 \end{vmatrix} = z_1 \cdot z_5 - z_3 \cdot z_4$ $\Delta a_2 = \begin{vmatrix} z_2 & z_1 \\ z_3 & z_4 \end{vmatrix} = z_2 \cdot z_4 - z_3 \cdot z_1$ $a_1 = \frac{\Delta a_1}{\Delta}, a_0 = \frac{\Delta a_2}{\Delta}$	$\Delta = \begin{vmatrix} 1 & z_2 \\ z_2 & z_4 \end{vmatrix} = z_4 - z_2^2$ $\Delta a = \begin{vmatrix} 1 & z_1 \\ z_2 & z_3 \end{vmatrix} = z_3 - z_1 \cdot z_2$ $\Delta b = \begin{vmatrix} z_1 & z_2 \\ z_3 & z_4 \end{vmatrix} = z_1 \cdot z_4 - z_2 \cdot z_3$ $a = \frac{\Delta a}{\Delta}, b = \frac{\Delta b}{\Delta}$

Таблица 2.2 – Методика определения коэффициентов зависимостей №2

Этапы методики	Зависимость $q_{\sum_i} = ax^b$
1. Преобразуем выражение	$Lnq_{\sum_i} = Y = Lna + bx$
2. Определим производные функции по коэффициентам	$\frac{dY}{dLna} = 1, \frac{dY}{db} = x$
3. Составим систему уравнений	$\begin{cases} \sum_{i=1}^n (Y_i - Lna - bx_i) \cdot \frac{dY}{dLna} = 0 \\ \sum_{i=1}^n (Y_i - Lna - bx_i) \cdot \frac{dY}{db} = 0 \end{cases}$ $\begin{cases} \sum_{i=1}^n (Y_i - Lna - bx_i) \cdot 1 = 0 \\ \sum_{i=1}^n (Y_i - Lna - bx_i) \cdot x = 0 \end{cases}$ $\begin{cases} \frac{\sum_{i=1}^n Y_i}{n} - Lna - b \cdot \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} = 0 \\ \frac{\sum_{i=1}^n Y_i \cdot x_i}{n} - Lna \cdot \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} - b \cdot \frac{\sum_{i=1}^n x_i^2}{n} = 0 \end{cases}$ $\begin{cases} z_1 - Lna - b \cdot z_2 = 0 \\ z_3 - Lna \cdot z_2 - b \cdot z_4 = 0 \end{cases}$
4. Решаем систему уравнений методом Крамера	$\Delta = \begin{vmatrix} 1 & z_2 \\ z_2 & z_4 \end{vmatrix} = z_4 - z_2^2$ $\Delta Lna = \begin{vmatrix} z_1 & z_2 \\ z_3 & z_4 \end{vmatrix} = z_1 \cdot z_4 - z_3 \cdot z_2$ $\Delta b = \begin{vmatrix} 1 & z_1 \\ z_2 & z_3 \end{vmatrix} = z_3 - z_2 \cdot z_1$ $Lna = \frac{\Delta Lna}{\Delta} \Rightarrow a = e^{Lna},$ $b = \frac{\Delta b}{\Delta}$

Для определения границ групп воспользуемся теоремой Лагранжа (формула 2.9)

$$f'(x) = \frac{f(b) - f(a)}{x_b - x_a} = C, \quad (2.9)$$

где  $f'(x)$  – производная функции  $f(x)$  в точке касания;



$f(B)$ ,  $f(A)$  – значения функции  $f(x)$  в начальной и конечной точках.

Решив уравнение (2.9) относительно  $x_A$ , определим абсциссу и далее переходим к номенклатуре по формуле 2.10

$$N_A = x_a \cdot N, \quad (2.10)$$

которая делит номенклатуру на две группы.

Вводим новую систему координат, принимая за начало отсчета абсциссу  $x_A$  и ординату  $q_{\sum i}(x_A)$ . В некоторых случаях с целью унификации расчета шкалы по осям могут быть вновь отнормированы. Таким образом, основное уравнение (2.9) записывается в виде (формула 2.11)

$$f'(x) = \frac{f(b) - f(a)}{x_b - x_a}. \quad (2.11)$$

*Пример.* В результате анализа расхода запасных частей на предприятии ООО «БТЛ - Сервис» за год, были получены данные, представленные в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Исходные данные расхода запасных частей

N	Подразделение/ Номенклатура	№ по каталогу (Номенклатура)	Расход
1	Моторное масло	BELAZG-ProfiMining15W-40	120700
2	Масло объединенной гидравлической системы	BELAZG-ProfiHydraulicHVLP46/32	37580
3	Охлаждающая жидкость	BELAZG-PROFIANTIFREEZEGREEN40	31400
4	Масло в РМК	BELAZG-ProfiTrans85W-140	11586
5	Основной фильтрующий элемент воздушного фильтра	EE 100300	640
6	Смазка	GazpromEP2/EP00	4191,9
7	Фильтр полнопоточный масляный (131)	LF3325	2210
8	Фильтр тонкой очистки топлива	FS1006	1241
9	Водило первого ряда	4536415587	2
10	Подшипник роликовый конический	7512-3104710	8
...	...	...	...
...	...	...	...
171	Уплотнитель	4536372140	1

Единый стоимостной показатель для 1 запасной части, рассчитываемый по формуле (2.1)

$$C_1 = 120700 \cdot (210,69 + 0 + 0) = 25430283,0 \text{ руб.}$$

Единый стоимостной показатель для 2 запасной части

$$C_2 = 37580 \cdot (191,98 + 0 + 0) = 7214608,4 \text{ руб.}$$

Аналогично рассчитывается  $C_i$  для всего списка израсходованных запасных частей за год. Значения  $C_i$  ранжируем, располагая в убывающей последовательности (формула 2.2), производим присвоение новых индексов.

Полученные значения представлены в таблице 2.4 (пример).

Таблица 2.4 – Результаты расчета единого стоимостного показателя

N	Подразделение/ Номенклатура	№ по каталогу (Номенклатура)	Расход	Стоимостной показатель для 1 запчасти, руб.	Значение единого стоимостного показателя $C_i$ руб., без НДС
1	Моторное масло	BELAZG-ProfiMining15W-40	120700	210,69	25430283,0
2	Масло объединенной гидравлической системы	BELAZG-ProfiHydraulicHVLP46/32	37580	191,98	7214608,4
3	Охлаждающая жидкость	BELAZG-PROFIANTIFREEZEGREEN40	31400	139,80	4389720,0
4	Масло в РМК	BELAZG-ProfiTrans85W-140	11586	250,17	2898469,6
5	Основной фильтрующий элемент воздушного фильтра	EE 100300	640	3454,10	2210624,0
6	Смазка	GazpromEP2/EP00	4191,9	449,53	1884384,8
7	Фильтр полнопоточный масляный (131)	LF3325	2210	815,10	1801371,0
8	Фильтр тонкой очистки топлива	FS1006	1241	1266,20	1571354,2
9	Водило первого ряда	4536415587	2	781198,60	1562397,2
10	Подшипник роликовый конический	7512-3104710	8	193340,45	1546723,6
...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...
171	Уплотнитель	4536372140	1	9,75	9,75
Итого					66105321,2

Нормирование показателей для 1-ой запасной части производится по формуле (2.4)

$$q_i = \frac{25430283,0}{66105321,2} = 0,385.$$

Т. к. величины  $q_i$  суммируются нарастающим итогом, то для 2-ой запасной части будет выглядеть следующим образом

$$q_i = \frac{7214608,4}{66105321,2} + 0,385 = 0,494.$$

Нормируем количество деталей  $N$  в интервале 0-1 и вводим аргумент  $X$ . В периоде 171 наименование запасных частей, следовательно,  $X_1=1/171=0,0058$ .  $X_2=2/302=0,0117$  и т.д.

Результаты расчетов представлены в таблице 2.5 (пример).

Таблица 2.5 – Результаты нормирования запасных частей

N	Подразделение/ Номенклатура	№ по каталогу (Номенклатура)	Расход	Стоимостной показатель для 1 запча- сти, руб.	Значение единого стоимостного показателя ( $C_i$ ), руб. (max .. min)	$q_{\Sigma i}$	X
1	Моторное масло	BELAZG- ProfiMining15W -40	120700	210,69	25430283,0	0,385	0,0058
2	Масло объединенной гидравлической системы	BELAZG- ProfiHydraulicH VLP46/32	37580	191,98	7214608,4	0,494	0,0117
3	Охлаждающая жидкость	BELAZG- PROFIANTIFRE EZEGREEN40	31400	139,80	4389720,0	0,560	0,0175
4	Масло в РМК	BELAZG- ProfiTrans85W- 140	11586	250,17	2898469,6	0,604	0,0234
5	Основной фильтрующий элемент воздушного фильтра	EE 100300	640	3454,10	2210624,0	0,638	0,0292
6	Смазка	GazpromEP2/EP 00	4191,9	449,53	1884384,8	0,666	0,0351
7	Фильтр полнопоточный масляный (131)	LF3325	2210	815,10	1801371,0	0,693	0,0409
8	Фильтр тонкой очистки топлива	FS1006	1241	1266,20	1571354,2	0,717	0,0468
9	Водило первого ряда	4536415587	2	781198,60	1562397,2	0,741	0,0526

Окончание таблицы 2.5 – Результаты нормирования запасных частей

10	Подшипник роликовый конический	7512-3104710	8	193340,45	1546723,6	0,764	0,0585
...	...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...	...
171	Уплотнитель	4536372140	1	9,75	171	1,00	1,00

В расчетную стоимость, указанную в таблице не входит налог на добавленную стоимость.

В данной работе будут использоваться три нелинейные зависимости (формулы 2.6 – 2.8).

Определяем коэффициенты первой зависимости ( $y = \sqrt{a_0x + a_1x^2}$ ) с использованием МНК (таблица 2.1). Результаты расчетов представлены в таблице 2.6.

Таблица 2.6 – Результаты расчетов коэффициентов первой зависимости

$\Delta$	$\Delta_{a_1}$	$\Delta_{a_0}$	$a_1$	$a_0$
0,004264	-0,0125	0,01566	-2,931	3,671

Определяем коэффициенты второй зависимости ( $y = ax^b$ ) с использованием МНК (таблица 2.2). Результаты расчетов представлены в таблице 2.7.

Таблица 2.7 – Результаты расчетов коэффициентов второй зависимости

$\Delta$	$\Delta_{\text{Lna}}$	$\Delta_b$	$\text{Lna}$	a	b
0,0833	-0,01531	0,0216	-0,1838	0,832	0,259

Определяем коэффициенты третьей зависимости ( $y = \frac{x}{b+ax}$ ) с использованием МНК (таблица 2.1). Результаты расчетов представлены в таблице 2.8.

Таблица 2.8 – Результаты расчетов коэффициентов третьей зависимости

$\Delta$	$\Delta_b$	$\Delta_a$	b	a
0,0833	0,00127	0,08175	0,01526	0,981

Результаты расчетов значений  $q_{\Sigma i}$  по приведенным аналитическим зависимостям приведены в таблице 2.9 (пример).

Таблица 2.9 – Результаты расчетов

N	Величина аргумента X	По исходным данным	$y = \sqrt{a_0x + a_1x^2}$	$y = ax^b$	$y = \frac{x}{b + ax}$
		$q_{\Sigma i}$	Y	Y	Y
1	0,0058	0,385	0,1462	0,2197	0,2784
2	0,0117	0,494	0,2062	0,2629	0,4374
3	0,0175	0,560	0,2520	0,2920	0,5402
4	0,0234	0,604	0,2903	0,3146	0,6121
5	0,0292	0,638	0,3238	0,3334	0,6653
6	0,0351	0,666	0,3538	0,3495	0,7062
7	0,0409	0,693	0,3813	0,3637	0,7386
8	0,0468	0,717	0,4066	0,3765	0,7649
9	0,0526	0,741	0,4302	0,3881	0,7868
10	0,0585	0,764	0,4524	0,3989	0,8051
...	...	...	...	...	...
171	1,0000	1,0000	0,8606	0,8321	1,0037

По результатам расчетов построен график и представлен на рисунке 2.1.

