

Школа – Инженерная школа ядерных технологий
 Направление подготовки – 01.03.02 Прикладная математика и информатика
 Отделение школы (НОЦ) – Экспериментальной физики

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Имитационная модель управления запасами производственных предприятий
УДК 519.876:005.936.4:658.5

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0В8А	Борисенко Ирина Вячеславовна		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОЭФ	Мицель Артур Александрович	д.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Меньшикова Екатерина Валентиновна	к.ф.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ООД ШБИП	Сечин Андрей Александрович	к.т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП 01.03.02 «Прикладная математика и информатика»	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭФ	Крицкий Олег Леонидович	к.ф.-м.н.		

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа Инженерная школа ядерных технологий
 Направление подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика
 Отделение школы (НОЦ) Экспериментальной физики

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП

 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
0В8А	Борисенко Ирина Вячеславовна

Тема работы:

Имитационная модель управления запасами производственных предприятий	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Данные сырья и материалов производственного предприятия ООО «МК Купинский» за ноябрь 2021 г.</p>
---	---

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Изучение литературы по теме исследования; 2. Применение детерминированных моделей и их сравнение; 3. Построение имитационной модели управления запасами производственных предприятий; 4. Анализ складских запасов предприятия; 5. Сравнение результатов, полученных по детерминированной модели и имитационной модели.
--	---

<p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Таблицы 2. Графики
--	--

<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i></p>	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Меньшикова Екатерина Валентиновна
Социальная ответственность	Сечин Андрей Александрович

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	
--	--

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОЭФ	Мицель Артур Александрович	д.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0B8A	Борисенко Ирина Вячеславовна		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
0B8A	Борисенко Ирине Вячеславовне

Школа	ИШИТР	Отделение школы (НОЦ)	ОАР
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	01.03.02 «Прикладная математика и информатика»

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Бюджет – 184 714,6 руб. Затраты на заработную плату – 76 465,4 руб. Прочие расходы – 261,3 руб.
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	Тариф на электроэнергию 5,8 кВт/ч
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Налог во внебюджетные фонды 27,1 Районный коэффициент – 1,3 Накладные расходы – 16%

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого потенциала инженерных решений (ИР)</i>	Оценка потенциальных потребителей исследования, SWOT – анализ,
2. <i>Формирование плана и бюджета инженерного проекта (ИП)</i>	Планирование этапов работ, определение трудоемкости и построение календарного графика, формирование бюджета.
3. <i>Оценка ресурсной, финансовой, социальной, бюджетной эффективности ИР и потенциальных рисков</i>	Оценка сравнительной эффективности исследования. Интегральный показатель ресурсоэффективности – 4.55 Интегральный показатель эффективности – 9.1 Сравнительная эффективность проекта – 2.3

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

1. <i>Оценка конкурентоспособности НТИ</i>
2. <i>Матрица SWOT</i>
3. <i>График разработки</i>
4. <i>Бюджет НТИ</i>
5. <i>Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НТИ</i>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Меньшикова Екатерина Валентиновна	к.ф.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0B8A	Борисенко Ирина Вячеславовна		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа		ФИО	
0В8А		Борисенко Ирине Вячеславовне	
Школа	Инженерная школа ядерных технологий	Отделение (НОЦ)	Экспериментальной физики
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	01.03.02 Прикладная математика и информатика

Тема ВКР:

Имитационная модель управления запасами производственных предприятий	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
<p>Введение</p> <ul style="list-style-type: none"> – Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения. – Описание рабочей зоны (рабочего места) при разработке проектного решения/при эксплуатации 	<p><i>Объект исследования:</i> имитационная модель управления запасами <i>Область применения:</i> логистика <i>Рабочая зона:</i> офисное помещение <i>Размеры помещения:</i> 18 м² <i>Количество и наименование оборудования рабочей зоны:</i> 1 персональный компьютер <i>Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне:</i> программная разработка с использованием персонального компьютера</p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<p>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при разработке проектного решения/при эксплуатации:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<p>Рабочее место при выполнении работ сидя регулируется ГОСТом 12.2.032-78 Организация рабочих мест с электронно-вычислительными машинами регулируется СанПиНом 2.2.2/2.4.1340-03 Трудовой кодекс Российской Федерации: федеральный Закон от 30 дек. 2001 г. №197-ФЗ Раздел 10 Система стандартов безопасности труда и электробезопасность регулируется ГОСТом 12.1.009-2017</p>
<p>2. Производственная безопасность при разработке проектного решения/при эксплуатации:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов 	<p>Вредные факторы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Повышенный уровень запыленности воздуха; 2. Повышенный уровень статического электричества; 3. Повышенный уровень шума; 4. Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения; 5. Отклонения показателей микроклимата; 6. Монотонность труда, вызывающая монотонию.
<p>3. Экологическая безопасность при разработке проектного решения/при эксплуатации</p>	<p>Анализ воздействия на литосферу: Утилизация компьютеров, оргтехники и бумаги; Анализ воздействия на гидросферу: Производство компьютерной техники; Анализ воздействия на атмосферу: Выделение вредных веществ при нагреве материнской платы; Повышенная сухость воздуха при работе компьютера.</p>

4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при разработке проектного решения/при эксплуатации	Затопление; Землетрясение; Короткое замыкание проводки; Наиболее типичная ЧС: Пожар.
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ООД ШБИП	Сечин Андрей Александрович	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0В8А	Борисенко Ирина Вячеславовна		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная выполнена на 90 страницах, содержит 30 таблиц, 8 рисунков, 24 источника и 9 приложений.

Ключевые слова: модель, управление запасами, имитационная модель, предприятия, детерминированные модели, модель Кулакова, модель Мицеля.

Объект исследования: данные сырья и материалов производственного предприятия ООО «МК Купинский» за ноябрь 2021 г.

Цель работы: создание имитационной модели управления складскими запасами на производственном предприятии.

Методы проведения работы: управление запасами, методы оптимизации, детерминированные модели управления запасами, математическое моделирование, имитационное моделирование.

В результате исследования: апробирована имитационная модель управления запасами производственного предприятия и проведено сравнение с детерминированной моделью.

Сформированная модель может представить интерес для производственных предприятий.

Бакалаврская работа написана в Microsoft Word 2016. Для построения моделей использовалась программа Mathcad и Microsoft Excel 2016. Для обобщения результатов использовался Microsoft Excel 2016.

Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие задачи:

1. Изучение литературы по различным моделям управления запасами;
2. Применение детерминированных моделей и их сравнение;
3. Построение имитационной модели управления запасами производственных предприятий;
4. Анализ складских запасов предприятия;

5. Сравнение результатов, полученных по детерминированной модели и имитационной модели.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	12
1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	13
1.1. Имитационная модель	14
1.2. Детерминированные модели	20
1.2.1. Многопродуктовая модель Кулакова	20
1.2.2. Модель Мицеля.....	22
1.2.2.1. Двухпродуктовая модель ($n = 2$).....	22
1.2.2.2. n – продуктовая модель	23
2. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	25
2.1. Расчеты по модели Мицеля и модели Кулакова	25
2.2. Имитационное моделирование.....	28
2.3. Выводы	32
3. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ	34
3.1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	34
3.1.1. Потенциальные потребители результатов исследования	34
3.1.2. Анализ конкурентных технических решений	34
3.1.3. SWOT-анализ	35
3.2. Планирование научно-исследовательских работ	38
3.2.1. Определение трудоемкости выполнения работ	38
3.2.2. Разработка графика проведения научного исследования	39
3.2.3. Бюджет научно-технического исследования (НТИ).....	43
3.2.3.1. Расчет материальных затрат НТИ.....	43
3.2.3.2. Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	44
3.2.3.3. Основная заработная плата исполнителей темы.....	45
3.2.3.4. Дополнительная заработная плата исполнителей темы	48
3.2.3.5. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	48
3.2.3.6. Контрагентные расходы	49
3.2.3.7. Накладные расходы	50

3.2.3.8. Прочие прямые затраты.....	50
3.2.3.9. Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта 51	
3.3. Оценка эффективности проекта	51
3.4. Выводы по разделу	54
4. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	56
4.1. Введение	56
4.2. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности ...	57
4.3. Производственная безопасность	57
4.3.1. Отклонение показателей микроклимата.....	58
4.3.2. Недостаточная освещенность рабочей зоны	59
4.3.3. Повышенная световая и цветовая контрастность	61
4.3.4. Повышенный уровень шума на рабочем месте.....	61
4.3.5. Повышенный уровень статического электричества	62
4.3.6. Повышенная запыленность воздуха рабочей зоны.....	63
4.3.7. Опасность поражения электрическим током	64
4.4. Экологическая безопасность	65
4.5. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	65
4.5.1. Затопление.....	65
4.5.2. Землетрясение	66
4.5.3. Короткое замыкание	66
4.5.4. Пожар.....	67
4.6. Вывод по разделу	68
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	69
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	70
ПРИЛОЖЕНИЕ 1	74
ПРИЛОЖЕНИЕ 2	75
ПРИЛОЖЕНИЕ 3	77
ПРИЛОЖЕНИЕ 4.....	79
ПРИЛОЖЕНИЕ 5	81
ПРИЛОЖЕНИЕ 6.....	83
ПРИЛОЖЕНИЕ 7	85

ПРИЛОЖЕНИЕ 8	87
ПРИЛОЖЕНИЕ 9	89

ВВЕДЕНИЕ

В наше время управление запасами на предприятии очень важная составляющая логистики. Целью управления запасами является обеспечение предприятия запасами, которые необходимы для поддержания производственного процесса, с минимальными затратами на их приобретение и доставку. В управление запасами входят такие задачи, как количество поставляемых запасов и сроки размещения следующей поставки.

Методы классификации запасов, стратегия создания запасов, а также как правильно пополнять и управлять ими это необходимые знания для осуществления любой производственной деятельности [1]. Проблемам управления запасами посвящено множество российских и зарубежных исследований, что позволило создать целый спектр различно-направленных моделей, учитывающих влияние самых разнообразных факторов. Для управления запасами часто используют основные модели, которые направлены на два основных параметра: интервал времени между заказами и размер заказа [2].

Для расчета оборотных средств производственного предприятия в работе будет использована детерминированная модель, результаты которой будут сравнены с многопродуктовой моделью Кулакова и с фактическими оборотными средствами. Далее детерминированная модель будет сравнена с построенной имитационной моделью. С помощью результатов расчетов по этим моделям будет показана экономия производственного предприятия.

1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Правильно управлять запасами очень важное умение в любой логистической системе. За все время было создано много новых моделей по управлению запасами, например, стохастических или детерминированных методов управления запасами. В монографии [3] Дж. Букана, Э. Кенигсберга описываются основы управления запасами предприятия. В первой части книги даны теоретические знания о моделях и их практическое применение. Во второй части книги показываются исследования различных моделей таких как статические и динамические модели, модели управления запасами промежуточных продуктов, модели массового обслуживания и модели линейного программирования.

В работе [4] автор рассказывает о сущности и значении материальных запасов, процессе управления ими и способе определения оптимального уровня запаса. Продукция, которая находится в производстве и обращении на разных стадиях, называется материальными запасами. Запасы представляют собой резерв материальных ресурсов. Процесс управления запасами требует наличие алгоритма, который создается на основе анализа поведения запаса. Процесс состоит из нескольких этапов:

- Определение объема потребности в запасе;
- Определение состава статей затрат, связанных с созданием и поддержанием запаса;
- Расчет оптимального размера заказа, пополняющего запас;
- Подтверждение условий по пополнению запаса;
- Моделирование алгоритма управления запасами.

Разные модели управления запасами представлены в книге [2] Тюхтина А. А. Автор описывает различные статистические, динамические, многопродуктовые и вероятностные модели управления запасами.

Существуют такие статистические модели, как модели, где пополнением запасов происходит постепенно, и модели, где происходит учет потерь от дефицита и др. К динамическим моделям относятся модель с учетом затрат на выполнение заказа и модель без учета затрат на выполнение заказа. Разница в статистических и динамических моделях в том, что в динамических моделях рассматривается минимизация затрат за несколько периодов, в статических - за один период или в единицу времени. К вероятностным моделям управления запасами относятся такие модели, как модели, где размер заказа фиксирован, и модели, в которых интервалом между поставками тоже фиксирован. Именно эти модели помогают, когда спрос в течении планирования не известен и должен считаться случайной величиной.

В работе [5] представлена общая модель управления запасами и ее вариации, а также способ спрогнозировать потребности в запасе. Существуют два вида прогнозирования будущего потребления запаса, которые основаны на различных друг от друга подходах: количественном и качественном. На основе экспертных оценок специалистов строиться качественный подход, а по временным рядам строится количественный. Общая модель в данной книге основана на модели управления запасами без дефицита. Общая модель по управлению запасами имеет такие параметры, как интервал времени между заказами, размер заказа, количество заказов за период и сроки поставки. Также модель должна минимизировать затраты на заказ, закупку, доставку заказов и хранение запасов.

1.1. Имитационная модель

Модели создаются для разных целей и по-своему уникальны. Классифицировать их можно по следующим признакам:

- Характер моделируемой стороны объекта;
- Характер процессов, протекающих в объекте;
- Способ реализации объекта.

Дадим определение имитационной модели, которая относится к моделям по признаку «способ реализации объекта». Имитационная модель [6] – универсальное средство исследования сложных систем, представляющее собой логико-алгоритмическое описание поведения отдельных элементов системы и правил их взаимодействия, отображающих последовательность событий, возникающих в моделируемой системе. Она реализуется на компьютере и учитывает влияние случайных факторов. Значит, имитационную модель можно использовать для управления запасами на предприятии.

В статье [7] рассматриваются многоуровневые системы складов, в которых показаны результаты исследования характеристик распределения. В такой системе складов материальный поток проходит от верхнего уровня до нижнего, также нижний уровень принимает потоки требований от потребителей.

В статье [8] изложена одна из важных задач происходящая между величиной товарооборота и размерами товарных запасов, которая уменьшает расходы и увеличивает прибыль за счет управления объемом товарных запасов на торгово-производственном предприятии. Имитационная модель, построенная в статье, предоставляла предполагаемые данные о дневных потерях и наличии запаса. Эти результаты предоставлялись на основе двух случайных переменных: ежедневные потери от несделанных покупок и число единиц, имеющихся в наличие.

Оценить эффективность принятия управленческих решений поставок товаров можно с помощью имитационной модели, построенной в статье [9]. Данная модель включает такие показатели, как:

- Показатели, характеризующие эффективность использования складских площадей:

- а) коэффициент использования складской площади K_S :

$$K_S = \frac{S_{\text{пол}}}{S_{\text{общ}}},$$

где $S_{\text{пол}}$ – полезная площадь склада;

$S_{\text{общ}}$ – общая площадь склада.

б) коэффициент использования объема склада K_V :

$$K_V = \frac{V_{\text{пол}}}{V_{\text{общ}}},$$

где $V_{\text{пол}}$ – полезный объем, определяемый произведением грузовой площади на полезную высоту;

$V_{\text{общ}}$ – общий объем склада, определяемый произведением общей площади на основную высоту.

в) удельная средняя нагрузка на 1 м² полезной площади G :

$$G = \frac{Z_{\text{max}}}{S_{\text{пол}}},$$

где Z_{max} – максимальный запас материалов, который хранится на складе, т.;

$S_{\text{пол}}$ – полезная площадь.

г) грузонапряженность M :

$$M = \frac{\Gamma}{S_{\text{пол}}},$$

где Γ – грузооборот склада, т.;

$S_{\text{пол}}$ – полезная площадь.

• Показатели интенсивности работы склада:

а) грузооборот склада Γ :

$$\Gamma = \frac{T_{\text{оборот}}}{C_{\text{ср}}},$$

где $T_{\text{обор}}$ – товарооборот за определенный период, руб.;

$C_{\text{ср}}$ – средняя стоимость 1 т груза, руб./т.

б) показатель оборачиваемости материалов на складе $K_{\text{обор}}$:

$$K_{\text{обор}} = \frac{Q_{\text{отгр}}}{T * Q_{\text{разм}}},$$

где $Q_{\text{отгр}}$ – количество товаров, отгруженной за период T , т;

T – период времени;

$Q_{\text{разм}}$ – общее количество товаров, которое можно разместить на складе, т.

• Показатели себестоимости складской переработки грузов:

а) себестоимость переработки 1т грузов C_i :

$$C_i = \frac{C_{\text{общ}}}{\Gamma},$$

где $C_{\text{общ}}$ – общая величина годовых эксплуатационных расходов;

Γ – годовой грузооборот склада, т.

б) размер эксплуатационных расходов $C_{\text{общ}}$ за год:

$$C_{\text{общ}} = З + Э + П + A_{\text{м}} + A_{\text{с}},$$

где $З$ – годовая заработная плата персонала склада;

$Э$ – годовой расход на электроэнергию и горюче-смазочные материалы;

$П$ – годовой расход на коммунальные платежи по складу;

$A_{\text{м}}$ – годовое отчисление на амортизацию и ремонт машин и механизмов;

$A_{\text{с}}$ – годовое отчисление на амортизацию и ремонт складских и других сооружений и устройств.

Анализ структуры сервисного центра, способы поступления заявок и последующее их распределение к специалистам рассмотрено в статье [10]. Имитационная модель представлена в общем виде, то есть заявки будут поступать в центр обслуживания заявок, а дальше будут распределяться по специалистам. Модель распределения заявок реализуется в виде системе массового обслуживания, по критериям минимизации расстояния клиента от сервисного центра.

В статье [11] построена имитационная модель, которая показывает развитие проекта на основе наиболее оптимальных значениях ключевых параметров проекта, влияющих на его экономическую эффективность. Имитационная модель основана с применением метода Монте-Карло, который определяет условия реализации проекта при максимизации NPV.

В книге [12] описывается имитационное моделирование систем управления запасами, обширная классификация систем управления запасами и характеристики ее элементов. Далее рассмотрим эти характеристики.

Спрос. Спрос на запаасаемый продукт может быть детерминированным или случайным. Случайность спроса описывается либо случайным моментом спроса, либо случайным объемом спроса в детерминированные или случайные моменты времени.

Пополнение склада. Склад может пополняться периодически, то есть через определенные интервалы времени, или по мере исчерпания запасов. Доставка товара может быть в долях в течении определенного периода или сразу полностью.

