

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Школа Инженерная школа ядерных технологий

Направление подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика

Отделение школы (НОЦ) Экспериментальной физики

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Многопродуктовая модель управления материальными запасами предприятия

УДК 519.86:005.936.4:658.783

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0В61	Лащева Татьяна Владимировна		

Руководитель

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

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Киселева Е.С.	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ООД	Мезенцева И.Л.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Прикладная математика и информатика	Крицкий О.Л.	к.ф.-м.н.		

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Школа Инженерная школа ядерных технологий

Направление подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика

Отделение школы (НОЦ) Экспериментальной физики

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП

_____ 24.04.2020 Крицкий О.Л.
(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
0В61	Лащева Татьяна Владимировна

Тема работы:

Многопродуктовая модель управления материальными запасами предприятия	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№62-58/с от 02.03.2020 г.

Срок сдачи студентом выполненной работы:	11.06.2020 г.
--	---------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	– Объект исследования: статья А. Б. Кулакова и Ю.Н. Кулаковой «Многопродуктовая модель управления запасами предприятия с поставками равной периодичности» и статья А.А. Мицеля и Д.А. Алимхановой «Многопродуктовая модель управления запасами с равной периодичностью поставок».
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	– Обзор литературных источников по теме исследования; – Изучение двух моделей, оценка эффективности каждой из них; – Анализ системы управления запасами ПК «Брусника»; – Выработка рекомендаций предприятию.
Перечень графического материала	– Презентация – Таблицы – Графики

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и энергосбережение	Киселева Е.С.
Социальная ответственность	Мезенцева И.Л.
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
нет	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	24.04.2020
---	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОЭФ	Мицель А.А.	д.т.н.		24.04.2020

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0B61	Лащева Татьяна Владимировна		24.04.2020

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

Студенту:

Группа	ФИО
0B61	Лащевой Татьяне Владимировне

Школа	ИЯТШ	Отделение школы (НОЦ)	ОЭФ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	01.03.02 Прикладная математика и информатика

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	<i>Стоимость материальных ресурсов и специального оборудования определены в соответствии с рыночными ценами г. Томска. Тарифные ставки исполнителей определены штатным расписанием НИ ТПУ.</i>
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	<i>30% премии; 20% надбавки; 16% накладные расходы; 30% районный коэффициент.</i>
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	<i>Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды – 30,2 %</i>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	1. Потенциальные потребители результатов исследования. 2. Анализ конкурентных технических решений. 3. SWOT – анализ.
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	1. Разработка структуры работы в рамках научного исследования; 2. Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения научного исследования; 3. Бюджет научно – технического исследования.
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	1. Определение показателей ресурсоэффективности разработки

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Матрица SWOT
3. Альтернативы проведения НИ
4. График проведения и бюджет НИ
5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	27.04.2020
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Киселева Е.С.	К.Э.Н.		27.04.2020

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0B61	Лащева Татьяна Владимировна		27.04.2020

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
0В61	Лацовой Татьяне Владимировне

Школа	ИЯТШ	Отделение (НОЦ)	ОЭФ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	01.03.02 Прикладная математика и информатика

Тема ВКР:

Сравнительный анализ алгоритма МСМС и нейронной сети с обучением при прогнозировании котировок высокотехнологичных компаний	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	<i>В работе исследована многопродуктовая модель управления запасами с поставками равной периодичности с выработкой рекомендаций предприятию в виде модели управления запасами с минимальным оборотным капиталом, инвестируемого в запасы. Область применения – логистика.</i>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: <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. 	<i>Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 27.12.2018); ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ; ГОСТ 21889-76; ГОСТ 22269-76; ГОСТ Р 50923-96; СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03; Федеральный закон от 22.08.1996 №125-ФЗ</i>
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	<i>– отклонение показателей микроклимата, превышение уровня шума, недостаточная освещенность рабочей зоны, наличие магнитных и радиационных излучений, повышенное значение напряжения в электрической цепи;</i>
3. Экологическая безопасность:	<i>– анализ воздействия при работе на ПЭВМ на атмосферу, гидросферу, литосферу;</i>

	<p>– наличие отходов (бумага, картриджи, компьютеры и т. д.);</p> <p>- методы утилизации отходов.</p>
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	<p>– возможные ЧС – природные и техногенные, к которым можно отнести как сильный мороз, так и возможная диверсия;</p> <p>– типичная ЧС– пожар на рабочем месте.</p>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ООД	Мезенцева И.Л.			27.04.2020

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0B61	Лащева Татьяна Владимировна		27.04.2020

Реферат

Выпускная квалификационная работа: 81 страница, 10 рисунков, 23 таблицы, 4 приложения, 14 использованных источников.

Ключевые слова: оборотный капитал, управление запасами, многопродуктовая модель, оптимизация, предприятие, минимизация.

Объект исследования: статья А. Б. Кулакова и Ю.Н. Кулаковой «Многопродуктовая модель управления запасами предприятия с поставками равной периодичности» и статья А.А. Мицеля и Д.А. Алимхановой «Многопродуктовая модель управления запасами с равной периодичностью поставок».

Цель работы: изучить многопродуктовую модель управления запасами с поставками равной периодичности и дать рекомендации предприятию для минимизации оборотного капитала, инвестируемого в запасы.

Работа представлена ведением, 4 разделами (главами) и заключением, приведен список публикаций студента, список использованных источников.

В 1 разделе «Теоретическая часть исследования» проведен анализ научных источников и описаны сравниваемые математические модели.

Во 2 разделе «Практическая часть исследования» мы производим расчеты и оценку полученных результатов.

В 3 разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» был посчитан бюджет НИИ и другие финансовые показатели.

В 4 разделе «Социальная ответственность» были оценены риски и опасности для здоровья и окружающей среды.

В заключении приведены основные итоги по выполнению выпускной квалификационной работы.

Определения, обозначения, сокращения, нормативный ссылки.

Обозначения

1. Исследуемая модель – модель, представленная в статье Мицеля А.А., Алимхановой Д.А. Многопродуктовая модель управления запасами с равной периодичностью поставок // Экономический анализ: теория и практика. 2015, № 40 (439), – С. 55–66.
2. Модель Кулаковых – модель, представленная в статье Кулакова А.Б., Кулаковой Ю.Н. Многопродуктовая модель управления запасами предприятия с поставками равной периодичности // Экономический анализ: теория и практика. – 2013, №29(332). – С.58-62.

Нормативные ссылки

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

3. СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
4. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 27.12.2018)
5. ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования от 01.03.1986: дата введения 01.01.1979. – URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/31970> (дата обращения: 26.04.2020). – Текст: электронный.
6. ГОСТ 21889-76. Система «человек-машина». Кресло человека-оператора. Общие эргономические требования. от 01.03.1993: дата введения 30.06.1977. – URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/34252/> (дата обращения: 26.04.2020). – Текст: электронный.
7. ГОСТ 22269-76. Система «человек-машина». Рабочее место оператора. Взаимное расположение элементов рабочего места. Общие эргономические требования от 01.12.1989: дата введения 01.01.1978. – <https://internet-law.ru/gosts/gost/33818/> (дата обращения: 26.04.2020). – Текст: электронный.

8. ГОСТ Р 50923-96. Дисплеи. Рабочее место оператора. Общие эргономические требования и требования к производственной среде. Методы измерения от 01.01.2008: дата введения 30.06.1997. – <https://internet-law.ru/gosts/gost/5265/> (дата обращения: 26.04.2020). – Текст: электронный.

9. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы

10. ГОСТ 12.1.002–84 Система стандартов безопасности труда. Электрические поля промышленной частоты. Допустимые уровни напряженности и требования к проведению контроля на рабочих местах от 01.07.2009: дата введения 01.01.1986. – <https://internet-law.ru/gosts/gost/39086/> (дата обращения: 26.04.2020). – Текст: электронный.

11. СП 52.13330.2011 Свод правил естественное и искусственное освещение.

12. ГОСТ 12.1.038–82 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов от 01.1.1988: дата введения 30.06.1983. – <https://internet-law.ru/gosts/gost/21681> (дата обращения: 01.05.2020). – Текст: электронный.

13. ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны от 01.01.2008: дата введения 01.01.1989. – <https://internet-law.ru/gosts/gost/1583> (дата обращения: 26.04.2020). – Текст: электронный.

14. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий.

15. СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-32-2002 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.

Оглавление

Введение	12
1 Теоретическая часть исследования	12
1.1 Описание Модели Кулаковых	16
1.2 Многопродуктовая модель управления запасами с равной периодичностью поставок	20
1.2.1 Двухпродуктовая модель ($n=2$).....	20
1.2.2 Трёхпродуктовая модель ($n=3$)	22
1.2.3 Четырёхпродуктовая модель ($n=4$).....	23
1.2.4 n - продуктовая модель.....	25
1.2.5 Численное моделирование	25
2 Практическая часть исследования	28
2.1 Сравнение оборотных средств по двум моделям	29
Выводы	28
3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	34
3.1. Организация и планирование работы.....	34
3.1.1 Продолжительность этапов работ.....	35
3.1.2. Разработка графика проведения научного исследования ...	37
3.2. SWOT-анализ.....	40
3.3. Анализ конкурентных решений.....	42
3.4. Потенциальные потребители результатов исследований	44
3.5. Расчет сметы затрат на выполнение проекта	44
3.6. Оценка научно-технического эффекта.....	50
Вывод по разделу	54

4. Социальная ответственность	55
4.1 Введение	55
4.2 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	56
4.3 Профессиональная социальная безопасность.	58
4.4 Экологическая безопасность	65
Выводы по разделу.....	68
Заключение	69
Приложение 1	73
Приложение 2	74
Приложение 3	76
Приложение 4.....	78

Введение

На сегодняшний день запасы и вопрос оптимального управления запасами являются одними из ключевых атрибутов в любой логистической системе. Основной целью решения задачи управления запасами является создание соразмерного со спросом запаса материальных ресурсов на заданном отрезке времени. Для того, чтобы организация непрерывно функционировала необходимо задаться вопросом, как правильно наладить процесс создания базы материальных ресурсов. Любая задача управления запасами в своем решении должна отвечать на два вопроса: какое количество продукции необходимо заказать и какими должны быть сроки размещения последующего заказа.

Управление запасами и их оптимизация, представляет собой задачу создания и поддержания количества запасов, достаточного для обеспечения заданного уровня обслуживания потребителей при минимально возможных затратах [1]. Проблемам управления запасами посвящено множество российских и зарубежных исследований, что позволило создать целый спектр различно-направленных моделей, учитывающих влияние самых разнообразных факторов. Однако, отрасль настолько изменчива, что, как правило, большинство крупных организаций вынуждено использовать свои собственные корпоративные модели для заданных условий, актуальных только в рамках своего предприятия. Для того, чтобы разобраться, по какому принципу необходимо выбрать ту или иную математическую модель необходимо понимание фундаментальных основ их построения, а также знание различных подходов к классификации моделей и методов теории логистики.

При неэффективном управлении запасами предприятие может столкнуться с тем, что объем складских запасов превысит норму, вследствие чего могут образоваться нереализуемые остатки продукции. При отсутствии налаженной системы и рационального подхода к заказу продукции есть риск потери денежных средств или потери важных клиентов, что объясняет актуальность выбранной темы.

В качестве объекта исследования была выбрана ПК «Брусника» (г. Новосибирск, Россия), занимающаяся реализацией некрупных заказов на частное строительство.

Цель работы – совершенствование существующей системы управления запасами предприятия.

Для написания ВКР были поставлены следующие задачи:

1) Изучить литературу и различные научные подходы к классификации математических моделей управления запасами

2) Изучить модель управления запасами с поставками равной периодичности с минимальным оборотным капиталом, инвестируемого в запасы для осуществления цели исследования.

3) Провести анализ существующих моделей, являющихся прямыми конкурентами для выбранной для реализации модели.

4) Провести анализ системы управления запасами ПК «Брусника» (г. Новосибирск, Россия) и дать соответствующие рекомендации.

1 Теоретическая часть исследования

Надежность материального обеспечения напрямую зависит от того, насколько эффективно работает логистическая система управления запасами. Эксперту необходимо оценить, какое количество ресурсов необходимо для бездефицитного обеспечения функционирования предприятия. Это, своего рода, вечный поиск баланса между снижением риска дефицита, путем пополнения запасов и увеличением затрат, связанных с хранением и содержанием этих запасов. Всегда есть риск, что на производстве останется неликвидный товар или, наоборот, объем закупки не удовлетворит имеющийся на нее спрос. От этого зависит, насколько эффективно используется оборотный капитал — основной показатель эффективной работы предприятия. Это объясняет актуальность выбранной темы, так как рациональная трата вкладываемых средств является основной целью любого предприятия [2].

Данная тема хорошо разобрана в литературе и всегда представляла большой интерес не только для логистической сферы экономической системы. В последнее время эксперты оценивают задачу управления запасами как одну из наиболее сложных и важных задач для управления предприятием. За несколько десятков лет было разработано множество математических моделей, позволяющих оптимизировать процесс пополнения материальных запасов. Большое разнообразие моделей определяется тем, какие условия должны быть учтены при научном планировании.

В монографии Д. Букана и Э. Кенигсберга «Научное управление запасами» [3] авторы привели обширный анализ всех основных математических моделей, на основе которых можно путем анализа и доработок получить эффективный метод управления для предприятия с любыми условиями и ограничениями. Книга разделена на две части: первая часть дает подробное введение в теорию, авторы на различных примерах показывают, как та или иная модель работает на практике, вторая часть монографии посвящена математическим методам теории, исследуются статические и динамические модели, модели управления запасами промежуточных продуктов, модели массового обслуживания и модели линейного программирования. Многогранность темы определяется наличием целого комплекса математических моделей управления запасами: от наиболее распространенной модели EOQ (Economic Order Quantity, модель Уилсона), которая позволяет найти минимально допустимый необходимый уровень материальных ресурсов, позволяющих уменьшить операционные затраты, связанные с содержанием запасов, до совершенно иных систем управления ресурсами и предприятием: MRP (Material Requirements Planning, планирование потребностей в материалах), ERP (Enterprise Resource Planning, планирование ресурсов предприятия) и их разновидностей.

В работе [4] автор предлагает по наличию дополнительных условий разделить на три разных раздела все существующие модели. На те, которые используются при рассмотрении задач с заранее определенными параметрами, модели, позволяющие получать результаты в условиях риска и

неопределенности, без учета конкуренции на рынке и те, что учитывают конкуренцию.

Автор учебника «Управление запасами» Бродецкий Г.Л. [5] разделил модели по следующим принципам: по количеству рассматриваемых видов товара (однокомпонентные и многокомпонентные), по характеру атрибутов системы (детерминированные и вероятностные), по количеству заказов на создание запаса (статические и динамические), по наличию или отсутствию дефицита на товар и по стратегии управления (периодические и с критическим уровнем).

В статье [6] изложен алгоритм многокритериального распределения товаров в складской сети. Авторы разработали свой собственный подход для нахождения наилучшего решения распределения запасов в складской сети многокритериальной задачи.

Любая модель управления запасами решает всего два вопроса: оптимальный размер заказа и частота поставок. Однако, для того чтобы дать рациональный ответ на эти вопросы необходимо в полной мере использовать математический аппарат[13]. Это легко объясняется тем, что начальные условия для каждого случая всегда различны. Основным фактором влияния на выбор используемой модели является спрос и его характер.

В зависимости от вида спроса автор разделяет модели на

- вероятностные
- детерминированные

Авторы статьи [7] разработали собственную многопродуктовую модель управления запасами с произвольным объемом поставок и равной периодичностью. В практической части будет использована математическая модель, описанная авторами в вышеприведенном источнике. Эта модель отлично подходит для определения оптимального объема заказа для небольшого предприятия.