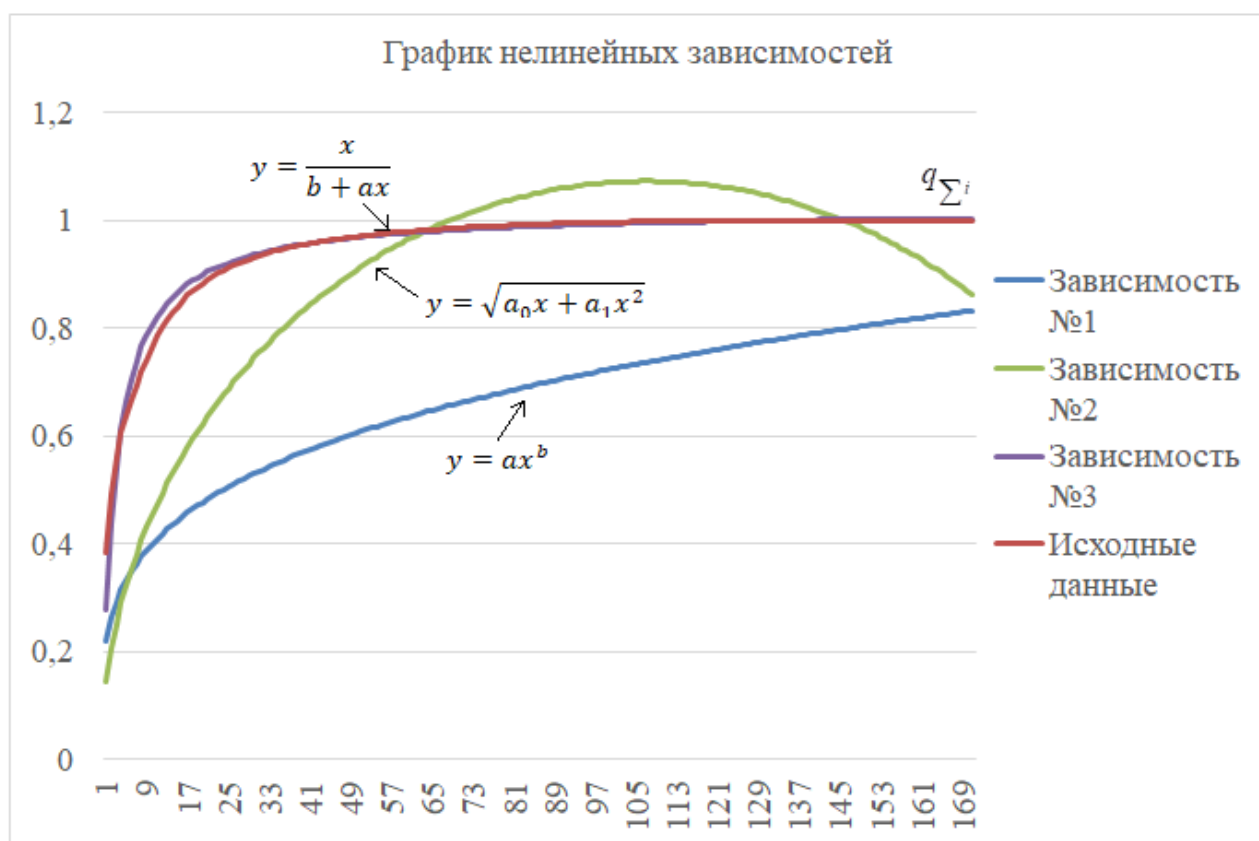


Рисунок 2.1 – График нелинейных зависимостей

Из рисунка 2.1 видно, что третья зависимость ( $y = \frac{x}{b+ax}$ ) более точно описывает имеющиеся исходные данные. Таким образом, принимаем её в качестве аналитической зависимости, удовлетворяющую начальным условиям.

Для определения границ групп воспользуемся уравнением Лагранжа (2.9). Поскольку с одной стороны

$$f'(x) = \left( \frac{x}{b+ax} \right)' = \frac{b}{a^2 \cdot x^2 + 2 \cdot a \cdot b \cdot x + b^2},$$

а с другой стороны по теореме Лагранжа

$$f'(x) = C = 1,$$

(получается подстановкой в уравнение (2.9) значений функции и аргумента в начальных и конечных точках, т. е. при  $x=0, y=0$  и при  $x=1, y=1$ , получим

$$b = C \cdot a^2 \cdot x^2 + C \cdot 2 \cdot a \cdot b \cdot x + C \cdot b^2,$$

$$C \cdot a^2 \cdot x^2 + C \cdot 2 \cdot a \cdot b \cdot x + C \cdot b^2 - b = 0.$$

В результате решения квадратного уравнения, с подстановкой в него уже определенных выше коэффициентов, получим два корня:  $x_1 = -0,1415$ ,  $x_2 = 0,1104$ .

Так как значение аргумента лежит в пределах от 0 до 1, то истинным корнем является  $x_A = x_2 = 0,1104$ .

Подставив полученное значение аргумента в исходную аналитическую зависимость, получим относительную стоимостную оценку деталей группы А

$$q_A = \frac{0,1104}{0,01526 + 0,981 \cdot 0,1104} = 0,877.$$

Полученные значения указывают на границы группы А. Используя формулу 2.10, домножив  $x_A$  на количество (номенклатуру) деталей  $N$  данного периода, получим количественную оценку числа наименований деталей группы А

$$N_A = 0,1104 \cdot 171 = 19 \text{ позиций запасных частей и материалов.}$$

Определим границы группы В. При подстановке  $x_A = 0,1104$ ,  $q_A = 0,877$  в формулу (2.11), находим

$$f'(x) = \frac{f(B) - f(x_A)}{x_B - x_A} = \frac{1 - 0,896}{1 - 0,1104} = 0,138.$$

Затем по формуле

$$C \cdot a^2 \cdot x^2 + C \cdot 2 \cdot a \cdot b \cdot x + C \cdot b^2 - b = 0.$$

Получим  $X = x_{A+B} = 0,3234$ ,  $q_{A+B} = 0,9725$ . Количественную оценку числа наименований деталей группы В определим по формуле 2.12

$$N_B = (x_{A+B} - x_A) \cdot N, \quad (2.12)$$

$$N_B = (0,3234 - 0,1104) \cdot 171 = 37 \text{ позиций запасных частей и материалов.}$$

Соответственно, на группу С приходится  $q_C = 0,0275$  и  $x_C = 0,6766$ .

Количественная оценка числа наименований деталей группы С будет определяться вычитанием из всей номенклатуры деталей и материалов групп А и В, т.е.  $171 - (19 + 37) =$  позиция запасных частей и материалов.

В таблице 2.10 представлены полученные группы запасных частей и материалов.

Таблица 2.10 – Группы позиций номенклатуры запасных частей и материалов

А	В	С
19	37	115
171		

Результаты расчетов всего периода представлены в таблицах 2.11 – 2.13

Таблица 2.11 – З/ч и материалы всего периода, входящие в группу А

N	Подразделение/Номенклатура	№ по каталогу (Номенклатура)	Расход (в ед. хранения)	Значение единого стоимостного показателя ( $C_i$ ), руб
1	Моторное масло	BELAZG-ProfiMining15W-40	120700	25430283,0
2	Масло объединенной гидравлической системы	BELAZG-ProfiHydraulicHVL46/32	37580	7214608,4
3	Охлаждающая жидкость	BELAZG-PROFIANTIFREEZE GREEN40	31400	4389720,0
4	Масло в РМК	BELAZG-ProfiTrans85W-140	11586	2898469,6
5	Основной фильтрующий элемент воздушного фильтра	EE 100300	640	2210624,0
6	Смазка	GazpromEP2/EP00	4191,9	1884384,8
7	Фильтр полнопоточный масляный (131)	LF3325	2210	1801371,0
8	Фильтр тонкой очистки топлива	FS1006	1241	1571354,2
9	Водило первого ряда	4536415587	2	1562397,2

## Окончание таблицы 2.11 – 3/ч и материалы всего периода, входящие в группу А

N	Подразделение/Номенклатура	№ по каталогу (Номенклатура)	Расход (в ед. хранения)	Значение единого стоимостного показателя ( $C_i$ ), руб
10	Подшипник роликовый конический	7512-3104710	8	1546723,6
11	Фильтр системы охлаждения	WF2075	2006	1440809,5
12	Фильтрующий элемент в масляном баке объединенной гидросистемы	EE500600	264	1168939,2
13	Фильтр центробежной очистки масла (306)	CS41018	119	792914,9
14	Шестерня коронная II ряда	7519-2405496	4	788129,5
15	Сателлит II ряда в сборе	7519-2405428	12	772380,0
16	Водило первого ряда	75132-2405300	4	749938,2
17	Фильтр байпасный масляный (131)	LF777	884	696989,8
18	Сальник штанги	4536270073	4	522821,0
19	Шестерня коронная I ряда	75132-2405284	4	511676,9

## Таблица 2.12 – 3/ч и материалы всего периода, входящие в группу В

N	Подразделение/Номенклатура	№ по каталогу (Номенклатура)	Расход (в ед. хранения)	Значение единого стоимостного показателя ( $C_i$ ), руб
1	Манжета с пружиной	75191-3104020-01	28	453186,2
2	Шестерня солнечная II ряда	7519-2405372	4	445275,8
3	Фильтрующие элементы воздухозаборника кабины	EE 148200	528	397425,6
4	Подшипник	1000964Л	8	367155,4
5	Кольцо подманжетное	75191-3104114-20	4	359345,4
6	Предохранительный фильтрующий элемент воздушного фильтра (306)	EE 100301	224	307507,2
7	Комплект	4536478295	4	305063,2
8	Фильтрующий элемент фильтра, установленного в напорной линии насоса	EE502300	264	268897,2
9	Кольцо распорное	4536372372	1	257841,4
10	Пластина упорная	4536447838	3	249514,2
11	Упор	4536211297	2	232104,6
12	Палец	75570-2909078	8	227410,6
13	Вал торсионный	75132-2405524-01	4	177502,7
14	Подшипники	2007164М	2	168172,7
15	Фильтрующий элемент сапуна бака объединенной гидросистемы	EE100310	792	161647,2
16	Гидрораспределитель	РГС5-6/3СЕ.34А.Г24У1	4	148424,6
17	Упор	4536277947	1	145745,0
18	Рукав высокого давления	7822-4617840	10	134534,4
19	Кольцо	4536443441	3	125562,5



Продолжение таблицы 2.12 – 3/ч и материалы всего периода, входящие в группу В

N	Подразделение/Номенклатура	№ по каталогу (Номенклатура)	Расход (в ед. хранения)	Значение единого стоимостного показателя ( $C_i$ ), руб
20	Крышка	75191-3104020-01	28	453186,2
21	Трансмиссионное масло	7519-2405372	4	445275,8
22	Фланец торсионного вала	ЕЕ 148200	528	397425,6
23	Подшипники	1000964Л	8	367155,4
24	Комплект	75191-3104114-20	4	359345,4
25	Крышка	ЕЕ 100301	224	307507,2
26	Подшипники	4536478295	4	305063,2
27	Втулка	ЕЕ502300	264	268897,2
28	Фланец электродвигателя	4536372372	1	257841,4
29	Шестерня солнечная I ряда	4536447838	3	249514,2
30	Подшипники рычагов	4536211297	2	232104,6
31	Поршень	75570-2909078	8	227410,6
32	Пружина фиксатора	75132-2405524-01	4	177502,7
33	Ось сателлита II ряда	2007164М	2	168172,7
34	Втулка шкворня	ЕЕ100310	792	161647,2
35	Рукав высокого давления	РГС5-6/3СЕ.34А.Г24У1	4	148424,6
36	Ось сателлита I ряда	4536277947	1	145745,0
37	Рукав высокого давления	7822-4617840	10	134534,4

Таблица 2.13 – 3/ч и материалы всего периода, входящие в группу С

N	Подразделение/Номенклатура	№ по каталогу (Номенклатура)	Расход (в ед. хранения)	Значение единого стоимостного показателя ( $C_i$ ), руб
1	Рукав высокого давления	78221-4617610	8	56684,2
2	Резино-технические изделия цилиндров, входящие в ремкомплект	75132-3429008	8	53994,7
3	Пробка К1/8"	4599321201	6	52029,9
4	Прижим	4536335892	6	51558,0
5	Рукав высокого давления	7555А-8609710	10	49693,8
6	Подшипник шарнирный	ШСЛ-130	4	49473,8
7	Рукав высокого давления	78221-4617880	6	45831,2
8	Крышка водила	4536415590	1	45731,4
9	Рукав высокого давления	7555А-8609690	14	45274,3
10	Рукав высокого давления	7555А-8609704	10	44818,8
11	Шайба 8 Л.65Г.06 ГОСТ 6402-70	4598166006	35	42997,5
12	Рукав высокого давления	78221-4617710	6	42513,1
13	Подшипники	ГШСЛ-70	16	38192,0
14	Рукав высокого давления	7823-4617780	2	37975,1
15	Рукав высокого давления	7822-4617860	2	35586,7
16	Рукав высокого давления	75131-8609026	4	35418,2
17	Шайба 3 Т.65Г.06 ГОСТ 6402-70	4598166042	42	32077,5
18	Рукав высокого давления	7822-4617850	2	31898,9
19	Рукав высокого давления	7555А-8609676	12	31646,2