Объем заказа. При периодическом пополнении и случайном исчерпании запасов объем заказа может зависеть от того состояния, которое наблюдается в момент подачи заказа. Заказ обычно подается на одну и ту же величину при достижении запасом заданного уровня — так называемой точки

заказа. Объем заказа может быть случайной величиной или детерминированной.

Время доставки. Время доставки в идеальных моделях управления запасами считается мгновенно. В других моделях рассматривается задержка поставок на фиксированный или случайный интервал времени.

Стоимость поставки. Как правило, предполагается, что стоимость каждой поставки складывается из двух компонент — разовых затрат, не зависящих от объема заказываемой партии, и затрат, зависящих от объема партии.

Издержки хранения. В большинстве моделей управления запасами считают объем склада практически неограниченным, а в качестве контролирующей величины служит объем хранимых запасов. При этом полагают, что за хранение каждой единицы запаса в единицу времени взимается определенная плата.

Штраф за дефицит. Отсутствие запаса в нужный момент приводит к убыткам, связанным с простоем оборудования, неритмичностью производства. Эти убытки в дальнейшем будем называть штрафом за дефицит. При возникновении дефицита величина неудовлетворенного спроса может учитываться в последующие периоды, в противном случае предполагается, что клиенты приняли решение о покупке товара у других фирм.

Номенклатура запаса. В простейших случаях предполагается, что на складе хранится запас однотипных изделий или однородного продукта. В более сложных случаях рассматривается многономенклатурный запас.

Структура складской системы. Наиболее полно разработаны математические модели одиночного склада. Однако на практике встречаются и более сложные структуры: иерархические системы складов с различными периодами пополнения и временем доставки заказов, с возможностью обмена запасами между складами одного уровня иерархии и т. п. Системы управления запасами могут быть частью более обширной логистической системы.

Рассмотрим имитационную модель управления запасами с периодической стратегией подачи заявок. Заказы на поставку товара в объеме $Part$ в данной модели поступают периодически (интервал равен I). При этом время доставки будем считать равным нулю. Затраты на поставку CP пропорциональны объему заказанной партии

$$CP = Part * Cp,$$

где Cp - стоимость поставки единицы товара.

Издержки отдельного периода включают штраф за дефицит CD , затраты на поставку CP и хранение CH

$$C = CD + CP + CH$$

Спрос является случайной величиной с нормальным законом распределения (среднее значение равно MC , среднее квадратическое отклонение - SC). Величина неудовлетворенного спроса не учитывается в последующие периоды. Доставка в данной модели осуществляется в начале периода.

Таким образом, данная модель содержит такие параметры, как стоимость хранения единицы товара, штраф за дефицит, начальный уровень запаса, объем партии доставки, среднее значение спроса, среднее квадратическое отклонение спроса, стоимость поставки единицы товара, периодичность поставки. Модель рассчитывает такие значения, как запас на начало периода, спрос, остаток на складе, издержки. Имитационная модель, основана на создании запасов за счет того, что докупка необходимых ресурсов осуществляется в объеме их дефицита.

1.2. Детерминированные модели

1.2.1. Многопродуктовая модель Кулакова

Многопродуктовой модели управления запасами и оценке нормировочного множителя посвящены статьи [13-14], в которых

рассмотрены разные ситуации таких параметров, как периодичность и стоимость поставок. Нормированный множитель K находится по формуле:

$$K^{(n;=)} = \frac{Y_{minmax}}{Y_{\Sigma}} = 0,5 * (1 + \frac{1}{n}),$$

где n — число видов поставляемых товаров;

$K^{(n;=)}$ — минимаксный нормировочный множитель (верхний индекс показывает число видов поставляемых товаров, а также отражает условие равенства стоимости партий поставляемых товаров);

Y_{minmax} — минимум из всех возможных максимумов суммы стоимости запасов по рассматриваемым вариантам решения задачи оптимизации системы управления запасами, ден. ед.;

Y_{Σ} — сумма максимумов стоимости запасов, ден. ед.

Рассмотрим многопродуктовую модель управления запасами с равной периодичностью поставок. В данной модели недостающие запасы ресурсов пополняются в объеме большем, чем это необходимо. В результате требуется иметь в наличии больше оборотных средств. В свою очередь это приводит к тому, что к концу цикла часть этих ресурсов остается.

Модель Кулакова имеет следующий вид решения

$$t_j = \frac{a_j}{\sum_{r=1}^n a_r} T, j = 2, \dots, n;$$

$$k_j = \frac{\sum_{r=j}^n a_r}{\sum_{r=1}^n a_r}, j = 2, \dots, n;$$

$$Y_m^{(n)} = \sum_{j=1}^n k_j a_j, k_1 = 1, n \geq 2.$$

Нормированный множитель K в данном случае находится следующим образом

$$K^{(n)} = \frac{Y_m^{(n)}}{Y_\Sigma^{(n)}} = \frac{\sum_{j=1}^n k_j a_j}{\sum_{j=1}^n a_j}, k_1 = 1, n \geq 2.$$

1.2.2. Модель Мицеля

Рассмотрим многопродуктовую модель управления запасами, в которой пополнение недостающих ресурсов производится в объёме, равном дефициту данного ресурса [15].

1.2.2.1. Двухпродуктовая модель ($n = 2$)

Предприятие закупает два вида ресурсов. Объём первого ресурса составляет q_1 в натуральных единицах, стоимость единицы ресурса составляет d_1 ден. единиц; объём второго ресурса и цена составляют q_2 и d_2 соответственно. Периоды поставок каждого вида ресурса (цикл) примем одинаковыми и равными $T_1 = T_2 = T$. Объём средств на покупку ресурсов ограничен величиной $Y_m \leq d_1 q_1 + d_2 q_2$. Будем для определенности полагать, что ресурс 1 закупается в начале периода полностью, а ресурс 2 – частично в объёме $k_2 q_2$, где $k_2 \leq 1$ – доля второго ресурса. Тогда

$$d_1 q_1 + k_2 d_2 q_2 = Y_m.$$

Полагаем, что ресурсы расходуются с постоянной интенсивностью b_1 и b_2 .

Получим модель. Введем обозначения

$$a = a_1 + a_2; b = b_1 + b_2;$$

$$a_1 = d_1 q_1; a_2 = \mu_2 q_2;$$

$$b_1 = a_1/T; b_2 = a_2/T.$$

Пусть $a_1 \geq a_2$. Уравнения, определяющие минимальную величину ресурсов Y_m и моменты докупки второго ресурса t_2 имеют вид

$$Y_m^{(2)} - b t_2 + a_2(1 - k_2) = Y_m^{(2)},$$

$$k_2 a_2 = b_2 t_2,$$

$$Y_m^{(2)} = a_1 + k_2 a_2.$$

где k_2 – доля второго ресурса в начале цикла.

Решение системы имеет вид

$$t_2 = \frac{a_2}{b + b_2}; \quad k_2 = \frac{b_2}{a_2} t_2 = \frac{b_2}{b + b_2};$$

$$Y_m^{(2)} = a_1 + k_2 a_2 = a_1 + a_2 \frac{b_2}{b + b_2}.$$

В терминах величин a_i имеем

$$t_2 = \frac{a_2}{a + a_2} T; \quad k_2 = \frac{a_2}{a + a_2};$$

$$Y_m^{(2)} = a_1 + k_2 a_2 = a_1 + a_2 \frac{a_2}{a + a_2}.$$

Нормировочный коэффициент равен

$$K^{(2)} = \frac{Y_m^{(2)}}{Y_\Sigma^{(2)}} = \frac{1}{a} \left(a_1 + a_2 \frac{a_2}{a + a_2} \right).$$

Здесь $Y_\Sigma^{(2)} = a = a_1 + a_2$ – суммарный запас ресурсов.

1.2.2.2. n – продуктовая модель

Продолжая аналогичные рассуждения, получим следующую модель

$$t_n = \frac{a_n}{b + b_n}, \quad k_n = \frac{b_n}{a_n} t_n;$$

$$t_j = \frac{1}{b + b_j} \left(a_j + \sum_{r=j+1}^n a_r (1 - k_r) \right),$$

$$k_j = \frac{b_j}{a_j} t_j = \frac{b_j}{a_j(b + b_j)} \left(a_j + \sum_{r=j+1}^n a_r (1 - k_r) \right),$$

$$j = 2, \dots, n - 1;$$

$$Y_m^{(n)} = \sum_{j=1}^n k_j a_j, k_1 = 1, n \geq 2.$$

Нормировочный коэффициент для n -продуктовой модели равен

$$K^{(n)} = \frac{Y_m^{(n)}}{Y_\Sigma^{(n)}} = \frac{\sum_{j=1}^n k_j a_j}{\sum_{j=1}^n a_j}, k_1 = 1, n \geq 2.$$

В модели Кулакова пополнение ресурсов происходит в максимальном объеме из-за этого требуются большие вложения в оборотные средства. Данная модель, наоборот, подразумевают докупку только тех товаров, которые необходимы.

2. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1. Расчеты по модели Мицеля и модели Кулакова

Для расчета по модели Мицеля и модели Кулакова возьмем данные, находящиеся в Приложение 1, по приходу сырья и материалов на предприятии ООО «МК Купинский» в ноябре 2021 г. Рассчитаем для обеих моделей сумму оборотных средств. Вычисления проходят в программе Mathcad. Коды программ расчетов по моделям в Mathcad находятся в Приложение 2 и Приложение 3.

Занесем данные оборотных средств в Microsoft Excel после вычислений в Mathcad.

Таблица 1 – Оборотные средства за ноябрь 2021 г.

	Модель Мицеля	Модель Кулакова	Фактические затраты
Ноябрь	1 037 000	1 121 000	1 832 348

Как видим, затраты на запасы значительно сократились при использовании моделей по сравнению с фактическими затратами. Использование моделей оптимизировало процесс затрат на оборотные средства.

Рассмотрим эти же данные наглядно на гистограмме (Рис. 1). На рисунке видно, что фактические затраты на оборотные средства превосходят эти же затраты по моделям. Модель Мицеля по сравнению с моделью Кулакова сэкономила немного больше оборотных средств.

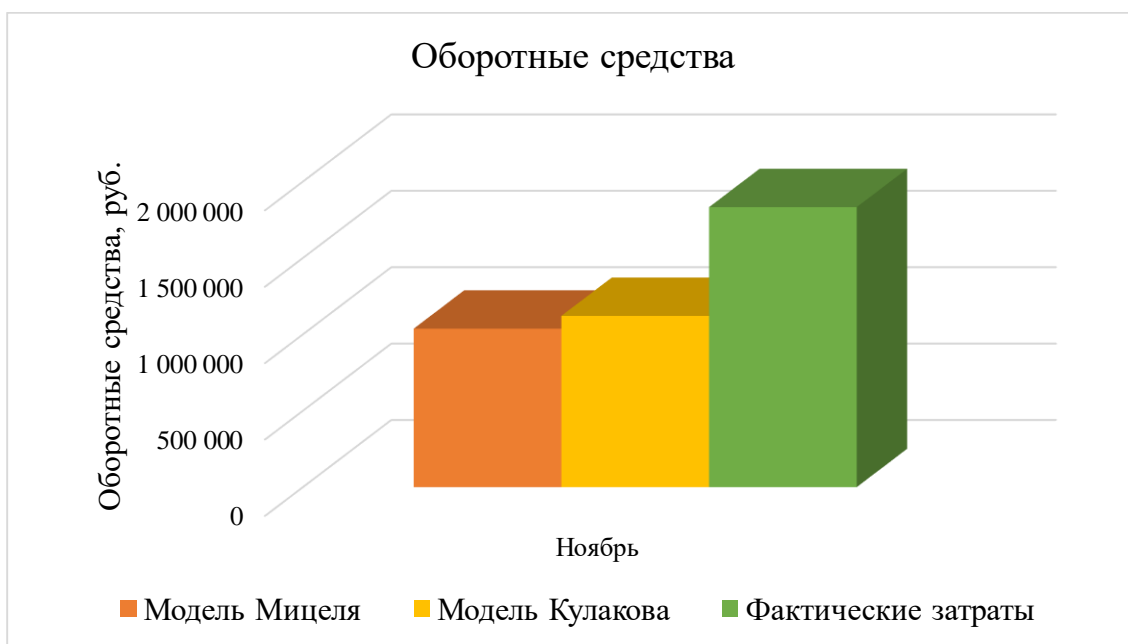


Рисунок 1 – Оборотные средства за ноябрь 2021 г.

Рассчитаем экономию оборотных средств производственного предприятия в процентах по модели Мицеля и модели Кулакова для определения более эффективной модели.

Таблица 2 – Сравнение экономии оборотных средств по модели Мицеля и модели Кулакова в процентах.

	Модель Мицеля	Модель Кулакова
Ноябрь	43	39

Модель Мицеля экономит 43% оборотных средств, а модель Кулакова 39%. Разница хоть и незначительна всего 4%, но даст свою экономию средств при дальнейшем развитии предприятия. Представим экономию оборотных средств на рисунке 2.

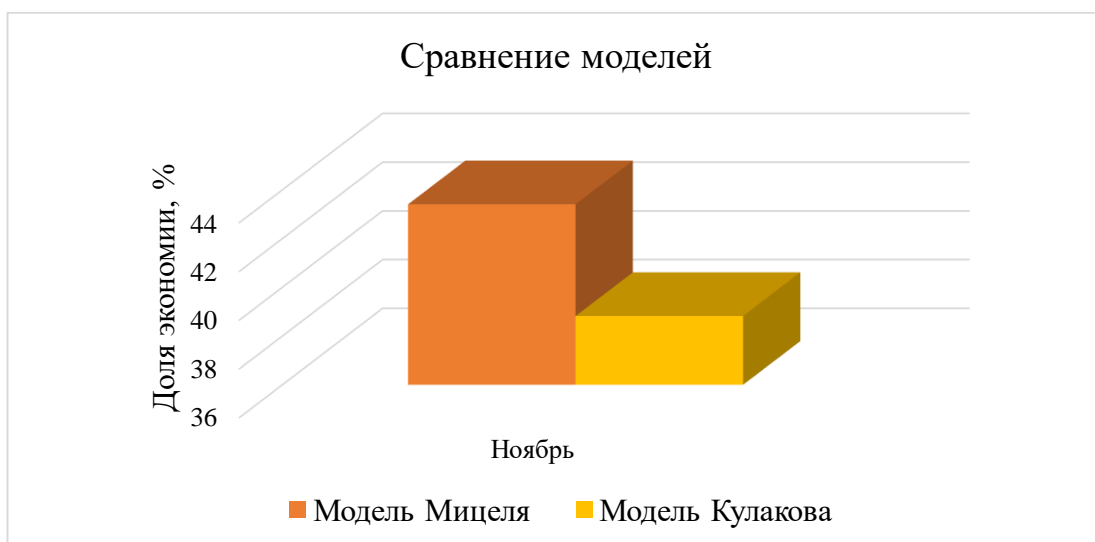


Рисунок 2 - Сравнение эффективности экономии оборотных средств по модели Мицеля и модели Кулакова в процентах.

Объем закупок сырья и материалов по модели Мицеля и модели Кулакова виден на рисунке 3. Самый затратный ресурс закуплен полностью, а далее объем закупки ресурсов уменьшается. Объем закупки сырья и материалов по модели Мицеля значительно меньше, чем по модели Кулакова. Таким образом, количество неиспользуемых материалов значительно уменьшается.

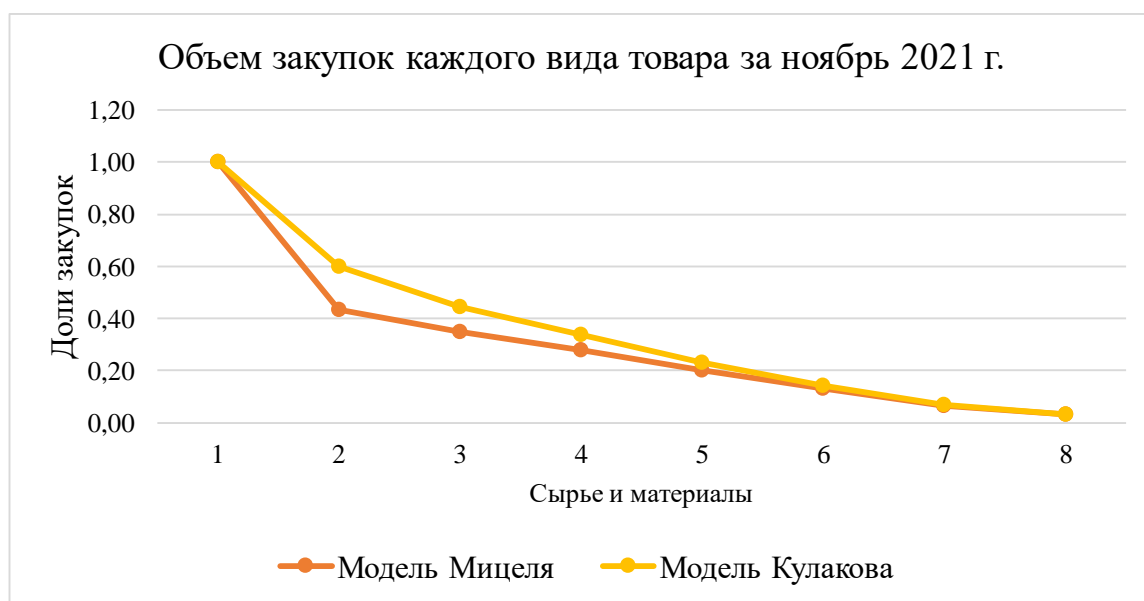


Рисунок 3 – Сравнение закупок каждого сырья и материалов по модели Мицеля и модели Кулакова.

Периоды поставок сырья и материалов изображены на рисунке 4. Поставки по модели Кулакова происходят чаще, чем по модели Мицеля.

