

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

Физико-технический институт

Направление подготовки: Прикладная математика и информатика

Кафедра Высшей математики и математической физики

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Прогнозирование значений временных рядов для случая маленькой выборки

УДК 519.246-047.72

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
ОВ31	Снида Анастасия Дмитриевна		9.06.17

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ВММФ	Семенов М.Е.	Кандидат ф-м. наук		8.6.17

КОНСУЛЬ ТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Верховская М.В.	Кандидат экономических наук		16.05.17

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Федорчук Ю.М.	Доктор технических наук		26.05.17

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ВММФ	Трифонов А.Ю.	Д.ф-м. наук Профессор		09.06.17

Томск – 2017 г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i>Профессиональные компетенции</i>	
ПК-1	К самостоятельной работе
ПК-2	Использовать современные прикладные программные средства и осваивать современные технологии программирования
ПК-3	Использовать стандартные пакеты прикладных программ для решения практических задач на ЭВМ, отлаживать, тестировать прикладное программное обеспечение
ПК-4	Настраивать, тестировать и осуществлять проверку вычислительной техники и программных средств
ПК-5	Демонстрировать знание современных языков программирования, операционных систем, офисных приложений, Интернета, способов и механизмов управления данными; принципов организации, состава и схемы работы операционных систем
ПК-6	Решать проблемы, брать на себя ответственность
ПК-7	Проводить организационно-управленческие расчеты, осуществлять организацию и техническое оснащение рабочих мест
ПК-8	Организовывать работу малых групп исполнителей
ПК-9	Определять экономическую целесообразность принимаемых технических и организационных решений
ПК-10	Владеть основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий
ПК-11	Знать основные положения законы и методы естественных наук; выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, использовать для их решения соответствующий естественнонаучный аппарат
ПК-12	Применять математический аппарат для решения поставленных задач, способен применять соответствующую процессу математическую модель и проверять ее адекватность
ПК-13	Применять знания и навыки управления информацией
ПК-14	Самостоятельно изучать новые разделы фундаментальных наук
<i>Универсальные компетенции</i>	
ОК-1	Владеть культурой мышления, иметь способности к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения
ОК-2	Логически верно, аргументировано и ясно строить устную и письменную речь
ОК-3	Уважительно и бережно относиться к историческому наследию и культурным традициям, толерантно воспринимать социальные и культурные различия; понимать движущие силы и закономерности исторического процесса, место человека в историческом процессе, политической организации общества
ОК-4	Понимать и анализировать мировоззренческие, социально и лично значимые философские проблемы
ОК-5	Владеть одним из иностранных языков на уровне бытового общения, а также переводить профессиональные тексты с иностранного языка
ОК-6	К кооперации с коллегами, работе в коллективе

ОК-7	Находить организационно-управленческие решения в нестандартных ситуациях и готов нести за них ответственность
ОК-8	Использовать нормативно-правовые документы в своей деятельности
ОК-9	Стремиться к саморазвитию, повышению своей квалификации и мастерства
ОК-10	Осознавать социальную значимость своей будущей профессии, обладать высокой мотивацией к выполнению профессиональной деятельности
ОК-11	Использовать основные положения и методы социальных, гуманитарных и экономических наук при решении социальных и профессиональных задач
ОК-12	Анализировать социально значимые проблемы и процессы
ОК-13	Использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования
ОК-14	Понимать сущность и значение информации в развитии современного информационного общества, осознавать опасности и угрозы, возникающие в этом процессе, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны
ОК-15	Оформлять, представлять и докладывать результаты выполненной работы
ОК-16	Создавать и редактировать тексты профессионального назначения
ОК-17	Использовать для решения коммуникативных задач современные технические средства и информационные технологии
ОК-18	Владеть средствами самостоятельного, методически правильного использования методов физического воспитания и укрепления здоровья, быть способным к достижению должного уровня физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ



ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт Физико-технический
Направление подготовки (специальность) Прикладная математика и информатика
Кафедра Высшей математики и математической физики

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

(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
0В31	Снида Анастасии Дмитриевне

Тема работы:

«Прогнозирование значений временных рядов для случая маленькой выборки»

Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе

(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).

Квартальные затраты компании АО


«Томская генерация» за 2008 и 2009 года.

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>Используя различные методы прогнозирования коротких временных рядов: а) модель ARIMA, б) адаптивный метод, в) метод экспоненциального сглаживания, предложить наиболее эффективный метод прогнозирования.</p>
--	--


<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p>Верховская М. В.</p>
<p>Производственная и экологическая безопасность</p>	<p>Федорчук Ю.М.</p>

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ВМиМФ	Семенов М.Е.	Кандидат фм. наук		8.5.17

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0В31	Снида Анастасия Дмитриевна		8.5.17

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

Студенту:

Группа	ФИО
ОВ31	Снида Анастасия Дмитриевна

Институт	ФТИ	Кафедра	ВММФ
Уровень образования	бакалавр	Направление/специальность	Прикладная математика и информатика

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	1. <i>Стоимость расходных материалов</i> 2. <i>Стоимость расхода электроэнергии</i> 3. <i>Норматив заработной платы</i>
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	1. <i>Тариф на электроэнергию</i> 2. <i>Коэффициенты для расчета заработной платы</i>
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	1. <i>Отчисления во внебюджетные фонды (30%)</i> 2. <i>Расчет дополнительной заработной платы</i>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:


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

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Верховская Марина Витальевна	Кандидат экономических наук		06.02.18.