1.1 Описание Модели Кулаковых

В предыдущем разделе уже было разобрано такое понятие, как нормировочный множитель k . В монографии Д. Букана и Э. Кенигсберга «Научное управление запасами» [3] нормировочный множитель определяется отношением максимальной стоимости запасов Y_{max} к сумме стоимостей Y_{Σ} . Авторами коэффициент было предложено принимать за среднее значение 0,5, однако в работе не было уделено достаточно внимания для объяснения, по какому критерию выбиралось данное значения. Авторы предположили, что вложенная сумма капитала примерно равна половине максимально-возможной суммы.

Однако, в своем исследовании [8] Кулаков А.Б. и Кулакова Ю.Н. решили определить реальное значение данного коэффициента, снизив риск лишних расходов оборотного капитала при различных условиях. Авторы утверждают, что оценка нормировочного множителя, равная 0,5, слишком усредненная. Заниженное значения приведет к большим тратам, что, в свою очередь, решается лишь дополнительными заимствованиями из бюджета или из банка. Никакому предприятию не нужны лишние затраты на обслуживание, которые связаны с неправильным выбором стратегии управления запасами. Если коэффициент завышен, то это наоборот приводит к переполнению материальных запасов, которое предприятие не сможет полностью реализовать и понесет убытки, связанные с хранением, порчей или неликвидностью запасов.

Поэтому в публикации [8] разработали собственную многопродуктовую модель, которая оценивает нормировочный коэффициент точнее.

Для расчета значения минимаксного нормировочного множителя авторы использовали следующую формулу:

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

где $K^{(n;=)}$ – минимальный из максимальных нормировочный множитель при условии равной стоимости поставляемых товаров;

n – количество номенклатур привезенных ресурсов;

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

Y_{minmax} – минимальная из максимумов суммы стоимости запасов по рассматриваемым вариантам решения задачи оптимизации системы управления запасами, ден. ед.;

При поставке двух товаров с одинаковой стоимостью партий и одинаковой периодичностью минимаксный нормировочный множитель составляет $K^{(2;=)} = 0,5(1+0,5) = 0,75$, что на 50 % выше традиционно принимаемого в расчетах значения 0,5, а значит погрешность в определении размера оборотного капитала, инвестируемого в запасы, составит тоже не менее 50 %, что повлечет для предприятия весьма неблагоприятные последствия в виде экстренного поиска источников финансирования и связанных с этим дополнительных затрат. [12].

Однако, в ситуации с различной стоимостью заказанных товаров ситуация изменяется, т.е. $q_1 p_1 \neq q_2 p_2 \neq \dots \neq q_i p_i \neq \dots \neq q_n p_n$ (где q_i – объем партии поставки товара вида i в натуральном выражении, p_i – цена единицы товара вида i в денежных единицах). Будем считать для определенности, что $q_1 p_1$ является максимальным из всех $q_i p_i$.

Проведенное авторами исследование показало, что минимаксное значение нормировочного множителя для двух товаров с неодинаковой стоимостью поставок равно

$$K^{(2)} = \frac{Y_{minmax}}{Y_{\Sigma}} = 1 - \frac{q_1 p_1 * q_2 p_2}{(q_1 p_1 + q_2 p_2)^2} = 1 - \frac{\frac{q_2 p_2}{q_1 p_1}}{(1 + \frac{q_2 p_2}{q_1 p_1})^2} = 1 - \frac{\gamma_2}{(1 + \gamma_2)^2}. \quad (2)$$

В этой формуле введено обозначение для соотношения между стоимостями поставок $\frac{q_2 p_2}{q_1 p_1} = \gamma_2$ ($0 \leq \gamma_2 \leq 1$).

Пусть, например $q_2 p_2 = 0,5 q_1 p_1$, т. е. стоимость партии поставки второго товара в два раза меньше, чем стоимость партии поставки первого товара, тогда

$$K^{(2)} = 1 - \frac{0,5}{(1 + 0,5)^2} = 0,7778 \quad (3)$$

Полученная величина минимаксного нормировочного множителя очень существенно (почти на 56 %) отличается от традиционно рекомендуемого

значения, равного 0,5, что еще раз подтверждает значимость полученной формулы.

График изменения минимаксного значения нормировочного множителя и оптимального сдвига между поставками второго товара относительно первого как функции отношения стоимости поставки второго товара к стоимости поставки первого представлен на рисунке 1.

Чем ближе стоимости партий поставок друг другу, т. е. чем ближе γ_2 к единице, тем (при условии соблюдения оптимального значения сдвига поставок) ближе минимаксный нормировочный множитель к своему абсолютному минимуму, равному 0,75 (см. рисунок 1). Этот абсолютный минимум может быть получен только в случае равенства стоимости партий поставок, т. е. в модели, рассмотренной ранее.

Для трех товаров с неодинаковой величиной стоимости партий поставки было получено выражение вида

$$K^3 = 1 - \frac{\gamma_2 + \gamma_3 + \gamma_2 \gamma_3}{(1 + \gamma_2 + \gamma_3)^2} . \quad (4)$$

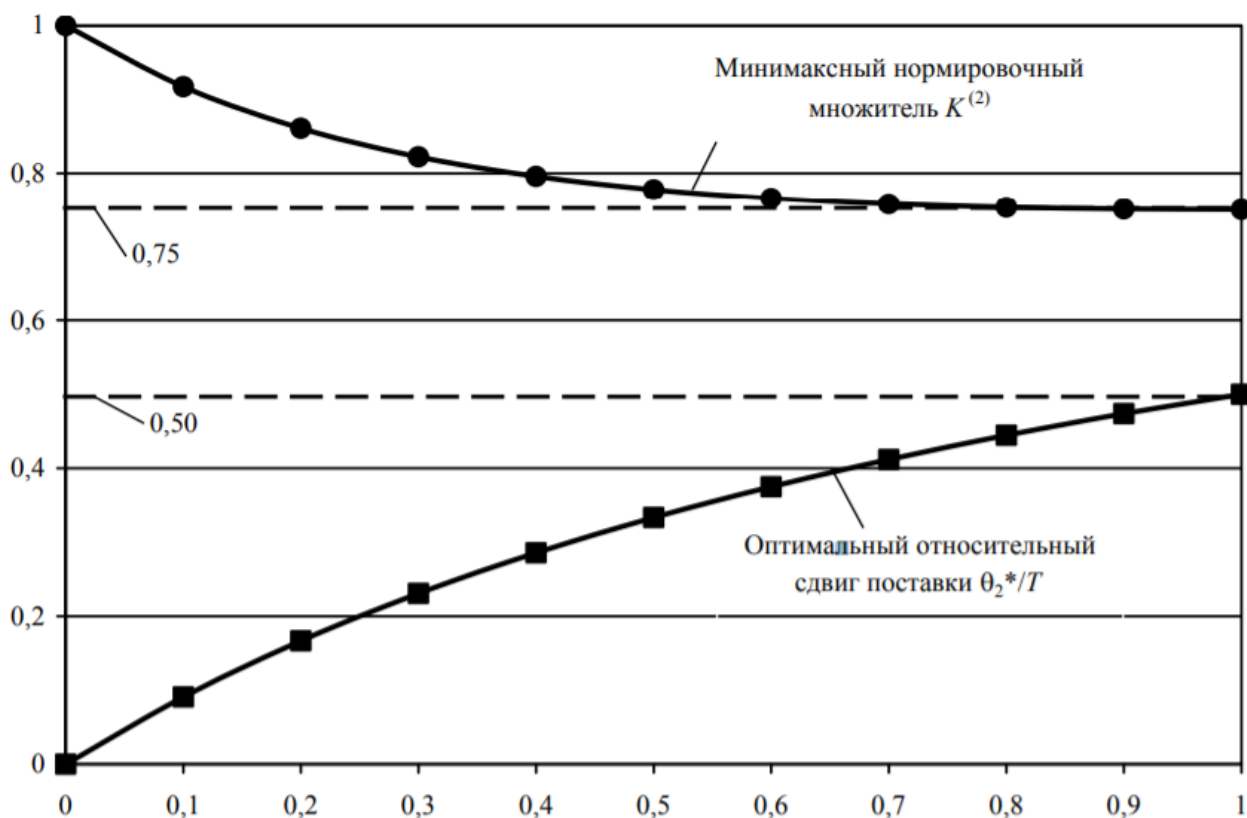


Рисунок 1 - Зависимость минимаксных значений нормировочного множителя $K^{(2)}(\gamma_2)$ и относительного сдвига поставки второго товара по отношению к первому $\frac{\theta_2^*}{T}(\gamma_2)$ от изменения отношения стоимостей партий поставок второго и первого товаров ($\gamma_2 = q_2 p_2 / q_1 p_1$)

При работе с исследуемой моделью в формулах была найдена зависимость. Получаем общий вид формулы минимаксного нормировочного множителя для n видов товаров, которые поставляются в равных периодах при различной цене, в виде

$$K^{(n)} = 1 - \frac{\sum_{i=1 \dots n-1, j=2 \dots n, i < j} q_i p_i * q_j p_j}{(\sum_{i=1}^n q_i p_i)^2}. \quad (5)$$

Здесь j обозначает номер вида товара, больший, чем номер вида товара i .

Данную формулу можно представить через отношения стоимостей партий поставок ($\gamma_i = \frac{q_i p_i}{q_1 p_1}$) (для всех $i = 2 \dots n$ выполняется условие $0 \leq \gamma_i \leq 1$):

$$K^{(n)} = 1 - \frac{\sum_{i=2 \dots n} \gamma_i + \sum_{i=2 \dots n-1, j=3 \dots n, i < j} \gamma_i \gamma_j}{(1 + \sum_{i=2}^n \gamma_i)^2}. \quad (6)$$

Полученную формулу можно упростить, если учесть, что по определению $\gamma_1 = \frac{q_1 p_1}{q_1 p_1} = 1$, получим

$$K^{(2)} = 1 - \frac{\sum_{i=1 \dots n-1, j=2 \dots n, i < j} \gamma_i \gamma_j}{(\sum_{i=1}^n \gamma_i)^2}. \quad (7)$$

$$K^{(2)} = 1 - \frac{q_1 p_1 * q_2 p_2}{(q_1 p_1 + q_2 p_2)^2}. \quad (8)$$

Немаловажен вопрос, как соотносятся между собой варианты разработанных многопродуктовых моделей управления запасами, когда стоимости поставок одинаковы или различаются, притом, что сумма стоимостей одна и та же. Другими словами, как более рационально инвестировать ограниченный по размеру оборотный капитал: в поставки разных товаров с одинаковой стоимостью партий или с разной стоимостью? Рассмотрим простейший случай с двумя товарами, когда минимаксный нормировочный множитель вычисляется по формуле

Представим стоимости поставок в виде $q_1 p A_1 = qp + \Delta$, $q_2 p_2 = qp - \Delta$ и подставим эти выражения в $K^{(2)}$

$$K^{(2)} = 1 - \frac{(qp + \Delta)(qp - \Delta)}{(2qp)^2} = 0,75 + \left(\frac{\Delta}{2qp}\right)^2. \quad (9)$$

Следовательно, модель Кулаковых демонстрирует, что нормировочный множитель увеличивается даже под влиянием незначительных отклонений цены закупочных ресурсов от их одинакового значения параметра qp . Это влечет за собой увеличение объема оборотных средств, которые требуются для создания необходимого объема материальных ресурсов на предприятии

1.2 Многопродуктовая модель управления запасами с равной периодичностью поставок

Анализ модели Кулаковой Ю.Н. и Кулакова А.Б. показал, что 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. Кроме того, детальный анализ трехпродуктовой модели Кулаковой Ю.Н. и Кулакова А.Б. показал, что докупить можно только третий ресурс (самый «легкий») в самый ранний момент времени t_3 , а на покупку второго ресурса в момент времени $t_2 > t_3$ средств не хватает.

Авторы статьи [7] предлагают другую модель, в которой пополнение недостающих ресурсов производится в объёме, равном дефициту данного ресурса.

1.2.1 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

$$d_1 q_1 + k_2 d_2 q_2 = Y_m. \quad (9)$$

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

Получим модель. Введем обозначения

$$\begin{aligned} b &= b_1 + b_2; a = a_1 + a_2; a_1 = d_1 q_1; a_2 = q_2 \mu_2; \\ b_1 &= a_1/T; b_2 = a_2/T; b = a/T. \end{aligned} \quad (10)$$

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

$$\begin{aligned} Y_m^{(2)} - b t_2 + a_2(1 - k_2) &= Y_m^{(2)}, \\ k_2 a_2 &= b_2 t_2, \\ Y_m^{(2)} &= a_1 + k_2 a_2 \end{aligned} \quad (11)$$

где k_2 – доля второго ресурса в начале цикла.

Решая систему получим

$$\begin{aligned} t_2 &= \frac{a_2}{b + b_2}; k_2 = \frac{b_2}{a_2} t_2 = \frac{b_2}{b + b_2}; \\ Y_m^{(2)} &= a_1 + k_2 a_2 = a_1 + a_2 \frac{b_2}{b + b_2}. \end{aligned} \quad (12)$$

В терминах величин a_i ищем

$$\begin{aligned} t_2 &= \frac{a_2}{a + a_2} T; \\ k_2 &= \frac{a_2}{a + a_2}; \\ Y_m^{(2)} &= a_1 + k_2 a_2 = a_1 + a_2 \frac{a_2}{a + a_2}. \end{aligned} \quad (13)$$

Нормировочный коэффициент

$$K^{(2)} = \frac{Y_m^{(2)}}{Y_\Sigma^{(2)}} = \frac{1}{a} \left(a_1 + a_2 \frac{a_2}{a + a_2} \right). \quad (14)$$

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

1.2.2 Трёхпродуктовая модель ($n=3$)

Пусть $a = a_1 + a_2 + a_3$; $b = b_1 + b_2 + b_3$

Полагаем, что в начале цикла первый ресурс закупается полностью, второй и третий ресурсы – частично, кроме того, считаем $a_1 \geq a_2 \geq a_3$. Ресурсы расходуются с постоянной скоростью b_1 , b_2 и b_3 .