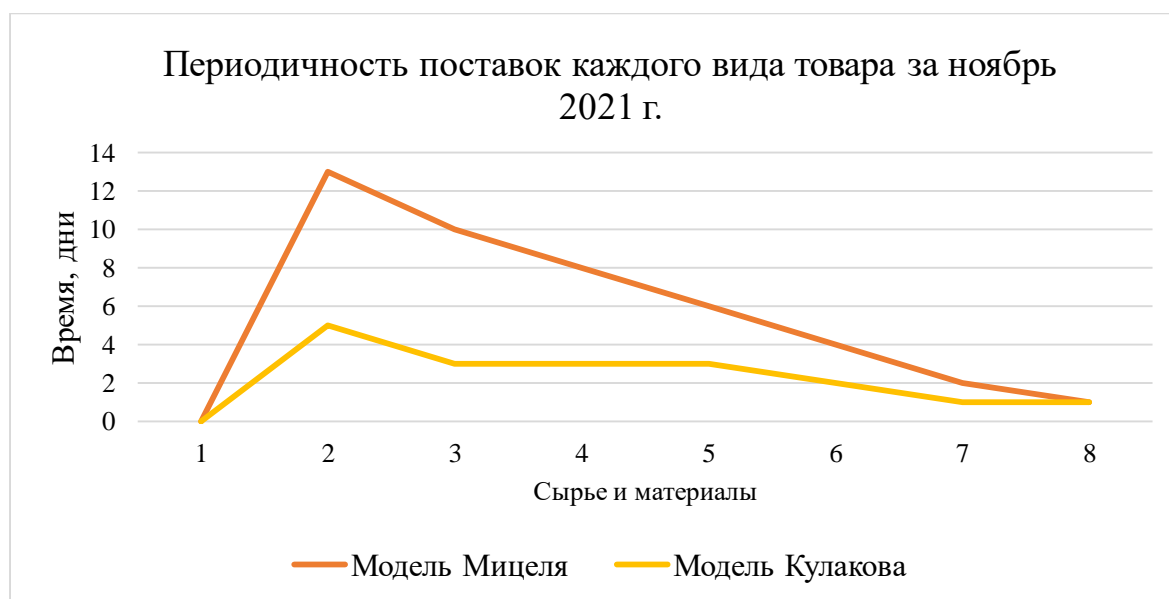


Рисунок 4 – Сравнение периодов поставки сырья и материалов по модели Мицеля и модели Кулакова.

2.2. Имитационное моделирование

Модель Мицеля и модель Кулакова рассчитывает сумму оборотных средств, если бы не было перебоев с поставкой, расходов на хранение, возможного штрафа за дефицит, то есть если бы все шло идеально.

Реализуем имитационную модель, где подачи заявок происходят периодически, и которая будет учитывать данные параметры. Для расчета по данной модели воспользуемся периодами поставки по модели Мицеля и данными из Приложения 1.

Имитационная модель строится для каждого материала отдельно, начиная со второго по убыванию стоимости материала, так как первый материал закупается полностью в начале цикла. Реализуем модель 100 раз и рассчитываем случайные значения запаса на начало периода, спроса, остатка на складе и издержек по каждому материалу. Все расчёты происходят в Microsoft Excel. Все случайные значения по второму материалу изображены

на рисунках 5, 6, 7 и 8. Значения по остальным материалам находятся в Приложениях 4, 5, 6, 7, 8 и 9.

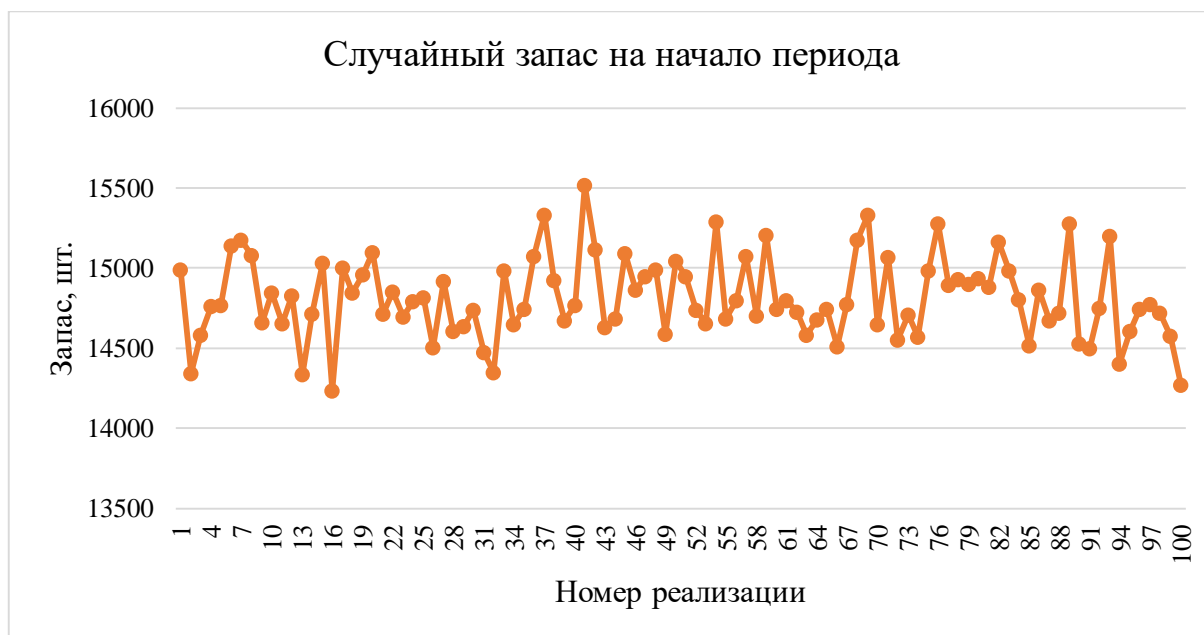


Рисунок 5 - Случайный запас на начало периода крышки прозрачной D95 нахлобучка.

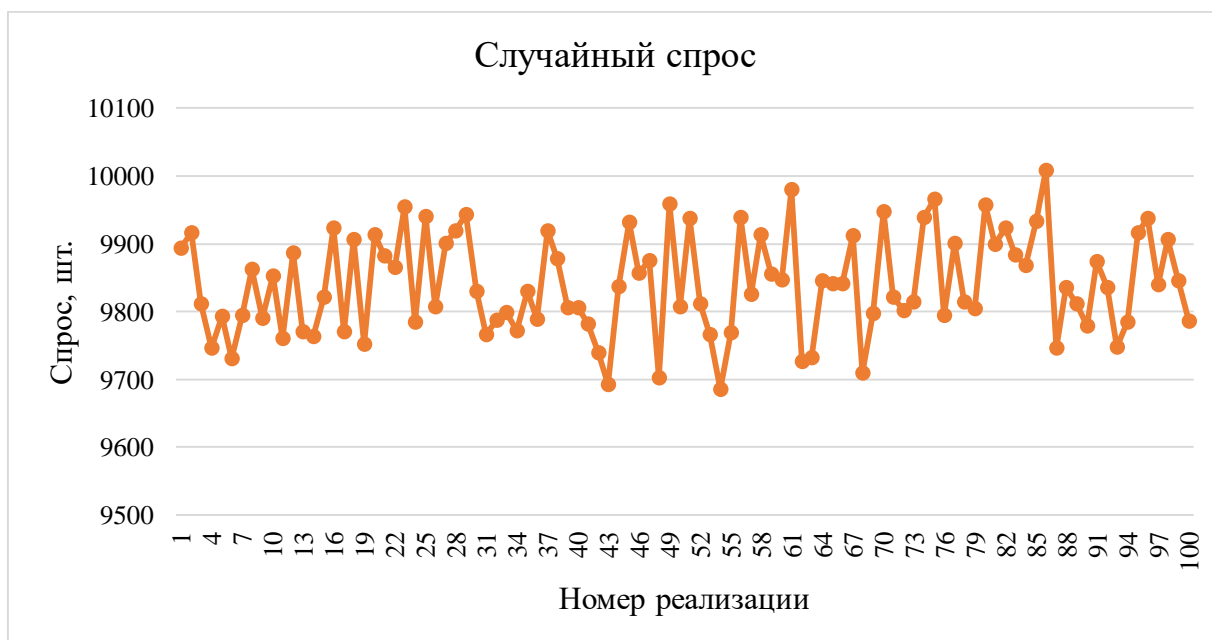


Рисунок 6 - Случайный спрос крышки прозрачной D95 нахлобучка.

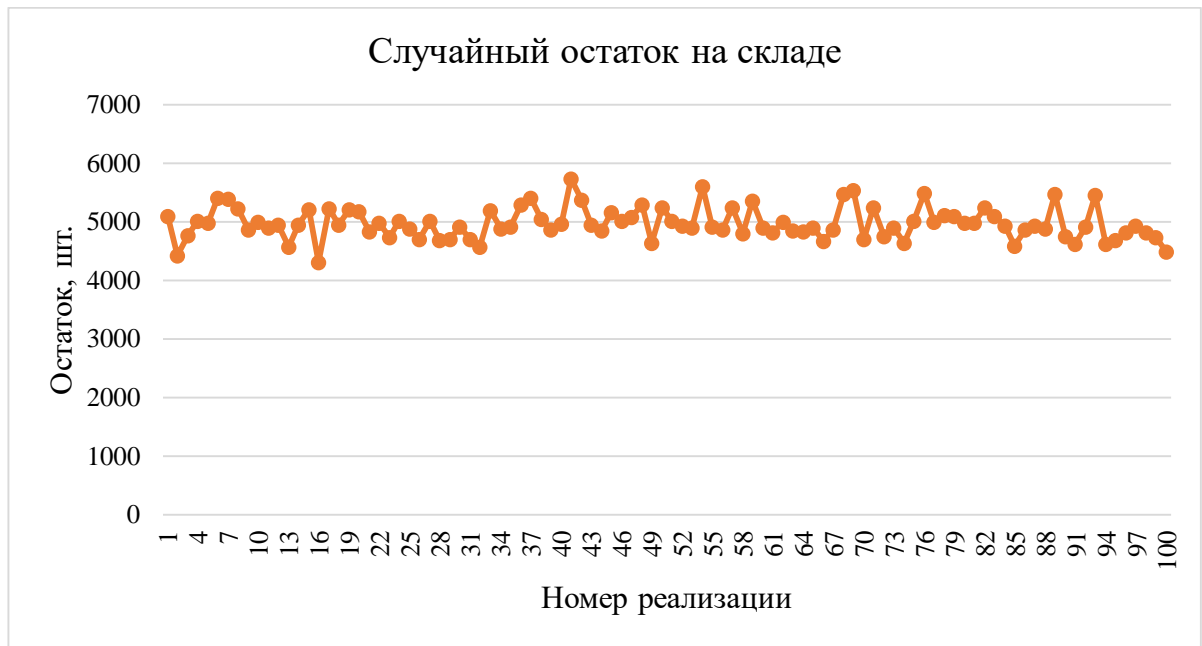


Рисунок 7 - Случайный остаток на складе крышки прозрачной D95 нахлобучка.

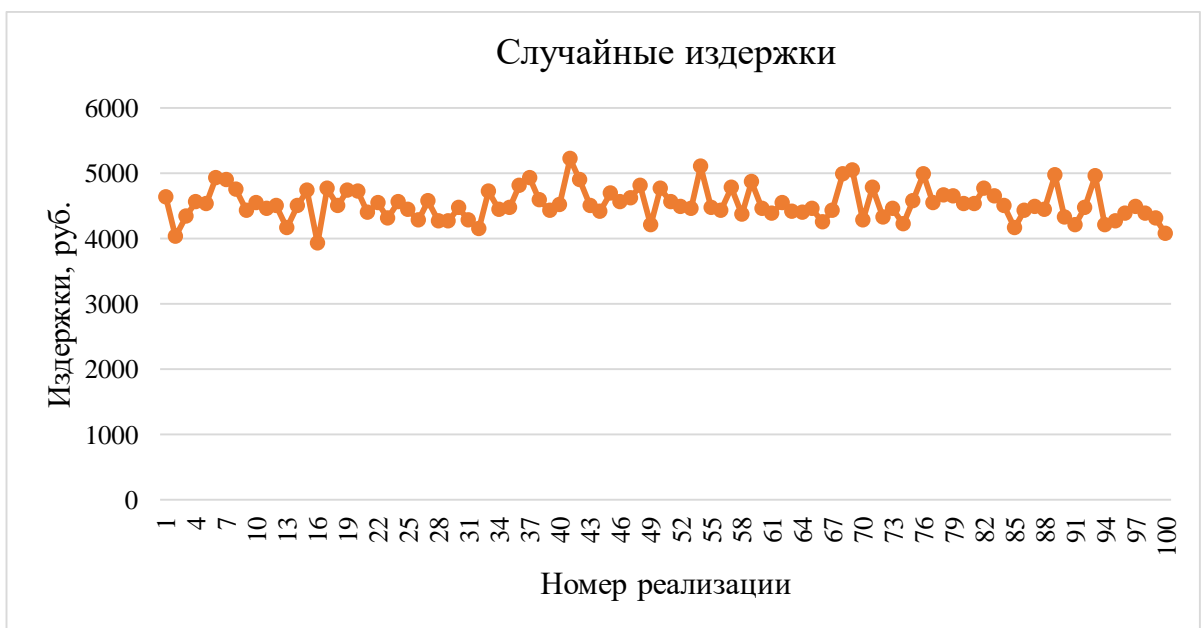


Рисунок 8 - Случайные издержки крышки прозрачной D95 нахлобучка.

После по 100 случайным значениям рассчитываем средние значения тех же параметров по всем семи материалам.

Таблица 3 – Средние значения запаса на начало периода, спроса, остатка на складе и издержек.

Сырье и материалы	Среднее значение запаса на начало периода	Среднее значение спроса	Среднее значение остатка на складе	Среднее значение издержек
Крышка прозрачная D95 нахлобучка	14 813	9 840	4 972	4 525
Гофроящик 295*210*210	1 448	845	603	11 299
Гофролист 1150*750	407	216	191	6 251
Закваска FD DVS ХМТ-3	6 172	3 200	2 971	4 755
Прокладка 290*145	5 609	2 943	2 666	4 692
Сахар-песок*50 ГОСТ	80	39	40	2 178
Крышка д-95 2160/кор ГМЗ	3 800	3 511	288	1 898

Расчеты по имитационной модели показали, что в конце периода поставки по каждому материалу возникают остатки, то есть не весь материал используется. В таблице 4 приведены расчеты по детерминированной и имитационной модели в конце периода по каждому материалу. В столбце детерминированная модель показана сумма, на которую куплена оставшая часть продукции через период поставки, рассчитанный для каждого материала по модели Мицеля. В столбце по имитационной модели приведена сумма, которая показывает сколько стоит хранение остатков. В последнем столбце приведена экономия средств.

Таблица 4 - Результаты расчетов по детерминированной и имитационной модели

Сырье и материалы	Сумма покупки оставшейся части материалов по	Сумма покупки оставшейся части материалов	Экономия средств (остаток на складе по

	детерминированной модели, руб.	по имитационной модели, руб.	имитационной модели), руб.
Крышка прозрачная D95 нахлобучка	157 689, 6	153 164, 6	4 525
Гофроящик 295*210*210	128 742, 6	117 443, 6	11 299
Гофролист 1150*750	142 481, 2	136 230, 2	6 251
Закваска FD DVS XMT-3	126 479, 2	121 724, 2	4 755
Прокладка 290*145	116 795, 9	112 103, 9	4 692
Сахар-песок*50 ГОСТ	62 569, 3	60 391, 3	2 178
Крышка д-95 2160/кор ГМЗ	64 849, 4	62 951, 4	1 898
Итого	799 607, 2	764 009, 2	35 325

Таким образом, общая экономия средств составила 35325 руб. В реальности остатки тоже имеют место быть, поэтому имитационная модель является более адекватной.

2.3. Выводы

Проведены расчеты запасов материалов производственного предприятия по детерминированным моделям и по имитационной модели. Выполнено сравнение запасов детерминированной модели Мицеля и Кулакова. Модель Мицеля эффективнее экономит оборотные средства предприятия.

Построена имитационная модель управления запасами производственного предприятия. Имитационная модель по сравнению с детерминированной показывает большую экономию средств за счет того, что в конце периода поставки по каждому материалу возникают остатки, то есть не весь материал используется. Значит, можно закупить меньше материала в

конце периода поставки материала, чем это следует из детерминированной модели Мицеля. Дополнительная экономия средств составила 35325 руб.

3. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

3.1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

3.1.1. Потенциальные потребители результатов исследования

Для анализа потребителей результатов исследования необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование.

Целевой рынок – сегменты рынка, на котором будет продаваться в будущем разработка. В свою очередь, *сегмент рынка* – это особым образом выделенная часть рынка, группы потребителей, обладающих определенными общими признаками.

Сегментирование – это разделение покупателей на однородные группы, для каждой из которых может потребоваться определенный товар (услуга).

Имитационную модель для управления запасами можно сегментировать по использованию на предприятиях, например, модели для управления запасами используются на пищевых предприятиях, в торговых предприятиях, производственные предприятия и т. д.

3.1.2. Анализ конкурентных технических решений

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения. Такой анализ проводится с помощью оценочной карты. В качестве вариантов сравнения выбрана разрабатываемая модель (РМ) и модель Кулакова (МК). Результаты сравнения приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерий оценки	Вес критерия	Баллы		Конкурентоспособность	
		БРМ	БМК	К _{РМ}	К _{КМ}
1	2	3	4	5	6
Технические критерии оценки ресурсоэффективности					
1. Производительность модели	0,2	4	3	0,8	0,6
2. Простота в использовании модели	0,16	5	4	0,8	0,64
3. Точность расчетов	0,28	4	4	1,12	1,12
4. Требование специальных приложений	0,11	4	4	0,44	0,44
Экономические критерии оценки эффективности					
1. Конкурентоспособность модели	0,15	4	4	0,6	0,6
2. Экономия средств	0,1	4	3	0,4	0,3
Итого	1	24	22	4,16	3,7

По результатам анализа, приведенного в таблице, можно сделать вывод, что разрабатываемая модель лучше, чем модель Кулаковых, так как предоставляет большую экономию средств, а также проще в использовании.

3.1.3. SWOT-анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

Для начала выделим сильные и слабые стороны проекта, а также возможности проекта и угрозы для реализации проекта.

Сильные стороны научно-исследовательского проекта:

- С1. Экономия средств предприятия при использовании модели.

- С2. Более простая структура использования модели по сравнению с другими моделями.

Слабые стороны научно-исследовательского проекта:

- Сл1. Отсутствие параметра, который учитывает транспортные расходы.
- Сл2. Требование сторонних математических программ.