Продолжение таблицы 2.13 – 3/ч и материалы всего периода, входящие в группу С

N	Подразделение/Номенклатура	№ по каталогу (Номенклатура)	Расход (в ед. хранения)	Значение единого стоимостного показателя ( $C_i$ ), руб
20	Рукав высокого давления	7822-4617820	4	30554,2
21	Электромагнит	4536122251	4	29715,4
22	Кольцо распорное	75132-2405444	120	29203,2
23	Комплект	4536473843	2	28696,2
24	Рукав высокого давления	7822-4617740	2	28643,2
25	Болт	4593461555	5	28385,5
26	Рукав высокого давления	78221-4617810	4	28342,1
27	Амортизатор	4536135434	2	26319,8
28	Резино-технические изделия корпусов тормозов, входящие в ремкомплект	75570-3501079	8	22835,3
29	Рукав высокого давления	7513-8609676	8	22308,0
30	Ступица переднего колеса	4536413763	1	21562,5
31	Резино-технические изделия корпусов тормозов, входящие в ремкомплект	7513-3501079	8	20492,2
32	Комплект	4536171679	1	19603,4
33	Рукав высокого давления	7822-4617770	2	19247,3
34	Гайка	4595531059	12	19203,6
35	Упор	7512-2405560	4	19053,8
36	Амортизатор нижний	4536135436	2	18878,6
37	Манжета	1.2-145x175-4	6	17777,4
38	Рукав высокого давления	7555A-8609686	6	17709,1
39	Втулка распорная	75131-3001026	8	16735,7
40	Рукав высокого давления	7555A-8609680	6	16342,6
41	Подшипник	4611000001	17	16254,6
42	Стопорное кольцо	75131-3429094	16	15949,4
43	Рукав высокого давления	78221-4617820	2	15277,1
44	Гильза	75132 -8606423	2	14606,3
45	Сальник центрального шарнира	7519-2919466	8	12754,6
46	Комплект	4536171522	2	12490,4
47	Топливопровод	4536280517	20	12298,0
48	Рукав высокого давления	7555A-8609714	2	12174,2
49	Манжета армированная с пружиной	1.2-145*175-4	4	11852,9
50	Сальник штанги	7521-2919072	8	11431,7
51	Вал карданный 75135-2202010-01	4539222856	1	10973,3
52	Кольцо уплотнительное	549A -3104118	28	10570,6
53	Комплект запасных частей для гидрораспределителя	75306-8606409	2	10374,0
54	Манжета 120x150	4536190287	2	9379,5
55	Шайба 4 Н.65Г.06 ГОСТ 6402-70	4598166023	8	9308,0
56	Втулка шкворня	75131-3001017	4	8149,4
57	Кран управления	4536351414	1	7978,8
58	Рукав высокого давления	7513-8609690	4	7438,1
59	Кольцо уплотнительное	549A -3104116	14	7283,6
60	Сальник штанги	7557-2919072	8	7088,6
61	Кольцо дистанционное	75191-3104176	4	6421,0
62	Золотник	75132 -8606456	2	5511,5

Продолжение таблицы 2.13 – 3/ч и материалы всего периода, входящие в группу С

№	Подразделение/Номенклатура	№ по каталогу (Номенклатура)	Расход (в ед. хранения)	Значение единого стоимостного показателя ( $C_i$ ), руб
63	Рукав высокого давления	7513-8609670	2	5339,9
64	Рукав высокого давления	7555А-8609670	2	4840,7
65	Подшипник	4622300068	1	4526,6
66	Крышка ведущая	4536415589	2	4459,0
67	Рукав высокого давления	7513-8609710	2	3918,7
68	Кольцо уплотнительное	549А -2405516	14	3407,0
69	Комплект	4536479683	1	3365,1
70	Рукав высокого давления	75131-8609034	2	3210,5
71	Гайка М56х2-6Н	4599574102	18	2831,4
72	Болт М16-6gx70	4593461694	8	2823,6
73	Цилиндр	4536359576	1	2582,5
74	Патрубок	4536469253	4	2303,6
75	Гайка М76х3 самостопорящаяся	4536272566	1	2148,9
76	Гидрораспределитель	4539120270	2	1896,7
77	Пластина	4536330219	4	1617,2
78	Шпилька М24х2-6gx68	0034127600	40	1508,0
79	Ступица мотор-колеса	4536415597	1	1339,7
80	Вентиль	4591673809	50	1332,5
81	Трубка сливная	4536442814	6	1322,1
82	Корпус редуктора мотор-колеса	4536440950	2	1190,8
83	Масленка	4591675006	4	1034,8
84	Крышка	4536264532	1	887,3
85	Кулак	4536467429	1	802,8
86	Пластина	4536331057	9	567,5
87	Болт 3/8"-16 UNC-2Ах30	4599571027	36	561,6
88	Болт	4599571105	20	455,0
89	Тройник	4599816367	5	435,5
90	Кольцо	2531114365	2	431,6
91	Золотник	78211 -4612046	8	430,6
92	Амортизатор платформы	4536330001	4	410,8
93	Кольцо 090-095-30-2-2	2531114134	2	392,6
94	Кольцо	2531114407	1	372,5
95	Насос топливопрокачивающий	4536410815	1	372,5
96	Тройник	4536330180	2	362,7
97	Патрубок	4536112955	2	299,0
98	Кронштейн	4536419597	1	258,7
99	Комплект запасных частей для блока управления	75132-8606409	2	229,3
100	Шпилька М14-6gx38	4599573046	4	202,8
101	Уплотнительная манжета	2.2-210*250-3	8	181,0
102	Штуцер	4599816893	1	165,1
103	Фланец	4536415609	1	161,9
104	Подшипник	4624156559	1	149,5
105	Шпилька М30х2-6gx355	4599573139	2	146,9
106	Манжета	2531311428	1	97,5
107	Пружина	78211 -4617119	10	93,6
108	Пружина клапана	ТО41 -3515151	6	74,9
109	Крышка	6810004994	1	71,5

Продолжение таблицы 2.13 – 3/ч и материалы всего периода, входящие в группу С

N	Подразделение/Номенклатура	№ по каталогу (Номенклатура)	Расход (в ед. хранения)	Значение единого стоимостного показателя ( $C_i$ ), руб
110	Автомат разгрузки насоса	4536426606	1	39,7
111	Сальник	4536335454	2	37,7
112	Пружина клапана	540 -3405034	2	25,0
113	Кольцо распорное	4536447879	3	19,5
114	Болт	4599571279	8	15,6
115	Уплотнитель	4536372140	1	9,8

С учетом инфляции значение единого стоимостного показателя вырастет на 15%. Результаты расчетов представлены в таблице 2.14

Таблица 2.14 – 3/ч и материалы всего периода с учетом инфляции

N	Подразделение/Номенклатура	№ по каталогу (Номенклатура)	Расход (в ед. хранения)	Значение единого стоимостного показателя ( $C_i$ ), руб.	Значение единого стоимостного показателя с учетом инфляции, руб.
1	Моторное масло	BELAZG-ProfiMining15W-40	120700	25430283,0	29244825,5
2	Масло объединенной гидравлической системы	BELAZG-ProfiHydraulicHVL46/32	37580	7214608,4	8296799,7
3	Охлаждающая жидкость	BELAZG-PROFIANTIFREEZEZEGREEN40	31400	4389720,0	5048178,0
4	Масло в РМК	BELAZG-ProfiTrans85W-140	11586	2898469,6	3333240,1
5	Основной фильтрующий элемент воздушного фильтра	EE 100300	640	2210624,0	2542217,6
6	Смазка	GazpromEP2/EP00	4191,9	1884384,8	2167042,5
7	Фильтр полнопоточный масляный (131)	LF3325	2210	1801371,0	2071576,7
8	Фильтр тонкой очистки топлива	FS1006	1241	1571354,2	1807057,3
9	Водило первого ряда	4536415587	2	1562397,2	1796756,8
10	Подшипник роликовый конический	7512-3104710	8	1546723,6	1778732,1
...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...
171	Уплотнитель	4536372140	1	9,8	11,2

На рисунках 2.2 – 2.3 представлены результаты расчета методом ABC, а именно диаграммы количества позиций в группах и стоимостной показатель групп всей номенклатуры соответственно.



Рисунок 2.2 – Количество позиций материалов и запасных частей в группах номенклатуры согласно методу ABC



Рисунок 2.3 – Стоимостной показатель групп номенклатуры согласно методу ABC

### 3 Прогнозирование спроса и оптимальный размер заказа

#### 3.1 Метод XYZ

Метод XYZ является дополнением к методу ABC, единственной характеристикой которого является скорость потребления. Скорость потребления оценивается через коэффициент вариации статистического или динамического ряда.

К группе X относятся позиции номенклатуры, которые характеризуются стабильной величиной потребления, незначительными колебаниями в их расходе и высокой точностью прогноза.

К группе Y относятся позиции номенклатуры, у динамических рядов которых наблюдаются значительные колебания (т. е. спрос сильно колеблется по периодам времени). Прогноз скорости потребления данной группы может быть выполнен с ограниченной точностью.

К группе Z относятся позиции номенклатуры, спрос на которые носит эпизодический (дискретный) характер. Прогноз скорости потребления данной группы может быть выполнен с очень низкой точностью.

Метод XYZ предусматривает деление запасов на три номенклатурные группы в зависимости от степени равномерности спроса и точности прогнозирования.

##### 3.1.1 Способ расчета методом XYZ

Деление на группы XYZ производится на основе коэффициента вариации.

Значение коэффициента вариации на основе статистического ряда может быть определено по формуле 3.1

$$v = \frac{\sigma}{q}, \quad (3.1)$$

где  $\sigma$  – среднеквадратическое отклонение.

Среднеквадратическое отклонение рассчитывается по формуле 3.2

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (q - \bar{q})^2}{N - 1}}, \quad (3.2)$$

где  $\bar{q}$  – среднее значение статистического ряда.

Среднее значение статистического ряда рассчитывается по формуле 3.3

$$\bar{q} = \frac{\sum_{i=1}^N q_i}{N}, \quad (3.3)$$

где  $q_i$  – текущее значение статистического ряда;

$N$  – общее количество интервалов статистического ряда.

В случае если значение коэффициента вариации лежит в пределах 0 – 0,20, то данная позиция номенклатуры запасов может быть отнесена к группе X.

Если значение коэффициента вариации лежит в пределах 0,20 – 0,60, то данная позиция номенклатуры запасов может быть отнесена к группе Y.

Если значение коэффициента вариации составляет более 0,60, то данная позиция номенклатуры запасов может быть отнесена к группе Z.

*Пример.* В результате анализа полученных данных от предприятия ООО «БТЛ - Сервис» за 2021 год выявлено, что не вся номенклатура запасных частей и материалов имеет статистику по периодам расхода. Не имея этих данных, прогнозировать спрос невозможно.

Однако есть позиции этой номенклатуры, скорость потребления которых стабилен и одинаков (смазочные материалы, фильтра). Их коэффициент вариации будет равен нулю. Соответственно они будут относиться к группе X.

Зная периодичность ТО для карьерных самосвалов БЕЛАЗ (11 дней или 250 м/ч) и их количество, можно определить состав и объем спроса этой группы.

Запасные части и материалы, относящиеся к группе X представлены в таблице 3.1

Таблица 3.1 – Запасные части и материалы, относящиеся к группе X

№	Группа з/ч по ABC	№ по каталогу (Номенклатура)	Подразделение/ Номенклатура	Расход за год, ед.
1	A	BELAZG-ProfiMining15W-40	Моторное масло	120700
2	A	BELAZG-ProfiHydraulicHVLP46/32	Масло объединенной гидравлической системы	37580
3	A	BELAZG-PROFIANTIFREEZEGREEN40	Охлаждающая жидкость	31400
4	A	BELAZG-ProfiTrans85W-140	Масло в РМК	11586
5	A	EE 100300	Основной фильтрующий элемент воздушного фильтра	640
6	A	GazpromEP2/EP00	Смазка	4191,9
7	A	LF3325	Фильтр полнопоточный масляный (131)	2210
8	A	FS1006	Фильтр тонкой очистки топлива	1241
9	A	7512-3104710	Подшипник роликовый конический	8
10	A	WF2075	Фильтр системы охлаждения	2006

Продолжение таблицы 3.1 - Запасные части и материалы, относящиеся к группе  
X

№	Группа з/ч по ABC	№ по каталогу (Номенклатура)	Подразделение/ Номенклатура	Расход за год, ед.
11	A	EE500600	Фильтрующий элемент в масляном баке объединенной гидросистемы	264
12	A	CS41018	Фильтр центробежной очистки масла (306)	119
13	A	7519-2405496	Шестерня коронная II ряда	4
14	A	7519-2405428	Сателлит II ряда в сборе	12
15	A	75132-2405300	Водило первого ряда	4
16	A	LF777	Фильтр байпасный масляный (131)	884
17	A	75132-2405284	Шестерня коронная I ряда	4
18	B	75191-3104020-01	Манжета с пружиной	28
19	B	7519-2405372	Шестерня солнечная II ряда	4
20	B	EE 148200	Фильтрующие элементы воздухозаборника кабины	528
21	B	1000964Л	Подшипник	8
22	B	75191-3104114-20	Кольцо подманжетное	4
23	B	EE 100301	Предохранительный фильтрующий элемент воздушного фильтра (306)	224
24	B	EE502300	Фильтрующий элемент фильтра, установленного в напорной линии насоса	264
25	B	75570-2909078	Палец	8
26	B	75132-2405524-01	Вал торсионный	4
27	B	2007164М	Подшипники	2
28	B	EE100310	Фильтрующий элемент сапуна бака объединенной гидросистемы	792
29	B	PGC5-6/3CE.34A.Г24У1	Гидрораспределитель	4
30	B	7822-4617840	Рукав высокого давления	10
31	B	BELAZ 85W-140	Трансмиссионное масло	467
32	B	7520-2405532	Фланец торсионного вала	4
33	B	1-2ШСЛ-120	Подшипники	4
34	B	2007156М	Подшипники	2
35	B	75570-2909118	Втулка	8
36	B	7520-2103024	Фланец электродвигателя	4
37	B	75132-2405522	Шестерня солнечная I ряда	4
38	B	2ШСЛ- 90	Подшипники рычагов	8
39	B	7555-3501102-10	Поршень	24
40	B	75191-2405492	Ось сателлита II ряда	12
41	B	713-3001016-10	Втулка шкворня	16
42	B	7555А-8609694	Рукав высокого давления	20
43	B	75132-2405332	Ось сателлита I ряда	12
44	B	7555А-8609700	Рукав высокого давления	14
45	C	78221-4617610	Рукав высокого давления	8
46	C	75132-3429008	Резино-технические изделия цилиндров, входящие в ремкомплект	8
47	C	7555А-8609710	Рукав высокого давления	10
48	C	ШСЛ-130	Подшипник шарнирный	4