Система уравнений, определяющих минимальную величину ресурсов Y_m и моменты докупки второго и третьего ресурсов имеет вид

$$\begin{aligned} Y_m^{(3)} - bt_3 + a_3(1 - k_3) &= Y_m^{(3)}, \\ Y_m^{(3)} - bt_2 + a_3(1 - k_3) + a_2(1 - k_2) &= Y_m^{(3)}, \\ k_3t_3 &= b_3t_3, \\ k_2a_2 &= b_2t_2, \\ Y_m^{(3)} &= a_1 + k_2a_2 + k_3a_3. \end{aligned} \tag{15}$$

Из первого и третьего уравнений системы (15) находим

$$\begin{aligned} t_3 &= \frac{a_3}{b+b_3}; k_2 = \frac{b_3}{a_3} t_3 = \frac{b_3}{b+b_3}, \text{ а из второго и четвертого следует} \\ t_2 &= \frac{1}{b+b_2} \left(a_2 + a_3 \frac{b}{b+b_3} \right); k_2 = \frac{b_2}{a_2} t_2 = \frac{b_2}{a_2(b+b_2)} \left(a_2 + a_3 \frac{b}{b+b_3} \right). \end{aligned}$$

Таким образом, решение системы имеет вид

$$\begin{aligned} t_3 &= \frac{a_3}{b + b_3}, \\ k_3 &= \frac{b_3}{a_3} t_3 = \frac{b_3}{b + b_3}; \\ t_2 &= \frac{1}{b + b_2} \left(a_2 + a_3 \frac{b}{b + b_3} \right), \\ k_3 &= \frac{b_2}{a_2} t_2 = \frac{b_2}{a_2(b + b_2)} \left(a_2 + a_3 \frac{b}{b + b_3} \right); \\ Y_m^{(3)} &= a_1 + k_2a_2 + k_3a_3. \end{aligned} \tag{16}$$

или

$$\begin{aligned}
t_3 &= \frac{a_3}{a + a_3} T, \\
k_3 &= \frac{a_3}{a + a_3}; \\
t_2 &= \frac{1}{a + a_2} \left(a_2 + a_3 \frac{a}{a + a_3} \right) T, \\
k_3 &= \frac{1}{(a + a_2)} \left(a_2 + a_3 \frac{a}{a + a_3} \right); \\
Y_m^{(3)} &= a_1 + k_2 a_2 + k_3 a_3.
\end{aligned} \tag{17}$$

Перепишем минимальный запас ресурсов в терминах величин a_i
 $(i = 1, 2, 3)$

$$Y_m^{(3)} = a_1 + \frac{1}{(a + a_2)} \left(a_2 + a_3 \frac{a}{a + a_3} \right) a_2 + \frac{a_3}{a + a_3} a_3. \tag{18}$$

Тогда нормировочный коэффициент $K^{(3)}$ равен

$$K^{(3)} = \frac{Y_m^{(3)}}{Y_\Sigma^{(3)}} = \frac{1}{a} \left(a_1 + \frac{1}{(a + a_2)} \left(a_2 + a_3 \frac{a}{a + a_3} \right) a_2 + \frac{a_3}{a + a_3} a_3 \right). \tag{19}$$

1.2.3 Четырёхпродуктовая модель ($n=4$)

Имеем $a = a_1 + a_2 + a_3 + a_4$; $b = b_1 + b_2 + b_3 + b_4$. Кроме того, полагаем $a_1 \geq a_2 \geq a_3 \geq a_4$.

Запишем модель

$$\begin{aligned}
Y_m^{(4)} - b t_4 + a_4(1 - k_4) &= Y_m^{(4)}, \\
Y_m^{(4)} - b t_3 + a_4(1 - k_4) + a_3(1 - k_3) &= Y_m^{(4)}, \\
Y_m^{(4)} - b t_2 + a_4(1 - k_4) + a_3(1 - k_3) + a_2(1 - k_2) &= Y_m^{(4)}, \\
k_4 a_4 &= b_4 t_4, \\
k_3 a_3 &= b_3 t_3, \\
b_2 t_2 &= b_2 t_2, \\
Y_m^{(4)} &= a_1 + k_2 a_2 + k_3 a_3 + k_4 a_4.
\end{aligned} \tag{20}$$

Решая систему уравнений получим

$$t_4 = \frac{a_4}{b + b_4};$$

$$\begin{aligned}
k_4 &= \frac{b_4}{a_4} t_4 = \frac{b_4}{b + b_4}; \\
t_3 &= \frac{1}{b + b_3} \left(a_3 + a_4 \frac{b}{b + b_4} \right); \\
k_3 &= \frac{b_3}{a_3} t_3 = \frac{b_3}{a_3(b + b_3)} \left(a_3 + a_4 \frac{b}{b + b_4} \right); \\
t_2 &= \frac{1}{b + b_2} \left(a_2 + \frac{b(a_3 - b_3 \frac{a_4}{b + b_4})}{(b + b_3)} + a_4 \frac{b}{b + b_4} \right); \\
k_2 &= \frac{b_2}{a_2} t_2 = \frac{b_2}{a_2(b + b_2)} \left(a_2 + \frac{b(a_3 - b_3 \frac{a_4}{b + b_4})}{(b + b_3)} + a_4 \frac{b}{b + b_4} \right). \tag{21}
\end{aligned}$$

В терминах величин a_i получим

$$\begin{aligned}
t_4 &= \frac{a_4}{a + a_4} T; \\
k_4 &= \frac{a_4}{a + a_4}; \\
t_3 &= \frac{1}{a + a_3} \left(a_3 + a_4 \frac{a}{a + a_4} \right) T; \\
k_3 &= \frac{1}{(a + a_3)} \left(a_3 + a_4 \frac{a}{a + a_4} \right); \\
t_2 &= \frac{1}{a + a_2} \left(a_2 + a_3 \frac{a^2}{(a + a_3)(a + a_4)} + a_4 \frac{a}{a + a_4} \right) T; \\
k_2 &= \frac{1}{(a + a_2)} \left(a_2 + a_3 \frac{a^2}{(a + a_3)(a + a_4)} + a_4 \frac{a}{a + a_4} \right). \tag{22}
\end{aligned}$$

Минимальный запас ресурсов в терминах величин $a_i (i = 1, 2, 3, 4)$ равен

$$\begin{aligned}
Y_m^{(4)} &= a_1 + \frac{1}{(a + a_2)} \left(a_2 + a_3 \frac{a^2}{(a + a_3)(a + a_4)} + a_4 \frac{a}{a + a_4} \right) a_2 + \\
&\quad + \frac{1}{(a + a_3)} \left(a_3 + a_4 \frac{a}{a + a_4} \right) a_3 + \frac{a_4}{a + a_4} a_4 \tag{23}
\end{aligned}$$

Для нормировочного коэффициента $K^{(4)}$ имеем

$$K^{(4)} = \frac{Y_m^{(4)}}{Y_\Sigma^{(4)}} = \frac{1}{a} \left(a_1 + \frac{1}{(a+a_2)} \left(a_2 + a_3 \frac{a^2}{(a+a_3)(a+a_4)} + a_4 \frac{a}{a+a_4} \right) a_2 + \right. \\ \left. + \frac{1}{(a+a_3)} \left(a_3 + a_4 \frac{a}{a+a_4} \right) a_3 + \frac{a_4}{a+a_4} a_4 \right). \quad (24)$$

1.2.4 n - продуктовая модель

Продолжая аналогичные рассуждения, получим

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

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

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

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

$$Y_m^{(n)} = \sum_{j=1}^n k_j a_j, k_1 = 1, n \geq 2. \quad (25)$$

Нормировочный коэффициент для n -продуктовой модели равен

$$K^{(n)} = \frac{Y_m^{(n)}}{Y_\Sigma^{(n)}} = \frac{\sum_{j=1}^n k_j a_j}{\sum_{j=1}^n a_j}, k_1 = 1, n \geq 2. \quad (26)$$

1.2.5 Численное моделирование

В данном разделе приведены результаты численного моделирования:

Модель Кулаковой Ю.Н. дает следующее решение

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

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

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

$$K^{(n)} = \frac{Y_m^{(n)}}{Y_\Sigma^{(n)}} = \frac{\sum_{j=1}^n k_j a_j}{\sum_{j=1}^n a_j}, k_1 = 1, n \geq 2. \quad (27)$$

Рассмотрим случай равной стоимости поставок $a_1 = a_2 = \dots = a_n$.

Тогда, исходя из предыдущих рассуждений

$$\begin{aligned}
 t_n &= \frac{T}{n+1}, k_n = \frac{1}{n+1}; \\
 t_j &= \frac{T}{n+1} \left(1 + \sum_{r=j+1}^n (1 - k_r) \right); \\
 k_j &= \frac{b_j}{a_j} t_j = \frac{1}{n+1} (1 + \sum_{r=j+1}^n (1 - k_r)), j = 2, \dots, n-1; \\
 Y_m^{(n)} &= \sum_{j=1}^n k_j a_j, k_1 = 1, n \geq 2; \\
 K^{(n)} &= \frac{Y_m^{(n)}}{Y_\Sigma^{(n)}} = \frac{1 + \sum_{j=2}^n k_j}{n}, n \geq 2.
 \end{aligned} \tag{28}$$

Для модели Кулаковых имеем

$$\begin{aligned}
 t_j &= \frac{T}{n}, k_j = \frac{j-1}{n}, j = 2, \dots, n; \\
 Y_m^{(n)} &= a_1 \left(1 + \sum_{j=2}^n \frac{j-1}{n} \right), n \geq 2. \\
 K^{(n)} &= \frac{Y_m^{(n)}}{Y_\Sigma^{(n)}} = \frac{1}{n} \left(1 + \sum_{j=2}^n \frac{j-1}{n} \right), n \geq 2.
 \end{aligned} \tag{29}$$

Вычислим величину неиспользованных ресурсов к концу цикла при равной стоимости товаров. Заметим, что первый ресурс используется всегда полностью в обеих моделях.

По исследуемой модели имеем:

при $n = 2$

$$\begin{aligned}
 t_2 &= \frac{1}{3}T, k_2 = \frac{1}{3}, b_2 = a_2/T; \\
 a_2(1 - k_2) - b_2(T - t_2) &= a_2 \left(1 - k_2 - \frac{1}{T} (T - \frac{T}{3}) \right) = 0,
 \end{aligned} \tag{30}$$

т.е. 2-й ресурс используется полностью;

при $n = 3$

$$\begin{aligned}
 t_3 &= \frac{T}{4}, k_3 = \frac{1}{4}, t_2 = \frac{7}{16}T, k_2 = \frac{7}{16}; b_i = \frac{a_i}{T} = \text{const} \\
 a_3(1 - k_3) - \frac{a_3}{T}(T - t_3) &= a_3 \frac{3}{4} - \frac{a_3}{T}(T - \frac{T}{4}) = 0; \\
 a_2(1 - k_2) - \frac{a_2}{T}(T - t_2) &= a_2 \frac{9}{16} - a_2(T - \frac{7}{16}T) = 0.
 \end{aligned} \tag{31}$$

Здесь также оба ресурса (2-й и 3-й) используются полностью;

при $n = 4$

$$\begin{aligned}
 t_4 &= \frac{T}{5}, k_4 = \frac{1}{5}, t_3 = \frac{9}{25}T, k_3 = \frac{9}{25}; t_2 = \frac{61}{125}T, k_4 = \frac{61}{125}, b_i = \frac{a_i}{T} = \text{const} \\
 a_4(1 - k_4) - \frac{a_4}{T}(T - t_4) &= a_4 \frac{4}{5} - a_4(T - \frac{1}{5}T) = 0; \\
 a_3(1 - k_3) - \frac{a_3}{T}(T - t_3) &= a_3 \frac{16}{25} - a_3(T - \frac{9}{25}T) = 0; \\
 a_2(1 - k_2) - \frac{a_2}{T}(T - t_2) &= a_2 \frac{64}{125} - a_2(T - \frac{61}{125}T) = 0.
 \end{aligned} \tag{32}$$

т.е. используются все ресурсы полностью.

По модели Кулаковых имеем

при $n = 2$

$$\begin{aligned}
 t_2 &= \frac{1}{2}T, k_2 = \frac{1}{2}, b_2 = a_2/T; \\
 a_2 - b_2(T - t_2) &= a_2 \left(1 - \frac{1}{T}(T - \frac{T}{2})\right) = \frac{a_2}{2}.
 \end{aligned} \tag{33}$$

Таким образом, к концу цикла остался наполовину недоиспользованный 2-й ресурс.

при $n = 3$

$$\begin{aligned}
t_3 &= \frac{T}{3} = \text{const}, k_2 = \frac{2}{3}, k_3 = \frac{1}{3}; b_i = \frac{a_i}{T} = \text{const}; \\
a_3 - \frac{a_3}{T}(T - t_3) &= a_3 \left(1 - \frac{1}{T}(T - \frac{T}{3})\right) = \frac{1}{3}a_3, \\
a_2 - \frac{a_2}{T}(T - t_2) &= a_2 \left(1 - \frac{1}{T}(T - \frac{T}{3})\right) = \frac{1}{3}a_2.
\end{aligned} \tag{34}$$

т.е. к концу цикла недоиспользованы по 1/3 второго и третьего ресурсов.
при $n = 4$

$$\begin{aligned}
t_4 &= \frac{T}{4} = \text{const}, k_2 = \frac{3}{4}, k_3 = \frac{2}{4}; k_4 = \frac{1}{4}, b_i = \frac{a_i}{T} = \text{const}; \\
a_4 - \frac{a_4}{T}(T - t_4) &= a_4 \left(1 - \frac{1}{T}(T - \frac{T}{4})\right) = \frac{1}{4}a_4, \\
a_3 - \frac{a_3}{T}(T - t_3) &= a_3 \left(1 - \frac{1}{T}(T - \frac{T}{4})\right) = \frac{1}{4}a_3, \\
a_2 - \frac{a_2}{T}(T - t_2) &= a_2 \left(1 - \frac{1}{T}(T - \frac{T}{4})\right) = \frac{1}{4}a_2.
\end{aligned} \tag{35}$$

К концу цикла остались по 1/4 всех ресурсов (кроме первого).

Нормировочный коэффициент $KМ(t)$ меньше, чем коэффициент $KК(t)$.
Так как в модели Кулаковых авторы выбрали стратегию пополнению ресурсов в максимальном объеме, то в результате требуются бóльшие вложения в оборотные средства. Исследуемая модель, наоборот, подразумевают докупку только тех товаров, которые необходимы.

2 Практическая часть исследования

Целью работы является минимизация оборотных средств компании ПК «Брусника» за апрель-июль 2019. Исходные данные по приходу материалов представлены в Приложении 1. В ходе выполнения работы были применены обе модели для того, чтобы сравнить их эффективность. Все вычисления выполнялись в программе Mathcad. Листинг программы расчётов в mathcad вы можете увидеть в Приложении 2 и Приложении 3.

2.1 Сравнение оборотных средств по двум моделям

После вычисления в программе Mathcad результаты двух видов моделей были выведены в таблицу Microsoft Excel.

Таблица 1 – Сводная таблица полученных оборотных средств

	Исследуемая модель	Модель Кулаковых	Реальные затраты
апрель	236088,04	264130,65	424644
май	297558,96	334426,67	528645
июнь	176727,08	198731,21	317187
июль	239156,21	268011,24	422916
За все время	949515,52	1066222,12	1693392

По нашим расчетам сразу заметно, что при использовании научного подхода, управление запасами с помощью математических моделей значительно оптимизирует процесс капиталовложения. Сравним эффективность работы наших моделей с помощью детального рассмотрения результатов.

Для наглядности был сделан график, отражающий величину оборотных средств на создание запасов на предприятии в виде гистограммы (Рис. 2). По рисунку сразу видно, что реально потраченные средства значительно больше, чем минимально необходимые затраты по исследуемой модели и по модели Кулаковых. Также очевидно, что исследуемая модель больше экономит средства, чем модель Кулаковых.

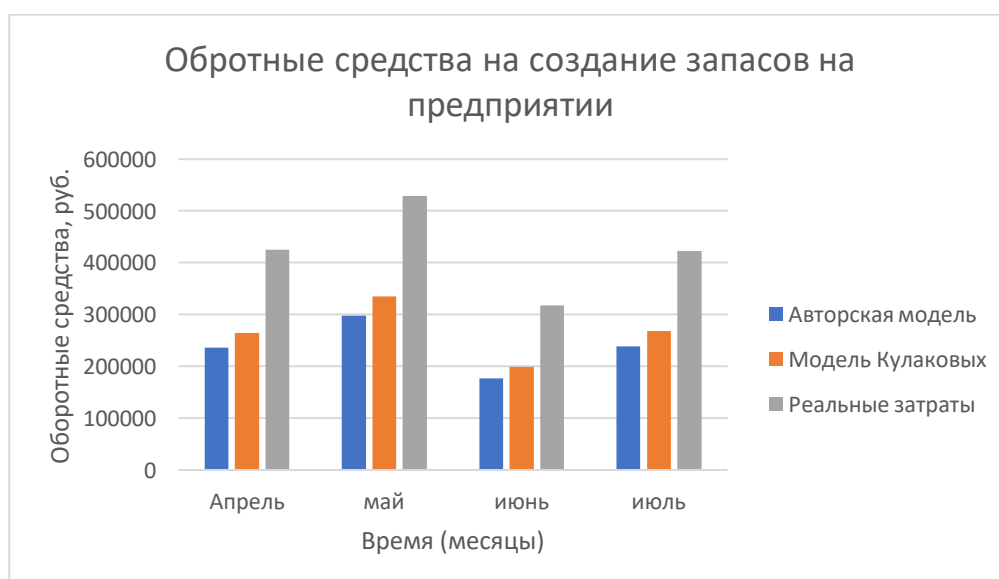


Рисунок 2 – Оборотные средства на создание запасов на предприятии

Разница между двумя применяемыми моделями не такая значительная, поэтому рассчитаем процентную долю экономии средств для того, чтобы оценить эффективность моделей.