Возможности:

- В1. Использование модели на разных предприятиях.
- В2. Модернизация модели для большей экономии предприятия и учета всех параметров управления запасами.

Угрозы:

- У1. Появление более конкурентоспособных моделей управления запасами.
- У2. Сложность нахождения заинтересованных лиц в данной модели.

Далее проведем выявление соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Это соответствие или несоответствие должны помочь выявить степень необходимости проведения стратегических изменений. Данные будут занесены в интерактивные матрицы проекта, представленные таблицами 2, 3, 4 и 5.

Таблица 2 - Интерактивная матрица проекта «Сильные стороны и возможности проекта»

Сильные стороны			
Возможности		С1	С2
	В1	+	+
	В2	+	+

Таблица 3 - Интерактивная матрица проекта «Слабые стороны и возможности проекта»

Слабые стороны			
Возможности		Сл1	Сл2
	В1	0	-
	В2	+	+

Таблица 4 - Интерактивная матрица проекта «Сильные стороны проекта и угрозы для проекта»

Сильные стороны			
Угрозы		С1	С2
	У1	-	+
	У2	-	-

Таблица 5 - Интерактивная матрица проекта «Слабые стороны проекта и угрозы для проекта»

Слабые стороны			
Угрозы		Сл1	Сл2
	У1	+	+
	У2	-	-

В результате этих действий составляем итоговую матрицу SWOT-анализа, представленную в таблице 6.

Таблица 6 - SWOT-анализ

	<p>Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Экономия средств предприятия при использовании модели. С2. Более простая структура использования модели по сравнению с другими моделями.</p>	<p>Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Отсутствие параметра, который учитывает транспортные расходы. Сл2. Требование сторонних математических программ.</p>
<p>Возможности: В1. Использование модели на разных предприятиях.</p>	<p>Построенная модель будет востребована, так как дает экономию</p>	<p>Улучшение модели посредством добавления новых параметров, которые</p>

В2. Модернизация модели для большей экономии предприятия и учета всех параметров управления запасами.	запасов на предприятии.	используются при управлении запасами.
Угрозы: У1. Появление более конкурентоспособных моделей управления запасами. У2. Сложность нахождения заинтересованных лиц в данной модели.	Доработка модели для повышения конкурентоспособности модели среди других моделей.	Использование модели без сторонних математических программ для привлечения людей.

3.2. Планирование научно-исследовательских работ

3.2.1. Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования.

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ож\ i}$ используется следующая формула:

$$t_{ож\ i} = \frac{3t_{min\ i} + 2t_{max\ i}}{5},$$

где $t_{ож\ i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.;

$t_{min\ i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{\max i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_{pi} , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{pi} = \frac{t_{ож i}}{ч_i},$$

где T_{pi} – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{ож i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.;

$ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

3.2.2. Разработка графика проведения научного исследования

Построим ленточный график проведения научных работ в форме диаграммы Ганта.

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} * k_{\text{кал}},$$

где T_{k_i} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{p_i} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{365}{365 - 104 - 14} = 1,477,$$

где $T_{\text{кал}}$ – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$ – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}$ – количество праздничных дней в году.

Все рассчитанные значения сведем в таблицу 7.

Таблица 7 - Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ			Исполнители	Длительность работ в рабочих днях T_{p_i}	Длительность работ в календарных днях T_{k_i}
	t_{min} , чел-дни	t_{max} , чел-дни	$t_{ож\ i}$, чел-дни			
Составление и утверждение технического задания	2	3	2	Руководитель	2	3
Подбор и изучение материалов	8	10	9	Руководитель	5	7
				Исполнитель	5	7
Нахождение статей по теме	7	12	9	Руководитель	5	7
				Исполнитель	5	7
Изучение литературы по имитационным моделям	7	14	10	Исполнитель	10	15
Изучение моделей	7	12	9	Исполнитель	9	13

управления запасами						
Составление авторской модели управления запасами	7	14	10	Исполнитель	10	15
Нахождение данных предприятия для использования модели	2	3	2	Исполнитель	2	3
Использование авторской модели и другой модели на данных предприятия	8	9	8	Исполнитель	8	12
Расчет экономии предприятия	2	3	2	Исполнитель	2	3
Сравнение результатов с фактическими данными и результатов с другой модели	4	5	4	Исполнитель	4	6
Анализ результатов работы	7	10	8	Исполнитель	8	12
Составление отчета по работе	12	15	13	Исполнитель	13	20

Построим календарный план-график, представленный в таблице 8. График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта на основе таблице 7 с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени дипломирования.

Таблица 8 - Календарный план-график

№ ра бо т	Вид работ	Исполнители	T_{ki} , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ														
				февр.		март			апрель			май			июнь			
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2		
1	Составление ТЗ	Руководитель	3	■														
2	Изучение материалов	Руководитель	7		■													
		Исполнитель	7		■													
3	Подбор статей	Руководитель	7			■												
		Исполнитель	7			■												
4	Изучение литературы	Исполнитель	15				■											
5	Изучение моделей	Исполнитель	13					■										
6	Составление авторской модели	Исполнитель	15						■									
7	Нахождение данных предприятия	Исполнитель	3							■								
8	Использование моделей	Исполнитель	12								■	■						
9	Расчет экономии предприятия	Исполнитель	3										■					
10	Сравнение результатов	Исполнитель	6												■			
11	Анализ результатов	Исполнитель	12													■		
12	Составление отчета	Исполнитель	20														■	

■ - Руководитель;

■ - Исполнитель.

3.2.3. Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования бюджета НТИ используется следующая группировка затрат по статьям:

- материальные затраты НТИ;
- затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- контрагентные расходы;
- накладные расходы;
- прочие прямые расходы.

3.2.3.1. Расчет материальных затрат НТИ

Данная статья включает стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта.

Расчет затрат на материалы приводится в таблице 9.

Таблица 9 - Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, (З _м), руб.
Ручка	Штук	1	55	63,25
Папка	Штук	1	45	51,75
Бумага А4	Штук	100	5	575
Итого			105	690

Стоимость возвратных отходов отсутствует, так как все материалы были использованы в ходе исследования.

3.2.3.2. Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ

В данную статью стоит включить стоимость рабочего компьютера, с помощью которого реализуются все расчеты и программы для расчета. Определение стоимости используемой техники производится в виде амортизационных отчислений. Данные представлены в таблице 10.

Таблица 10 - Расчет бюджета затрат на приобретение спецоборудования для научных работ

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования	Цена единицы оборудования, тыс. руб.	Общая стоимость оборудования, тыс. руб.
1	Ноутбук Acer Aspire 5	2	43	86
2	Mathcad Professional, локальная лицензия на 1 год	1	52,92	52,92
3	Microsoft Excel 2016	1	0	0
Итого:				138,92

Так как мы используем имеющееся у нас оборудование, то стоимость считаем в виде амортизационных отчислений. Амортизация на оборудование стоимостью больше 40 тыс. рассчитывается по формуле $A = C/СПИ/12 = 43/3/12 = 1,194$, где A – амортизация за один месяц, C – первоначальная стоимость в тысячах рублей, $СПИ$ – срок полезного использования в годах. Проект длится 3 месяца, поэтому $1,194 * 3 * 2 = 7,164$.

3.2.3.3. Основная заработная плата исполнителей темы

Этот раздел включает основную заработную плату научных и инженерно-технических работников, участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20 – 30 % от тарифа или оклада. Расчет основной заработной платы сводится в таблице 11.

Таблица 11 - Расчет основной заработной платы

№ п/п	Наименование этапов	Исполнители по категориям	Трудо-емкость, чел.-дн.	Заработная плата, приходящаяся на один чел.-дн., тыс. руб.	Всего заработная плата по тарифу (окладам), тыс. руб.
1	Составление ТЗ	Руководитель	2	2 648, 83	5 297, 7
2	Изучение материалов	Руководитель, Исполнитель	5 5	2 648, 83 964, 3	13 244, 2 4 821, 5
3	Подбор статей	Руководитель, Исполнитель	5 5	2 648, 83 964, 3	13 244, 2 4 821, 5
4	Изучение литературы	Исполнитель	10	964, 3	9 643
5	Изучение моделей	Исполнитель	9	964, 3	8 678, 7
6	Составление авторской модели	Исполнитель	10	964, 3	9 643
7	Нахождение данных предприятия	Исполнитель	2	964, 3	1 928, 6
8	Использование моделей	Исполнитель	8	964, 3	7 714, 4
9	Расчет экономии предприятия	Исполнитель	2	964, 3	1 928, 6
10	Сравнение результатов	Исполнитель	4	964, 3	3 857, 2

11	Анализ результатов	Исполнитель	8	964, 3	7 714, 4
12	Составление отчета	Исполнитель	13	964, 3	12 535, 9

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением НИИ, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату:

$$Z_{\text{зп}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}},$$

где $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата;

$Z_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата (12-20 % от $Z_{\text{осн}}$).

Основная заработная плата ($Z_{\text{осн}}$) руководителя (лаборанта, инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} * T_p,$$

где $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата одного работника;

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн. (таблица 7);

$Z_{\text{дн}}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} * M}{F_{\text{д}}},$$

где $Z_{\text{м}}$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 24 раб. дня $M = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя;

при отпуске в 48 раб. дней $M = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн. (таблица 12).

Таблица 12 - Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Исполнитель
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней		
- выходные дни	104	104
- праздничные дни	14	14
Потери рабочего времени	24	24
- отпуск		
- невыходы по болезни		
Действительный годовой фонд рабочего времени	223	223

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{тс} * (1 + k_{пр} + k_d) * k_p,$$

где $Z_{тс}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{пр}$ – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от $Z_{тс}$);

k_d – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5 (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: 15-20 % от $Z_{тс}$);

k_p – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Расчёт основной заработной платы приведён в таблице 13.

Таблица 13 - Расчёт основной заработной платы

Исполнители	$Z_б$, руб.	$k_{пр}$, %	k_d , %	k_p , %	Z_m , руб	$Z_{дн}$, руб.	T_p , раб. дн.	$Z_{осн}$, руб.
Руководитель	52 740	30	0	30	89 130,6	2 648,83	12	3 178,6
Исполнитель	19 200	0	0	30	24 960	964,3	76	73 286,8

Руководитель не занимается целый день только моим проектом, поэтому введем понижающий коэффициент 0,1.

3.2.3.4. Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций (при исполнении государственных и общественных обязанностей, при совмещении работы с обучением, при предоставлении ежегодного оплачиваемого отпуска и т.д.).

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$З_{\text{доп}} = З_{\text{осн}} * k_{\text{доп}},$$

где $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15).

3.2.3.5. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$З_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} * (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}),$$

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

Отчисления во внебюджетные фонды представлены в таблице 14.

Таблица 14 - Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Руководитель проекта	3 178, 6	0
Студент-дипломник	73 286, 8	0
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	27,1%	
Итого	20 722, 1	0

3.2.3.6. Контрагентные расходы

Контрагентные расходы включают затраты, связанные с выполнением каких-либо работ по теме сторонними организациями (контрагентами, субподрядчиками), т.е.:

1) Работы и услуги производственного характера, выполняемые сторонними предприятиями и организациями. К работам и услугам производственного характера относятся:

- выполнение отдельных операций по изготовлению продукции, обработке сырья и материалов;
- проведение испытаний для определения качества сырья и материалов;
- контроль за соблюдением установленных регламентов технологических и производственных процессов;
- ремонт основных производственных средств;
- поверка и аттестация измерительных приборов и оборудования, другие работы (услуги) в области метрологии и прочее.
- транспортные услуги сторонних организаций по перевозкам грузов внутри организации (перемещение сырья, материалов, инструментов, деталей, заготовок, других видов грузов с базисного (центрального) склада в цехи (отделения) и доставка готовой продукции на склады хранения, до станции (порта, пристани) отправления).

2) Работы, выполняемые другими учреждениями, предприятиями и организациями (в т. ч. находящимися на самостоятельном балансе опытными (экспериментальными) предприятиями по контрагентским (соисполнительским) договорам на создание научно-технической продукции, головным (генеральным) исполнителем которых является данная научная организация).

В данную статью расходов при выполнении проекта отнесём использование Internet. Оплата подключения к сети Internet производится один раз в месяц в размере 350 рублей. Проект длится 3 месяца, значит суммарно будет потрачено $3 \cdot 350 = 1\ 050$ рублей.

3.2.3.7. Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергия, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей 1 – 6}) * k_{\text{нр}},$$

где $k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы. Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

Накладные расходы $Z_{\text{накл}} = (690 + 60\ 084 + 76\ 465,4 + 20\ 722,1 + 1\ 050) * 0,16 = 25\ 441,8$ рублей.

3.2.3.8. Прочие прямые затраты

В данную статью расходов проекта необходимо включить затраты на электроэнергию, потребляемую оборудованием. Стоимость 1 кВт электроэнергии составляет 5,8 руб., мощность по времени одного используемого ноутбука 80 Вт/ч, коэффициент использования мощности – 0,8, суммарное количество часов работы ноутбука $(12+76) * 8 = 704$. Итого будет

потреблено $80 \cdot 0,8 \cdot 704 = 45\,056$ Вт, стоимость потреблённой электроэнергии составит $45,056 \cdot 5,8 = 261,3$ руб.

3.2.3.9. Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в таблице 15.

Таблица 15 - Расчет бюджета затрат НИИ

Наименование статьи	Сумма, руб.	Примечание
1. Материальные затраты НИИ	690	Пункт 3.2.3.1.
2. Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	60 084	Пункт 3.2.3.2.
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	76 465, 4	Пункт 3.2.3.3.
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	0	Пункт 3.2.3.4.
5. Отчисления во внебюджетные фонды	20 722, 1	Пункт 3.2.3.5.
6. Контрагентские расходы	1 050	Пункт 3.2.3.6.
7. Накладные расходы	25 441, 8	16 % от суммы ст. 1-6
8. Прочие прямые затраты	261, 3	Пункт 3.2.3.8.
9. Бюджет затрат НИИ	184 714, 6	Сумма ст. 1- 8

3.3. Оценка эффективности проекта

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более)

вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{p_i}}{\Phi_{\text{max}}},$$

где $I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{p_i} – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.1}} = \frac{184714,6}{2 * 184714,6} = 0,5; I_{\text{финр}}^{\text{исп.2}} = \frac{2 * 184714,6}{2 * 184714,6} = 1,$$

где Исп.1 – это стоимость разрабатываемой модели, Исп. 2 – стоимость модели Кулакова, бюджет которой в связи с её сложностью увеличим в 2 раза, так как увеличилась заработная плата работников.

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в размах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в размах (значение меньше единицы, но больше нуля).

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_{p_i} = \sum a_i * b_i,$$

где I_{p_i} – интегральный показатель ресурсоэффективности для i -го варианта исполнения разработки;

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

b_i^a, b_i^p – бальная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности рекомендуется проводить в форме таблицы 16.

Таблица 16 - Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп.2
1. Удобство в эксплуатации	0,2	5	4
2. Точность расчетов	0,25	4	4
3. Работоспособность	0,2	4	4
4. Экономия средств	0,35	5	4
ИТОГО	1	18	16

$$I_{p-исп.1} = 5 * 0,2 + 4 * 0,25 + 4 * 0,2 + 5 * 0,35 = 4,55;$$

$$I_{p-исп.2} = 4 * 0,2 + 4 * 0,25 + 4 * 0,2 + 4 * 0,35 = 4.$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп.1} = \frac{I_{p-исп.1}}{I_{финр.1}} = \frac{4,55}{0,5} = 9,1; I_{исп.2} = \frac{I_{p-исп.2}}{I_{финр.2}} = \frac{4}{1} = 4.$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта (таблица 17) и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта ($\mathcal{E}_{ср}$):

$$\mathcal{E}_{ср} = \frac{I_{исп.1}}{I_{исп.2}} = \frac{9,1}{4} = 2,3$$

Таблица 17 - Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп.1	Исп.2
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,5	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,55	4
3	Интегральный показатель эффективности	9,1	4
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	2,3	

Таким образом, самым эффективным является первый вариант исполнения по данным сравнения финансовой и ресурсной эффективности.

3.4. Выводы по разделу

1. Проведено планирование НИР, а именно: определена структура и календарный план работы, трудоемкость, составлена ленточная диаграмма Ганта, и определен бюджет научно-исследовательской работы. В ходе планирования научно-исследовательских работ определен перечень работ, выполняемый рабочей группой. В данном случае рабочая группа состоит из двух человек: руководитель и студент-дипломник. Результаты соответствуют требованиям ВКР по срокам и иным параметрам.

2. Бюджет научно-технического исследования составил 184 714, 6 руб. Бюджет НТИ состоит из затрат на заработную плату (76 465, 4 рубля), отчислений во внебюджетные фонды (20 722, 1 рубля) и накладных расходов (25 441, 8 рубля).

3. Построенная модель по многим показателям является более предпочтительной, чем другие модели управления запасами (со значением сравнительной эффективности вариантов исполнения 2,3).

4. В ходе выполнения раздела «Финансовый менеджмент» с помощью SWOT-анализа были выведены наиболее эффективные в

сложившейся ситуации стратегии. После формирования бюджета затрат на проектирование суммарные капиталовложения составили 184 714, 6 рублей. Уровень научно-технического эффекта – средний. Проект экономически целесообразен.

5. Капиталовложения в размере 184 714, 6 рублей позволят реализовать разработанный проект по применению имитационной модели управления запасами производственного предприятия.

4. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

4.1. Введение

Охрана здоровья трудящихся, обеспечение безопасности условий труда, ликвидация профессиональных заболеваний и производственного травматизма составляет одну из главных забот человеческого общества.

В настоящее время в производстве, научно-исследовательских и конструкторских работах, сфере управления и образования персональные ЭВМ (ПЭВМ) находят все большее применение. Компьютеры уже завоевали свое место на предприятиях, в организациях, офисах и даже в домашних условиях. Однако компьютер является источником вредного воздействия на организм человека, а, следовательно, и источником профессиональных заболеваний. Это предъявляет к каждому пользователю персонального компьютера требование – знать о вредном воздействии ПЭВМ на организм человека и необходимых мерах защиты от этих воздействий.