Продолжение таблицы 3.1 - Запасные части и материалы, относящиеся к группе  
X

№	Группа з/ч по АВС	№ по каталогу (Номенклатура)	Подразделение/ Номенклатура	Расход за год, ед.
49	С	78221-4617880	Рукав высокого давления	6
50	С	7555А-8609690	Рукав высокого давления	14
51	С	7555А-8609704	Рукав высокого давления	10
52	С	78221-4617710	Рукав высокого давления	6
53	С	ГШСЛ-70	Подшипники	16
54	С	7823-4617780	Рукав высокого давления	2
55	С	7822-4617860	Рукав высокого давления	2
56	С	75131-8609026	Рукав высокого давления	4
57	С	7822-4617850	Рукав высокого давления	2
58	С	7555А-8609676	Рукав высокого давления	12
59	С	7822-4617820	Рукав высокого давления	4
60	С	75132-2405444	Кольцо распорное	120
61	С	7822-4617740	Рукав высокого давления	2
62	С	78221-4617810	Рукав высокого давления	4
63	С	75570-3501079	Резино-технические изделия корпусов тормозов, входящие в ремкомплект	8
64	С	7513-8609676	Рукав высокого давления	8
65	С	7513-3501079	Резино-технические изделия корпусов тормозов, входящие в ремкомплект	8
66	С	7822-4617770	Рукав высокого давления	2
67	С	7512-2405560	Упор	4
68	С	1.2-145x175-4	Манжета	6
69	С	7555А-8609686	Рукав высокого давления	6
70	С	75131-3001026	Втулка распорная	8
71	С	7555А-8609680	Рукав высокого давления	6
72	С	75131-3429094	Стопорное кольцо	16
73	С	78221-4617820	Рукав высокого давления	2
74	С	75132 -8606423	Гильза	2
75	С	7519-2919466	Сальник центрального шарнира	8
76	С	7555А-8609714	Рукав высокого давления	2
77	С	1.2-145*175-4	Манжета армированная с пружиной	4
78	С	7521-2919072	Сальник штанги	8
79	С	549А -3104118	Кольцо уплотнительное	28
80	С	75306-8606409	Комплект запасных частей для гидрораспределителя	2
81	С	75131-3001017	Втулка шкворня	4
82	С	7513-8609690	Рукав высокого давления	4
83	С	549А -3104116	Кольцо уплотнительное	14
84	С	7557-2919072	Сальник штанги	8
85	С	75191-3104176	Кольцо дистанционное	4
86	С	75132 -8606456	Золотник	2
87	С	7513-8609670	Рукав высокого давления	2
88	С	7555А-8609670	Рукав высокого давления	2
89	С	7513-8609710	Рукав высокого давления	2
90	С	549А -2405516	Кольцо уплотнительное	14
91	С	75131-8609034	Рукав высокого давления	2
92	С	78211 -4612046	Золотник	8
93	С	75132-8606409	Комплект запасных частей для блока управления	2

Окончание таблицы 3.1 - Запасные части и материалы, относящиеся к группе X

№	Группа з/ч по ABC	№ по каталогу (Номенклатура)	Подразделение/ Номенклатура	Расход за год, ед.
94	C	2.2-210*250-3	Уплотнительная манжета	8
95	C	78211 -4617119	Пружина	10
96	C	ТО41 -3515151	Пружина клапана	6
97	C	540 -3405034	Пружина клапана	2

Оставшиеся позиции номенклатуры (по данным ООО «БТЛ-сервис»), не имеющие стабильный спрос, представлены в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Исходные данные

№	Наименование	Цена	Кол-во	№ по каталогу (Номенклатура)	ГРУППА з/ч по ABC
1	Водило первого ряда	781198,60	2	4536415587	A
2	Сальник штанги	130705,25	4	4536270073	A
3	Комплект	76265,80	4	4536478295	B
4	Кольцо распорное	257841,35	1	4536372372	B
5	Пластина упорная	83171,40	3	4536447838	B
6	Упор	116052,30	2	4536211297	B
7	Упор	145744,95	1	4536277947	B
8	Кольцо	41854,15	3	4536443441	B
9	Крышка	120881,80	1	4536445571	B
10	Комплект	12406,55	9	4536473752	B
11	Крышка	97366,10	1	4536275211	B
12	Пружина фиксатора	7751,25	10	4536131027	B
...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...
72	Кольцо распорное	6,50	3	4536447879	C
73	Болт	1,95	8	4599571279	C
74	Уплотнитель	9,75	1	4536372140	C

Для более точного расчета принимаются позиции номенклатуры, повторяющиеся не менее двух раз за имеющийся период (1 год). Запасные части и материалы, имеющие единичный расход за период не учитываются в расчете, но будут рекомендованы к хранению в их количестве.

Далее производим деление динамических рядов номенклатуры для каждой позиции на группы поквартально (4 группы).

Рассмотрим решение методом XYZ для гайки M56x2-6H (таблица 3.3).

Таблица 3.3 – Исходные данные по расходу гайки М56х2-6Н

Подразделение/ Номенклатура	№ по каталогу (Номенклатура)	Группа з/ч по АВС	Период (квартал)	Расход за год, ед.
Гайка М56х2- 6Н	4599574102	С	I	12
			II	0
			III	6
			IV	0
Итого				18

График изменения спроса гаек М56х2-6Н поквартально представлен на рисунке 3.1

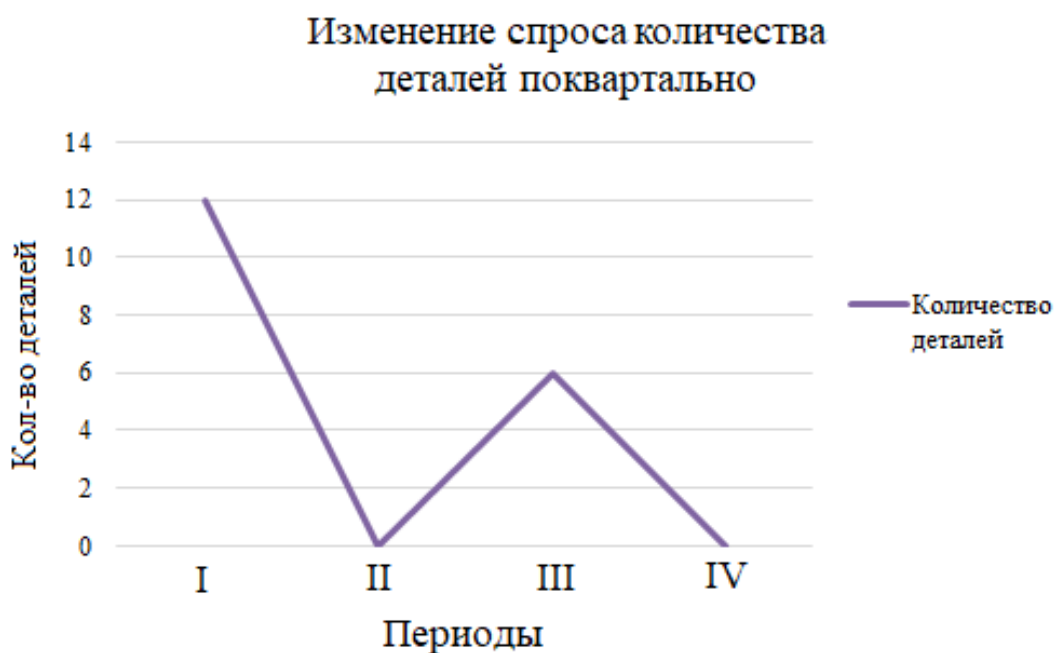


Рисунок 3.1 – График изменения спроса гаек М56х2-6Н поквартально

Далее представлен расчет коэффициента вариации, который определит скорость потребления динамического ряда расхода детали.

Среднее значение статистического ряда рассчитывается по формуле (3.3)

$$\bar{q} = \frac{18}{4} = 4,5.$$

Среднеквадратическое отклонение рассчитывается по формуле (3.2)

$$\sigma = \sqrt{\frac{(12 - 4,5)^2 + (0 - 4,5)^2 + (6 - 4,5)^2 + (0 - 4,5)^2}{4-1}} = 5,74.$$

Значение коэффициента вариации рассчитывается по формуле (3.1)

$$v = \frac{5,74}{4,5} = 1,28.$$

Значение коэффициента вариации составляет более 0,60, следовательно, данная позиция номенклатуры запасов отнесена к группе Z.

Рассмотрим решение методом XYZ для позиции «Подшипник» (таблица 3.4).

Таблица 3.4 – Исходные данные по расходу подшипника карьерного самосвала БЕЛАЗ

Подразделение/ Номенклатура	№ по каталогу (Номенклатура)	Группа з/ч по ABC	Период (квартал)	Расход за год, ед.
Подшипник	4611000001	С	I	3
			II	4
			III	6
			IV	4
Итого				17

График изменения спроса позиции «Подшипник» поквартально представлен на рисунке 3.2.

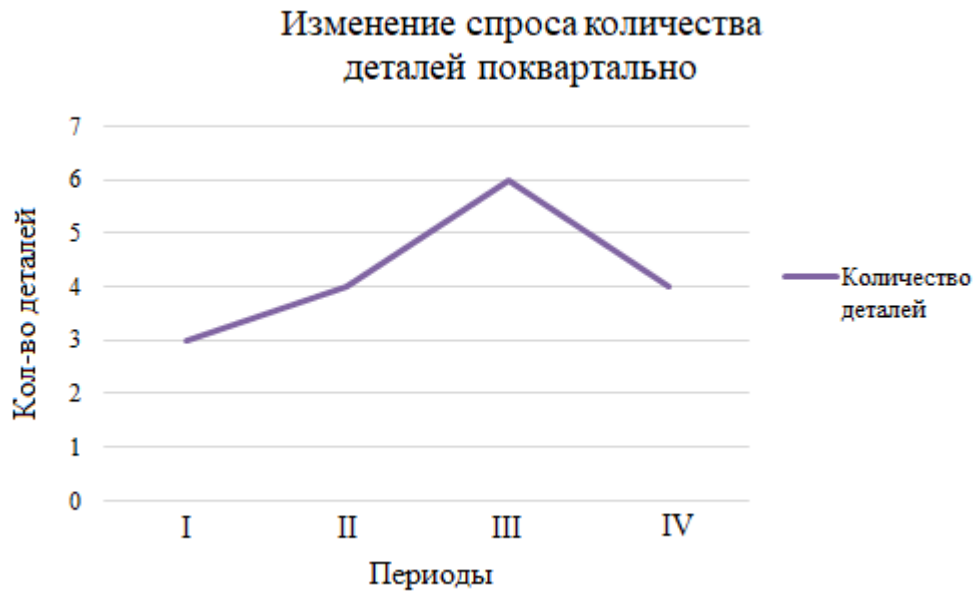


Рисунок 3.2 – График изменения спроса позиции «Подшипник» поквартально

Среднее значение статистического ряда рассчитывается по формуле (3.3)

$$\bar{q} = \frac{17}{4} = 4,25.$$

Среднеквадратическое отклонение рассчитывается по формуле (3.2)

$$\sigma = \sqrt{\frac{(3 - 4,25)^2 + (4 - 4,25)^2 + (6 - 4,25)^2 + (4 - 4,25)^2}{4-1}} = 1,26.$$

Значение коэффициента вариации рассчитывается по формуле (3.1)

$$v = \frac{1,26}{4,25} = 0,30.$$

Значение коэффициента вариации лежит в пределах 0,20 – 0,60, следовательно, данная позиция номенклатуры запасов отнесена к группе Y.

Аналогичным методом производим расчет по оставшимся позициям, полученным от предприятия.