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0В31	Снида Анастасия Дмитриевна		06.02.17

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
0В31	Снида Анастасия Дмитриевна

Институт	ФТИ	Кафедра	ВММФ
Уровень образования	бакалавр	Направление/специальность	Прикладная математика и информатика


Тема работы
Прогнозирование значений временных рядов для случая маленькой выборки

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
<p>1. <i>Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения) – опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы) – негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу) – чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера) 	<p>Закрытое сухое помещение, с естественным и искусственным освещением и естественной вентиляцией. В помещении, где и происходит обработка данных и выполнение исследовательских работ, имеется ноутбук.</p>
<p>2. <i>Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</i></p>	<p>Средства защиты от вредных и опасных факторов.</p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<p>1. <i>Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства) 	<p>Работы ведутся в помещении с нормальным уровнем освещения (люминесцентные лампы с суммарным уровнем освещенности не ниже 300 люкс в соответствии со СНиП 23-05-95, а также естественное освещение). Уровень шума в пределах нормы.</p>
<p>2. <i>Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); 	<p>При выполнении работ на ПК, возможно короткое замыкание электропроводок. В связи с этим в электрическую цепь установлены автоматические выключатели, имеющие все необходимые механизмы разрыва цепи (электромагнитный, тепловой и др. расцепители), а также в помещении имеется огнетушитель химический порошковый. Вся электрическая цепь помещения оснащена заземлительным контуром выполненным в соответствии ГОСТ 12.1.013-78 пункт 1.3.</p>


<p>3. Охрана окружающей среды:</p> <ul style="list-style-type: none"> - защита селитебной зоны - анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); - анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); - анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); - разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды. 	<p>ПК не несет опасных и вредных воздействий на окружающую среду. Люминесцентные лампы утилизируются в соответствии с ГОСТ 12.2.007.13-88.</p>
<p>4. Защита в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> - перечень возможных ЧС на объекте: 1. Сильные морозы; 2. Несанкционированные проникновения посторонних на рабочее место; - разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; - разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; - разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий 	<p>Разработан ряд действий в результате возникновения пожара и мер по ликвидации его последствий. В помещении имеется огнетушитель химический порошковый.</p>
<p>5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> - специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; - организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны 	
<p>Перечень графического материала:</p>	
<p>При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)</p>	<p>1. План размещения светильников 2. План эвакуации</p>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику 10.03.17

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Федорчук Юрий Митрофанович	Доктор технических наук		10.03.17

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
ОВ31	Снида Анастасия Дмитриевна		10.03.17

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 75 страниц, 6 рисунков, 16 таблиц, 11 использованных источников, 3 приложения.

Ключевые слова: ВРЕМЕННОЙ РЯД, ПРОГНОЗИРОВАНИЕ, ARIMA МОДЕЛЬ, МЕТОД ЭКСПОНЕНЦИАЛЬНОГО СГЛАЖИВАНИЯ, АДАПТИВНЫЙ МЕТОД.

Объектом исследования является затраты компании АО «Томская генерация».

Цель исследования: Сравнение методов прогнозирования для случая маленькой выборки.

Методы проведения исследования: теоретические и практические.

В результате исследования различных методов прогнозирования маленьких выборок: а) адаптивный метод, б) модель ARIMA, в) метод экспоненциального сглаживания, на основе полученных результатов предложен наиболее эффективный метод прогнозирования.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	13
1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	14
1.1. ARIMA модель	14
1.2. Адаптивный метод	17
1.3. Метод экспоненциального сглаживания	19
2. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	22
2.1. Исходные данные	22
2.2. ARIMA модель	22
2.3. Адаптивный метод	26
2.4. Метод экспоненциального сглаживания	29
2.5. Анализ полученных результатов	31
3. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ	32
3.1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований	32
3.1.1. Анализ конкурентных технических решений	32
3.1.2. SWOT-анализ	34
3.2. Планирование научно-исследовательских работ	36
3.2.1. Структура работ в рамках научного исследования	36
3.2.2. Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения научного исследования	37
3.2.3. Разработка графика проведения научного исследования	39
3.2.4. Бюджет научно-технического исследования (НТИ)	42
3.2.4.1. Расчет материальных затрат НТИ	42
3.2.4.2. Основная заработная плата исполнителей темы	43
3.2.4.3. Дополнительная заработная плата исполнителей темы ...	45
3.2.4.4. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	46
3.2.4.5. Накладные расходы	46
3.3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	47
3.4. Выводы	50
4. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	51
4.1. Описание рабочего места	51
4.2. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды	51
4.2.1. Метеоусловия	52
4.2.2. Производственный шум	53
4.2.3. Освещенность	54