Целями разработки данного раздела дипломной работы являются анализ соблюдения санитарных норм и правил в процессе работы над проектом с применением компьютера и обнаружение, и изучение опасных и вредных производственных факторов при работе с ПЭВМ, отрицательно влияющих на здоровье человека. Рассматриваются меры по защите студента от негативного воздействия среды. Исследуются вредные и опасные факторы пагубно влияющих на здоровье человека при работе с компьютерами. Изучаются способы снижения воздействия вредных факторов до допустимых пределов. А также, рассматриваются возможные чрезвычайные ситуации и действия, которые студент должен выполнить в случае возникновения ЧС.

Предметом исследования является рабочая зона студента, включая письменный стол, ПК, клавиатуру, компьютерную мышь и стул, а также помещение, где находится рабочая зона.

4.2. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Разработка программного обеспечения происходит за компьютерным столом. Рабочее место должно удовлетворять требованиям ГОСТ 12.2.032-78 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя» [16] РД 153-34.0-03.298-2001 «Типовая конструкция по охране труда для пользователей персональными электронно-вычислительными машинами (ПЭВМ) в электроэнергетике» [17]. Требования к нормам труда (продолжительность рабочего дня, перерывы в течение рабочего дня, перерывы на обед) регламентируются Ст. 108 ТК РФ «Рабочее время» [18].

Выполнение требований на данном рабочем месте отражено ниже в таблице 1, согласно СанПиН 1.2.3685-21[19] и ГОСТ 12.2.032-78.

Таблица 1 - Требования к организации рабочего места при работе с ПЭВМ

Требование	Требуемое значение	Значение параметров помещения
Высота рабочей поверхности стола	Регулируемая высота(680-800мм) Нерегулируемая высота (725мм)	Нерегулируемая высота (700 мм)
Рабочий стул	Подъемно-поворотный, регулируемый по высоте и углу наклона спинки	Соответствует
Расположение монитора от глаз пользователя	600-700мм	Соответствует

4.3. Производственная безопасность

При разработке программного обеспечения разработчики подвергаются воздействию различных вредных и опасных факторов, которые представлены в таблице 2. В таблице также представлены соответствующие

нормативные документы и этапы работ, во время которых разработчики могут столкнуться с их влиянием.

Таблица 2 - Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Нормативные документы
Отклонение показателей микроклимата	СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» [19]
Недостаточная освещённость рабочей зоны	СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение» [20]
Повышенная световая и цветовая контрастность	СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение» [20]
Повышенный уровень шума на рабочем месте	СП 51.13330.2011 Защита от шума [21]
Повышенный уровень статического электричества	ГОСТ Р 53734.1-2014 «Электростатические явления» [22]
Повышенная запылённость воздуха рабочей зоны	ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» [23]
Опасность поражения электрическим током	ГОСТ Р 58698-2019 «Защита от поражения электрическим током» [24]

По данной таблице можно сделать вывод, что на разработчиков программного обеспечения в ходе их деятельности воздействуют только физические и психологические факторы, а химические и биологические факторы отсутствуют.

4.3.1. Отклонение показателей микроклимата

Отклонение показателей микроклимата в закрытом помещении Микроклимат определяется действующими на организм человека показателями температуры, влажности и скорости движения воздуха. Длительное воздействие на человека неблагоприятных показателей микроклимата ухудшает его самочувствие, снижает производительность труда и приводит к заболеваниям, поэтому в организации должны обеспечиваться

оптимальные параметры микроклимата, установленные СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания». Они представлены в таблице 3:

Таблица 3 - Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах в помещениях

Период года	Температура воздуха, °С		Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с	
	диапазон ниже оптимальных величин	диапазон выше оптимальных величин			для диапазона температур воздуха ниже оптимальных величин, не более	для диапазона температур воздуха выше оптимальных величин, не более
Холодный	20,0 – 21,9	24,1 – 25,0	19,0 – 26,0	15 – 75	0,1	0,1
Тёплый	21,0 – 22,9	25,1 – 28,0	20,0 – 29,0	15 – 75	0,1	0,1

4.3.2. Недостаточная освещенность рабочей зоны

Недостаточная освещенность рабочей зоны помещения, оборудованной ПК, также является одной из причин нарушения зрительной функции, а также влияет на общее самочувствие и эффективность труда. Искусственное освещение в помещениях для эксплуатации ПК должно осуществляться системой общего равномерного освещения. В случаях преимущественной работы с документами, следует применять системы комбинированного освещения (к общему освещению дополнительно устанавливаются светильники местного освещения, предназначенные для освещения зоны расположения документов). Окна в помещениях, где эксплуатируется вычислительная техника, преимущественно должны быть ориентированы на север и северо-восток. Нормируемые показатели

естественного, искусственного и совмещенного освещения в соответствии с СП 52.13330.2016 указаны в таблице 4.

Таблица 4 - Нормируемые показатели естественного, искусственного и совмещенного освещения

Помещения	Рабочая Поверхность и плоскость нормирования КЕО и освещенности (Горизонтальная, Вертикальная) и высота плоскости над полом, м	Естественное освещение		Совмещенное освещение	
		КЕО e_n , %		КЕО e_n , %	
		При верхнем или комбинированном освещении	При боковом освещении	При верхнем или комбинированном освещении	При боковом освещении
Кабинеты, рабочие комнаты, офисы	$\Gamma - 0,8$	3,0	1,0	1,8	0,6
Помещения	Искусственное освещение				
	Освещенность, лк				
	При комбинированном освещении		При общем освещении	Показатель дискомфорта, М, не более	Коэффициент пульсации освещенности, Кп, %, не более
	Всего	От общего			
Кабинеты, рабочие комнаты, офисы	400	200	300	40	15

Яркий свет в зоне периферийного зрения заметно увеличивает глазное напряжение. Для снижения влияния вредного фактора недостаточной освещенности необходимо, чтобы уровень естественного освещения рабочего пространства приблизительно совпадал с яркостью дисплея. Проблему недостаточной освещенности помещения можно решить при помощи

установки дополнительных осветительных приборов, расширения световых проемов.

4.3.3. Повышенная световая и цветовая контрастность

Отклонение светового и цветового контраста на рабочем месте приводит к быстрому утомлению и снижению уровня работоспособности человека на предприятии. Продолжительное воздействие этого вредного фактора приводит к возникновению проблем со зрением. Нормы светового и цветового контраста регламентируются СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение». Для работы за компьютером (категория работ Б1) нормы контраста представлены в таблице 5.

Таблица 5 - Требования к освещению рабочего помещения

Характеристика зрительной работы	Контраст объекта с фоном	Характеристика фона
Высокой точности	Малый	Средний
	Средний	Темный

Для изменения светового и цветового контраста необходимо отрегулировать уровень естественной и искусственной освещенности рабочего помещения или заменить текущее оборудование (мониторы) на более качественные, которые позволят сгладить контраст.

4.3.4. Повышенный уровень шума на рабочем месте

Превышение уровня шума на рабочем месте создает психологический и физический стресс, снижающий производительность, концентрацию, внимание, повышает утомляемость. Повышение уровня шума на рабочем месте возможно из-за фона, создаваемого работой персональных компьютеров, наличия центральной системы вентиляции и кондиционирования воздуха.

Согласно СП 51.13330.2011 Защита от шума предельно допустимые уровни звукового давления и уровни звука для основных наиболее типичных

видов трудовой деятельности и рабочих мест при выполнении работы на ПК уровень шума на рабочем месте не должен превышать 50 дБ.

Для обеспечения допустимого уровня шума применяются следующие меры безопасности:

- создание шумозащитных зон, рациональное размещение рабочих мест;
- применение малошумных технологических машин и автоматического контроля, создание рационального рабочего распорядка дня.

Для студента-разработчика эти показатели представлены в таблице 6.

Таблица 6 - Предельно допустимые уровни звукового давления, уровни звука и эквивалентные уровни звука для инженера-программиста

Вид трудовой деятельности, рабочее место	Уровни звукового давления, дБ в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц						
	31,5	63	125	250	500	1000	2000
Помещения офисов, рабочие помещения и кабинеты административных зданий, конструкторских, проектных и научно-исследовательских организаций.	86	71	61	54	49	45	42

4.3.5. Повышенный уровень статического электричества

Статическое электричество является опасным производственным фактором, проявление которого может нанести вред здоровью человека (ожоги) или привести пожару и другим чрезвычайным ситуациям.

При работе за компьютером статический заряд может накапливаться, если нет хорошего контакта с землей или влажность/ионизация воздуха превышает допустимые нормы. Статический разряд в производственных помещениях рассматриваемого типа при условии соответствии нормам

микроклимата и организации работ при воздействии на человека вызывает дискомфорт.

Допустимые показатели уровня статического электричества на производстве регламентируются ГОСТ Р 53734.1-2014 «Электростатические явления». В таблице 7 представлены уровни восприятия электростатического заряда человеком.

Таблица 7 - Уровни восприятия людьми электростатического заряда и ответной реакции при емкости тела в 200 пФ

Энергия разряда, мДж	Реакция	Потенциал тела, В
0,1	Разряд ощутим	1000
0,9	Четко ощутим	3000
6,4	Неприятный шок	8000

Для уменьшения накапливаемого статического заряда при работе за компьютером необходимо организовать антистатические рабочие места, соблюдать установленную норму влажности воздуха и поддерживать чистоту помещения, поскольку пыль обладает свойствами диэлектрика.

4.3.6. Повышенная запыленность воздуха рабочей зоны

Пыль характеризуется совокупностью свойств, определяющих поведение ее в воздухе, превращение и действие на организм человека.

Вредное воздействие пыли на организм человека зависит от ряда факторов: концентрации в воздухе, химического состава, размеров частиц, дисперсности, твердости, заряженности пылинок. Норма запыленности воздуха регламентируется ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны».

В офисном помещении, пыль может оказывать на организм раздражающее и аллергическое действия. В таблице 8 представлены предельно допустимые значения концентрации пыли и аэрозолей в воздухе жилых помещений. Для снижения уровня содержащейся в воздухе пыли

необходимо организовать систему вентиляции воздуха помещения и производить регулярную уборку помещений.

Таблица 8 - Предельно допустимые концентрации пыли и аэрозолей в воздухе

Взвешенные частицы PM2.5	0,16 мг/м ³	0,035 мг/м ³	0,025 мг/м ³
Взвешенные частицы PM10	0,3 мг/м ³	0,06 мг/м ³	0,04 мг/м ³
Взвешенные частицы (общая пыль)	0,5 мг/м ³	0,15 мг/м ³	–
Сажа (углерод)	0,15 мг/м ³	0,05 мг/м ³	–

4.3.7. Опасность поражения электрическим током

Под электробезопасностью подразумевается система технических и организационных мероприятий, направленных на защиту людей от опасного воздействия электрического тока, статического электричества и электромагнитного поля. Значения вышеперечисленных факторов регулируются ГОСТ Р 58698-2019.

Таблица 9 - Пороги напряжения прикосновения для реагирования

Характер реагирования	Пороги напряжения, В
Реакция испуга	2 (переменный ток)
	8 (постоянный ток)
Мышечная реакция	20 (переменный ток)
	40 (постоянный ток)

Меры предосторожности для основной защиты от поражения электрическим током:

- использование защитных ограждений или оболочек;
- размещение опасных для жизни и здоровья человека участков электропроводов и приборов вне зоны досягаемости рукой;
- ограничение напряжения или питание должно осуществляться от безопасного источника питания;

– автоматическое отключение питания (защитное устройство, которое будет отключать систему, питающую электрическое оборудование в случае замыкания).

4.4. Экологическая безопасность

В последние годы во всем мире все с большей силой поднимается вопрос об охране окружающей среды. Увеличение содержания углекислого газа в атмосфере, истощение озонового слоя и прочие загрязнения природы приводят к тому, что в природе изменяется привычный для данного периода ход вещей. С точки зрения потребления ресурсов компьютер потребляет сравнительно небольшое количество электроэнергии, что положительным образом сказывается на общей экономии потребления электроэнергии в целом.

В производстве компьютеров и их комплектующих используются материалы, которые при неправильной утилизации компьютерной техники могут стать причиной загрязнения литосферы. Утилизировать компьютер необходимо после извлечения его компонент, их сортировки и отправки на повторное использование, это необходимо делать на специально отведённых полигонах с присутствием квалифицированного персонала.

При написании ВКР вредных выбросов в атмосферу, почву и водные источники не производилось, радиационного заражения не произошло, чрезвычайные ситуации не наблюдались, поэтому не оказывались существенные воздействия на окружающую среду, и никакого ущерба окружающей среде не было нанесено.

4.5. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

4.5.1. Затопление

Главная опасность при затоплении помещения, в котором находятся ПК – это способность воды проводить электрический ток, что означает

возможность поражения электрическим током человека, находящегося в таком помещении. Ток проводят не сами молекулы воды, а различные примеси, содержащиеся в ней, такие как ионы различных минеральных солей, которые в достаточных количествах содержат сточные воды.

Затопление может иметь характер техногенной чрезвычайной ситуации, когда возникает по причине наличия сильной изношенности водопровода, свищей, негерметичных соединений водопроводных систем или в следствии аварийной ситуации. Также затопление может являться чрезвычайной ситуацией природного характера, в случаях, когда оно возникает в результате наводнений, паводков и т.д.

4.5.2. Землетрясение

Землетрясение – это подземные толчки и колебания земной поверхности из-за внезапных смещений и разрывов в земной коре или верхней мантии Земли, которые передаются на большие расстояния. Данная чрезвычайная ситуация имеет природный характер, может привести к выходу из строя коммуникаций и энергетических объектов, разрушению зданий, появлению трещин в грунте, возникновению пожаров, значительным людским потерям.

4.5.3. Короткое замыкание

Работа с персональными компьютерами подразумевает постоянное использование электрического тока. При несоблюдении правил электробезопасности возможно возникновение короткого замыкания проводки – резкое и многократное возрастание силы тока, протекающего в цепи, что приводит к значительному тепловыделению, расплавлению электрических проводов с последующим возникновением возгорания. Причиной короткого замыкания является нарушение изоляции и соединения токопроводящих частей электроустановок друг с другом или с заземлёнными поверхностями непосредственно или через токопроводящий материал. К

нарушениям изоляции могут привести перенапряжение, прямые удары молнии, внешние механические повреждения, старение и износ самой изоляции, в том числе возникшие из-за неудовлетворительного ухода.

Если человек находится рядом с участком цепи в котором произошло короткое замыкание, он может получить ожоги, в том числе смертельные. Компьютеры, подключённые в цепь, в которой произошло короткое замыкание могут выйти из строя. Для минимизации перечисленных негативных последствий короткого замыкания следует использовать кабель не распространяющий горение, или помещать кабель в стальные трубы с определённой толщиной стенки, которая не прожжётся при возникновении короткого замыкания.

4.5.4. Пожар

Пожар представляет большую опасность и наносит огромный ущерб, поскольку грозит уничтожением приборов, компьютеров, инструментов и комплектов документов, представляющих значительную ценность. Кроме того, пожар характеризуется опасностью для жизни человека. Возникновение пожара в комнате может быть обусловлено следующими факторами: короткое замыкание или перегрев ПК.

Поэтому во избежание пожаров проводится пожарная профилактика – комплекс организационных и технических мероприятий, направленных на обеспечение безопасности людей, на предотвращение пожара, ограничение его распространения, а также на создание условий для успешного тушения пожара. Успех борьбы с пожаром во многом зависит от его своевременного обнаружения и быстрого принятия мер по его ограничению и ликвидации. При появлении возгорания необходимо сообщить в службу пожарной охраны адрес и место возникновения пожара.

4.6. Вывод по разделу

Проанализировав и оценив условия труда в рабочем помещении, где была разработана ВКР, можно сделать вывод, что нормы безопасности соблюдены. Само помещение и рабочее место удовлетворяет всем требованиям. Действие вредных и опасных факторов сведено к минимуму.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В дипломной работе была изучена литература по управлению запасами на предприятии. Были проведены расчеты по складским данным производственного предприятия ООО «МК Купинский» за ноябрь 2021 г. двумя детерминированными моделями: Модель Мицеля и модель Кулакова. Модель Мицеля по сравнению с моделью Кулакова дает небольшую экономию оборотных средств на 4%. Хотя это и небольшое число, но даст свою экономию средств при дальнейшей закупки материалов предприятия.

Проведено имитационное моделирование по складским данным производственного предприятия ООО «МК Купинский». Имитационная модель позволяет получить дополнительную экономию по сравнению с детерминированной моделью. Экономия происходит благодаря тому, что в конце периода поставки по каждому материалу возникают остатки, то есть не весь материал используется.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рогов В. А. Управление запасами: учебное пособие для вузов / В. А. Рогов, А. Д. Чудаков. — Старый Оскол: ТНТ, 2013. — 215 с.: ил. — Библиогр.: с. 206.
2. Тюхтина, А. А. Модели управления запасами: учебно-методическое пособие / А. А. Тюхтина. — Нижний Новгород: ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2017. — 84 с.
3. Букан, Джозеф. Научное управление запасами: пер. с англ. / Дж. Букан, Э. Кенигсберг. — Москва: Наука, 1967. — 424 с.
4. Широченко, Н. В. Управление запасами: учебное пособие / Н. В. Широченко. — Красноярск: СибГУ им. академика М. Ф. Решетнёва, 2020. — 98 с.
5. Хайтбаев, В. А. Управление запасами: учебное пособие / В. А. Хайтбаев, И. В. Додорина, В. Б. Литовченко. — Самара: СамГУПС, 2018. — 134 с.
6. Боев, В. Д. Имитационное моделирование систем: учебное пособие для вузов / В. Д. Боев. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 253 с.
7. Верховская М.В., Конотопский В.Ю., Меньщикова Е.В. Имитационное моделирование многоуровневой системы управления запасами в системах // Логистика и управление цепями поставок. 2019. № 5 (94). С. 56-64.
8. Одияко Н.Н., Онипер В.Е. Имитационная модель управления запасами // Фундаментальные исследования. 2016. № 11-4. С. 846-853.
9. Гонтарев П.П., Коломыцева А.О. Имитационное моделирование системы запасов предприятия // В сборнике: Российские регионы в фокусе перемен. Сборник докладов XV Международной конференции. Екатеринбург, 2021. С. 177-182

10. Лопатин Р.С., Лопатин Р.С., Лопатин Р.С. Разработка имитационной модели обслуживания заявок с использованием средств автоматизации // Матрица научного познания. 2022. № 1-1. С. 16-18.
11. Исламов И.Я. Разработка имитационной модели с применением метода Монте-Карло // Инновации и инвестиции. 2021. № 11. С. 16-18.
12. Мицель А.А., Грибанова Е.Б. Имитационное моделирование экономических процессов в Excel / А.А. Мицель, Е.Б. Грибанова. - Томск: Изд-во ТГУ, 2016. –115 с.
13. Кулакова Ю.Н. Оценка нормировочного множителя в многопродуктовой модели управления запасами предприятия при условии равной периодичности и одинаковой стоимости поставок //Логистика и управление цепями поставок. – 2012, №3. – С.76-83
14. Кулаков А.Б., Кулакова Ю.Н. Многопродуктовая модель управления запасами предприятия с поставками равной периодичности //Экономический анализ: теория и практика. – 2013, №29(332). – С.58-62.
15. Мицель А.А., Алимханова Д.А. Многопродуктовая модель управления запасами с равной периодичностью поставок //Экономический анализ: теория и практика. 2015. № 40 (439). С. 55-66.
16. ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200003913> (дата обращения: 26.05.2022). – Текст: электронный.
17. РД 153-34.0-03.298-2001 Типовая инструкция по охране труда для пользователей персональными электронно-вычислительными машинами (ПЭВМ) в электроэнергетике // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200031404> (дата обращения: 26.05.2022). – Текст: электронный.