Таблица 2 – Сравнение минимизации оборотных средств по модели Кулаковых и по исследуемой модели в процентном соотношении.

	Сравнение моделей (доля экономии)	
	Исследуемая модель	Модель Кулаковых
Апрель	0,44	0,37
май	0,43	0,36
июнь	0,44	0,37
июль	0,43	0,36

По таблице 2 сразу видно, что исследуемая модель экономит 43-44% вложенных средств, при том, что модель Кулаковых сокращает затраты лишь на 36-37%. Также необходимо отметить, что исследуемая модель на 7% эффективнее модели конкурентов. Казалось бы, что разница незначительная, но если предположить, что при росте компании бюджет будет измеряться не в тысячах, а, например, в миллионах, тогда 7% дадут значимую экономию средств. Визуальное представление экономии средств по нашим моделям можно увидеть на рисунке 3.

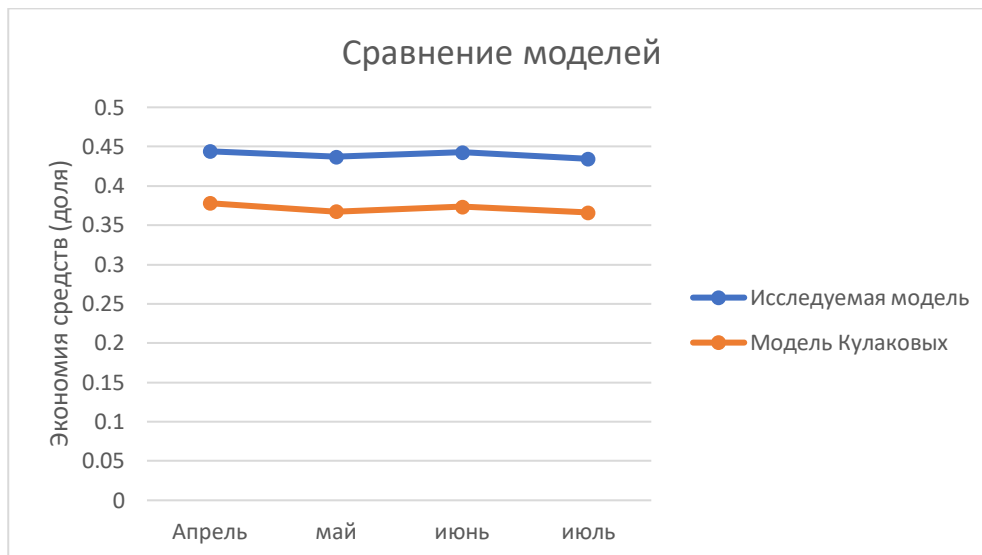


Рисунок 3 – Сравнение эффективности экономии оборотных средств по модели Кулаковых и по исследуемой модели

На рисунке 4 представлен график, где видно, по исследуемой модели объем закупок меньше, а первый ресурс полностью реализован. Такой же результат мы наблюдаем и у модели Кулаковых, однако объем закупок выше, в сравнении с другой моделью. Это означает, что при использовании авторской модели значительно уменьшится количество неиспользованных ресурсов.

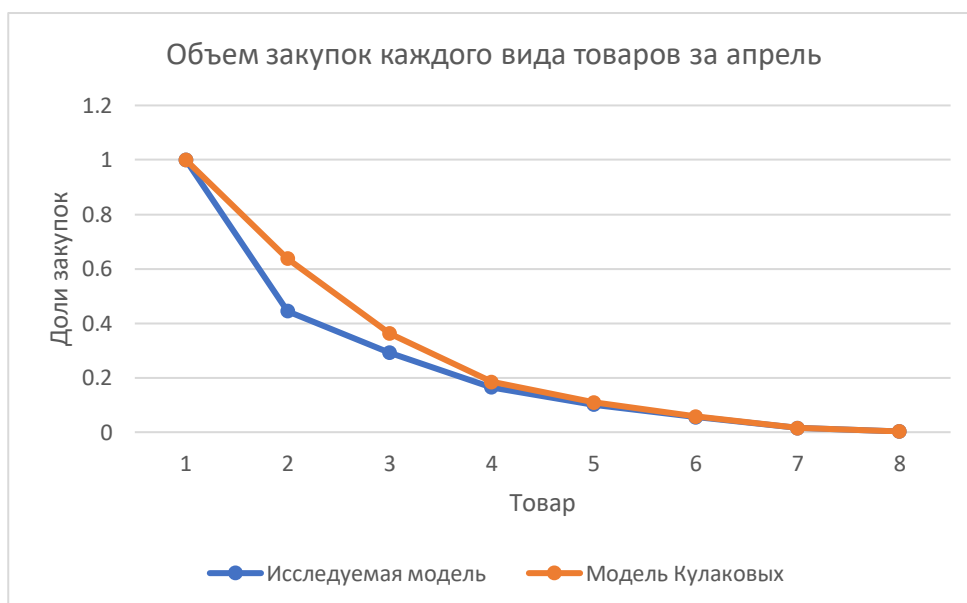


Рисунок 4 – Сравнение объема закупок каждого вида товаров

На рисунке 5 представлен график периодичности поставок, где видно, что по исследуемой модели поставки осуществляются реже, чем по модели Кулаковых.

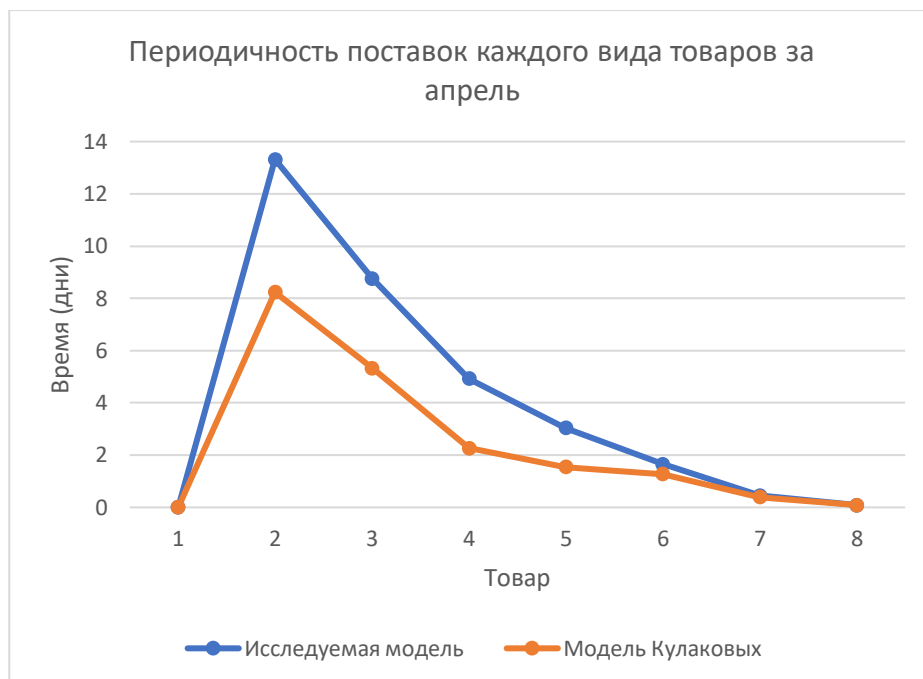


Рисунок 5 – Периодичность поставок каждого вида товаров за апрель 2019

Вывод

В программной среде Mathcad была написана, которая продемонстрировала работу двух математических моделей управления запасами. Было показано, что исследуемая модель эффективнее экономит денежные средства предприятия. Все найденные параметры оказались качественно лучше, чем по результатам работы модели-конкурента. Исходя из этого, можно порекомендовать в своей деятельности использовать математическую многопродуктовую модель управления запасами с равной периодичностью поставок для минимизации оборотных средств, затрачиваемых на пополнение запасов.

В ходе выполнения дипломной работы была исследована многопродуктовая модель управления запасами с произвольным объемом поставок и равной периодичностью, проведен сравнительный анализ с моделью Кулаковых. Исследуемая модель оказалась эффективнее модели Кулаковых и порекомендована для постоянного использования на предприятии ПК «Брусника».

3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Выполнение грамотной научно-исследовательской работы требует наличия экономической оценки всех её элементов: как объекта исследования, так и методов, которые для этого используются. Целью данного раздела является комплексное описание и анализ финансово-экономических аспектов построения многофакторной модели управления запасами предприятия. Для достижения поставленной цели необходимо выполнить следующие задачи:

- провести SWOT-анализ;
- определить эффективность исследования
- провести планирование научно-исследовательской работы;
- произвести расчёт бюджета научно-исследовательской работы;
- составить оценку научно-технического эффекта.

3.1. Организация и планирование работы

При организации процесса реализации данного исследования необходимо рационально планировать занятость каждого из его участников и сроки проведения отдельных работ.

В данном пункте составляется полный перечень проводимых работ, определяются их исполнители и рациональная продолжительность. Так как число исполнителей редко превышает двух в большинстве случаев, то для наглядного результата чаще пользуются линейным графиком. Для построения такого графика приведем в таблице – 8 перечень работ и занятость исполнителей.

Таблица – 3. Перечень работ и продолжительность их выполнения

№ Этапа	Этапы работы	Исполнители	Загрузка исполнителей
1	Постановка целей и задач, получение исходных данных	Научный руководитель	НР – 100%
2	Составление и утверждение ТЗ	Научный руководитель, студент	НР – 100% С – 10%
3	Подбор и изучение материалов по тематике	Научный руководитель, студент	НР – 50% С – 100%
4	Разработка календарного плана	Научный руководитель, студент	НР – 100% С – 10%
5	Обсуждение литературы	Научный руководитель, студент	НР – 30% С – 100%
6	Написание программы	Студент	С – 100%
7	Тестирование программы	Студент	С – 100%
8	Оформление расчетно-пояснительной записки	Студент	С – 100%
9	Оформление графического материала	Студент	С – 100%
10	Анализ полученных результатов	Научный руководитель, студент	НР – 60% С – 100%

3.1.1 Продолжительность этапов 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 проекта оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества

трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ож}$ используется следующая формула:

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

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

t_{min} – минимальная продолжительность работы, дн.;

t_{max} – максимальная продолжительность работы, дн.

Для выполнения перечисленных в таблице 8 работ, требуется группа специалистов из следующего состава:

- Студент (С), соискатель степени бакалавра;
- Научный руководитель (НР).

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях $T_{рд}$, учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Так, для построения линейного графика необходимо рассчитать длительность этапов в рабочих днях, а затем перевести ее в календарные дни. Расчет продолжительности выполнения каждого этапа в рабочих днях ($T_{рд}$ ведется по формуле:

$$T_{рд} = \frac{t_{ож}}{K_{вн}} \cdot K_{д},$$

где $t_{ож}$ – продолжительность работы, дн.;

$K_{вн}$ – коэффициент выполнения работ, учитывающий влияние внешних факторов на соблюдение предварительно определенных длительностей, в частности, возможно $K_{вн} = 1$;

$K_{д}$ – коэффициент, учитывающий дополнительное время на компенсацию непредвиденных задержек и согласование работ ($K_{д} = 1–1,2$; в этих границах конкретное значение принимает сам исполнитель). Возьмем значение $K_{д} = 1$.

Продолжительность этапов работ и их трудоемкости по исполнителям, занятым на каждом этапе представлена в таблице – 4.

Таблица – 4. Временные показатели проведения научного исследования

№ Этапа	Исполнители	Продолжительность работ, дни			Трудоемкость работ, дни			
					Т _{рд}		Т _{кд}	
		t_{min}	t_{max}	$t_{ож}$	НР	С	НР	С
1	Научный руководитель	1	2	1,6	1,6	-	1,92	-
2	Научный руководитель, студент	5	10	7	7	0,7	8,4	0,84
3	Научный руководитель, студент	10	15	12	6	12	7,2	14,4
4	Научный руководитель, студент	5	10	7	7	0,7	8,4	0,84
5	Научный руководитель, студент	1	2	1,6	1,6	0,48	1,92	0,58
6	Студент	15	20	17	-	17	-	20,4
7	Студент	3	5	3,8	-	3,8	-	4,56
8	Студент	10	20	14	-	14	-	16,8
9	Студент	1	2	1,6	-	1,6	-	1,92
10	Научный руководитель, студент	5	10	7	4,2	7	5,04	8,4
Итого:				72,6	27,4	57,28	32,88	68,74

3.1.2 Разработка графика проведения научного исследования

Выполнение ВКР является небольшим по объему исследованием, поэтому наиболее удобным и наглядным является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта.

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

$$T_{\text{КД}} = T_{\text{РД}} \cdot T_{\text{К}},$$

где $T_{\text{КД}}$ – продолжительность выполнения этапа в календарных днях;

$T_{\text{К}}$ – коэффициент календарности, позволяющий перейти от длительности работ в рабочих днях к их аналогам в календарных днях, который определяется по следующей формуле:

$$T_{\text{К}} = \frac{T_{\text{КАЛ}}}{T_{\text{КАЛ}} - T_{\text{ВД}} - T_{\text{ПД}}},$$

где $T_{\text{КАЛ}}$ – календарные дни ($T_{\text{КАЛ}} = 365$);

$T_{\text{ВД}}$ – выходные дни ($T_{\text{ВД}} = 52$ для при шестидневной рабочей недели);

$T_{\text{ПД}}$ – праздничные дни ($T_{\text{ПД}} = 10$).





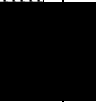






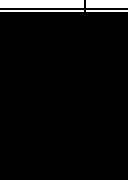
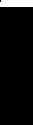


$$T_{\text{К}} = \frac{365}{365 - 52 - 10} = 1,20.$$

Таким образом, коэффициент календарности $T_{\text{К}}$ равен 1,20.

Величины трудоемкости этапов по исполнителям $T_{\text{КД}}$ (данные столбцов 8 и 9 кроме итогов) позволяют построить линейный график осуществления проекта.

Пример построения линейного графика приведен в таблице – 5.

Таблица – 5. Линейный график работ

Этап	Вид работ	НР	С	Продолжительность выполнения работ								
				март			апрель			май		
				10	20	30	10	20	30	10	20	30
1	Постановка целей и задач, получение исходных данных	1,92	-									
2	Составление и утверждение ТЗ	8,4	0,84	 								
3	Подбор и изучение материалов по тематике	7,2	14,4		 							
4	Разработка календарного плана	8,4	0,84			 						
5	Обсуждение литературы	1,92	0,58				 					
6	Написание программы	-	20,4									
7	Тестирование программы	-	4,56									
8	Оформление расчетно-пояснительной записки	-	16,8									
9	Оформление графического материала	-	1,92									
10	Анализ полученных результатов	5,04	8,4								 	



–Научный руководитель;



– Студент.

3.2. SWOT-анализ

SWOT-анализ представляет собой сводную таблицу, иллюстрирующую связь между внутренними и внешними факторами компании. Целью SWOT-анализа является предоставление возможности оценки риска и конкурентоспособности компании или товара в данной отрасли производства.