4.2.4. Электромагнитные поля	57
4.3. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды	59
4.3.1. Электробезопасность	59
4.3.2. Пожаробезопасность	62
4.4. Охрана окружающей среды	65
4.5. Защита в ЧС	67
4.6. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	68
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	70
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ	71
СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СТУДЕНТА	73
ПРИЛОЖЕНИЕ А Листинг 1	74
ПРИЛОЖЕНИЕ Б План помещения и размещения светильников с люминесцентными лампами	74
ПРИЛОЖЕНИЕ В План эвакуации в случае пожара	75

ВВЕДЕНИЕ

Прогнозирование является одной из основных задач прикладной математики. Современные методы статистического прогнозирования позволяют с высокой точностью спрогнозировать практически все возможные показатели. Однако, универсального метода построения прогноза не существует. Выбор метода прогнозирования и его эффективность зависит от многих условий, в частности от размера выборки. Случай, когда длина выборки N слишком мала, чтобы получить достаточно точный прогноз, на практике встречается достаточно часто. Таким образом, существует необходимость в исследовании новых альтернативных подходов прогнозирования коротких временных рядов и корректировке уже существующих подходов.

Цель работы заключается в исследовании методов прогнозирования коротких временных рядов.

Для достижения поставленной цели были сформулированы и решены следующие задачи:

- изучение методов и алгоритмов построения прогностической модели;
- реализация методов;
- анализ полученных результатов.

1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

В настоящее время существует огромное количество разнообразных методов прогнозирования, основанных на анализе прошлых значений. Большинство этих методов опирается на экстраполяцию, когда свойства временного ряда на рассматриваемом интервале распространяется и на последующие значения.

Наиболее известным методом прогнозирования, основанным на экстраполяции, являются методы авторегрессии и скользящего среднего (ARIMA), модель экспоненциального сглаживания и адаптивный метод.

1.1. Модель ARIMA

Для описания и прогнозирования динамики нестационарных однородных временных рядов, характеризующихся нестабильным средним значением уровней ряда, для которых, однако, существует такой порядок, что последовательные разности этого порядка образуют стационарный временной ряд (то есть после вычитания локального среднего уровня ряд становится стационарным), предназначена модель Бокса-Дженкинса ARIMA (модель авторегрессии – проинтегрированного скользящего среднего). Данная модель является одной из наиболее популярных моделей для построения краткосрочных прогнозов [2].

Модель ARIMA является представителем класса моделей авторегрессии - скользящего среднего (ARMA) для нестационарных временных рядов, которые можно сделать стационарными взятием разностей некоторого порядка от исходного временного ряда.

Модель ARIMA(p, d, q) описывается следующими параметрами: p – коэффициент авторегрессии, d – степень интегрирования и q – коэффициент скользящего среднего.

Процесс ARIMA задается выражением:

$$y_t = \alpha + \phi_1 y_{t-1} + \dots + \phi_p y_{t-p} + \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \dots + \theta_q \varepsilon_{t-q} \quad (1)$$

Данная модель, созданная Боксом и Дженкинсом, позволяет идентифицировать число порядков p , d , q , оценивать параметры модели и строить прогнозные значения.

Подбор модели ARIMA осуществляется с помощью следующих этапов:

1) *Получение стационарного ряда с помощью:*

a) Взятие конечных разностей вида

$$X_t = \Delta Y_t = Y_t - Y_{t-1}, \quad (2)$$

где X_t – первая разность,

$$Z_t = \Delta X_t = X_t - X_{t-1} = Y_t - 2Y_{t-1} + Y_{t-2} = \Delta^2 Y_t, \quad (3)$$

где Z_t – вторая разность;

b) Логарифмирование цепных индексов вида

$$X_t = \ln\left(\frac{Y_t}{Y_{t-1}}\right) = \ln Y_t - \ln Y_{t-1} \quad (4)$$

c) Расчет темпов прироста вида

$$X_t = \frac{Y_t - Y_{t-1}}{Y_{t-1}} = \frac{Y_t}{Y_{t-1}} - 1 \quad (5)$$

Чтобы определить процедуру преобразования для получения стационарного ряда, необходимо проанализировать исходный вид графика временного ряда X_t .

2) *Выбор оптимальной модели.* Выбор оптимальной модели в классе моделей ARIMA происходит на основании анализа автокорреляционной функции и частной автокорреляционной функции с использованием критериев Акаике и Шварца.

При построении ARIMA(p, d, q)-модели временного ряда Y_t необходимо стремиться к минимальному числу ее параметров. В процесс выбора модели необходима оценка параметров всех возможных вариантов моделей и выбора наилучшего из них на основе критериев Акаике и Шварца.

Так как структуре выборочных ACF и PACF довольно точно могут соответствовать несколько моделей, то необходимо рассмотреть критерии выбора оптимальной модели.

- Информационный критерий Акаике (AIC). Выбирается модель с наименьшим значением AIC:

$$AIC = -2 \log(L) + 2(p + q + P + Q + k), \quad (6)$$

где $k = 1$, если $c \neq 0$ и 0 в противном случае;

L – максимизированная функция правдоподобия.

- Информационный критерий Шварца (BIC). Выбирается модель с наименьшим значением BIC:

$$BIC = -2 \log(L) + (p + q + P + Q + k) \log(n) \quad (7)$$

3) *Оценка модели.* Часто используемый метод для моделей ARIMA(p, d, q) – метод наименьших квадратов. При выборе оптимальной модели подразумевается, что случайный остаток $e_t, t = 1, 2, \dots, n$ по своим свойствам достаточно близок к белому шуму. Математическое ожидание остатков нулевое, дисперсия постоянна на любом участке измерения, а между уровнями ряда случайных остатков не должно быть автокорреляционной зависимости.