18. Трудовой кодекс (ТК РФ) Статья 108. Перерывы для отдыха и питания // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

<https://docs.cntd.ru/document/901807664> (дата обращения: 26.05.2022). –

Текст: электронный.

19. СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

<https://docs.cntd.ru/document/573500115> (дата обращения: 26.05.2022). – Текст:

электронный.

20. СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение» // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

<https://docs.cntd.ru/document/456054197> (дата обращения: 26.05.2022). – Текст:

электронный.

21. СП 51.13330.2011 Защита от шума // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200084097?section=text> (дата обращения: 26.05.2022). – Текст: электронный.

22. ГОСТ Р 53734.1-2014 «Электростатические явления» // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

<https://docs.cntd.ru/document/1200111323> (дата обращения: 26.05.2022). –

Текст: электронный.

23. ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

<https://docs.cntd.ru/document/1200003608> (дата обращения: 26.05.2022). –

Текст: электронный.

24. ГОСТ Р 58698-2019 «Защита от поражения электрическим током» // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200170001> (дата обращения: 26.05.2022). – Текст: электронный.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

**Данные сырья и материалов на предприятии ООО «МК Купинский» в
ноябре 2021 г.**

№ п/п	Сырье и материалы	Количество	Сумма, руб.
1	Гофроящик 295*210*210, шт.	10 545	197 458, 05
2	Прокладка 290*145, шт.	76 405	134 402, 65
3	Крышка д-95 2160/кор ГМЗ, шт.	66 960	62 272, 8
4	Стакан 390 95*99, 5-380, БЕЛЫЙ, шт.	112 320	737 107, 2
5	Гофролист 1150*750, шт.	6 038	197 342, 4
6	Крышка прозрачная D95 нахлобучка, тыс. шт.	304, 500	278 603, 5
7	Закваска FD DVS ХМТ-3 (25*250ед), шт.	98 000	158 099, 03
8	Сахар-песок*50 ГОСТ, кг	1 100	67 062, 5

Модель Мицеля

ORIGIN := 1

n := 8 T := 30

$$\begin{aligned}
 a := & \begin{pmatrix} 197458.05 \\ 134402.65 \\ 62272.8 \\ 737107.2 \\ 197342.4 \\ 278603.5 \\ 158099.03 \\ 67062.5 \end{pmatrix} & a1 := \text{sort}(a) = & \begin{pmatrix} 6.227 \times 10^4 \\ 6.706 \times 10^4 \\ 1.344 \times 10^5 \\ 1.581 \times 10^5 \\ 1.973 \times 10^5 \\ 1.975 \times 10^5 \\ 2.786 \times 10^5 \\ 7.371 \times 10^5 \end{pmatrix} & a_j := \text{reverse}(a1) = & \begin{pmatrix} 7.371 \times 10^5 \\ 2.786 \times 10^5 \\ 1.975 \times 10^5 \\ 1.973 \times 10^5 \\ 1.581 \times 10^5 \\ 1.344 \times 10^5 \\ 6.706 \times 10^4 \\ 6.227 \times 10^4 \end{pmatrix}
 \end{aligned}$$

```

tt(aj, T) :=
n ← rows(aj)
b ←  $\frac{a_j}{T}$ 
b1 ←  $\sum_{i=1}^n b_i$ 
tn ←  $\frac{a_{j_n}}{b1 + b_n}$ 
kn ←  $\frac{b_n}{a_{j_n}} \cdot t_n$ 
j ← 7
while j > 1
| tj ←  $\frac{1}{b1 + b_j} \cdot \left[ a_{j_j} + \sum_{r=j+1}^n [a_{j_r} \cdot (1 - k_r)] \right]$ 
| kj ←  $\frac{b_j}{a_{j_j}} \cdot t_j$ 
| j ← j - 1
k1 ← 1
Y ←  $\sum_{j=1}^n (k_j \cdot a_{j_j})$ 
-----
(t)
(k)
(Y)
    
```

$$\text{round}(tt(\text{aj}, T)_1) = \begin{pmatrix} 0 \\ 13 \\ 10 \\ 8 \\ 6 \\ 4 \\ 2 \\ 1 \end{pmatrix} \quad tt(\text{aj}, T)_2 = \begin{pmatrix} 1 \\ 0.434 \\ 0.348 \\ 0.278 \\ 0.2 \\ 0.131 \\ 0.067 \\ 0.033 \end{pmatrix} \quad tt(\text{aj}, T)_3 = 1.037 \times 10^6$$

Модель Кулакова

ORIGIN := 1

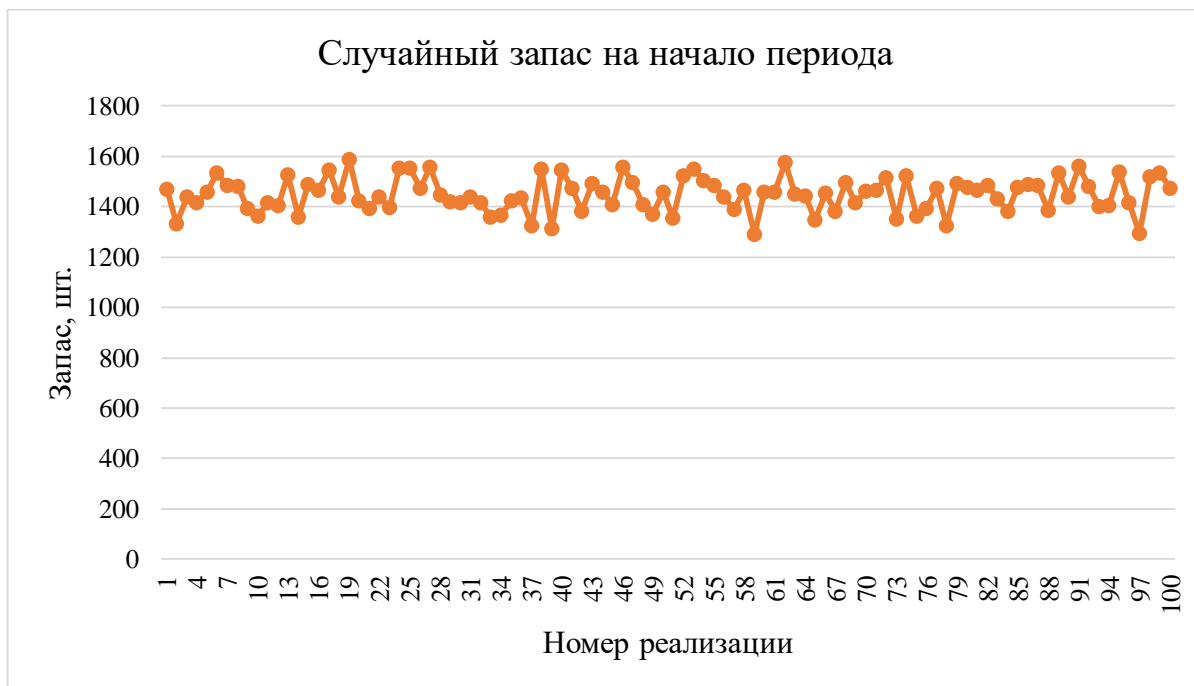
n := 8 T := 30

$$\begin{array}{c}
 a := \begin{pmatrix} 197458.05 \\ 134402.65 \\ 62272.8 \\ 737107.2 \\ 197342.4 \\ 278603.5 \\ 158099.03 \\ 67062.5 \end{pmatrix} \\
 \\
 a1 := \text{sort}(a) = \begin{pmatrix} 6.227 \times 10^4 \\ 6.706 \times 10^4 \\ 1.344 \times 10^5 \\ 1.581 \times 10^5 \\ 1.973 \times 10^5 \\ 1.975 \times 10^5 \\ 2.786 \times 10^5 \\ 7.371 \times 10^5 \end{pmatrix} \\
 \\
 a_j := \text{reverse}(a1) = \begin{pmatrix} 7.371 \times 10^5 \\ 2.786 \times 10^5 \\ 1.975 \times 10^5 \\ 1.973 \times 10^5 \\ 1.581 \times 10^5 \\ 1.344 \times 10^5 \\ 6.706 \times 10^4 \\ 6.227 \times 10^4 \end{pmatrix}
 \end{array}$$

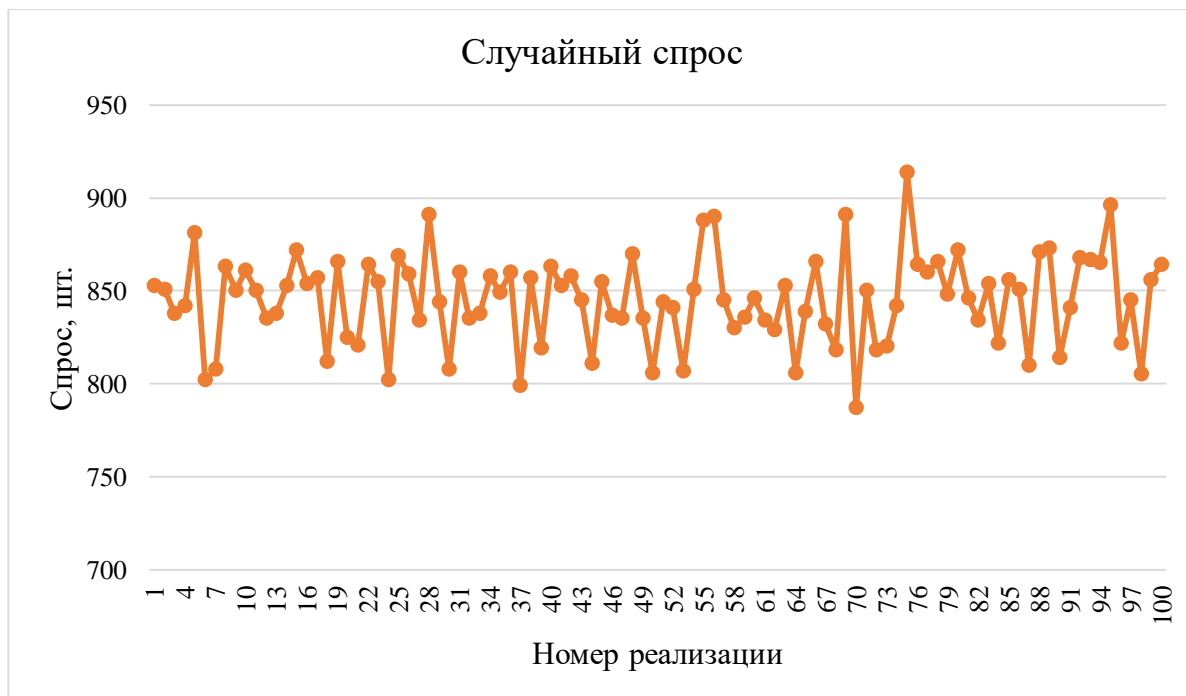
$$\begin{array}{l}
 \text{tt}(a_j, T) := \\
 \quad n \leftarrow \text{rows}(a_j) \\
 \quad j \leftarrow 8 \\
 \quad \text{while } j > 1 \\
 \quad \quad \left. \begin{array}{l}
 t_j \leftarrow \frac{a_{j_j} \cdot T}{\sum_{r=1}^n (a_{j_r})} \\
 \\
 k_j \leftarrow \frac{\sum_{r=j}^n (a_{j_r})}{\sum_{r=1}^n (a_{j_r})} \\
 \\
 j \leftarrow j - 1
 \end{array} \right\} \\
 \quad k_1 \leftarrow 1 \\
 \quad Y \leftarrow \sum_{j=1}^n (k_j \cdot a_{j_j}) \\
 \quad \begin{pmatrix} t \\ k \\ Y \end{pmatrix}
 \end{array}$$

$$\text{round}(\text{tt}(\text{aj}, \mathbb{T})_1) = \begin{pmatrix} 0 \\ 5 \\ 3 \\ 3 \\ 3 \\ 2 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix} \quad \text{tt}(\text{aj}, \mathbb{T})_2 = \begin{pmatrix} 1 \\ 0.598 \\ 0.446 \\ 0.338 \\ 0.23 \\ 0.144 \\ 0.071 \\ 0.034 \end{pmatrix} \quad \text{tt}(\text{aj}, \mathbb{T})_3 = 1.121 \times 10^6$$

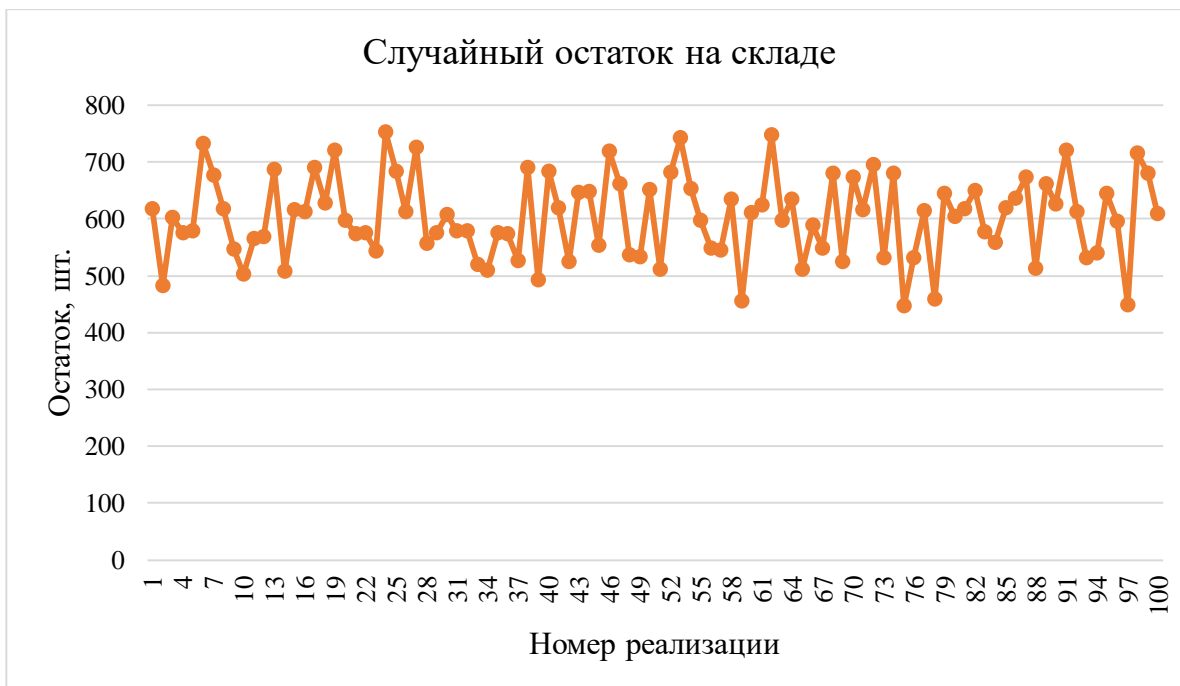
Случайный запас на начало периода гофроящика 295*210*210.



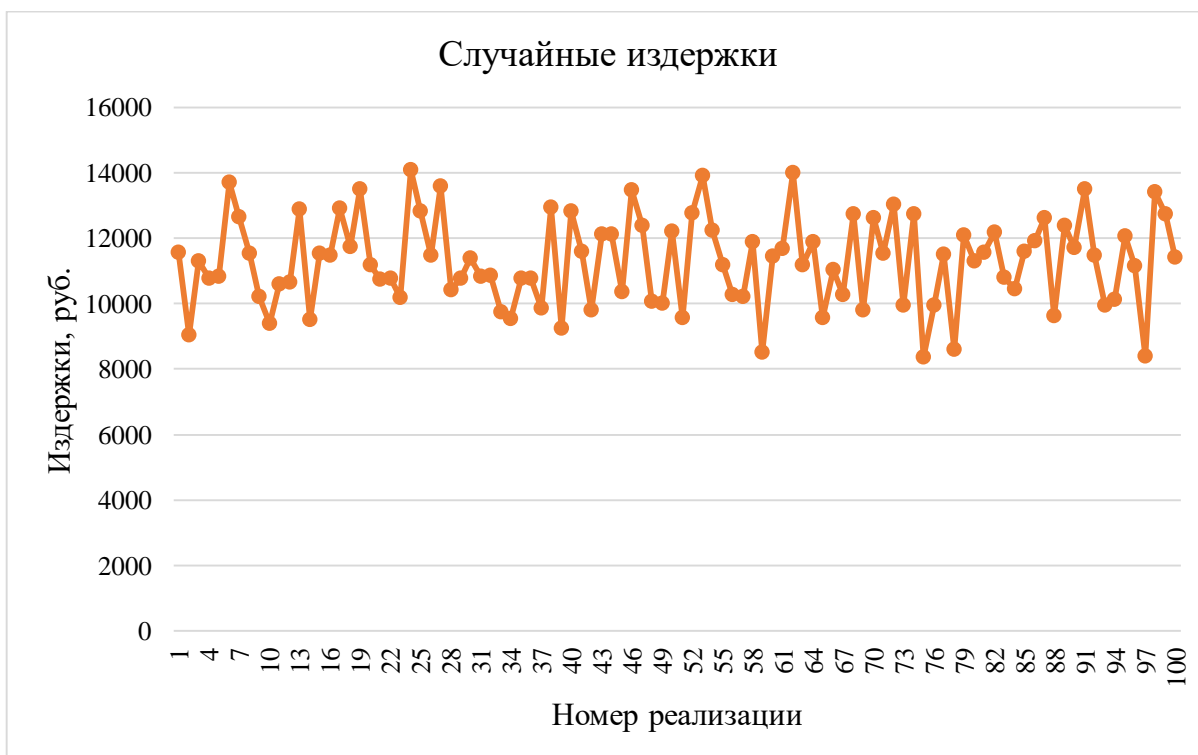
Случайный спрос гофроящика 295*210*210.