Результаты расчета групп Y и Z, представлены в таблице 3.5

Таблица 3.5 – Результаты расчета групп Y и Z

№	Подразделение/ Номенклатура	№ по каталогу	Коэфф. вариации	ABC	XYZ	Рекомендуемое кол-во к хранению на складе
1	Водило первого ряда	4536415587	-	A	Z	3
2	Сальник штанги	4536270073	-	A	Z	4
3	Комплект	4536478295	-	B	Z	4
4	Кольцо распорное	4536372372	-	B	Z	2
5	Пластина упорная	4536447838	-	B	Z	3
6	Упор	4536211297	-	B	Z	3
7	Упор	4536277947	-	B	Z	1
8	Кольцо	4536443441	1,28	B	Z	3
9	Крышка	4536445571	-	B	Z	1
10	Комплект	4536473752	1,72	B	Z	6
11	Крышка	4536275211	-	B	Z	1
12	Пружина фиксатора	4536131027	-	B	Z	6
13	Пробка К1/8"	4599321201	-	C	Z	4
14	Прижим	4536335892	-	C	Z	4
15	Крышка водила	4536415590	-	C	Z	2
16	Шайба 8 Л.65Г.06 ГОСТ 6402-70	4598166006	-	C	Z	11
17	Шайба 3 Т.65Г.06 ГОСТ 6402-70	4598166042	-	C	Z	13
18	Электромагнит	4536122251	-	C	Z	4
19	Комплект	4536473843	-	C	Z	3
20	Болт	4593461555	-	C	Z	3
21	Амортизатор	4536135434	-	C	Z	3
22	Ступица переднего колеса	4536413763	-	C	Z	1
23	Комплект	4536171679	-	C	Z	1
24	Гайка	4595531059	-	C	Z	4
25	Амортизатор нижний	4536135436	-	C	Z	3
26	Подшипник	4611000001	0,3	C	Y	7
27	Комплект	4536171522	-	C	Z	3
28	Топливопровод	4536280517	-	C	Z	6
29	Вал карданный 75135-2202010-01	4539222856	-	C	Z	1
30	Манжета 120x150	4536190287	-	C	Z	1
31	Шайба 4 Н.65Г.06 ГОСТ 6402-70	4598166023	-	C	Z	5
32	Кран управления	4536351414	-	C	Z	1
33	Подшипник	4622300068	-	C	Z	1
34	Крышка ведущая	4536415589	-	C	Z	3
35	Комплект	4536479683	-	C	Z	1
36	Гайка М56х2-6Н	4599574102	1,28	C	Z	6
37	Болт М16-6gx70	4593461694	-	C	Z	5
38	Цилиндр	4536359576	-	C	Z	1
39	Патрубок	4536469253	-	C	Z	4
40	Гайка М76х3 самостопорящаяся	4536272566	-	C	Z	1
41	Гидрораспределитель	4539120270	-	C	Z	3
42	Пластина	4536330219	-	C	Z	4
43	Шпилька М24х2-6gx68	0034127600	-	C	Z	12
44	Ступица мотор-колеса	4536415597	-	C	Z	1

Окончание таблицы 3.5 – Результаты расчета групп Y и Z

№	Подразделение/ Номенклатура	№ по каталогу	Коэфф. вариации	ABC	XYZ	Рекомендуемое кол-во к хранению на складе
45	Вентиль	4591673809	-	C	Z	15
46	Трубка сливная	4536442814	1,15	C	Z	4
47	Корпус редуктора мотор-колеса	4536440950	-	C	Z	3
48	Масленка	4591675006	-	C	Z	4
49	Крышка	4536264532	-	C	Z	1
50	Кулак	4536467429	-	C	Z	1
51	Пластина	4536331057	-	C	Z	6
52	Болт 3/8"-16 UNC-2Ax30	4599571027	-	C	Z	11
53	Болт	4599571105	-	C	Z	6
54	Тройник	4599816367	-	C	Z	3
55	Кольцо	2531114365	-	C	Z	3
56	Амортизатор платформы	4536330001	-	C	Z	4
57	Кольцо 090-095-30-2-2	2531114134	-	C	Z	3
58	Кольцо	2531114407	-	C	Z	1
59	Насос топливопрокачивающий	4536410815	-	C	Z	1
60	Тройник	4536330180	-	C	Z	3
61	Патрубок	4536112955	-	C	Z	3
62	Кронштейн	4536419597	-	C	Z	1
63	Шпилька M14-6gx38	4599573046	-	C	Z	4
64	Штуцер	4599816893	-	C	Z	1
65	Фланец	4536415609	-	C	Z	1
66	Подшипник	4624156559	-	C	Z	1
67	Шпилька M30x2-6gx355	4599573139	2,0	C	Z	3
68	Манжета	2531311428	-	C	Z	1
69	Крышка	6810004994	-	C	Z	1
70	Автомат разгрузки насоса	4536426606	-	C	Z	1
71	Сальник	4536335454	1,15	C	Z	3
72	Кольцо распорное	4536447879	-	C	Z	3
73	Болт	4599571279	-	C	Z	5
74	Уплотнитель	4536372140	-	C	Z	1

В результате анализа расчета методом XYZ по данным предприятия, можно сделать вывод, что большая часть номенклатуры относится к группе Z, спрос которой носит эпизодический (дискретный характер).

### 3.2 Оптимальный размер заказа

Наиболее распространенной моделью прикладной теории логистики является модель оптимального или экономичного размера заказа EOQ (Economic Order Quantity).

При формировании основной модели расчета EOQ в качестве критерия оптимизации принимается минимум общих затрат  $C_{\Sigma}$ , включающих затраты на выполнение заказов  $C_3$  и затраты на хранение запаса на складе  $C_X$  в течение определенного периода времени (год, квартал).

Основная модель общих затрат представлена формулой 3.4

$$C = C_3 + C_X = \frac{C_0}{S} + \frac{S}{2} \cdot C_n i \rightarrow \min, \quad (3.4)$$

где  $C_0$  – затраты на выполнение одного заказа, руб.,  $C_0 = 5\%$  от стоимости единицы продукции;

$A$  – потребность в заказываемом продукте в течение данного периода, шт. (расход з/ч по статистике, либо минимальный остаток на период);

$C_n$  – цена единицы продукции, хранимой на складе, руб.;

$i$  – доля от цены  $C_n$ , приходящейся на затраты по хранению;  $i = 3\%$  от стоимости единицы продукции;

$S$  – искомая величина заказа, шт.

На рисунке 3.3 представлены составляющие затрат  $C_3$  и  $C_X$  и суммарные затраты  $C_{\Sigma}$  в зависимости от размера заказа. Из рисунка видно, что затраты на выполнение заказов с увеличением размера заказа уменьшаются, подчиняясь гиперболической зависимости; затраты на хранение партии поставки возрастают прямо пропорционально размеру заказа; кривая общих затрат имеет вогнутый характер, что говорит о наличии минимума, соответствующего оптимальной партии  $S_0$ .

Для расчета  $S_0$  воспользуемся “формулой Уилсона” (формула 3.5).

$$S_0 = \sqrt{\frac{2C_0A}{C_n i}}. \quad (3.5)$$

Данная формула получена при большом количестве допущений:

- затраты на выполнение заказа  $C_0$ , цена поставляемой продукции  $C_n$  и затраты на хранение единицы продукции в течение рассматриваемого периода постоянны;

- период между заказами (поставками) постоянный, т. е.  $T = \text{const}$ ;
- заказ  $S_0$  выполняется полностью мгновенно;
- интенсивность спроса постоянна;
- емкость склада не ограничена;
- рассматриваются только текущие (регулярные) запасы, другие виды запасов (страховые, подготовительные, сезонные, транзитные и т. д.) не учитываются.



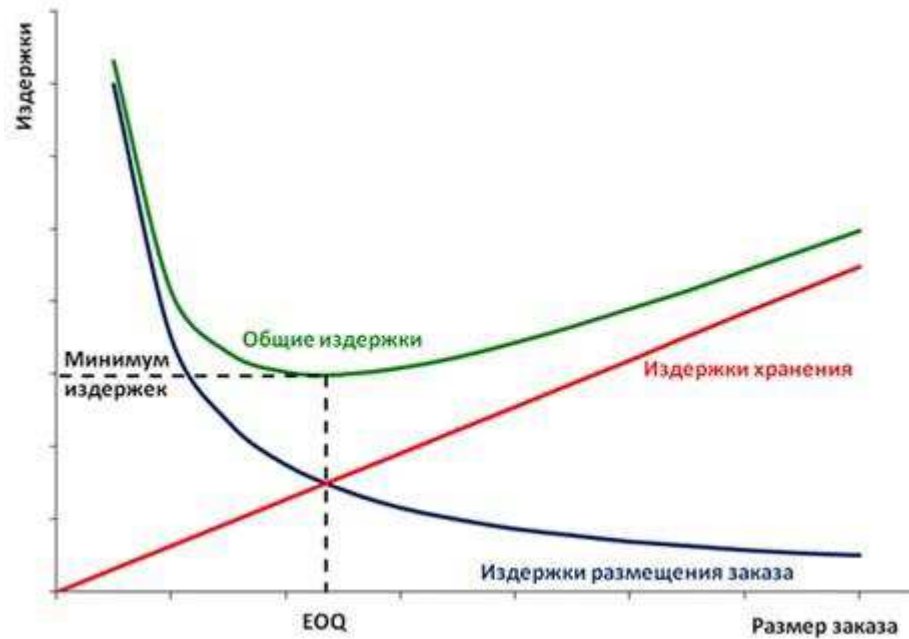


Рисунок 3.3 – Зависимость затрат от размера заказа

Зная  $S_0$ , определяем количество заказов по формуле 3.6 и минимальные суммарные затраты за рассматриваемый период по формуле 3.7

$$N = A/S_0, \tag{3.6}$$

$$C_{min} = \sqrt{2C_0AC_n i}, \tag{3.7}$$

а так же время между заказами по формуле 3.8

$$T_3 = D_p \cdot S_0/A, \tag{3.8}$$

где  $D_p$  – продолжительность рассматриваемого периода,  $D_p = 365$  дней.

*Пример.* Рассмотрим последовательность расчета оптимальной партии заказа, используя статистические данные предприятия ООО «БТЛ-Сервис» (Таблица 2.3 – Исходные данные расхода запасных частей). Используя формулы 3.5 – 3.6 и данные о затратах на выполнения одного заказа и его хранения, выполним расчет оптимального размера заказа.

В качестве страхового запаса иметь каждую позицию номенклатуры в количестве равном одному заказу. Логистика поставок предусматривает доставку масел не чаще чем раз в 15 дней, доставку оригинальных запасных частей БЕЛАЗ не чаще чем раз в 105 дней. Исходя из существующих логистических цепочек поставок определим объемы (ст. 5 в таблице 3.6) и периодичность поставок (ст. 8 в таблице 3.6). Результаты расчета представлены в таблице 3.6.

Таблица 3.6 – Результаты расчета оптимального размера заказа

№	Подразделение/ Номенклатура	Расход/мин остаток	Цена единицы продукции, руб.	Искомая величина заказа, шт	Кол-во заказов	Мин. сумм. затраты	Время между заказами, дней
1	Моторное масло	120700	210,69	4961	24	812,8	15
2	Масло объединенной гидравлической системы	37580	191,98	1545	24	413,2	15
3	Охлаждающая жидкость	31400	139,80	1291	24	275,1	15
4	Масло в РМК	11586	250,17	477	24	299,0	15
5	Основной фильтрующий элемент воздушного фильтра	640	3454,10	185	3	2567,0	105
6	Смазка	4191,9	449,53	173	24	323,2	15
7	Фильтр полнопоточный масляный (131)	2210	815,10	636	3	1125,7	105
8	Фильтр тонкой очистки топлива	1241	1266,20	357	3	1310,4	105
9	Водило первого ряда	2	781198,60	3	0,86	64910,6	420
10	Подшипник роликовый конический	8	193340,45	5	1,6	23516,5	225
11	Фильтр системы охлаждения	2006	718,25	578	3	945,0	105
12	Фильтрующий элемент в масляном баке объединенной гидросистемы	264	4427,80	76	3	2113,5	105
13	Фильтр центробежной очистки масла (306)	119	6663,15	35	3	2135,3	105
14	Шестерня коронная II ряда	4	197032,37	4	1,15	20051,0	315
15	Сателлит II ряда в сборе	12	64365,00	4	3	6550,1	105
16	Водило первого ряда	4	187484,54	4	1,16	19079,4	315
17	Фильтр байпасный масляный (131)	884	788,45	255	3	688,7	105
18	Сальник штанги	4	130705,25	4	1,15	13301,3	315
19	Шестерня коронная I ряда	4	127919,22	4	1,15	13017,7	315
20	Манжета с пружиной	28	16192,80	9	3	2517,2	105
21	Шестерня солнечная II ряда	4	111318,95	4	1,15	11328,4	315
22	Фильтрующие элементы воздухозаборника кабины	528	752,70	152	3	508,1	105
23	Подшипник	8	45894,42	5	1,6	5582,3	225
24	Кольцо подманжетное	4	89836,34	4	1,15	9142,2	315
25	Предохранительный фильтрующий элемент воздушного фильтра (306)	224	1372,80	65	3	603,6	105
26	Комплект	4	76265,80	4	1,15	4480,9	105
27	Фильтрующий элемент фильтра, установленного в напорной линии насоса	264	1018,55	76	3	486,2	105
28	Пластина упорная	3	83171,40	3	1,15	7330,0	315
29	Упор	2	116052,30	3	0,86	9642,9	420
30	Палец	8	28426,32	5	1,74	3340,3	210
31	Вал торсионный	4	44375,68	4	1,15	4515,9	315
32	Подшипники	2	84086,34	3	0,81	7232,0	450
33	Фильтрующий элемент сапуна бака объединенной гидросистемы	792	204,10	228	3	168,7	105
34	Гидрораспределитель	4	37106,16	4	1,15	3776,1	315
35	Рукав высокого давления	10	13453,44	6	1,74	1767,5	210
36	Кольцо	3	41854,15	3	1,15	3688,7	315