Оценивать погрешность прогнозирования можно путем вычисления относительных отклонений получаемых прогнозных значений от фактических значений в процентном соотношении:

$$\delta_i = \frac{|\hat{x}_i - x_i|}{x_i} \cdot 100\% \quad (8)$$

Общая ошибка прогнозирования составляет среднюю величину $\tilde{\delta}$ всех относительных отклонений.

1.2. Адаптивный метод прогнозирования

Под адаптивным прогнозированием понимают методы прогнозирования, основанные на адаптации к данным либо другой информации, на базе которой строится прогноз.

В статистическом прогнозировании чаще всего используются базовые модели скользящего среднего – Брауна и Хольта, первая из них является частным случаем второй.

Прогнозное значение в методе Брауна вычисляется по следующей формуле:

$$\hat{x}_{n+1} = \alpha \cdot x_n + (1 - \alpha) \cdot x_{n-1} \quad (9)$$

где α – средне взвешенный коэффициент сглаживания, значение которого принадлежит интервалу $[0, 1]$.

Значение α определяется экспериментально, путем перебора всех значений лежащих в данном интервале, что является трудоемким процессом.

В работе [1] предлагается новый метод прогнозирования, новизна которого заключается в получении теоретически точного расчетного значения коэффициента сглаживания вместо экспериментального подбора и с решением проблемы отставания прогнозных значений от фактических.

Данный метод заключается в том, чтобы определить фрактальную размерность D временного ряда, связанную с показателем Херста H соотношением:

$$D = 2 - H \quad (10)$$

Расчет показателя Херста H осуществляется с помощью алгоритма R/S - анализа или нормированного размаха Херста. Согласно этому алгоритму заданный временной ряд $Z = \langle z_i \rangle$, $i = \overline{1, n}$ разбивается на начальные отрезки z_τ , где $\tau = \overline{1, n}$. Для этих отрезков вычисляется размах

$$R = R(\tau) = \max_{1 \leq t \leq \tau} Z_{\tau,t} - \min_{1 \leq t \leq \tau} Z_{\tau,t}, \quad (11)$$

который нормируется на стандартное отклонение $S(\tau)$.

Показатель Херста для начальных отрезков вычисляется по формуле:

$$H(\tau) = \frac{\log\left(\frac{R(\tau)}{S(\tau)}\right)}{\log\left(\frac{\tau}{2}\right)}, \quad (12)$$

Далее находится усредненное по всем начальным отрезкам значение показателя Херста:

$$\tilde{H} = \frac{\sum_{\tau} H(\tau)}{n-2}, \quad (13)$$

Показатель Херста имеет классификации:

1. $H = 0,5$ – следовательно ряд случайный, события случайны и некоррелированы;
2. $0 < H < 0,5$ – антиперсистентный процесс, следовательно система меняется быстрее, чем случайная, частые, но небольшие изменения;
3. $0,5 < H < 1$ – персистентный процесс, следовательно последующие показатели сильно зависят от предыдущих значений;
4. $H = 1$ – гладкая кривая, процесс предсказуем.

Коэффициент сглаживания D определяется по формуле:

$$\alpha = D = 2 - \tilde{H}, \quad (14)$$

Прогнозное значение рассчитывается, как:

$$\hat{x}_{n+1} = D \cdot x_n + (1 - D) \cdot x_{n-1}, \quad (15)$$

Оценивать погрешность прогнозирования можно путем вычисления относительных отклонений получаемых прогнозных значений от фактических значений в процентном соотношении:

$$\delta_i = \frac{|\hat{x}_i - x_i|}{x_i} \cdot 100\% \quad (16)$$

Общая ошибка прогнозирования составляет среднюю величину $\tilde{\delta}$ всех относительных отклонений.

1.3. Экспоненциальное сглаживание

Метод экспоненциального сглаживания является наиболее распространенным методом прогнозирования различных временных рядов. Прогнозирование с помощью данного метода возможно только на краткосрочный период, то есть на 1-2 шага вперед.

Существует 15 методов экспоненциального сглаживания, представленные в таблице 1 [3].

Таблица 1 - Пятнадцать методов экспоненциального сглаживания

Trend component	Seasonal Component		
	N (None)	A (Additive)	M (Multiplicative)
N (None)	N, N	N, A	N, M
A (Additive)	A, N	A, A	A, M
A _d (Additive damped)	A _d , N	A _d , A	A _d , M
M (Multiplicative)	M, N	M, A	M, M
M _d (Multiplicative damped)	M _d , N	M _d , A	M _d , M

Некоторые из этих методов известны под другими названиями. Например, ячейка (N, N) описывает простой способ экспоненциального сглаживания (или SES), ячейка (A, N) описывает линейный метод Хольта, а ячейка (A_d, N) описывает метод затухающего тренда.