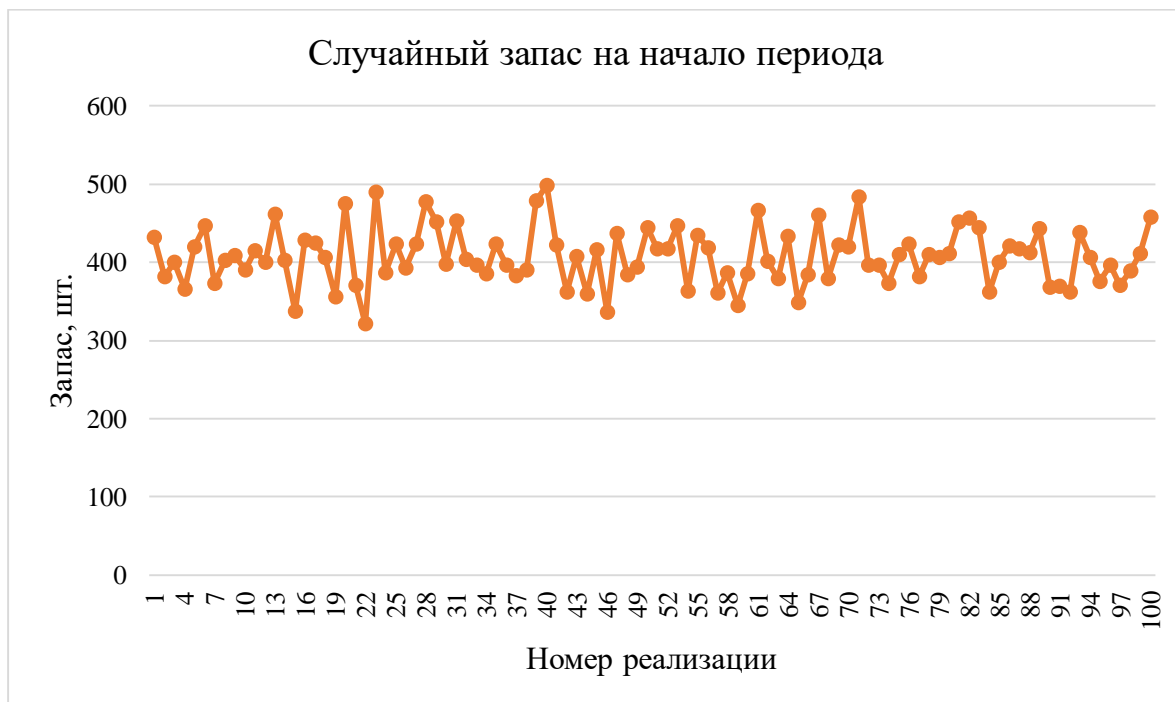
Случайный остаток на складе гофроящика 295*210*210.



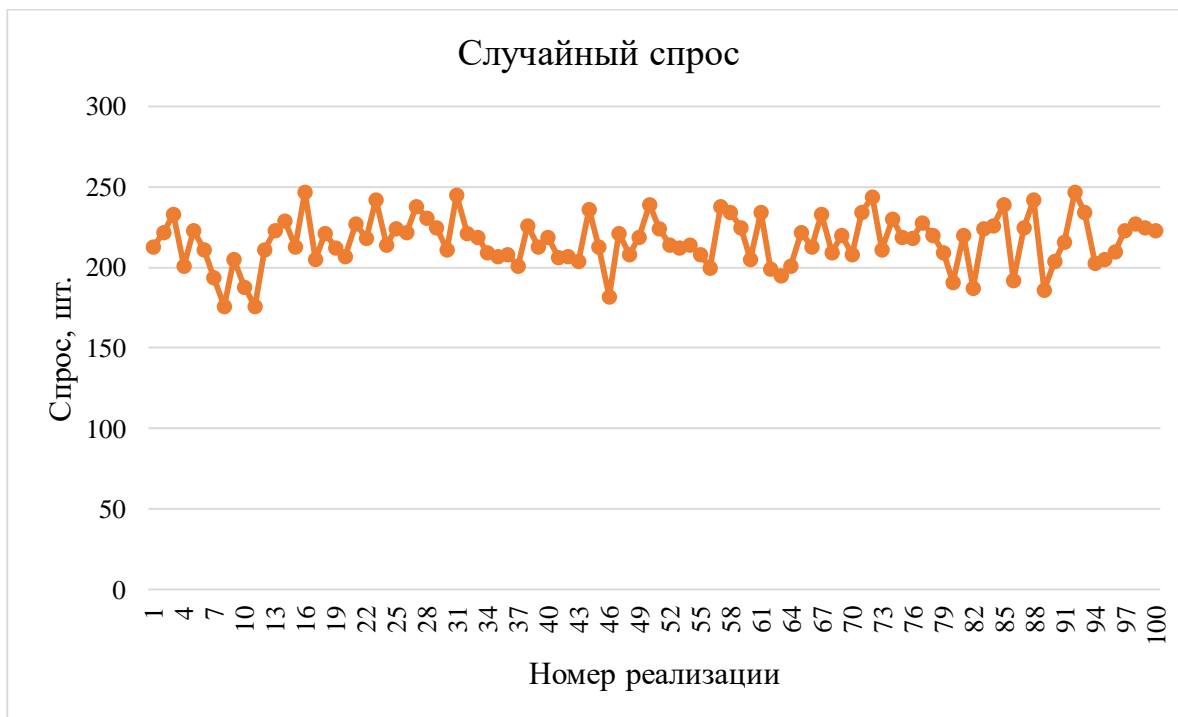
Случайные издержки гофроящика 295*210*210.



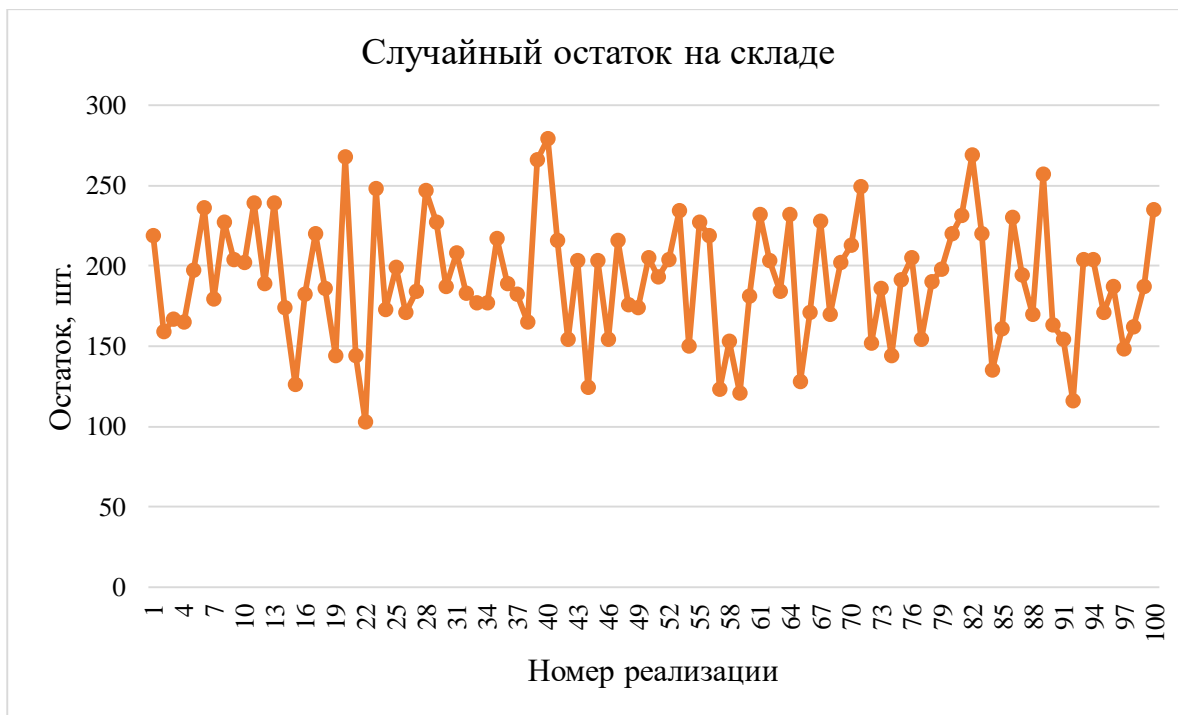
Случайный запас на начало периода гофролиста 1150*750.



Случайный спрос гофролиста 1150*750.



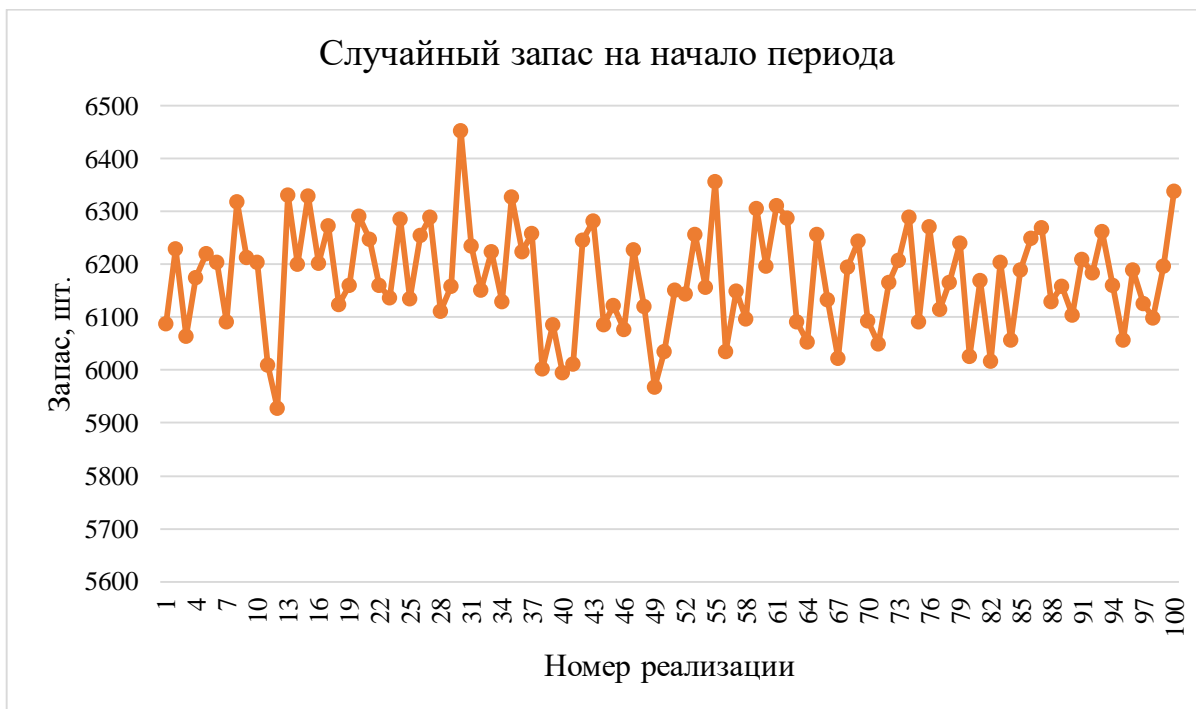
Случайный остаток на складе гофролиста 1150*750.



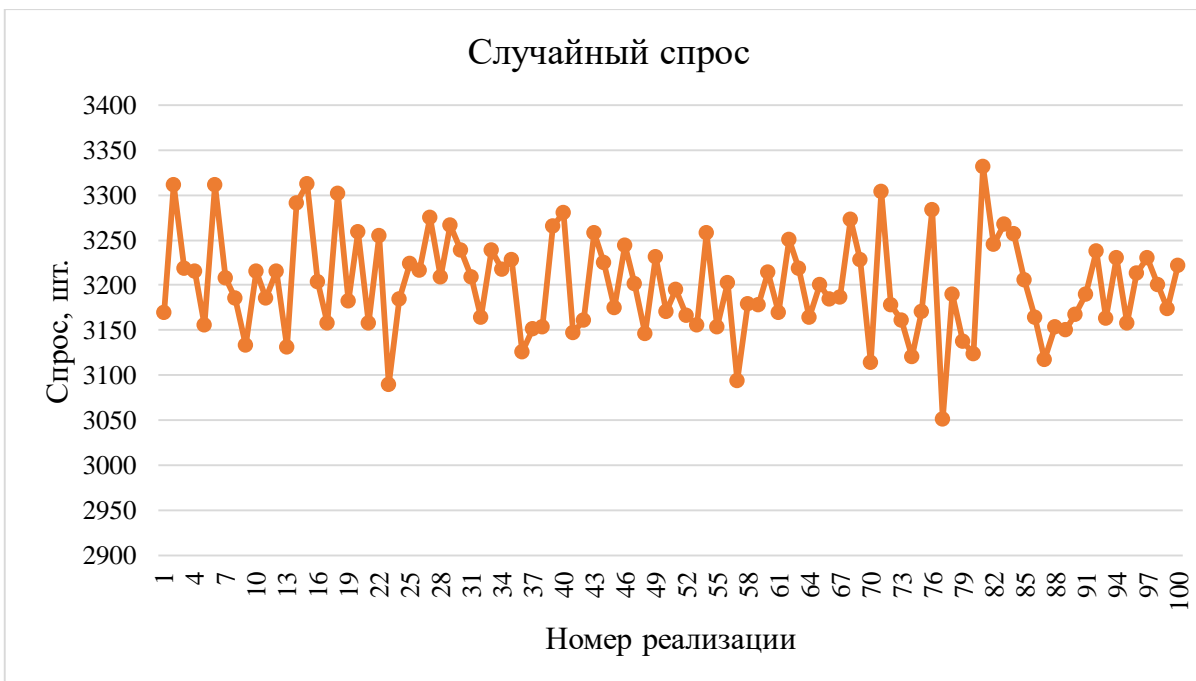
Случайные издержки гофролиста 1150*750.



Случайный запас на начало периода закваски FD DVS XMT-3.



Случайный спрос закваски FD DVS XMT-3.



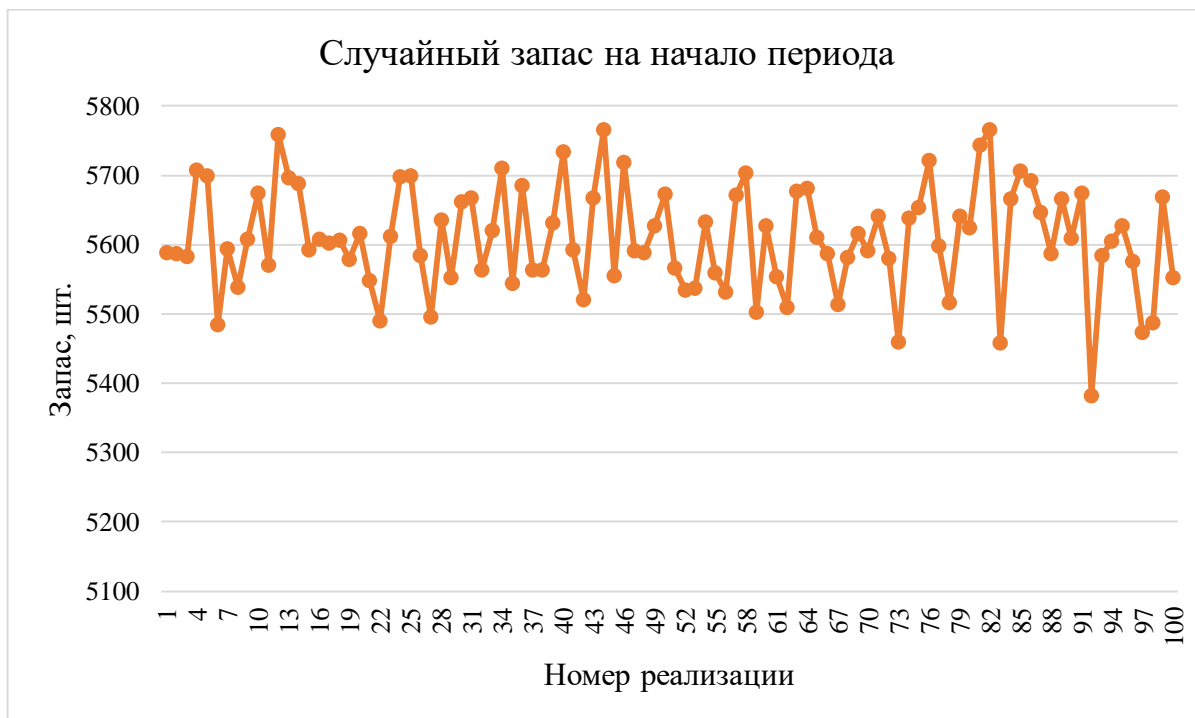
Случайный остаток на складе закваски FD DVS XMT-3.