Продолжение таблицы 3.6 – Результаты расчета оптимального размера заказа

№	Подразделение/ Номенклатура	Расход/ мин остаток	Цена единицы продукции, руб.	Искомая величи- на зака- за, шт	Кол-во заказов	Мин. сумм.затраты	Время между зака- зами, дней
37	Трансмиссионное масло	467	250,17	39	12,2	84,9	30
38	Фланец торсионного вала	4	28860,47	4	1,15	2937,0	315
39	Подшипники	4	28209,48	4	1,15	2870,7	315
40	Комплект	9	12406,55	6	1,74	1546,3	210
41	Подшипники	2	46197,06	3	0,81	3973,3	450
42	Втулка	8	10958,22	5	1,74	1287,7	210
43	Фланец электродвигателя	4	21699,60	4	1,16	2208,3	315
44	Шестерня солнечная I ряда	4	20939,88	4	1,16	2131,0	315
45	Подшипники рычагов	8	10405,98	5	1,62	1265,7	225
46	Поршень	24	3385,75	7	3,48	487,3	105
47	Пружина фиксатора	10	7751,25	6	1,74	1018,3	210
48	Ось сателлита II ряда	12	6303,96	4	3,48	641,5	105
49	Втулка шкворня	16	4481,88	5	3,48	526,7	105
50	Рукав высокого давления	20	3548,22	6	3,48	466,2	105
51	Ось сателлита I ряда	12	5750,16	4	3,48	585,2	105
52	Рукав высокого давления	14	4080,18	5	3,48	448,5	105
53	Рукав высокого давления	8	7085,52	5	1,74	832,6	210
54	Резино-технические изделия цилиндров, входящие в рем- комплект	8	6749,34	5	1,74	793,1	210
55	Пробка К1/8"	6	8671,65	4	1,74	882,5	210
56	Прижим	6	8593,00	4	1,74	874,5	210
57	Рукав высокого давления	10	4969,38	6	1,74	652,9	210
58	Подшипник шарнирный	4	12368,46	4	1,16	1258,7	315
59	Рукав высокого давления	6	7638,54	4	1,74	777,3	210
60	Рукав высокого давления	14	3233,88	5	3,48	355,5	105
61	Рукав высокого давления	10	4481,88	6	1,74	588,8	210
62	Шайба 8 Л.65Г.06 ГОСТ 6402- 70	35	1228,50	11	3,48	213,5	105
63	Рукав высокого давления	6	7085,52	4	1,74	721,1	210
64	Подшипники	16	2387,00	6	2,70	318,0	135
65	Рукав высокого давления	2	18987,54	3	0,87	1577,7	420
66	Рукав высокого давления	2	17793,36	3	0,87	1478,5	420
67	Рукав высокого давления	4	8854,56	4	1,16	901,1	315
68	Шайба 3 Т.65Г.06 ГОСТ 6402- 70	42	763,75	13	3,48	145,4	105
69	Рукав высокого давления	2	15949,44	3	0,87	1325,3	420

Продолжение таблицы 3.6 – Результаты расчета оптимального размера заказа

№	Подразделение/ Номенклатура	Расход/ мин остаток	Цена единицы продукции, руб.	Искомая величина заказа, шт	Кол-во заказов	Мин. сумм.затраты	Время между заказами, дней
70	Рукав высокого давления	12	2637,18	4	3,48	268,4	105
71	Рукав высокого давления	4	7638,54	4	1,16	777,3	315
72	Электромагнит	4	7428,85	4	1,16	756,0	315
73	Кольцо распорное	120	243,36	35	3,48	78,3	105
74	Комплект	2	14348,10	3	0,87	1192,2	420
75	Рукав высокого давления	2	14321,58	3	0,87	1190,0	420
76	Болт	5	5677,10	3	1,74	527,4	210
77	Рукав высокого давления	4	7085,52	4	1,16	721,1	315
78	Амортизатор	2	13159,90	3	0,87	1093,5	420
79	Резино-технические изделия корпусов тормозов, входящие в ремкомплект	8	2854,41	5	1,74	335,4	210
80	Рукав высокого давления	8	2788,50	5	1,74	327,7	210
81	Резино-технические изделия корпусов тормозов, входящие в ремкомплект	8	2561,52	5	1,74	301,0	210
82	Рукав высокого давления	2	9623,64	3	0,87	799,6	420
83	Гайка	12	1600,30	4	3,48	162,9	105
84	Упор	4	4763,46	4	1,16	484,8	315
85	Амортизатор нижний	2	9439,30	3	0,87	784,3	420
86	Манжета	6	2962,91	4	1,74	301,5	210
87	Рукав высокого давления	6	2951,52	4	1,74	300,4	210
88	Втулка распорная	8	2091,96	5	1,74	245,8	210
89	Рукав высокого давления	6	2723,76	4	1,74	277,2	210
90	Подшипник	17	956,15	7	2,70	131,3	135
91	Стопорное кольцо	16	996,84	5	3,48	117,1	105
92	Рукав высокого давления	2	7638,54	3	0,87	634,7	420
93	Гильза	2	7303,14	3	0,87	606,8	420
94	Сальник центрального шарнира	8	1594,32	5	1,74	187,3	210
95	Комплект	2	6245,20	3	0,87	518,9	420
96	Топливопровод	20	614,90	6	3,48	80,8	105
97	Рукав высокого давления	2	6087,12	3	0,87	505,8	420
98	Манжета армированная с пружиной	4	2963,22	4	1,16	301,6	315
99	Сальник штанги	8	1428,96	5	1,74	167,9	210
100	Кольцо уплотнительное	28	377,52	9	3,48	58,7	105
101	Комплект запасных частей для гидрораспределителя	2	5187,00	3	0,87	431,0	420
102	Манжета 120x150	2	4689,75	2	1,52	294,6	240
103	Шайба 4 Н.65Г.06 ГОСТ 6402-70	8	1163,50	5	1,74	136,7	210
104	Втулка шкворня	4	2037,36	4	1,16	207,3	315

Продолжение таблицы 3.6 – Результаты расчета оптимального размера заказа

№	Подразделение/ Номенклатура	Расход/ мин остаток	Цена единицы продукции, руб.	Искомая величина заказа, шт	Кол-во заказов	Мин. сумм.затраты	Время между заказами, дней
105	Рукав высокого давления	4	1859,52	4	1,16	189,2	315
106	Кольцо уплотнительное	14	520,26	5	3,48	57,2	105
107	Сальник штанги	8	886,08	5	1,74	104,1	210
108	Кольцо дистанционное	4	1605,24	4	1,16	163,4	315
109	Золотник	2	2755,74	3	0,87	229,0	420
110	Рукав высокого давления	2	2669,94	3	0,87	221,8	420
111	Рукав высокого давления	2	2420,34	3	0,87	201,1	420
112	Крышка ведущая	2	2229,50	3	0,87	185,3	420
113	Рукав высокого давления	2	1959,36	3	0,87	162,8	420
114	Кольцо уплотнительное	14	243,36	5	3,48	26,7	105
115	Рукав высокого давления	2	1605,24	3	0,87	133,4	420
116	Гайка М56х2-6Н	18	157,30	6	3,48	19,6	105
117	Болт М16-6gx70	8	352,95	5	1,74	41,5	210
118	Патрубок	4	575,90	4	1,16	58,6	315
119	Гидрораспределитель	2	948,35	3	0,87	78,8	420
120	Пластина	4	404,30	4	1,16	41,1	315
121	Шпилька М24х2-6gx68	40	37,70	12	3,48	7,0	105
122	Вентиль	50	26,65	15	3,48	5,5	105
123	Трубка сливная	6	220,35	4	1,74	22,4	210
124	Корпус редуктора мотор-колеса	2	595,40	3	0,87	49,5	420
125	Масленка	4	258,70	4	1,16	26,3	315
126	Пластина	9	63,05	6	1,74	7,9	210
127	Болт 3/8"-16 UNC-2Ах30	36	15,60	11	3,48	2,7	105
128	Болт	20	22,75	6	3,48	3,0	105
129	Тройник	5	87,10	3	1,74	8,1	210
130	Кольцо	2	215,80	3	0,87	17,9	420
131	Золотник	8	53,82	5	1,74	6,3	210
132	Амортизатор платформы	4	102,70	4	1,16	10,5	315
133	Кольцо 090-095-30-2-2	2	196,30	3	0,87	16,3	420
134	Тройник	2	181,35	3	0,87	15,1	420
135	Патрубок	2	149,50	3	0,87	12,4	420
136	Комплект запасных частей для блока управления	2	114,66	3	0,87	9,5	420
137	Шпилька М14-6gx38	4	50,70	4	1,16	5,2	315
138	Уплотнительная манжета	8	22,62	5	1,74	2,7	210
139	Шпилька М30х2-6gx355	2	73,45	3	0,87	6,1	420
140	Пружина	10	9,36	6	1,74	1,2	210
141	Пружина клапана	6	12,48	4	1,74	1,3	210

Окончание таблицы 3.6 – Результаты расчета оптимального размера заказа

№	Подразделение/ Номенклатура	Расход/ мин остаток	Цена единицы продукции, руб.	Искомая величина заказа, шт	Кол-во заказов	Мин. сумм.затраты	Время между заказами, дней
142	Сальник	2	18,85	3	0,87	1,6	420
143	Пружина клапана	2	12,48	3	0,87	1,0	420
144	Кольцо распорное	3	6,50	3	1,16	0,6	315
145	Болт	8	1,95	5	1,74	0,2	210

## 4 Экологическая безопасность предприятия

### 4.1 Исходные данные для расчета выбросов загрязняющих веществ предприятия

Исходные данные, необходимые для расчета выбросов загрязняющих веществ карьерных самосвалов БЕЛАЗ предприятия ООО «БТЛ – Сервис», приведены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Исходные данные, необходимые для расчета выбросов загрязняющих веществ

Тип двигателя	Объем двигателя, л	Количество карьерных самосвалов в год	Количество рабочих дней в году	Период года
Дизель	50	37	365	Холодный (Х), Теплый (Т)

Расчет будет выполнен, согласно методики проведения инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферу для автотранспортных предприятий, разработанной по заказу Министерства транспорта Российской Федерации.

Методика предназначена для расчета валовых и максимально разовых выбросов от передвижных и стационарных источников, расположенных на территории автотранспортного предприятия с использованием удельных показателей, т.е. количества выделяемых загрязняющих веществ, приведенных к единицам используемого оборудования, времени работ автотранспортных средств или оборудования, пробега автотранспортных средств, массы расходуемых материалов.

Для автомобилей с дизельными двигателями, расчет выбросов загрязняющих веществ выполняется для пяти загрязняющих веществ: оксида углерода – СО, углеводородов – СН, оксидов азота – NO<sub>x</sub>, в пересчете на диоксид азота NO<sub>2</sub>, твердых частиц – С, соединений серы, в пересчете на диоксид серы SO<sub>2</sub>.

Значения удельных выбросов загрязняющих веществ, необходимые для расчета:

$m_{npik}$  – удельные выбросы загрязняющих веществ при прогреве двигателей;

$m_{Lik}$  – пробеговые выбросы загрязняющих веществ;

$m_{xxik}$  – удельные выбросы загрязняющих веществ на холостом ходу.

Для карьерных самосвалов с дизельными двигателями фирмы Cummins, значения удельных выбросов представлены в таблицах 4.2 – 4.4

Таблица 4.2 – Удельные выбросы загрязняющих веществ при прогреве двигателей грузовых автомобилей, произведенных в странах СНГ

Грузоподъемность, т	Тип двигателя	Удельные выбросы загрязняющих веществ ( $m_{npik}$ ), г/мин.									
		СО		СН		NO <sub>x</sub>		С		SO <sub>2</sub>	
		Т	Х	Т	Х	Т	Х	Т	Х	Т	Х
Свыше 16	Дизель	3,0	8,2	0,4	1,1	1,0	2,0	0,04	0,16	0,113	0,136

Таблица 4.3 – Пробеговые выбросы загрязняющих веществ грузовыми автомобилями, произведенными в странах СНГ

Грузоподъемность, т	Тип двигателя	Удельные выбросы загрязняющих веществ ( $m_{Lik}$ ), г/км									
		СО		СН		NO <sub>x</sub>		С		SO <sub>2</sub>	
		Т	Х	Т	Х	Т	Х	Т	Х	Т	Х
Свыше 16	Дизель	7,5	9,3	1,1	1,3	4,5	4,5	0,4	0,5	0,78	0,97

Таблица 4.4 – Удельные выбросы загрязняющих веществ на холостом ходу грузовыми автомобилями, произведенными в странах СНГ

Грузоподъемность, т	Тип двигателя	Удельные выбросы загрязняющих веществ ( $m_{xxik}$ ), г/мин.						
		СО		СН		NO <sub>x</sub>	С	SO <sub>2</sub>
Свыше 16	Дизель	2,9		0,45		1	0,04	0,1

## 4.2 Техническое обслуживание и ремонт автомобилей

В зонах технического обслуживания (ТО) и текущего ремонта (ТР) источниками выделения загрязняющих веществ являются автомобили, перемещающиеся по помещению зоны.