Символы, находящиеся в строке идентификации метода, обозначают: первая буква обозначает тип ошибки, вторая буква обозначает тип тренда, а третья – тип сезона. Например, модель ETS (A, N, N) обозначает простое экспоненциальное сглаживание с аддитивными ошибками, ETS (A, A, N) – имеет аддитивные ошибки, аддитивный тренд и отсутствует сезонность, другими словами, это линейный метод Хольта с аддитивными ошибками. Аналогично, ETS (M, M_d, M) относится к модели с мультипликативными ошибками, затухающим мультипликативным трендом и мультипликативной сезонностью.

Для расчета прогноза используется формула простого экспоненциального сглаживания:

$$\hat{x}_{t+1} = k \cdot x_t + (1 - k) \cdot \hat{x}_t, \quad (17)$$

где \hat{x}_{t+1} – прогноз на период $t + 1$;

x_t – данные для прогноза за текущий период t ;

k – коэффициент сглаживания ряда, $0 < k < 1$.

Очевидно, что результат зависит от коэффициента сглаживания. Чем больше значение коэффициента сглаживания, тем больше влияние последних периодов на прогноз. Если $k = 1$, то предыдущие наблюдения полностью игнорируются. Если $k = 0$, то игнорируются текущие наблюдения. Значения $0 < k < 1$ дают промежуточные результаты. Эмпирические исследования показали, что весьма часто простое экспоненциальное сглаживание дает достаточно точный прогноз.

Параметр сглаживания часто ищется поиском на сетке, то есть все возможные значения параметра разбиваются сеткой с определенным шагом. Например, задается минимальное значение параметра 0,1 и максимальное 0,9, с шагом 0,1. Затем выбирается k , для которого сумма квадратов (или средних квадратов) остатков (наблюдаемые значения минус прогнозы на шаг вперед) является минимальной.

Для расчета точности прогноза находим:

1. Ошибку модели. То есть находим разницу между фактическим значением и прогнозным.
2. Квадратичное отклонение – отношение квадрата ошибки модели к квадрату прогноза на этот период.
3. Среднеквадратичное отклонение – среднее значение квадратических отклонений.
4. Точность прогноза – разность между единицей и среднеквадратическим отклонением.

Оценивать погрешность прогнозирования можно путем вычисления относительных отклонений получаемых прогнозных значений от фактических значений в процентном соотношении:

$$\delta_i = \frac{|\dot{x}_i - x_i|}{x_i} \cdot 100\% \quad (18)$$

Общая ошибка прогнозирования составляет среднюю величину $\tilde{\delta}$ всех относительных отклонений.

2. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1. Исходные данные

В качестве исходных данных использованы ежеквартальные затраты компании АО «Томская генерация» за 2008 и 2009 года. АО «Томская генерация» является крупнейшим производителем тепловой и электрической энергии в г. Томске.

2.2. Модель ARIMA

Для реализации метода ARIMA использовалась встроенная функция `arima` пакета `forecast` среды программирования R. Основная задача данной функции заключается в выборе соответствующего порядка модели, то есть значений p , d , q , P , D , Q .

Скрипт, с помощью которого вычислено прогнозное значение, представлен в приложении 1.

Для исходного временного ряда, состоящего из 8 элементов, получаем ARIMA(2, 0, 1). Оценим данную модель с помощью функции:

```
flu_arima <- arima(flu, order=c(2, 0, 1))
```

Получим уравнение:

$$y_t = 1005538,87 - 0,148y_{t-1} - 0,9082y_{t-2} + \varepsilon_t + 0,9973\varepsilon_{t-1}.$$

С помощью команды `fitted(flu_arima)` построены прогнозные значения. Фактические и прогнозные значения временного ряда выведены на график с помощью команды `matplot(cbind(flu,fitted(flu_arima)),type='l')`.