Методика SWOT-анализа необходима, для того, чтобы определить наиболее прозрачное на положение компании, продукции или услуги в данной отрасли.

Приведем матрицу SWOT-анализа для многопродуктовой модели управления запасами. (Табл. 6)

Таблица – 6. Матрица SWOT - анализа

	Сильные стороны	Слабые стороны
	С1. Затраты на оборотный капитал с максимальным эффектом С2. Модель, в которой пополнение недостающих ресурсов производится в объеме, равном дефициту данного ресурса. С3.Применима в любой отрасли, где требуются закупки	Сл1. Требуется знания множество программ Сл2. Небольшая теоретическая база управления запасами Сл3. Отсутствие у потенциальных потребителей квалифицированных кадров по работе с научной разработкой

Возможности	В1С1	В3Сл1
<p>В1. Заработать на продаже данного метода</p> <p>В2. Расчёт нормировочного множителя оборотного капитала</p> <p>В3. Повышение стоимости конкурентных разработок</p>	<p>Так как эта модель применима в любой отрасли есть возможность заработать на продаже данного метода.</p> <p>Повышение стоимости конкурентных разработок становится возможным, так как затраты на оборотный капитал с максимальным эффектом.</p>	<p>Отсутствие знаний программ затормаживает быстрый расчет нормировочного множителя оборотного капитала.</p>
Угрозы	У1У2С1	У1Сл1
<p>У1. Отсутствие интереса и спроса на новые модели</p> <p>У2. Развитая конкуренция моделей</p> <p>У3. Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования со стороны государства</p>	<p>Затраты на оборотный капитал с максимальным эффектом исключает возможность угрозы отсутствия интереса и спроса на данную новую модель.</p>	<p>Развитая конкуренция моделей может усугубить дело и затормозить процесс при отсутствии у потенциальных потребителей квалифицированных кадров по работе с научной разработкой.</p>

В данном примере SWOT-анализа основной перспективой является возможность заработать на продаже данного метода. Однако отсутствие знаний программ затормаживает быстроту расчета нормировочного множителя оборотного капитала. Поэтому следует рассмотреть возможность повышения стоимости конкурентных разработок. Оно становится возможным, так как затраты на оборотный капитал с максимальным эффектом. В настоящее время

целью любой компании и научно исследовательской работы считается минимизировать затраты.

Однако, развитая конкуренция моделей является основной угрозой. Затраты на оборотный капитал с максимальным эффектом исключают возможность угрозы отсутствия интереса и спроса на данную новую модель.

SWOT-анализ показал нам, на что стоит обратить более пристальное внимание, и что следует делать, чтобы воспользоваться появляющимися возможностями и избежать угроз.

3.3. Анализ конкурентных решений

Основными конкурентами нашей модели управления запасами с производимым объемом поставок с равной периодичностью являются кандидаты технических наук Ю.Н. Кулакова и А. Б. Кулаков. Так как они давно занимаются разработками моделей управления запасов.

С помощью нашей модели мы минимизировали оборотные средства и на лицо виден эффект. Анализ модели Кулаковых показал, что 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. Кроме того, детальный анализ трехпродуктовой модели Кулаковой Ю.Н. показал, что докупить можно только третий ресурс (самый «легкий») в самый ранний момент времени, а на покупку второго ресурса в момент времени средств не хватает.

Нами предлагается другая модель, в которой пополнение недостающих ресурсов производится в объеме, равном дефициту данного ресурса.

Ниже представлена оценочная карта для сравнения конкурентных программных разработок (Таблица 7):

Таблица 7. Оценочная карта для сравнения конкурентных решений

Критерии оценки	Вес	крит	Баллы	Конкурентоспособность
-----------------	-----	------	-------	-----------------------

		Б_ф	Б_{к1}	Б_{к2}	К_ф	К_{к1}	К_{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки эффективности							
1. Повышение производительности труда пользователя	0,09	5	5	4	0,45	0,45	0,36
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,07	5	5	5	0,35	0,35	0,35
3. Надежность	0,09	5	4	5	0,45	0,36	0,45
4. Безопасность	0,07	4	3	4	0,28	0,24	0,32
5. Потребность в ресурсах	0,08	3	4	4	0,24	0,32	0,32
6. Простота эксплуатации	0,08	3	5	5	0,24	0,4	0,4
7. Качество интеллектуального интерфейса	0,08	5	3	4	0,4	0,24	0,32
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,09	5	5	4	0,45	0,45	0,36
2. Уровень проникновения на рынок	0,08	4	5	5	0,32	0,4	0,4
3. Цена	0,08	5	4	3	0,4	0,32	0,24
4. Послепродажное обслуживание	0,07	5	5	4	0,35	0,35	0,28
5. Финансирование научной разработки	0,06	5	4	5	0,3	0,24	0,3
6. Срок выхода на рынок	0,06	4	5	5	0,24	0,3	0,3
Итого	1	59	58	56	4,56	4,34	4,21

Позиция разработки оценивается по каждому показателю экспертным путем по пятибалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 5 – наиболее сильная. Анализ конкурентных решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i * B_i$$

где K – конкурентоспособность решения или конкурента, B_i – вес показателя (в долях единицы), B_i – балл i-го показателя.

Таким образом, можно сделать вывод, что наша модель по многим показателям является более предпочтительной, чем другие модели.

3.4. Потенциальные потребители результатов исследований

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).

Трудоемкость выполнения ВКР оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов.

Потенциальные потребители результатов исследования:

- российские компании;
- компании стран СНГ;
- иностранные компании;
- частные компании.

3.5. Расчет сметы затрат на выполнение проекта

В состав затрат на создание проекта включается величина всех расходов, необходимых для реализации комплекса работ, составляющих содержание данной разработки. Расчет сметной стоимости ее выполнения производится по следующим статьям затрат:

- Материалы и покупные изделия;
- Заработная плата;
- Социальный налог;
- Расходы на электроэнергию (без освещения);
- Амортизационные отчисления;
- Оплата услуг связи;

– Прочие (накладные расходы) расходы.

3.5.1 Расчет материальных затрат

К данной статье расходов относится стоимость материалов, покупных изделий, расходуемых непосредственно в процессе выполнения работ над объектом исследования.

Покажем отражение стоимости всех материалов, используемых при работе над проектом, включая расходы на их приобретение и, при необходимости, доставку. Расчет затрат на материалы производится по форме, приведенной в таблице – 8.

Таблица – 8. Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед, руб.	Сумма, руб
Бумага	Пачка	1	300	300
Канцелярские принадлежности	шт.	5	100	500
Картридж для принтера	шт.	1	3000	3000
Итого:				3800

Допустим, что ТЗР составляют 5 % от отпускной цены материалов, тогда расходы на материалы с учетом ТЗР равны:

$$C_{\text{мат}} = 3\,800 * 1,05 = 3\,990 \text{ руб.}$$

3.5.2. Расчет заработной платы для исполнителей

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

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

где $З_{\text{осн}}$ – основная заработная плата; $З_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата (12-20 % от $З_{\text{осн}}$).

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

$$Z_{\text{зп}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_{\text{р}},$$

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

$T_{\text{р}}$ – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб.дн.;

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

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

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;

$F_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб.дн.

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{тс}} \cdot k_{\text{р}}, \quad (28)$$

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

$k_{\text{р}}$ – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Пример расчета заработной платы для руководителя:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{тс}} \cdot k_{\text{р}} = 22000 \cdot 1,3 = 28600 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}}}{F_{\text{д}}} = \frac{28600}{21} = 1361,9 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_{\text{р}} = 1361,9 \cdot 22 = 29961,9 \text{ руб.}$$

Таблица 9 – Расчёт основной заработной платы

Исполнители	$Z_{\text{тс}}$, руб	$k_{\text{р}}$	$Z_{\text{м}}$,руб	$Z_{\text{дн}}$,руб	$T_{\text{р}}$,дни	$Z_{\text{осн}}$,руб
Руководитель (доцент)	22000	1,3	28600	1361,9	22	29961,9

Бакалавр	1710	0	1710	105,8	71	1791,4
ИТОГО $Z_{\text{осн}}$						31753,3

3.5.3. Расчет затрат на социальный налог

Затраты на единый социальный налог (ЕСН), включающий в себя отчисления в пенсионный фонд, на социальное и медицинское страхование, составляют 30,2 % от полной заработной платы по проекту, т.е. $C_{\text{соц.}} = C_{\text{зп}} * 0,302$.

Итак, в нашем случае:

$$C_{\text{соц.}} = 31753,3 * 0,302 = 9589,50 \text{ руб.}$$

3.5.4. Расчет затрат на электроэнергию

Данный вид расходов включает в себя затраты на электроэнергию, потраченную в ходе выполнения проекта на работу используемого оборудования, рассчитываемые по формуле:

$$C_{\text{эл.об}} = P_{\text{об}} * t_{\text{об}} * \text{ЦЭ}, \quad (1)$$

где $P_{\text{об}}$ – мощность, потребляемая оборудованием, кВт;

ЦЭ – тариф на 1 кВт·час;

$t_{\text{об}}$ – время работы оборудования, час.

Для ТПУ ЦЭ = 5,748 руб./кВт·час (с НДС).

Время работы оборудования вычисляется на основе итоговых данных таблицы – 9 для студента (ТРД) из расчета, что продолжительность рабочего дня равна 8 часов.

$$t_{\text{об}} = T_{\text{рд}} * K_t, \quad (2)$$

где $K_t \leq 1$ – коэффициент использования оборудования по времени. Возьмем его равным 1.

Мощность, потребляемая оборудованием, определяется по формуле:

$$P_{\text{об}} = P_{\text{ном}} * K_C, \quad (3)$$

где $P_{\text{ном}}$ – номинальная мощность оборудования, кВт;

$K_C \leq 1$ – коэффициент загрузки, зависящий от средней степени использования номинальной мощности. Для технологического оборудования малой мощности $K_C = 1$.

Пример расчета затраты на электроэнергию для технологических целей приведен в таблице 10.

Таблица – 10. Затраты на электроэнергию технологическую

Наименование оборудования	Время работы оборудования $t_{об}$, час	Потребляемая мощность $P_{об}$, кВт	Затраты Э _{об} , руб.
Персональный компьютер	464	0,3	800,12
Струйный принтер	2	0,1	1,15
Итого:			801,27

3.5.5. Расчет амортизационных расходов

В статье «Амортизационные отчисления» рассчитывается амортизация используемого оборудования за время выполнения проекта.

Используется формула:

$$C_{AM} = \frac{N_A * Ц_{об} * t_{рф} * n}{F_d},$$

где N_A – годовая норма амортизации единицы оборудования;

$Ц_{об}$ – балансовая стоимость единицы оборудования с учетом ТЗР;

$t_{рф}$ – фактическое время работы оборудования в ходе выполнения проекта, учитывается исполнителем проекта;

n – число задействованных однотипных единиц оборудования.

Например, для ПК в 2019 г. (299 рабочих дней при шестидневной рабочей неделе) можно принять $F_d = 299 * 8 = 2392$ часа.

Для принтера из справочника $F_d = 500$ часов.

При использовании нескольких типов оборудования расчет по формуле делается соответствующее число раз, затем результаты суммируются.

Для ПК найдем $H_A = 0,4$. Для принтера $H_A = 0,5$.

Стоимость ПК= 20 000 рублей. Время использования 304 часа, тогда для него:

$$C_{AM}(ПК) = \frac{0,4 * 20\,000 * 464 * 1}{2392} = 1551,84 \text{ руб.}$$

Стоимость принтера 5000 руб. Время использования 2 часа, тогда для него:

$$C_{AM}(ПР) = \frac{0,5 * 5\,000 * 2 * 1}{500} = 10 \text{ руб.}$$

Итого начислено амортизации 1 561,84 руб.

3.5.6. Расчет прочих расходов

В статье «Прочие расходы» отражены расходы на выполнение проекта, которые не учтены в предыдущих статьях, их следует принять равными 10% от суммы всех предыдущих расходов, т.е.

$$C_{\text{проч}} = (C_{\text{мат}} + C_{\text{зд}} + C_{\text{соц}} + C_{\text{эл.об}} + C_{\text{ам}}) * 0,1$$

Для нашего примера это:

$$C_{\text{проч}} = (3\,990 + 31\,753,3 + 9\,589,50 + 801,12 + 1\,561,84) * 0,1 = 4\,826,74 \text{ руб.}$$

3.5.7. Расчет общей себестоимости разработки

Проведя расчет по всем статьям сметы затрат на разработку, можно определить общую себестоимость проекта. Данные результаты можно посмотреть в таблице – 11.

Таблица – 11. Смета затрат на разработку проекта

Статья затрат	Условное обозначение	Сумма, руб.
Материалы и покупные изделия	$C_{\text{мат}}$	3 990
Основная заработная плата	$C_{\text{зп}}$	31753,3
Отчисления в социальные фонды	$C_{\text{соц}}$	9589,50
Расходы на электроэнергию	$C_{\text{эл.}}$	801,12
Амортизационные отчисления	$C_{\text{ам}}$	1 561,84
Прочие расходы	$C_{\text{проч}}$	4763,23

Итого:		52458,99
---------------	--	-----------------

Таким образом, затраты на разработку составили $C = 52\,458,99$ руб.

3.5.8. Расчет прибыли

Прибыль примем в размере 10 % от полной себестоимости проекта. В нашем примере она составляет 5 245,90 руб. (10 %) от расходов на разработку проекта.

3.5.9. Расчет НДС

НДС составляет 20% от суммы затрат на разработку и прибыли. В нашем случае:

$$\text{НДС} = (52\,458,99 + 5\,245,90) * 0,2 = 11\,541 \text{ руб.}$$

3.5.10. Цена разработки НИР

Цена равна сумме полной себестоимости, прибыли и НДС:

$$C_{\text{НИР(КР)}} = 52\,458,99 + 5\,245,90 + 11\,541 = 69\,245,89 \text{ руб.}$$

3.6. Оценка научно-технического эффекта

Социально-научный эффект проявляется в росте числа открытий, изобретений, увеличении суммарного объема научно-технической информации, полученной в результате выполнения выпускной квалификационной работы, создании научного «задела», являющегося необходимой предпосылкой для проведения в будущем прикладных исследований и выполнения работы по модернизации конструкций выпускаемых изделий.

За последние годы появились предложения не только по качественной характеристике социального эффекта, но и по системе количественных показателей.

Элементом количественной оценки социально-научного эффекта следует считать определение научно-технического эффекта бакалаврской работы по следующей методике. Сущность этой методики состоит в том, что на основе оценок признаков работы определяется коэффициент научно-технического эффекта ВКР:

$$H_T = \sum_{i=1}^3 r_i * k_i$$

где r_i – весовой коэффициент i -го признака (определяющийся по Таблице 12);
 k_i – количественная оценка i -го признака.

Проведем расчет коэффициента научно-технического эффекта ВКР для портфеля, составленного из акций индекса ММВБ10.

Таблица 12. Определение весового коэффициента

Признак научно технического эффекта ВКР(i)	Применение значения весового коэффициента (r)
Уровень новизны	0,6
Теоретический уровень	0,4
Возможность реализации	0,2

Количественная оценка уровня новизны ВКР определяется на основе значений Таблицы 13.

Таблица 13. Количественная оценка уровня новизны ВКР

Уровень новизны разработки	Характеристика уровня новизны	Баллы
Принципиально новая	Результаты исследований открывают новое направление в данной области науки и техники	8-10
Новая	По-новому или впервые объяснены известные факты, закономерности	5-7
Относительно новая	Результаты исследований систематизируют и обобщают имеющиеся сведения, определяют пути дальнейших исследований	2-4

Традиционная	Работа выполнена по традиционной методике, результаты исследования носят информационный характер	1
Не обладающая новизной	Получен результат, который ранее был известен	0

Для данной выпускной квалификационной работы уровень новизны – относительно новая, баллы – 4. (согласно таблице)

Теоретический уровень полученных результатов выпускной квалификационной работы определяется на основе значения баллов, приведенных в Таблице 14.