Для помещения зоны ТО и ТР с тупиковыми постами валовый выброс  $i$ -го вещества рассчитывается по формуле 4.1, т/год

$$M_{Ti} = \sum_{K=1}^K (2m_{Lik} \cdot S_T + m_{npik} \cdot t_{пр}) \cdot n_k \cdot 10^{-6}, \quad (4.1)$$

где  $m_{Lik}$  – пробеговой выброс  $i$ -го вещества, автомобилем  $k$ -й группы при движении со скоростью 10-20 км/час, г/км;

$m_{npik}$  – удельный выброс  $i$ -го вещества при прогреве двигателя автомобиля  $k$ -й группы, г/мин;

$S_T$  – расстояние от ворот помещения до поста ТО и ТР,  $S_T = 0,006$  км;

$t_{пр}$  – время прогрева,  $t_{пр} = 1,5$  мин;

$n_k$  – количество ТО и ТР, проведенных в течение года для автомобилей  $k$ -й группы,  $n_k = 1000$ .

Результаты расчета валового выброса  $i$ -го вещества за теплый и холодный период года представлены в таблице 4.5



Таблица 4.5 – Результаты расчета валового выброса *i*-го вещества за теплый и холодный период года

Загрязняющие вещества	Удельный выброс <i>i</i> -го вещества при прогреве двигателя автомобиля		Пробеговой выброс <i>i</i> -го вещества, автомобилем при движении со скоростью 10-20 км/час, г/км		валовый выброс <i>i</i> -го вещества	
	$m_{npik}$ (г/мин)		$m_{Lik}$ (г/км)		$M_{Ti}$ (т/год)	
Период года	Т	Х	Т	Х	Т	Х
СО	3	8,2	7,5	9,3	0,0045900	0,0124116
СН	0,4	1,1	1,1	1,3	0,0006132	0,0016656
NO <sub>x</sub>	1	2	4,5	4,5	0,0015540	0,0030540
С	0,04	0,16	0,4	0,5	0,0000648	0,0002460
SO <sub>2</sub>	0,113	0,136	0,78	0,97	0,0001789	0,0002156

Максимально разовый выброс *i*-го вещества  $G_{Ti}$ , рассчитывается по формуле 4.2, г/с

$$G_{Ti} = \frac{(m_{Lik} \cdot S_T + 0,5m_{npik} \cdot t_{пр}) \cdot N'_{Тк}}{3600}, \quad (4.2)$$

где  $N'_{Тк}$  – наибольшее количество автомобилей, находящихся в зоне ТО и ТР на тупиковых постах в течение часа,  $N'_{Тк} = 1$ .

Результаты расчета максимально разового выброса *i*-го вещества  $G_{Ti}$  представлены в таблице 4.6

Таблица 4.6 – Результаты расчета максимально разового выброса *i*-го вещества  $G_{Ti}$  за теплый и холодный период года

Загрязняющие вещества	Удельный выброс <i>i</i> -го вещества при прогреве двигателя автомобиля		Пробеговой выброс <i>i</i> -го вещества, автомобилем при движении со скоростью 10-20 км/час, г/км		Максимально разовый выброс <i>i</i> -го вещества	
	$m_{npik}$ (г/мин)		$m_{Lik}$ (г/км)		$G_{Ti}$ (г/с)	
Период года	Т	Х	Т	Х	Т	Х
СО	3	8,2	7,5	9,3	0,0006375	0,0017238
СН	0,4	1,1	1,1	1,3	0,0000852	0,0002313
NO <sub>x</sub>	1	2	4,5	4,5	0,0002158	0,0004242
С	0,04	0,16	0,4	0,5	0,0000090	0,0000342
SO <sub>2</sub>	0,113	0,136	0,78	0,97	0,0000248	0,0000300

### 4.3 Контроль дымности отработавших газов

Валовый выброс загрязняющих веществ (CO, CH, NO<sub>x</sub>, C, SO<sub>2</sub>) при контроле дымности отработавших газов определяется по формуле 4.3, т/год

$$M_i^K = \sum_{k=1}^K n_k \cdot (m_{npik} \cdot t_{пр} + m_{испik} \cdot t_{исп}) \cdot 10^{-6}, \quad (4.3)$$

где  $m_{испik}$  – удельный выброс *i*-го вещества при проведении испытаний на двух режимах измерения дымности автомобиля *k*-й группы, г/мин;

$t_{исп}$  – время испытаний,  $t_{исп} = 4$  мин.;

$t_{пр}$  – время прогрева автомобиля на посту контроля,  $t_{пр} = 3$  мин;

$n_k$  – количество проверок в год автомобилей *k*-й группы,  $n_k = 30$

Удельный выброс *i*-го вещества при проведении испытаний  $m_{испik}$ , определяется по формуле 4.4, г/мин

$$m_{испik} = m_{ххik} \cdot k_i, \quad (4.4)$$

где  $k_i$  – коэффициент, учитывающий увеличение удельного выброса *i*-го вещества при проведении контроля дымности (таблица 4.7).

Таблица 4.7 – Значения коэффициента увеличения удельных выбросов при проведении контроля дымности отработавших газов

Загрязняющее вещество	CO	CH	NO <sub>x</sub>	C	SO <sub>2</sub>
$k_i$	3,0	5,0	2,5	10	1,5

Результаты расчета валового выброса загрязняющих веществ (CO, CH, NO<sub>x</sub>, C, SO<sub>2</sub>) при контроле дымности отработавших газов представлены в таблице 4.8

Таблица 4.8 – Результаты расчета валового выброса загрязняющих веществ при контроле дымности отработавших газов

Загр. вещ.	удельный выброс <i>i</i> -го вещества при прогреве двигателя автомобиля, г/мин	удельный выброс <i>i</i> -го вещества при работе на холостом ходу двигателя автомобиля <i>k</i> -й группы, г/мин	удельный выброс <i>i</i> -го вещества при проведении испытаний на двух режимах измерения дымности автомобиля <i>k</i> -й группы, г/мин	Валовый выброс при контроле токсичности отработавших газов
	$m_{npik}$ (г/мин)	$m_{ххik}$ , г/мин.	$m_{испik}$ (г/мин)	$M_i^K$ , т/год
CO	3	2,9	8,7	0,000775
CH	0,4	0,45	2,25	0,005715

Окончание таблицы 4.8 – Результаты расчета валового выброса загрязняющих веществ при контроле дымности отработавших газов

Загр. вещ.	удельный выброс <i>i</i> -го вещества при прогреве двигателя автомобиля, г/мин	удельный выброс <i>i</i> -го вещества при работе на холостом ходу двигателя автомобиля <i>k</i> -й группы, г/мин	удельный выброс <i>i</i> -го вещества при проведении испытаний на двух режимах измерения дымности автомобиля <i>k</i> -й группы, г/мин	Валовый выброс CO, CH, NO <sub>x</sub> , C SO <sub>2</sub> при контроле токсичности отработавших газов
	$m_{npik}$ (г/мин)	$m_{xxik}$ , г/мин.	$m_{испik}$ (г/мин)	$M_i^k$ , т/год
NO <sub>x</sub>	1	1	2,5	0,013200
SO <sub>2</sub>	0,04	0,04	0,4	0,000528
C	0,113	0,1	0,15	0,001379

Максимально разовый выброс *i*-го вещества определяется по формуле 4.5, г/с

$$G_i = \frac{(m_{npik} \cdot t_{пр} + m_{испik} \cdot t_{исп}) \cdot N'_k}{3600}, \quad (4.5)$$

где  $N'_k$  – наибольшее количество автомобилей, проверяемое в течение часа на посту,  $N'_k = 1$

Результаты расчета максимально разового выброса *i*-го вещества  $G_i$  представлены в таблице 4.9

Таблица 4.9 – Результаты расчета максимально разового выброса *i*-го вещества  $G_i$

Загр. вещ.	удельный выброс <i>i</i> -го вещества при прогреве двигателя автомобиля, г/мин	удельный выброс <i>i</i> -го вещества при работе на холостом ходу двигателя автомобиля <i>k</i> -й группы, г/мин	удельный выброс <i>i</i> -го вещества при проведении испытаний на двух режимах измерения дымности автомобиля <i>k</i> -й группы, г/мин	Максимально разовый выброс <i>i</i> -го вещества, г/с
	$m_{npik}$ (г/мин)	$m_{xxik}$ , г/мин.	$m_{испik}$ (г/мин)	$G_i$
CO	3	2,9	8,7	0,007172
CH	0,4	0,45	2,25	0,001058
NO <sub>x</sub>	1	1	2,5	0,002444
SO <sub>2</sub>	0,04	0,04	0,4	0,000098
C	0,113	0,1	0,15	0,000255

#### 4.4 Расчет образования производственных отходов

В автотранспортных предприятиях, а также на предприятиях, имеющих большое количество автотранспорта и самостоятельно осуществляющих техническое обслуживание и ремонт транспортных средств, проблема обращения с отходами особенно актуальна. При работе этих предприятий образуется более 15 видов отходов производства, в том числе II и III класс опасности.

Отходы производства на рассматриваемых предприятиях образуются при ремонте и техническом обслуживании автотранспорта. Как правило, на предприятиях производятся работы по ремонту двигателей, устранение неисправностей в агрегатах автомобилей, изготовление и ремонт деталей и узлов автомашин. Производятся контрольно-диагностические, крепежные, регулировочные и другие работы, замена масла в маслосистемах автомобилей.

При ремонте и техническом обслуживании автотранспорта производится замена отдельных деталей и узлов автомобилей, отслуживших свой срок. При этом в качестве отходов образуются лом черных металлов (отработанные металлические детали автомобилей), мусор промышленный (отработанные неметаллические детали автомобилей), фильтры, загрязненные нефтепродуктами (топливные и масляные фильтры), фильтр картонный (воздушные фильтры), отработанные накладки тормозных колодок, шины с металлокордом, шины с тканевым кордом.

Расчёт образования производственных отходов производится на основании нормативных сроков работы соответствующих деталей автомашин, принятых в автомобильной промышленности и данных производителя автомобилей БЕЛАЗ.

##### 4.4.1 Расчет нормативного образования отработанных аккумуляторов

Расчёт нормативного образования отработанных аккумуляторов выполнен, исходя из количества установленных аккумуляторов, сроков их эксплуатации и веса аккумулятора. Расчёт проводился по формуле 4.8, шт./год

$$N_i = \frac{\sum N_{\text{авт}i} \cdot n_i}{T_i}, \quad (4.8)$$

где  $N_{\text{авт}i}$  – кол-во автомашин, снабженных аккумуляторами  $i$ -го типа;

$n_i$  – количество аккумуляторов в автомашине, шт.;

$T_i$  – эксплуатационный срок службы аккумуляторов  $i$ -й марки, год.

Вес образующихся отработанных аккумуляторов определяется по формуле 4.9, тонн/год

$$M = \sum N_i \cdot m_i \cdot 10^{-3}, \quad (4.9)$$

где  $N_i$  – количество отработанных аккумуляторов  $i$ -й марки, шт./год;  
 $m_i$  – вес аккумуляторной батареи  $i$ -го типа без электролита.

Исходные данные и результаты расчетов образования отработанных аккумуляторов представлены в таблице 4.12.

Таблица 4.12 – Исходные данные и результаты расчетов

Марка АКБ	Количество самосвалов снабженных АКБ данного типа	Количество АКБ на одном самосвале	Нормативный срок эксплуатации, лет	Вес АКБ, кг	Вес отработанных АКБ, тонн
6СТ-225LA	37	4	4	37,3	0,45

#### 4.4.2 Фильтры, загрязненные нефтепродуктами

Расчет норматива образования отработанных фильтров, образующихся при эксплуатации автотранспорта, производится по формуле, тонн/год

$$M = \sum N_i \cdot n_i \cdot m_i \cdot \frac{L_i}{L_{Hi}} \cdot 10^{-3}, \quad (4.10)$$

где  $N_i$  – количество автомашин  $i$ -й марки, шт.;

$n_i$  – количество фильтров, установленных на автомашине  $i$ -ой марки, шт.;

$m_i$  – вес одного фильтра на автомашине  $i$ -ой марки, кг;

$L_i$  – средний годовой пробег автомобиля  $i$ -ой марки, тыс. м.ч. · год;

$L_{Hi}$  – норма пробега подвижного состава  $i$ -ой марки до замены фильтровальных элементов, тыс. м.ч.