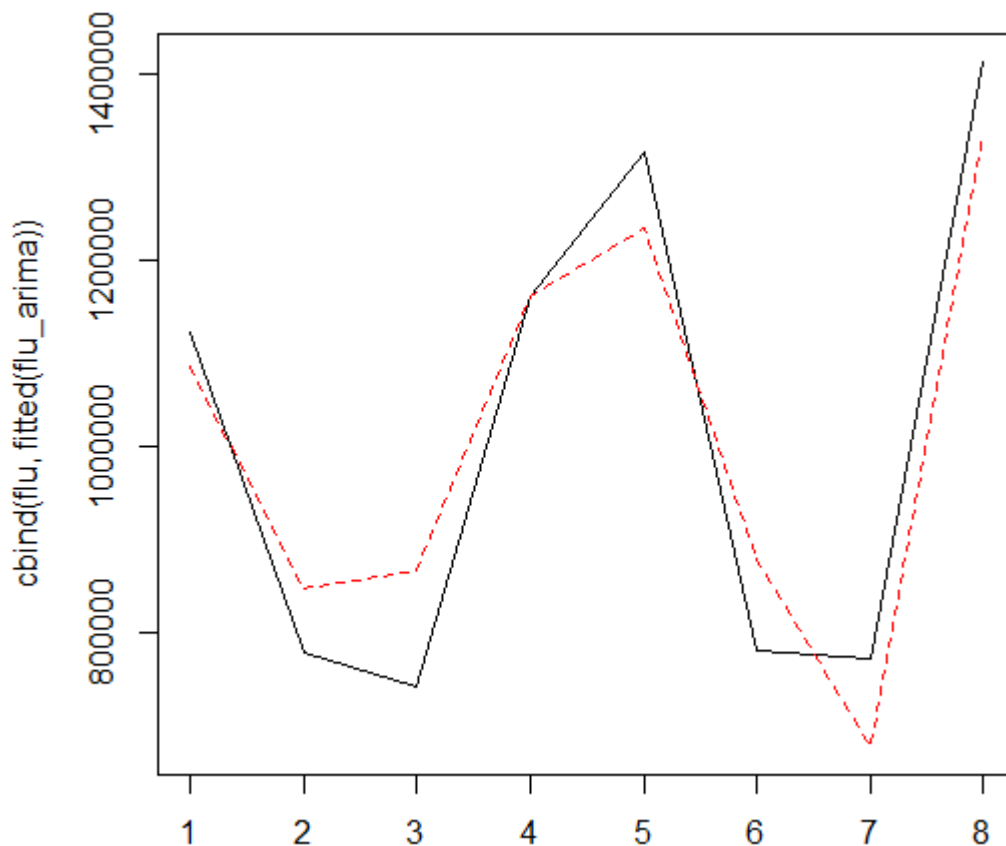


Рисунок 1 - Фактические и прогнозные значения временного ряда

Далее построен прогноз на 5 шагов вперед:

```
fcast <- forecast(flu_arma, h = 5); fcast
```

Результат включает 80% и 95% доверительный интервал для прогноза:

	Point Forecast	Lo 80	Hi 80	Lo 95	Hi 95
2010 Q1	1230572.3	1119551.0	1341593.5	1060779.8	1400364.7
2010 Q2	601733.6	465055.5	738411.6	392702.6	810764.6
2010 Q3	860931.1	683726.9	1038135.3	589920.6	1131941.6
2010 Q4	1393682.8	1208004.7	1579360.8	1109712.7	1677652.8
2011 Q1	1079421.5	863201.5	1295641.5	748741.6	1410101.4

Определим оценку погрешности прогнозирования путем вычисления относительных отклонений получаемых прогнозных значений от фактических значений в процентном соотношении:

$$\delta_i = \frac{|\hat{x}_i - x_i|}{x_i} \cdot 100\% \quad (19)$$

Общая ошибка прогнозирования составляет среднюю величину $\tilde{\delta}$ всех относительных отклонений.

В таблице 2 представлены фактические и прогнозные значения, а также относительное отклонение в процентах:

Таблица 2 - Результаты прогнозирования модели ARIMA

Фактические значения	Прогнозные значения	Относительное отклонения
1 122 156,70	1 086 284,60	3,19
777 243,30	846 488,80	8,90
741 537,90	865 309,60	16,69
1 160 976,40	1 162 161,40	0,10
1 316 723,00	1 233 645,70	6,30
781 010,00	879 288,70	12,58
770 447,00	676 772,80	12,15
1 413 481,00	1 335 806,90	5,50
Прогноз:	1 230 572,30	
Погрешность:		8,18 %

На рисунке 2 представлен график прогноза с доверительными интервалами:

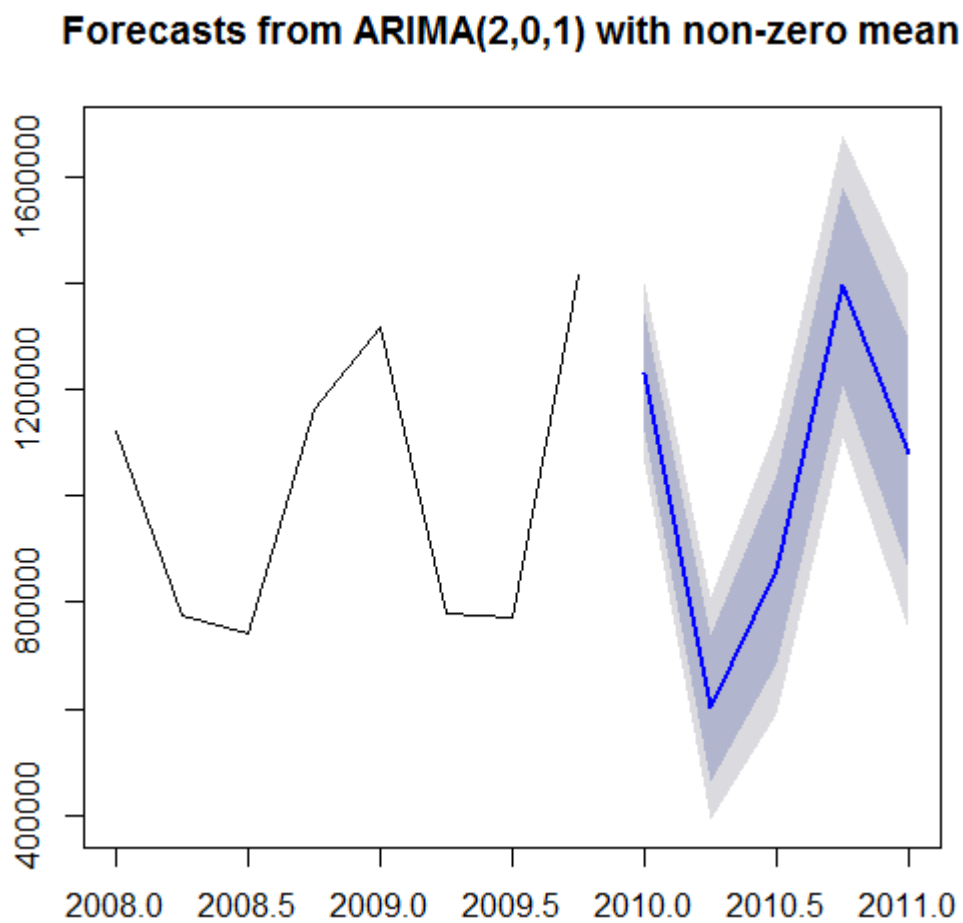


Рисунок 2 - График прогноза модели ARIMA

2.3. Адаптивный метод

Для реализации данного метода необходимо определить показатель Херста с помощью встроенной функции `hurstexp(x[[1]])` в системе R.

Показатель Херста:

$$\tilde{H} = 0,765061.$$

Тогда коэффициент сглаживания D определяется по формуле (13) и равняется:

$$D = 2 - 0,765061 = 1,234939$$

Таким образом подставляя значение коэффициента сглаживания в формулу (14) получаем:

$$\dot{x}_{n+1} = 1,234939 \cdot x_n - 0,234939 \cdot x_{n-1}$$

Используя полученную модель, строим прогнозные значения и сравниваем их с фактическими.

В таблице 3 представлены фактические и прогнозные значения, а также относительное отклонение в процентах.

Таблица 3 – Результаты прогнозирования временного ряда адаптивным методом

Фактическое значение	Прогнозное значение	Относительное отклонение
1 122 156,70		
777 243,30	696 209,69	10,43
741 537,90	733 149,31	1,13
1 160 976,40	1 259 518,86	8,49
1 316 723,00	1 353 313,95	2,78
781 010,00	655 150,12	16,12
770 447,00	767 965,34	0,32
1 413 481,00	1 564 554,76	10,69
Прогноз	1 377 987,88	
Погрешность		7,14 %

На рисунке 3 в виде графиков представлены фактические и прогнозные значения.



Рисунок 3 - Адаптивный метод

2.4. Экспоненциальное сглаживание

В данной работе реализация метода экспоненциального сглаживания произведена в Excel. Рассмотрены две экспоненциальные модели с различными коэффициентами сглаживания, а именно с $k = 0,8$ и $k = 0,7$.

Для расчета точности прогноза находим:

5. Ошибку модели. То есть находим разницу между фактическим значением и прогнозным.
6. Квадратичное отклонение – отношение квадрата ошибки модели к квадрату прогноза на этот период.
7. Среднеквадратичное отклонение – среднее значение квадратических отклонений.
8. Точность прогноза – разность между единицей и среднеквадратическим отклонением.

На рисунке 4 представлены графики фактических значений и двух экспоненциальных моделей с различными коэффициентами сглаживания $k = 0,8$ и $k = 0,7$.

Формула для расчета прогноза:

$$\hat{x}_{t+1} = k \cdot x_t + (1 - k) \cdot \hat{x}_t,$$

где $k = 0,7$ и $k = 0,8$.