Таблица 14. Теоретический уровень полученных результатов в ВКР

Теоретический уровень полученных результатов	Баллы
Установления закона, разработка новой теории	10
Глубокая разработка проблемы: многоаспектный анализ связей, взаимозависимости между фактами с наличием объяснения	8
Разработка способа (алгоритм, программ мероприятий, устройство, и т.д.)	6
Элементарный анализ связей между фактами с наличием гипотезы, симплексного прогноза, классификации, объясняющей версии, или практических рекомендаций частного характера	2
Описание отдельных элементарных фактов (вещей, свойств, отношений); изложение опыта, наблюдений, результатов измерений	0,5

В данной выпускной квалификационной работе был разработан способ формирования инвестиционного портфеля с заранее неизвестным уровнем

риска, следовательно, теоретический уровень полученных результатов равен 2 баллам. (согласно таблице)

Возможность реализации научных результатов определяется на основе значения баллов из Таблицы 15.

Таблица 15. Время и масштабы реализации проекта

Время реализации	Баллы
В течение первых лет	10
От 5 до 10 лет	4
Более 10 лет	2
Масштабы реализации	Баллы
Одно или несколько предприятий	2
Отрасль(министерство)	4
Народное хозяйство	10
Примечание: Баллы по времени и масштабам реализации складываются	

Способ формирования инвестиционного портфеля с заданным уровнем риска можно реализовать в течение первых лет (10 баллов), однако реализовать его можно только на одно или несколько предприятий (2 балла).

Рассчитаем коэффициент научно-технического эффекта:

$$Нт = 0,8 * 4 + 0,4 * 2 + 0,2 * 12 = 6,4$$

Приведем таблицу оценок уровня научно-технического эффекта.

Таблица 16. Оценка уровня научно-технического эффекта

Уровень научно-технического эффекта	Коэффициент научно-технического эффекта
Низкий	1-4
Средний	5-7
Сравнительно высокий	8-10
Высокий	11-14

В соответствии с Таблицей 16, уровень научно-технического эффекта – средний.

Вывод по разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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 определён перечень работ, выполняемый рабочей группой. В данном случае рабочая группа состоит из двух человек: руководитель и инженер. Результаты соответствуют требованиям ВКР по срокам и иным параметрам.

2. Бюджет научно-технического исследования составил 69 245,89 руб. Бюджет НТИ состоит из затрат на разработку (52458,99 рубля), отчислений во внебюджетные фонды (9589,50 рубля) и накладных расходов (5 245,90 рубля).

3. Авторская модель по многим показателям является более предпочтительной, чем другие модели управления запасами (со значением 4.56).

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 69 245,89 рублей. Уровень научно-технического эффекта – средний. Проект экономически целесообразен.

5. Капиталовложения в размере 69 245,89 рублей позволят реализовать разработанный проект по применению авторской математической модели управления запасами.

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 сотрудника 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 офисный работник должен выполнить в случае возникновения ЧС.

Предметом исследования является рабочая зона офисного сотрудника, включая письменный стол, персональный компьютер, клавиатуру, компьютерную мышь и стул, а также помещение в котором эта рабочая зона находится.

4.2 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Продолжительность рабочего дня 8 часов (приблизительно с 8.30 до 16.30). Согласно Ст. 108 ТК РФ для офисного работника в течении рабочего дня должен быть предусмотрен перерыв для отдыха и питания продолжительностью не более двух часов и не менее 30 минут.

Также офисный сотрудник имеет право на то, чтобы рабочее место соответствовало требованиям охраны труда. Основными законами, на основе которых осуществляется управление охраной труда, являются Федеральный закон «Об основах охраны труда в Российской Федерации» от 17 июля 1999 г. № 181-ФЗ.

Помимо этого, для снижения вредного воздействия компьютера на человека требуется соблюдение правильного режима труда и отдыха. 5х6х3.5 м

Характеристика помещения, где был разработан дипломный проект: ширина, составляет $b = 6$ м, длина комнаты $a = 5$ м, высота $h = 3,5$ м. Тогда площадь помещения будет составлять $S = ab = 30\text{м}^2$. Количество рабочих мест $n = 2$. В помещении отсутствует принудительная вентиляция, т.е. воздух поступает и удаляется через дверь и окно, вентиляция является естественной. В зимнее время помещение отапливается, что обеспечивает достаточное, постоянное и равномерное нагревание воздуха. В помещении используется комбинированное освещение — искусственное и естественное. Искусственное освещение создается люминесцентными лампами типа ЛБ. Рабочая поверхность имеет высоту 0,75м. Конструкция стола соответствует нормам СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 и обеспечивает оптимальное положение тела работающего. Параметры рабочего места при работе с ПЭВМ приведены в таблице 17.

Таблица 17 – Параметры рабочего места при работе

Параметры	Значение параметра	Реальные значения
-----------	--------------------	-------------------

Высота рабочей поверхности стола	От 600 до 800, мм	770 мм
Высота клавиатуры	600-700, мм	630 мм
Удаленность клавиатуры	Не менее 80, мм	85 мм
Удаленность экрана монитора	500-700, мм	650 мм
Высота сидения	400-500, мм	470 мм
Угол наклона монитора	0-30, град.	10 мм
Наклон подставки ног	0-20, град.	0 мм

Параметры рабочего стола удовлетворяют нормативным требованиям.

Нормативные параметры для мониторов при работе с ПЭВМ указаны в таблице 18.

Таблица 18 – Допустимые визуальные параметры устройств отображения информации

Параметры	Допустимые значения
Яркость белого поля	Не менее 35 кд/м ²
Неравномерность яркости рабочего поля	Не более $\pm 20\%$
Контрастность (для монохромного режима)	Не менее 3:1
Временная нестабильность изображения (непреднамеренное изменение во времени яркости изображения на экране дисплея)	Не должна фиксироваться

Продолжительность непрерывной работы с компьютером без регламентированного перерыва не должна превышать 2-х часов. Это связано с тем, что на человека при работе с компьютером оказывают влияние опасные и вредные производственные факторы, а также наступает общее утомление, что негативно сказывается на здоровье и самочувствии человека.

4.3 Профессиональная социальная безопасность.

4.3.1 Анализ вредных и опасных факторов, которые может создать объект исследования.

Вредным называется производственный фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях приводит к заболеванию или снижению работоспособности. В зависимости от уровня и продолжительности воздействия вредный производственный фактор может стать опасным.

Вредные факторы среды подразделяются на факторы, приводящие к хроническим заболеваниям, в том числе усугубляющие уже имеющиеся заболевания, за счет длительного относительно низкоинтенсивного воздействия и факторы, приводящие к острым заболеваниям (отравлениям, поражениям) или травмам за счет кратковременного (одиночного и/или практически мгновенного) относительно высокоинтенсивного воздействия.

Опасным считается производственный фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях приводит к травме, а также другому внезапному резкому ухудшению здоровья. Они подразделяются на факторы, приводящие к смертельным травмам (летальному исходу, смерти) и факторы, приводящие к несмертельным травмам.

Основные опасные и вредные производственные факторы, которые могут возникнуть при работе с компьютером, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Основные элементы производственного процесса, формирующие вредные и опасные факторы

Наименование видов работ и параметров производственного процесса	Опасные и вредные производственные факторы (ГОСТ 12.0.003-2015 –ССБТ)	Нормативные документы
Оператор ПК	Электрический ток	ГОСТ 12.1.002–84

Оператор ПК	Отклонение показателей микроклимата	ГОСТ 12.1.005–88
Оператор ПК	Недостаточная освещенность	СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03
Оператор ПК	Воздействие электромагнитных полей	СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03
Оператор ПК	Повышенный уровень общей или локальной вибрации	ГОСТ 12.1.012-2004
Оператор ПК	Повышенный уровень и другие неблагоприятные характеристики шума	ГОСТ 12.1.003-2014 СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-32-2002

4.3.2. Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований

4.3.2.1 Микроклимат

Работа, выполняемая математиком-экономистом, производимая сидя и сопровождающаяся незначительным физическим напряжением, относится к категории Ia – работа с интенсивностью энергозатрат до 120 ккал/ч (до 139 Вт).

Постоянная работа в холодном помещении очень вредна для организма. Переохлаждение провоцирует сердечно – сосудистые, простудные заболевания, страдает позвоночник и суставы, обостряются язвенные болезни желудка, кишечника, тромбозы.

Систематический перегрев организма грозит общими заболеваниями – головные боли, слабость, интенсивное потоотделение, повышение артериального давления, аритмия, тепловые удары.

Нормы оптимальных и допустимых показателей микроклимата при работе с компьютерами в помещении устанавливает СанПиН 2.2.4.548–96. Все категории работ разграничиваются на основе интенсивности энергозатрат организма в ккал/ч (Вт).

Работа, производимая сидя и сопровождаемая незначительным физическим напряжением, относится к категории Ia – работа с интенсивностью энергозатрат до 120 ккал/ч (до 139 Вт). Значения характеристик микроклимата установлены в таблице 20.

Таблица 20 – Допустимые и оптимальные нормы микроклимата в рабочей зоне производственных помещений

Сезон года	Категория тяжести выполняемых работ	Температура, С°			Относительная влажность, %			Скорость воздуха, м/сек	
		Фактическое значение	Допустимое значение	Оптимальное значение	Фактическое значение	Допустимое значение	Оптимальное значение	Фактическое значение	Допустимое значение
Холодный	Ia	21-23	20-25	22-24	55	15-75	60-40	0,1	0,1
Теплый	Ia	22-24	21-28	23-25	55	15-75	60-40	0,1	0,1

Для нормализации температурно-влажностного режима применяют: системы вентиляции, отопления и кондиционирования воздуха. При правильном выборе их типа, производительности и оптимальной конструкции условия труда на рабочих местах поддерживаются в пределах норм с минимальными затратами средств, труда и энергии;

Анализируя таблицу 20, можно сделать вывод, что в рассматриваемом помещении параметры микроклимата соответствуют нормам СанПиН. Допустимый уровень микроклимата помещения обеспечивается системой водяного центрального отопления и естественной вентиляцией.

4.3.2.2 Освещенность рабочей зоны

В данном рабочем помещении используется комбинированное освещение — искусственное и естественное.

Освещение сильно влияет на зрительные нервы человека, через которые мы получаем около 90% всей информации об окружающем мире. Недостаточная освещенность рабочего места уменьшает остроту зрения, а также вызывает

утомление организма в целом, что приводит к снижению производительности труда и увеличению опасности заболеваний.

Искусственное освещение создается люминесцентными лампами типа ЛД. Поскольку работа офисного сотрудника относится к работе высокой точности, необходимо, чтобы параметры освещенности рабочего места соответствовали требованиям СП 52.13330.2011.

Проведем расчет освещенности рабочего места. Исходными данными являются размеры помещения 5х6х3.5 м, световой поток используемых ламп около 1000 лм.

Стены и потолок в помещении имеют отделку белого цвета, пол серого цвета, следовательно, индексы отражения для потолка и стен равны 80, для пола – 30, коэффициент запаса, показывающий поправку на запыленность источников освещения, примем 1,2.

Так как работа офисного сотрудника предполагает длительные монотонные операции с высоким уровнем зрительной работы, то есть различение объектов высокой точности, размером от 0,3 до 0,5 мм, то необходимо принять за норму освещенности рабочего места не менее 300 лк и не более 500 лк (порядка 400).

Индекс помещения для представленного рабочего места:

$$I_{\text{п}} = \frac{S}{(h_1 - h_2) * (a + b)} = \frac{30}{(3,5 - 0,75) * (5 + 6)} = 2,18,$$

где $I_{\text{п}}$ – индекс помещения; S – площадь; h_1 – высота потолков; h_2 – высота рабочего стола; a – длина помещения; b – ширина помещения.

По полученному индексу помещения определим, что коэффициент использования светового потока U равен 62.

Проведем расчет освещенности для рабочего места:

$$E = \frac{K_{\text{св}} * K_{\text{л}} * \text{СП}_{\text{л}} * U}{S * K_3 * 100} = \frac{6 * 4 * 1000 * 62}{30 * 1,2 * 100} = 413 \text{ лк}$$

где $K_{\text{св}}$ – количество светильников; $K_{\text{л}}$ – количество лампочек в светильнике; $\text{СП}_{\text{л}}$ – световой поток лампочки; U – коэффициент использования; S – площадь; K_3 – коэффициент запаса.

Освещенность, которую обеспечивают люминесцентные лампы в помещении находится в пределах нормы.

4.3.2.3 Электромагнитное поле (ЭМП)

Организм человека, находящегося в электромагнитном поле, поглощает его энергию, в тканях возникают высокочастотные токи с образованием теплового эффекта. Биологическое действие электромагнитного излучения зависит от длины волны, напряженности поля (или плотности потока энергии), длительности и режима воздействия (постоянный, импульсный). Чем выше мощность поля, короче длина волны и продолжительнее время облучения, тем сильнее негативное влияние ЭМП на организм.

Согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03:

Таблица 21 – Временные допустимые уровни ЭМП, создаваемых ПЭВМ на рабочих местах

Наименование параметров		ВДУ
Напряженность электрического поля	в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц	25 В/м
	в диапазоне частот 2 кГц - 400 кГц	2,5 В/м
Плотность магнитного потока	в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц	250 нТл
	в диапазоне частот 2 кГц - 400 кГц	25 нТл
Напряженность электростатического поля		15 кВ/м

4.3.2.4 Шум

Производственным шумом называется шум на рабочих местах, на участках или на территориях предприятий, который возникает во время производственного процесса. Повышенный уровень шума может привести к:

- хронической бессоннице;
- сердечным заболеваниям;
- нарушениям слуха;
- повышению в организме гормонов стресса;
- снижению иммунитета;

- неврозам.

Может возникнуть шумовая болезнь, которая далеко не всегда поддаётся лечению.

Согласно СН 2.2.4/2.1.8.562-96 предельно допустимые уровни звукового давления, уровни звука и эквивалентные уровни звука для основных наиболее типичных видов трудовой деятельности и рабочих мест при выполнении основной работы на ПК во всех учебных помещениях уровень шума на рабочем месте не должен превышать 50 дБА.

Для обеспечения допустимого уровня шума применяются следующие меры безопасности:

- Средства и методы коллективной защиты:
- Создание шумозащитных зон, рациональное размещение рабочих мест;
- Применение малошумных технологических процессов и машин, и автоматического контроля, создание рационального рабочего распорядка дня.

Средства индивидуальной защиты не нужны.

Вывод: Условия труда на рабочем месте по шумовому фактору соответствует допустимым нормам, поэтому пользование средствами защиты можно опустить.

4.3.2.5 Электробезопасность

Электробезопасность представляет собой систему организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статистического электричества.

Электроустановки классифицируют по напряжению: с номинальным напряжением до 1000 В (помещения без повышенной опасности), до 1000 В с присутствием агрессивной среды (помещения с повышенной опасностью) и свыше 1000 В (помещения особо опасные).

В отношении опасности поражения людей электрическим током различают:

• Помещения без повышенной опасности, в которых отсутствуют условия, создающие повышенную или особую опасность.

• Помещения с повышенной опасностью, которые характеризуются наличием в них одного из следующих условий, создающих повышенную опасность: сырость, токопроводящая пыль, токопроводящие полы (металлические, земляные, железобетонные, кирпичные и т.п.), высокая температура, возможность одновременного прикосновения человека к имеющим соединение с землей металлоконструкциям, технологическим аппаратам, с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования - с другой.