Исходные данные и результаты расчетов для воздушных фильтров представлены в таблице 4.13

Таблица 4.13 – Исходные данные и результаты расчетов для воздушных фильтров

Кол-во т/с	Норма пробега подвижного состава $i$ -ой марки до замены топливных фильтров, тыс. м/ч.	Количество фильтров, установленных на самосвале	Вес воздушного фильтра, кг.	Среднегодовой пробег, тыс. м/ч.	Вес отработанных воздушных фильтров, кг	Расчет норматива образования отработанных фильтров, т/год
37	0,25	2	0,5	8	560,4	0,5604

Исходные данные и результаты расчетов для топливных фильтров представлены в таблице 4.14.

Таблица 4.14 – Исходные данные и результаты расчетов для топливных фильтров

Кол-во т/с	Норма пробега подвижного состава i-ой марки до замены топливных фильтров, тыс. м/ч.	Количество фильтров, установленных на самосвале	Вес топлив. фильтра, кг	Среднегодовой пробег, тыс. м/ч.	Вес отработ. топлив. фильтров, кг	Расчет норматива образования отработавших фильтров, т/год
37	0,25	2	0,7	8	618,4	0,6184

Исходные данные и результаты расчетов для масляных фильтров представлены в таблице 4.15.

Таблица 4.15 – Исходные данные и результаты расчетов для масляных фильтров

Кол-во машин	Норма пробега подвижного состава i-ой марки до замены масляных фильтров, тыс. м/ч.	Количество фильтров, установленных на самосвале	Вес маслян. фильтра, кг	Среднегодовой пробег, тыс. м/ч.	Вес отработ. масл. фильтров, кг	Расчет норматива образования отработавших фильтров, т/год
37	0,5	7	1	8	1362	1,362

#### 4.4.3 Ветошь промасленная

Количество промасленной ветоши определяется по формуле 4.11, тонн/год

$$M = \frac{m}{1 - k}, \quad (4.11)$$

где  $m$  – количество сухой ветоши, израсходованное за год, тонн/год;

$k$  – содержание масла в промасленной ветоши,  $k = 0,05$ .

За год на предприятии используется 30 тонн сухой ветоши. Нормативное количество ветоши промасленной составит

$$M = \frac{30}{1 - 0,05} = 31,58 \text{ тонн/год.}$$

#### 4.4.4 Отработанное моторное, трансмиссионное масло

Расчет количества отработанного моторного и трансмиссионного масла производится по формуле 4.12

$$M = \sum N \cdot q_i \cdot n_i \cdot L_i \cdot H \cdot \rho \cdot 10^{-4}, \quad (4.12)$$

где  $N_i$  – количество т/с  $i$ -й марки, шт.;

$q_i$  – норма расхода топлива на 100 км пробега, л/100 км;

$L_i$  – средний годовой пробег автомобиля  $i$ -й марки, тыс. м.ч./год;

$n_i$  – норма расхода масла на 100 л топлива, л/100 л;

норма расхода моторного масла для дизельного двигателя

$n_{мд} = 3,2$  л/100 л;

норма расхода трансмиссионного масла для дизельного двигателя

$n_{тд} = 0,4$  л/100 л.

$H$  – норма сбора отработанных нефтепродуктов, доли от 1;

$H=0,12-0,15$

$\rho$  – плотность отработанного масла, кг/л,  $\rho = 0,9$  кг/л.

Исходные данные и расчет отработанных моторного и трансмиссионного масла представлены в таблицах 4.16, 4.17.

Таблица 4.16 – Исходные данные и расчет отработанного моторного масла

Марка автомашины	Кол-во	Норма расхода топлива на 100 км пробега, л.	Средний годовой пробег автомобиля, тыс. км/год	Норма расхода моторного масла для дизельного двигателя	Норма сбора отработанных нефтепродуктов, доли от 1;	Тип двигателя	Количество моторного отработанного масла
БЕЛАЗ	37	1300	120	3,2	0,12	дизель	162,1

Таблица 4.17 – Исходные данные и расчет отработанного трансмиссионного масла

Марка автомашины	Кол-во	Норма расхода топлива на 100 км пробега, л.	Средний годовой пробег автомобиля, тыс. км/год	Норма расхода трансмиссионного масла для дизельного двигателя	Норма сбора отработанных нефтепродуктов, доли от 1;	Тип двигателя	Количество трансмиссионного отработанного масла
БЕЛАЗ	37	1300	120	0,4	0,12	дизель	20,26

Таким образом, нормативное количество отработанного моторного масла составит 162,1 т/год, отработанного трансмиссионного масла – 20,26 т/год.

#### 4.4.5 Шины с металл кордом

Расчет количества отработанных шин с металл кордом производится по формуле 4.13

$$M = \frac{\sum(N_i \cdot n_i \cdot m_i \cdot L_i)}{L_{Hi} \cdot 10^{-3}}, \quad (4.13)$$

где  $N_i$  – количество т/с  $i$ -й марки, шт.;

$n_i$  – количество шин, установленных на т/с  $i$ -ой марки, шт.;

$m_i$  – вес одной изношенной шины данного вида, кг.;

$L_i$  – средний годовой пробег т/с  $i$ -й марки, тыс. км/год;

$L_{Hi}$  – норма пробега подвижного состава  $i$ -ой марки до замены шин, тыс. км.

Исходные данные и расчет отработанных шин представлен в таблице 4.18.

Таблица 4.18 – Исходные данные и расчет отработанных шин

Марка т/с	Кол-во автомобилей $i$ -й марки, шт.	Кол-во шин на автомобилях, шт.	Марка автошин	Тип корда	Средне-годовой пробег, тыс. км	Норма пробега а/м до замены шин, тыс. км	Вес отработанной шины, кг	Масса отработанных шин, т
БЕЛАЗ	37	6	Белшина 33.00-51	металл	120	68	2000	783,53

Таким образом, нормативное количество отработанных шин – 783,5 т/год.



#### 4.4.6 Отработанные накладки тормозных колодок

Расчет количества отработанных накладок тормозных колодок производится по формуле 4.14

$$M = \frac{\sum(N_i \cdot n_i \cdot m_i \cdot L_i)}{L_{Hi} \cdot 10^{-3}}, \quad (4.14)$$

где  $N_i$  – количество автомашин  $i$ -й марки, шт.;

$n_i$  – количество накладок тормозных колодок на автомашине  $i$ -ой марки, шт.;

$m_i$  – вес одной накладки тормозной колодки на автомашине данного вида, кг [6];

$L_i$  – средний годовой пробег автомобиля  $i$ -й марки, тыс. км/год;

$L_{Hi}$  – норма пробега подвижного состава  $i$ -ой марки до замены накладок тормозных колодок, тыс. км.

Норма пробега подвижного состава до замены накладок тормозных колодок составляет для легковых и грузовых автомобилей 10 тыс. км

Исходные данные и расчет отработанных накладок тормозных колодок представлен в таблице 4.19

Таблица 4.19 – Исходные данные и расчет отработанных накладок тормозных колодок

Марка т/с	Кол-во автомашин	Кол-во накладок тормозных колодок, устан. на 1 самосвал	Вес накладки тормозной колодки, кг	Средне-годовой пробег, тыс. км	Вес отработанных накладок тормозных колодок, кг	Расчет количества отработанных накладок тормозных колодок, т/год
БЕЛАЗ	37	12	5,2	120	27,7	4,1

Нормативное количество отработанных накладок тормозных колодок составит 4,1 т/год.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения выпускной квалификационной работы были получены следующие результаты:

В первой главе дипломного проекта проведено исследование деятельности предприятия ООО «БТЛ-Сервис» и собрана информация по расходу номенклатуры запасных частей карьерных самосвалов БЕЛАЗ.

Во второй главе, для формирования этого запаса и определения величины спроса, был проведен расчет номенклатуры запасных частей методом ABC. В результате расчетов произведено деление номенклатуры запасных частей аналитическим способом на группы по единому стоимостному показателю:

А – детали высокого спроса (19 з/ч и материалов; 11 %);

В – детали среднего спроса (37 з/ч и материалов; 21,3 %);

С – детали редкого спроса (115 з/ч и материалов; 67,6 %).

В третьей главе, для определения скорости потребления каждой позиции номенклатуры, был произведен расчет номенклатуры запасных частей методом XYZ, который является дополнением метода ABC. В результате расчетов произведено деление номенклатуры запасных частей на группы с учетом «сезонного» изменения спроса:

X – позиции номенклатуры, динамические ряды которых равномерны или незначительно изменяются (97 позиций);

Y – позиции номенклатуры, у динамических рядов которых наблюдаются значительные колебания (1 позиция);

Z – позиции номенклатуры, спрос на которые носит эпизодический (дискретный) характер (73 позиции).

В конце данной главы даны рекомендации предприятию для улучшения сбора необходимой информации по расходу запасных частей и материалов.

Далее, для 145 позиций номенклатуры по модели прикладной теории логистики EOQ (Economic Order Quantity), было определено: оптимальный размер заказа, количество заказов, минимальные суммарные затраты, время между заказами. Для расчета была использована формула Уилсона.

В четвертой главе произведен экологический расчет выбросов загрязняющих веществ зоны технического обслуживания и, расчет валового и максимально разового выброса загрязняющих веществ при контроле дымности отработавших газов, а так же расчет образования производственных отходов.

## CONCLUSION

As a result of the final qualification work, the following results have been obtained:

In the first chapter of the diploma project, a study of the activities of the BTL-Service LLC enterprise was conducted and information was collected on the consumption of the range of spare parts of BELAZ dump trucks.

As a result of the analysis of this information, taking into account the peculiarities of the operation of dump trucks in LLC "UK" Razrez Mayrykhsy, it was concluded that there is a need for an intermediate warehouse, where spare parts and materials of frequent and medium demand will be stored.

In the second chapter, to form this stock and determine the amount of demand, the calculation of the nomenclature of spare parts by the ABC method has been carried out. As a result of the calculations, the nomenclature of spare parts has been divided analytically into groups according to a single cost indicator:

A – high-demand parts (19 s/h and materials; 11 %);

B-average demand details (37 s/h and materials; 21,3%);

C-parts of rare demand(115 s/h and materials; 67,6%).

In the third chapter, in order to determine the consumption rate of each item of the item, the spare parts inventory was calculated using the XYZ method, which is an extension of the ABC method. As a result of the calculations, the inventory of spare parts has been divided into groups, taking into account the "seasonal" changes in demand:

X-items of the inventory, the dynamic series of which are uniform or slightly change (97 items);

Y – items of the nomenclature, the dynamic series of which has significant fluctuations (1 position);

Z - items of the nomenclature, the demand for which is episodic (discrete) (73 positions).

At the end of this chapter, recommendations are given to the company to improve the collection of necessary information on the consumption of spare parts and materials.

Next, for 145 items of the nomenclature according to the model of the applied theory of logistics EOQ (Economic Order Quantity), it was determined: the optimal order size, the number of orders, the minimum total costs, the time between orders. The Wilson formula has been used for the calculation.

In the fourth chapter, the environmental calculation of emissions of pollutants from the maintenance area, the calculation of the gross and maximum single emission of pollutants during the control of exhaust gas smoke, as well as the calculation of the formation of industrial waste have been made.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ


1. Статистические данные о расходе запасных частей и материалов. ООО «БТЛ-Сервис» ОП «АБАКАН» Республика Хакасия, г. Черногорск.
2. Лукинский В. С. Модели и методы теории логистики. Учебное пособие. 2-е изд., / Под ред. В. С. Лукинского – СПб.: Питер, 2008 – 448 с.
3. Олейников А. В. Транспортная логистика. Оценка параметров производственной программы автотранспортных предприятий: метод. указания к практическим занятиям /сост. А. В. Олейников, В. А. Васильев; Сибирский федеральный университет, ХТИ – филиал СФУ. – Абакан: РИО ХТИ – филиала СФУ, 2011. – 60 с.
4. Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Нормативы по защите окружающей среды»: метод. указания / утверждено Министерством транспорта РФ 28.10.1998 РИО ХТИ – филиала СФУ г. Абакан 2021 – 52 с.
5. Методические рекомендации по расчету нормативов образования отходов для автотранспортных предприятий /сост. Научно-исследовательский институт охраны атмосферного воздуха, Санкт-Петербург 2003 г. – 14 с.
6. Руководство по эксплуатации БЕЛАЗ 75131 – 3902015 РЭ.
7. Технические характеристики БЕЛАЗ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://guzovik.biz/>, свободный.

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Хакасский технический институт -  
филиал федерального государственного автономного образовательного учре-  
ждения высшего профессионального образования  
«Сибирский федеральный университет»  
Кафедра «Автомобили и автомобильное хозяйство»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

 Е.М. Желтобрюхов

подпись

инициалы, фамилия

« 23 » 06 2022г.

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

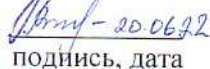
23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»  
код и наименование специальности

«Оценка времени хранения и периодичности доставки запасных частей и мате-  
риалов в ООО «БТЛ-Сервис» г. Черногорск»  
тема

Пояснительная записка

Руководитель  доцент каф. АТиМ, к.т.н.,  
подпись, дата должность, ученая степень

А. В. Олейников  
инициалы, фамилия

Выпускник   
подпись, дата

В. П. Пискун  
инициалы, фамилия

Абакан 2022