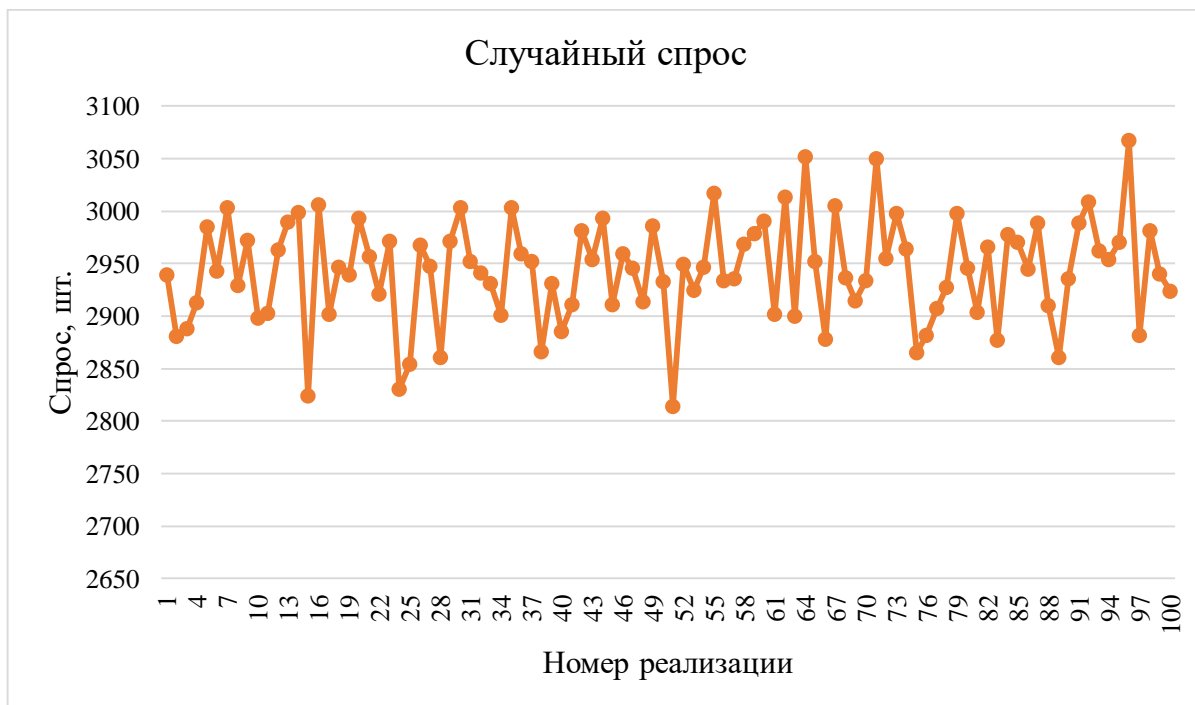
Случайные издержки закваски FD DVS XMT-3.



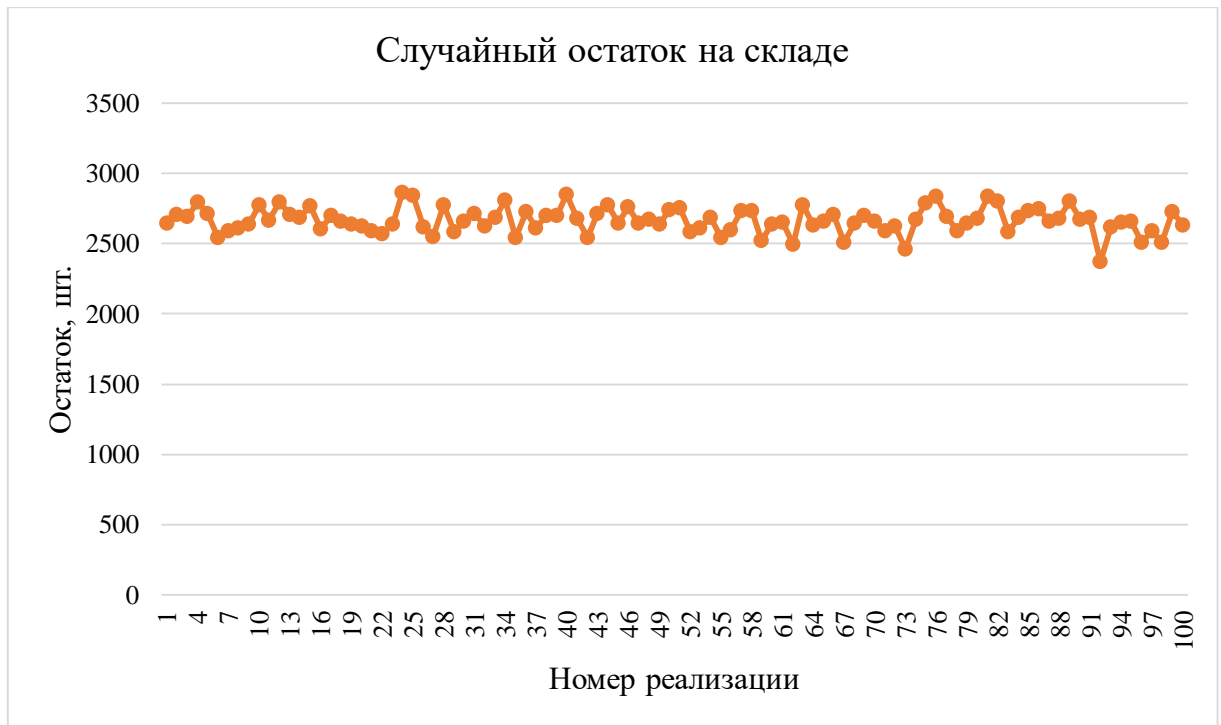
Случайный запас на начало периода прокладки 290*145.



Случайный спрос прокладки 290*145.



Случайный остаток на складе прокладки 290*145.



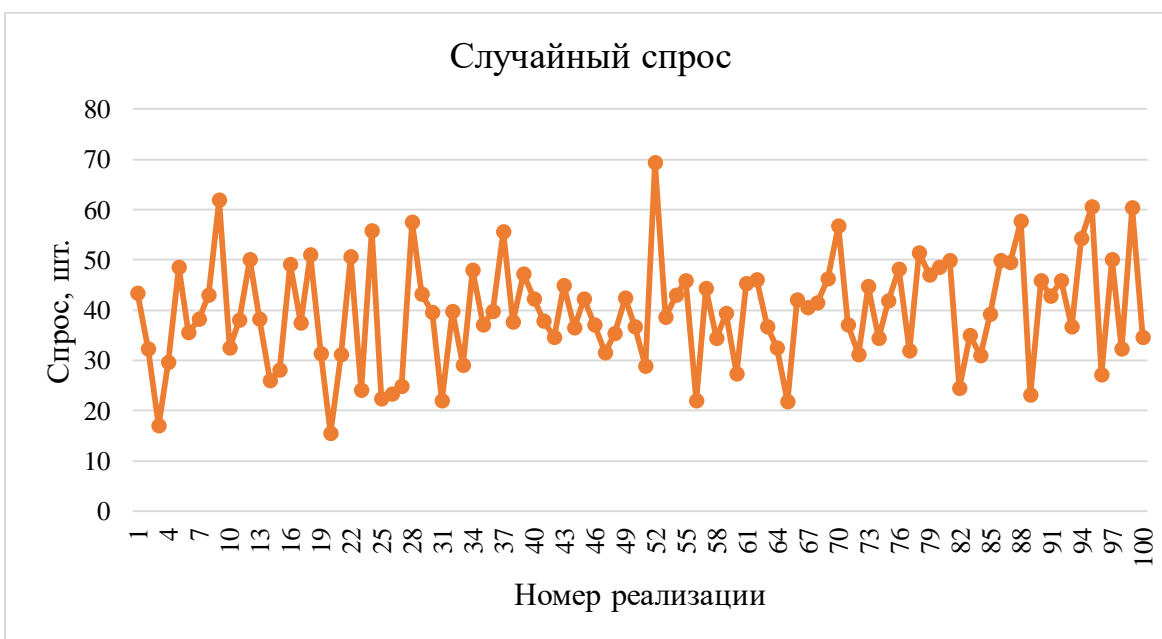
Случайные издержки прокладки 290*145.



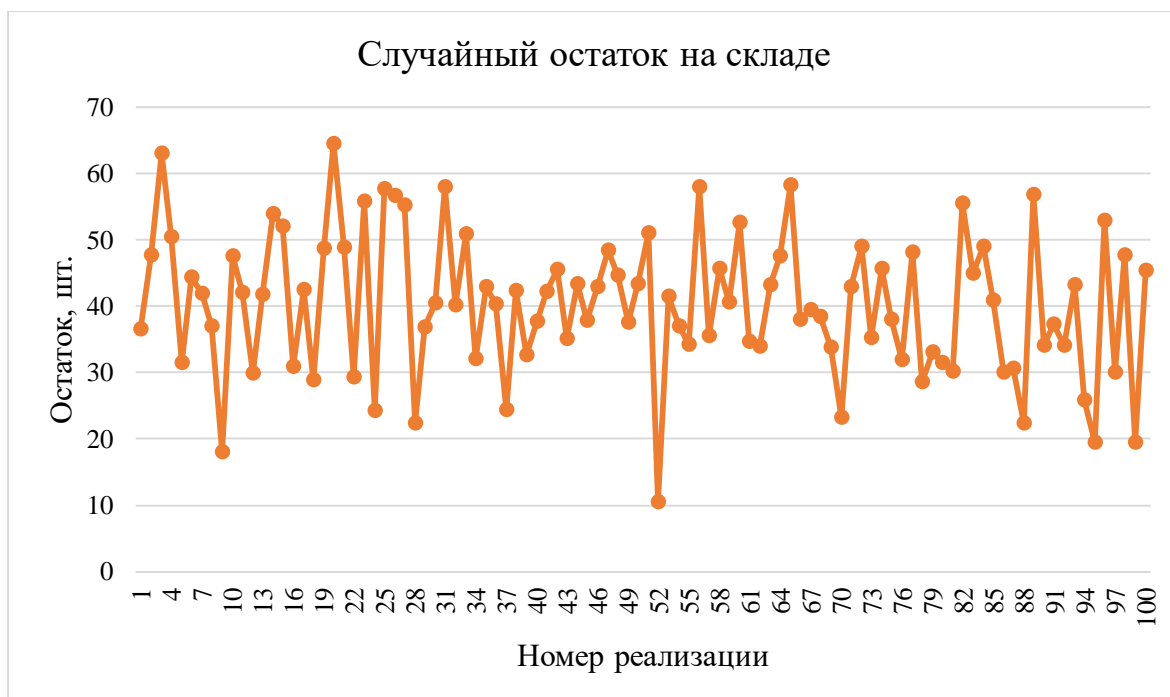
Случайный запас на начало периода сахара-песка*50 ГОСТ.



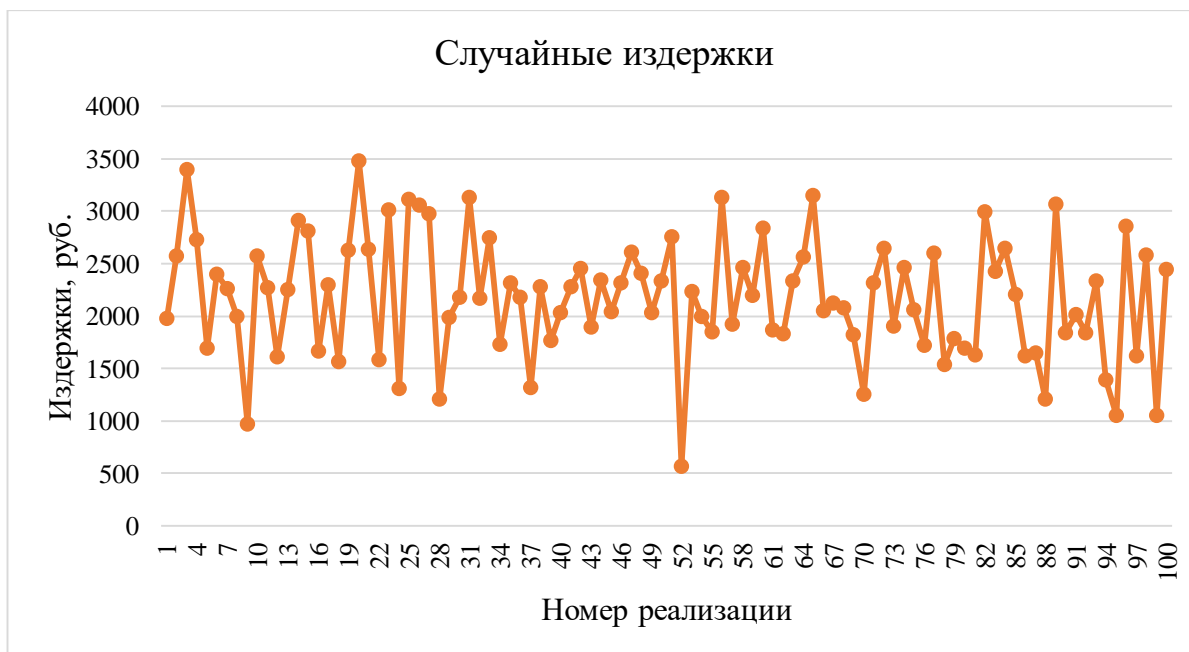
Случайный спрос сахара-песка*50 ГОСТ.



Случайный остаток на складе сахара-песка*50 ГОСТ.



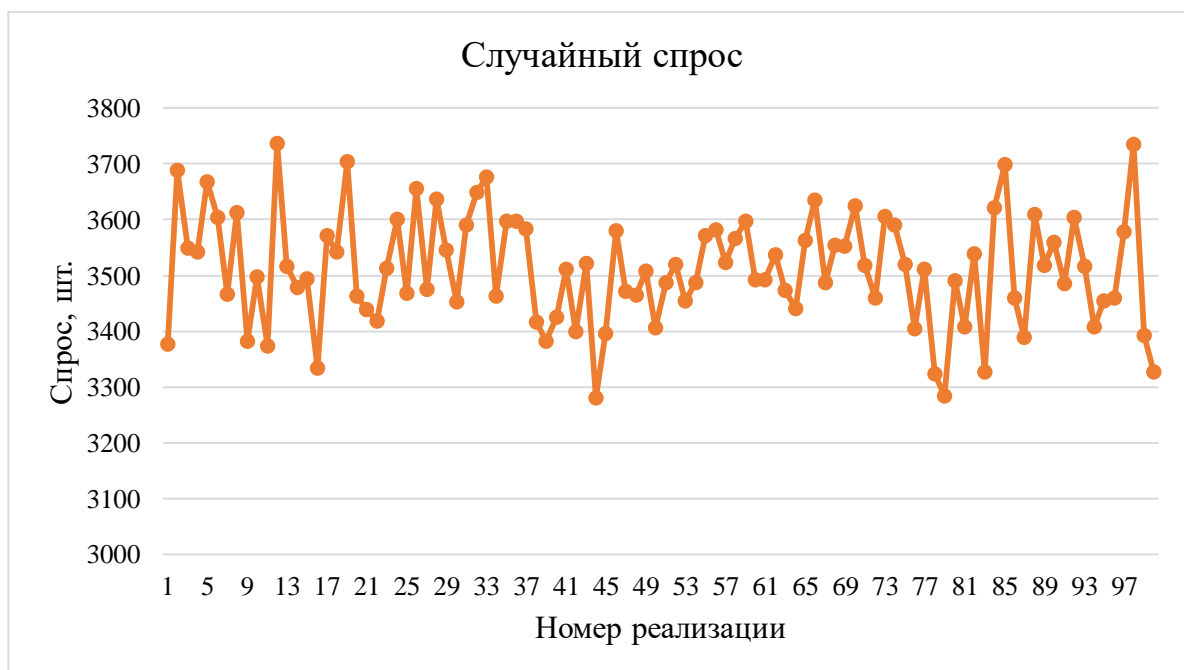
Случайные издержки сахара-песка*50 ГОСТ.



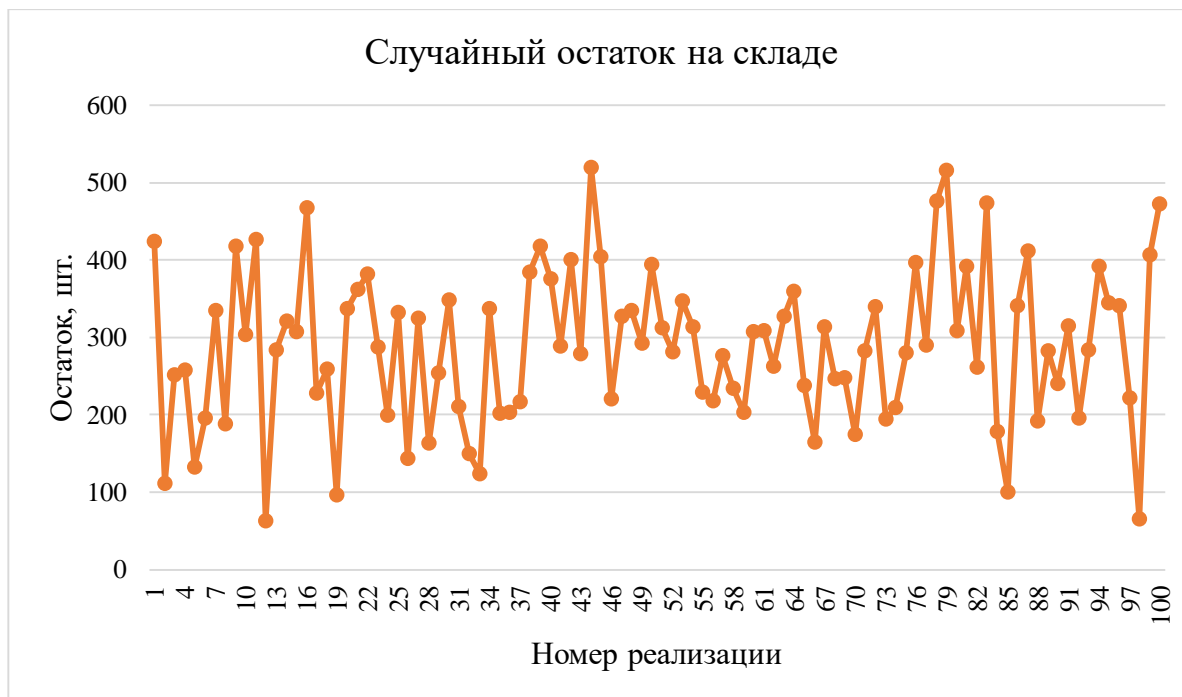
Случайный запас на начало периода крышки д-95 2160/кор ГМЗ.



Случайный спрос крышки д-95 2160/кор ГМЗ.



Случайный остаток на складе крышки д-95 2160/кор ГМЗ.



Случайные издержки крышки д-95 2160/кор ГМЗ.