• Особо опасные помещения, которые характеризуются наличием оборудования свыше 1000 В и одного из следующих условий, создающих особую опасность: особой сырости, химически активной или органической среды, одновременно двух или более условий повышенной опасности. Территории размещения наружных электроустановок в отношении опасности поражения людей электрическим током приравниваются к особо опасным помещениям.

Согласно ГОСТ 12.1.038-82 «Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов» предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов при аварийном режиме бытовых электроустановок напряжением до 1000 В и частотой 50 Гц не должны превышать значений, указанных в 23.

Таблица 23 – Допустимые значения напряжений прикосновений и токов

продолжительность воздействия t , с	Нормируемая величина		Продолжительность воздействия t , с	Нормируемая величина	
	U , В	I , мА		U , В	I , мА
От 0,01 до 0,08	220	220	0,6	40	40
0,1	200	200	0,7	35	35
0,2	100	100	0,8	30	30
0,3	70	70	0,9	27	27
0,4	55	55	1,0	25	25
0,5	50	50	Св. 1,0	12	2

4.3.2.6 Вибрация

В помещении, где выполнялась выпускная квалификационная работа,

вибрации отсутствуют или незначительны, поэтому исследование по данному пункту не производилось.

4.3.3 Обоснование мероприятий по защите исследователя от действия опасных и вредных факторов

1. Перед началом работы следует убедиться в отсутствии свешивающихся со стола или висящих под столом проводов электропитания, в целостности вилки и провода электропитания, в отсутствии видимых повреждений аппаратуры и рабочей мебели, в отсутствии повреждений и наличии заземления приэкранного фильтра.

2. При отклонении от нормы предоставить обогреватель, вентилятор или увлажнитель воздуха в зависимости от требуемых условий работы.

3. При отклонении от нормы предоставить дополнительные источники света (например, настольные лампы, точечные светильники и т.п.) в зависимости от требуемых условий работы.

4. монитор компьютера служит источником ЭМП – вредного фактора, который отрицательно влияет на здоровье работника при продолжительной непрерывной работе и приводит к снижению работоспособности. Поэтому во избежание негативного влияния на здоровье необходимо делать перерывы при работе с ЭВМ и проводить специализированные комплексы упражнений для глаз.

4.4 Экологическая безопасность

4.4.1 Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду

Объект исследования является теоретическим и не оказывает влияния на окружающую среду.

4.4.2 Анализ влияния процесса исследования на окружающую среду

Вопрос об охране окружающей среды является актуальным и крайне важным в настоящее время, так как с каждым годом увеличивается количество веществ, загрязняющих окружающую среду.

В ходе данной работы были использованы следующие ресурсы:

- электроэнергия для работы компьютера;
- бумага.

С точки зрения потребления ресурсов компьютер потребляет сравнительно небольшое количество электроэнергии, что положительным образом сказывается на общей экономии потребления электроэнергии в целом.

Твердые отходы помещения невелики, с их вывозом справляется городская служба по уборке мусора. Отходы нетоксичны, неопасны, нерadioактивны, и, в большинстве своем, это бумажные и неопасные отходы.

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.

4.4.3. Обоснование мероприятий по защите окружающей среды

В связи с тем, что огромная масса информации содержится на бумажных носителях, уничтожение бумаги играет очень важную роль. Среди основных методов уничтожения, которые применяются на сегодняшний день для бумажных документов, следует отметить следующие:

- Сжигание документов.
- Шредирование.
- Закапывание.
- Химическая обработка.

Переработка оргтехники включает в себя несколько этапов:

Первый этап – удаление всех опасных компонентов.

Второй этап – удаление всех крупных пластиковых частей. В большинстве случаев эта операция также осуществляется вручную. Оставшиеся после

разборки части отправляют в большой измельчитель, и все дальнейшие операции автоматизированы.

Третий этап – измельченные в гранулы остатки компьютеров подвергаются сортировке. Сначала с помощью магнитов извлекаются все железные части. Затем приступают к выделению цветных металлов, которых в ПК значительно больше.

Перегоревшие люминесцентные лампы можно отнести в свой районный ДЕЗ или РЭУ, где установлены специальные контейнеры. Там их должны бесплатно принять.

4.5. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

4.5.1 Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований

Объект исследования является теоретическим и не может привести к возникновению ЧС.

4.5.2 Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований

Наиболее вероятной чрезвычайной ситуацией при написании выпускной квалификационной является пожар на рабочем месте.

В качестве противопожарных мероприятий должны быть применены следующие меры:

- В помещении должны находиться средства тушения пожара;
- Электрическая проводка электрооборудования должна быть исправна;
- Все сотрудники должны знать место нахождения средств пожаротушения и уметь ими воспользоваться, средств связи и номера экстренных служб.

Рабочее помещение оборудовано в соответствии с требованиями пожарной безопасности. Имеется порошковый огнетушитель, а также пожарная сигнализация и средства связи.

4.5.3 Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС

В случае возникновения пожара сообщить о нем руководителю и постараться устранить очаг возгорания имеющимися силами при помощи первичных средств пожаротушения. Привести в действие ручной пожарный извещатель, если очаг возгорания потушить не удастся, а также сообщить о возгорании в службу пожарной охраны по телефону 101 или 112, сообщить адрес, место и причину возникновения пожара.

4.6 Выводы по разделу

Помещение, где была создана ВКР соответствует нормам безопасности и подходит для комфортной работы, в случае соблюдения техники безопасности и правил пользования компьютером работа в данном помещении не приведет к ухудшению здоровья работника. Нормативные требования соблюдены. Кроме того, действие вредных и опасных факторов сведено к минимуму, т.е. микроклимат, освещение и электробезопасность соответствуют требованиям, предъявленным в соответствующих нормативных документах.

Относительно рассмотренного вопроса об экологической безопасности можно сказать, что исследование не представляет опасности.

Заключение

В ходе выполнения дипломной работы была изучена научная литература, исследованы существующие подходы к логистическому управлению запасами. Также была исследована многопродуктовая модель управления запасами с произвольным объемом поставок и равной периодичностью, проведен сравнительный анализ с моделью Кулаковых. Исследуемая модель оказалась эффективнее модели Кулаковых и порекомендована для постоянного использования на предприятии ПК «Брусника». В разделе финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение был посчитан бюджет научно-технического исследования, а также все необходимые финансовые показатели. Уровень научно-технического эффекта исследования – средний, проект признан экономически целесообразным. В разделе социальная ответственность были оценены условия труда в рабочем помещении, где была разработана выпускная квалификационная работа. Грубых нарушений по организации работы не обнаружено и нормы безопасности соблюдены. Действие вредных и опасных факторов не оказывает негативного влияния и сводится к минимуму.

Список публикаций студента

1. Лащева Т.В. ОСНОВНЫЕ МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ТЕОРИИ УПРАВЛЕНИЯ ЗАПАСАМИ // «Перспективы развития российской экономики в цифровую эпоху» [Электронный ресурс]: труды II всероссийской научно-практической конференции. Россия, Улан-Удэ, 24 декабря 2019г. Институт управления и социально-экономического развития. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41825331> - с. 94-97.
2. Лащева Т.В. МИНИМИЗАЦИЯ ОБОРОТНЫХ СРЕДСТВ С ПОМОЩЬЮ МНОГОПРОДУКТОВОЙ МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ ЗАПАСАМИ // «Региональные проблемы перехода к инновационной экономике»: труды международной научно-практической конференции «Вклад молодых ученых и студентов в инновационный потенциал Кузбасса». Россия, Кемерово, июнь 2020г. Кемеровский институт (филиал) РЭУ им. Г.В. Плеханова.

Список использованной литературы

1. Тюхтина А.А. Модели управления запасами: Учебнометодическое пособие. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2017. –84 с
2. Грузинов В. П. Экономика предприятия. - М.: Финансы и статистика, 2003. - 208 с.
3. Букан Д., Кенигсберг Э. Научное управление запасами: пер. с англ. М.: Наука, 1967.
4. Цвиринько И.А. Методология, методы и модели управления логистическими бизнес-процессами. — СПб.: СПбГИЭУ, 2003. — 262с
5. Бродецкий Г.Л. Управление запасами. Учеб. пособие — М.: Эксмо, 2007. — 400 с.
6. Бродецкий Г.Л., Гусев Д.А., Кулешова Е.С. Алгоритм многокритериального распределения товаров в складской сети // Логистика. 2014. № 8. С. 24-28.
7. 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.
8. 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.
9. Кулакова Ю.Н., Кулаков А.Б. Исследование поведения нормировочного множителя в многопродуктовой модели управления запасами при поставке двух видов товаров с кратной периодичностью //Экономический анализ: теория и практика. – 2014, №10(361). – С.44-54.
10. Бланк И.А. Основы финансового менеджмента. Т.2 – М.: Ника – Центр, 1999 – 512 с.
11. Кузин Б. И. Методы и модели управления фирмой / Б. И. Кузин, В. Н. Юрьев, Г. М. Шахдинаров. СПб: Питер, 2001.
12. 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.

13. Первозванский А.А., Первозванская Т.Н. Финансовый рынок: расчет и риск. - М.: ИНФРА-М, 1994

14. Прасникова С.С., Чекмарёв С.Ю. Логистика запасов учеб. пособие. М.: "Издание Петербургского энергетического института ", 2006

Приложение 1

Данные по приходу материалов ПК «Брусника» за апрель-июль 2019

наименование	ед. измерения	апр.19		май.19		июн.19		июл.19	
		количество	сумма	количество	сумма	количество	сумма	количество	Сумма
сваи	шт	48	76800	60	93840	36	56304	48	75072
профнастил НС-8	м2	300	116100	375	145125	225	87075	300	116100
брус 20х20 см	м2	8	1104	10	1380	6	828	8	1104
влагоустойчивая ОСП OSB-3	шт	200	153600	250	192000	150	115200	200	153600
доска 15х5 см	м3	20	18000	25	22500	15	13500	20	18000
доска 15х2,5 см	м3	8	5424	10	6780	6	4068	8	5424
песок	т	120	31920	150	39900	90	23940	120	31920
рубероид РКП-350	шт	48	21696	60	27120	36	16272	48	21696
	ИТОГО	752	424644	940	528645	564	317187	752	422916

Приложение 2

Листинг вычислений по основной модели

ORIGIN := 1

n := 8

АПРЕЛЬ

$$a := \begin{pmatrix} 153600 \\ 116100 \\ 76800 \\ 31920 \\ 21696 \\ 18000 \\ 5424 \\ 1104 \end{pmatrix} \quad \underline{T} := 30$$

```
tt(a, T) :=
| n ← rows(a)
| b ←  $\frac{a}{T}$ 
|  $b1 \leftarrow \sum_{i=1}^n b_i$ 
|  $t_n \leftarrow \frac{a_n}{b1 + b_n}$ 
|  $k_n \leftarrow \frac{b_n}{a_n} \cdot t_n$ 
| j ← 7
| while j > 1
|   |  $t_j \leftarrow \frac{1}{b1 + b_j} \cdot \left[ a_j + \sum_{r=j+1}^n [a_r \cdot (1 - k_r)] \right]$ 
|   |  $k_j \leftarrow \frac{b_j}{a_j} \cdot t_j$ 
|   | j ← j - 1
|  $k_1 \leftarrow 1$ 
|
|  $Y \leftarrow \sum_{j=1}^n (k_j \cdot a_j)$ 
|  $\begin{pmatrix} t \\ k \\ Y \end{pmatrix}$ 
```

$$\begin{aligned}
 t1 &:= tt(a, T)_1 \\
 t1 &= \begin{pmatrix} 0 \\ 13.321 \\ 8.761 \\ 4.92 \\ 3.034 \\ 1.657 \\ 0.455 \\ 0.078 \end{pmatrix} \\
 k1 &:= tt(a, T)_2 \\
 k1 &= \begin{pmatrix} 1 \\ 0.444 \\ 0.292 \\ 0.164 \\ 0.101 \\ 0.055 \\ 0.015 \\ 2.593 \times 10^{-3} \end{pmatrix} \\
 Y1 &:= tt(a, T)_3 \\
 Y1 &= 2.361 \times 10^5
 \end{aligned}$$

Результат:

$$\begin{aligned}
 Y1 &= 236088.04 \\
 Y2 &= 297558.96 \\
 Y3 &= 176727.08 \\
 Y4 &= 239156.21
 \end{aligned}$$

Приложение 3

Листинг вычислений по модели Кулаковых

АПРЕЛЬ

$$a := \begin{pmatrix} 153600 \\ 116100 \\ 75072 \\ 31920 \\ 21696 \\ 18000 \\ 5424 \\ 1104 \end{pmatrix} \quad T := 30$$

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

$$\begin{aligned}
 t1 &:= tt(a, T)_1 \\
 YY1 &:= tt(a, T)_3 \\
 YY1 &= 2.641 \times 10^5
 \end{aligned}
 \quad
 t1 =
 \begin{pmatrix}
 0 \\
 8.236 \\
 5.325 \\
 2.264 \\
 1.539 \\
 1.277 \\
 0.385 \\
 0.078
 \end{pmatrix}
 \quad
 \begin{aligned}
 k1 &:= tt(a, T)_2 \\
 k1 &=
 \begin{pmatrix}
 1 \\
 0.637 \\
 0.362 \\
 0.185 \\
 0.109 \\
 0.058 \\
 0.015 \\
 2.61 \times 10^{-3}
 \end{pmatrix}
 \end{aligned}$$

Результаты:

$$YY1 = 264130.65$$

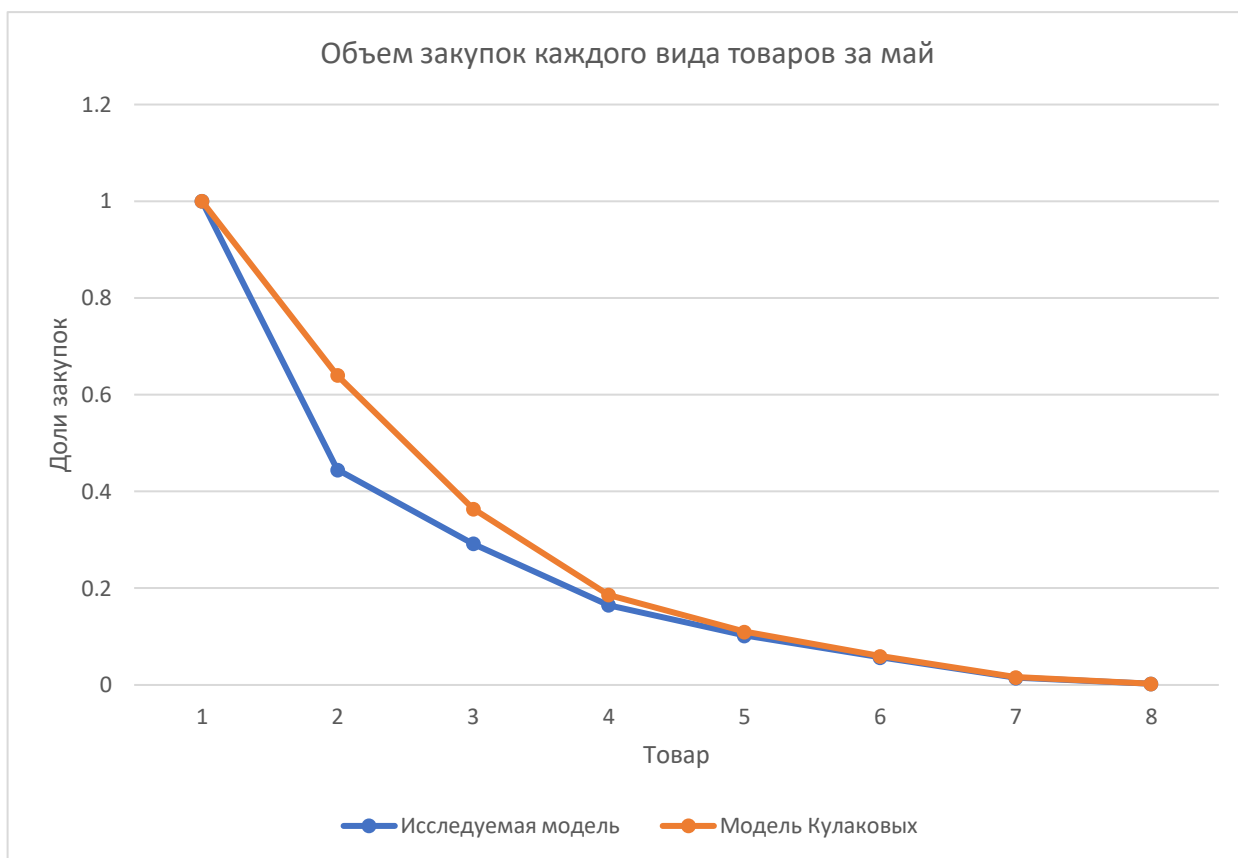
$$YY2 = 334426.67$$

$$YY3 = 198731.21$$

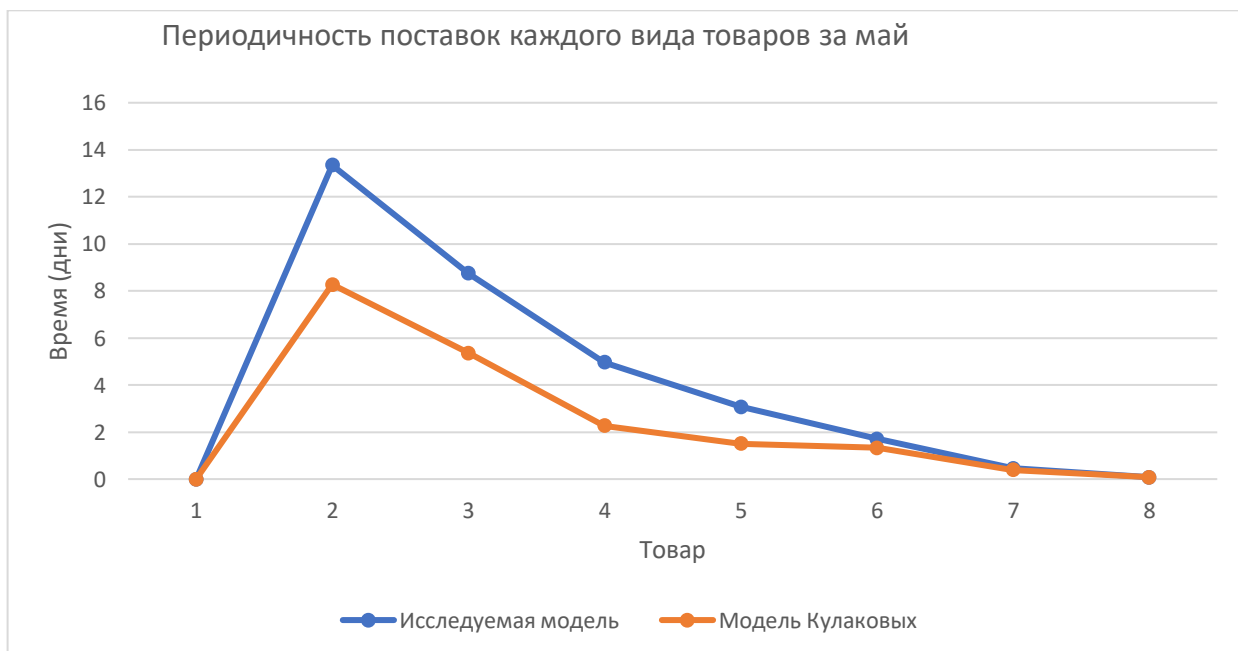
$$YY4 = 268011.24$$

Приложение 4

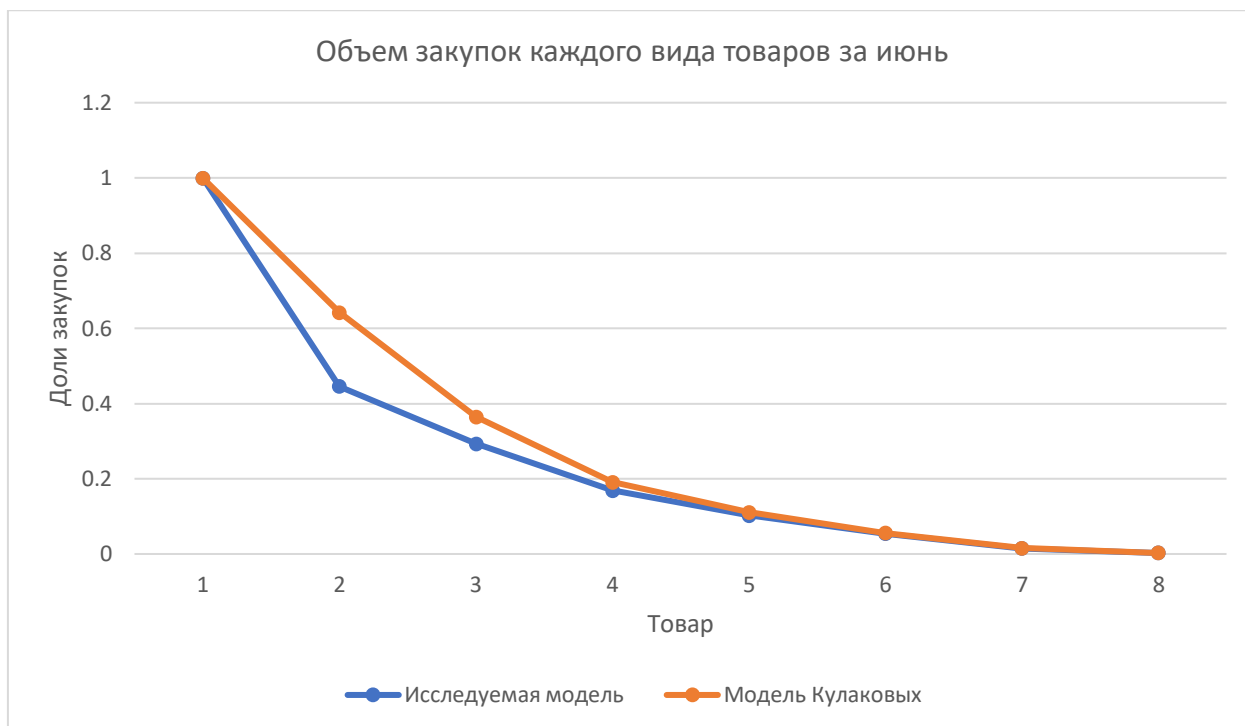
Объемы закупок и периодичность поставок



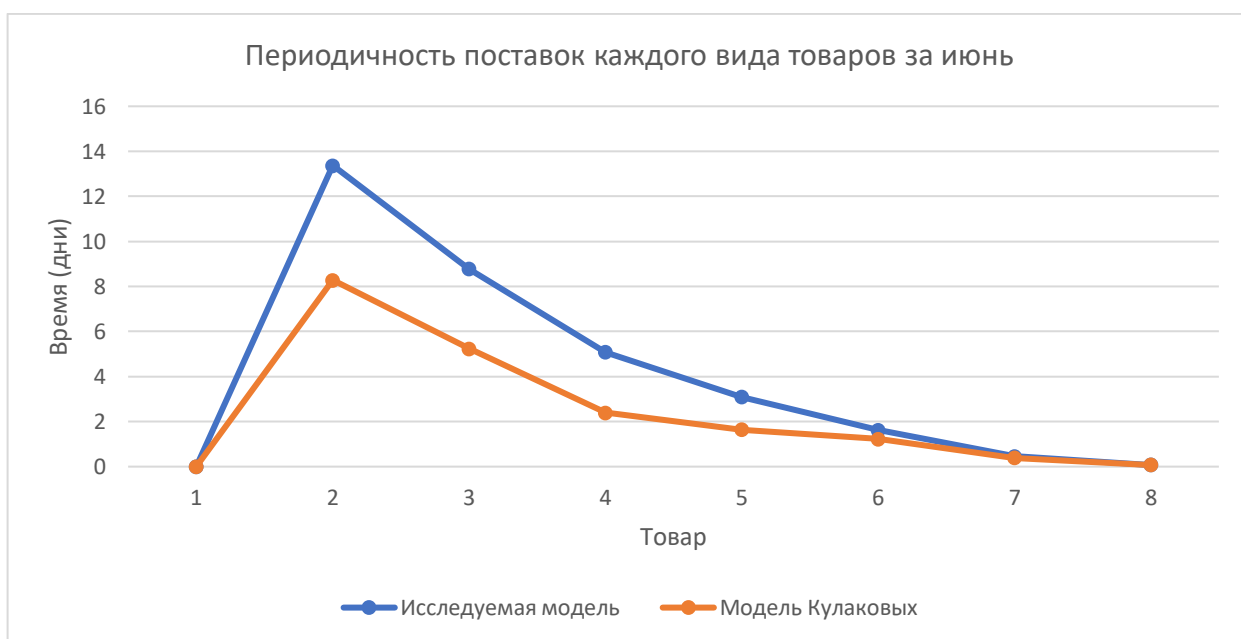
Приложение 4.1 — Объем закупок каждого вида товаров за май



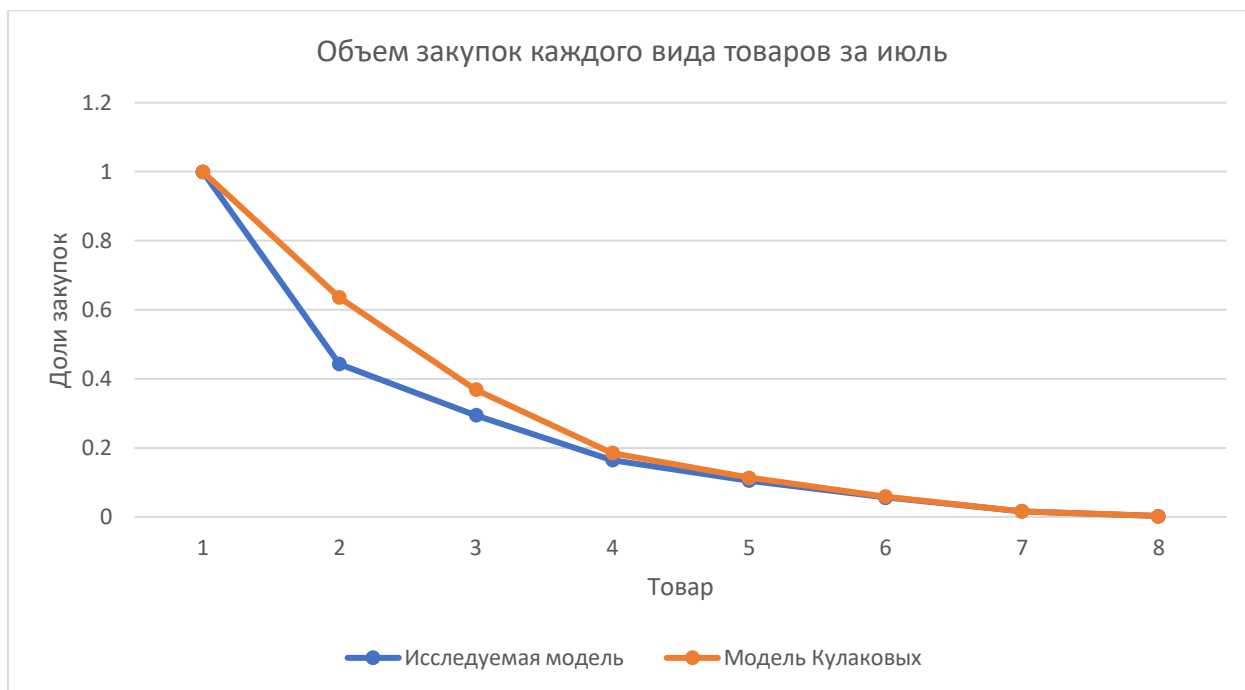
Приложение 4.2 — Периодичность поставок каждого вида товаров за май



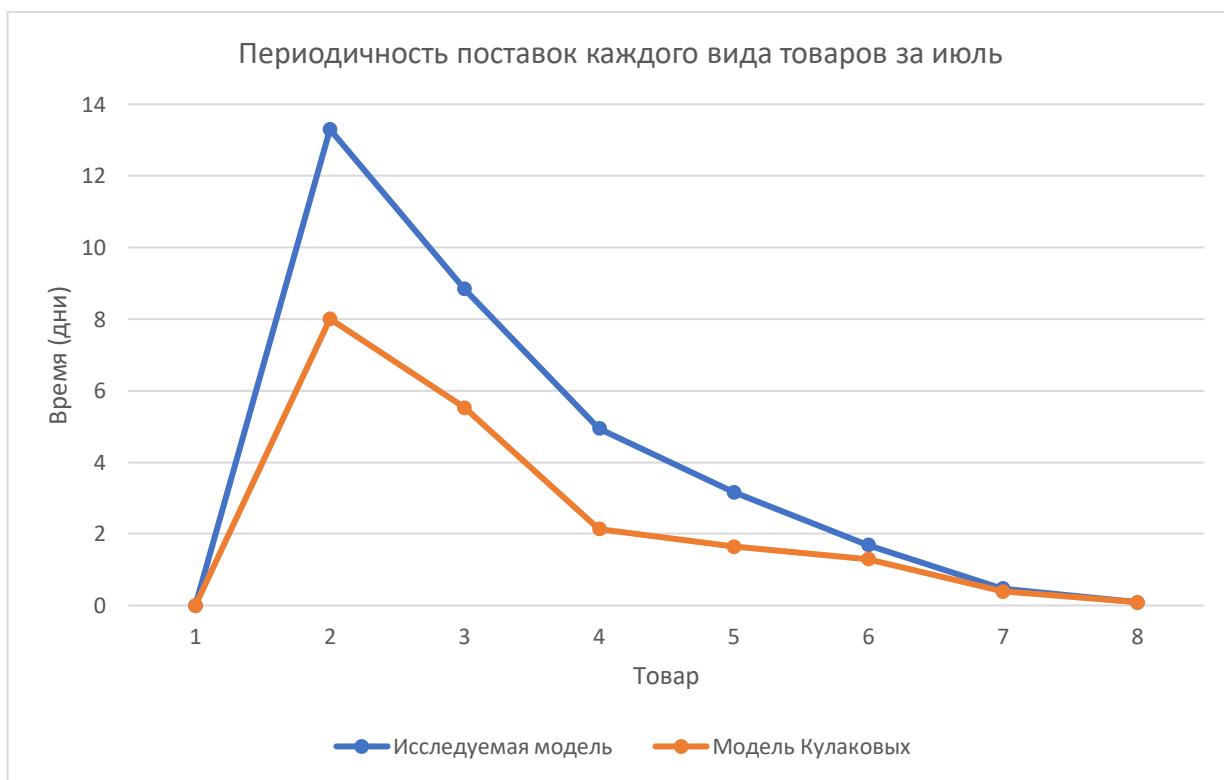
Приложение 4.3 — Объем закупок каждого вида товаров за июнь



Приложение 4.4 — Периодичность поставок каждого вида товаров за июнь



Приложение 4.5 — Объем закупок каждого вида товаров за июль



Приложение 4.6 — Периодичность поставок каждого вида товаров за июль