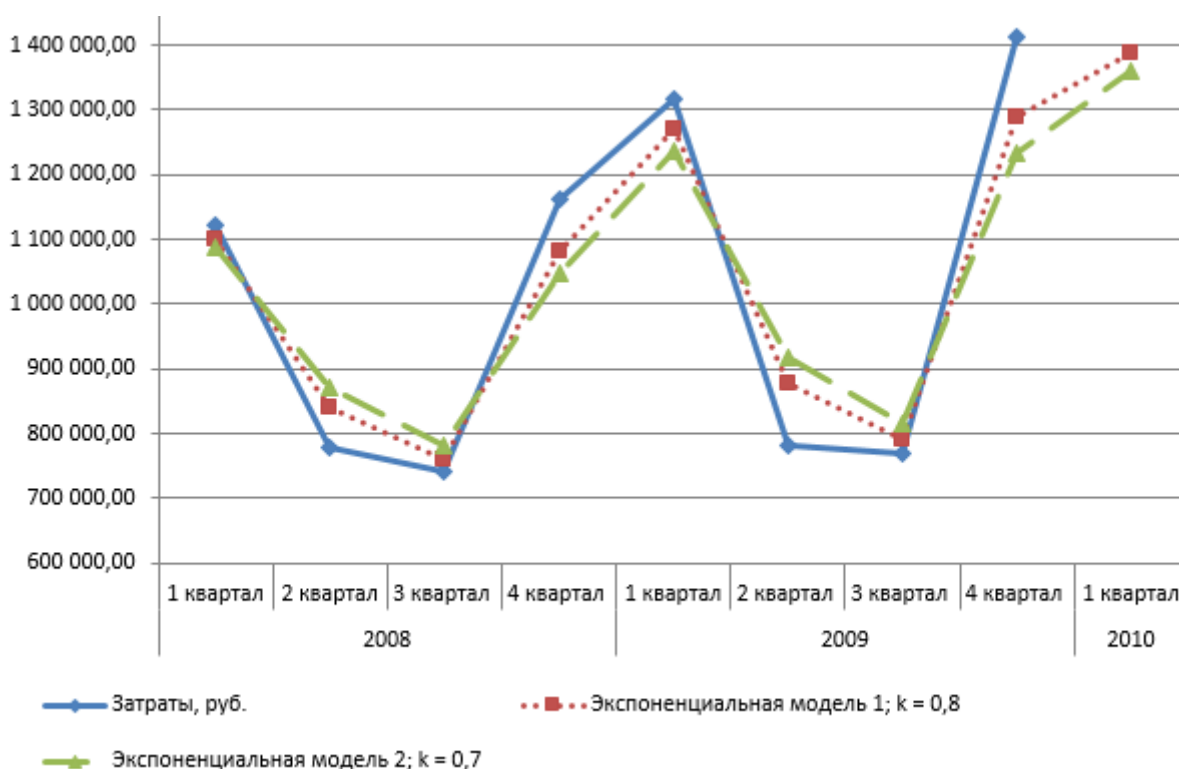


Рисунок 4 - Метод экспоненциального сглаживания

Точность прогноза для экспоненциальной модели 1 с коэффициентом сглаживания $k = 0,8$ равняется 99,55 %, а для экспоненциальной модели 2 с коэффициентом $k = 0,7$ точность прогноза составляет 99,03 %. Следовательно оптимальней для прогноза использовать коэффициент $k = 0,8$.

В таблице 4 представлены фактические и прогнозные значения, а также относительное отклонение в процентах:

Таблица 4 - Результаты прогнозирования методом экспоненциального сглаживания

Фактические значения	Прогнозные значения	Относительное отклонение
1 122 156,70	1 099 814,74	1,99
777 243,30	841 757,59	8,30
741 537,90	761 581,84	2,70
1 160 976,40	1 081 097,49	6,88
1 316 723,00	1 269 597,90	3,58
781 010,00	878 727,58	12,51
770 447,00	792 103,12	2,81
1 413 481,00	1 289 205,42	8,79
Прогноз:	1 388 625,88	
Погрешность:		5,95 %

2.5. Анализ полученных результатов

Исследуя метод экспоненциального сглаживания, модель ARIMA и адаптивный метод, получены следующие результаты:

Таблица 5 – Результаты прогнозирования

ARIMA-модель		Адаптивный метод		Метод экспоненциального сглаживания	
Прогноз	Погрешность	Прогноз	Погрешность	Прогноз	Погрешность
1 230 572,30	8,18 %	1 377 987,88	7,14 %	1 388 625,88	5,95 %

Как видно из таблицы 5 метод экспоненциального сглаживания дает меньшую погрешность прогнозирования по сравнению с адаптивным методом и моделью ARIMA.

3. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

3.1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований

3.1.1. Анализ конкурентных технических решений

Так как рынок пребывает в постоянном движении, то детальный анализ конкурирующих разработок, необходимо проводить систематически, что позволит вносить коррективы в научное исследование. Кроме того, данный анализ позволит реалистично оценить сильные и слабые стороны разработок конкурентов.

Анализ конкурентных технических решений рекомендуется проводить с помощью оценочной карты, представленной в таблице 6.

Таблица 6 - Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	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 ресурсоэффективности							
1. Возможность прогнозирования маленьких выборок	0,15	5	3	4	0,75	0,45	0,6
2. Точность прогноза	0,1	5	5	4	0,5	0,5	0,4
3. Длительность прогноза	0,03	3	4	3	0,09	0,12	0,09
4. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,09	4	5	4	0,36	0,45	0,36

5. Надежность	0,05	4	4	3	0,2	0,2	0,15
6. Безопасность	0,02	5	5	5	0,1	0,1	0,1
7. Потребность в ресурсах памяти	0,05	4	4	3	0,2	0,2	0,15
8. Простота эксплуатации	0,1	5	4	5	0,5	0,4	0,5
9. Повышение производительности труда пользователя	0,12	5	4	4	0,6	0,48	0,48
10. Качество интеллектуального интерфейса	0,05	4	4	3	0,2	0,2	0,15
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,07	4	5	5	0,28	0,35	0,35
2. Уровень проникновения на рынок	0,05	3	4	3	0,15	0,2	0,15
3. Цена	0,03	4	3	2	0,12	0,09	0,06
4. Послепродажное обслуживание	0,04	4	5	5	0,16	0,2	0,2
5. Финансирование научной разработки	0,03	4	5	4	0,12	0,15	0,12
6. Срок выхода на рынок	0,02	4	5	5	0,08	0,1	0,1
Итого	1				4,41	4,19	3,96

Баллы разработки и баллы конкурентов оцениваются по каждому пункту экспертным путем по пятибалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 5 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем в сумме должны составлять единицу.

Конкурентоспособность определяется по формуле:

$$K = \sum_i B_i \cdot \text{Б}_i, \quad (20)$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

Б_i – балл i -го показателя.

Анализируя таблицу 1, следует вывод о том, что наиболее значимыми критериями являются «Возможность прогнозирования маленьких выборок», «Точность прогноза», «Простота эксплуатации» и «Повышение производительности труда пользователя». Конкурентоспособность разработанного продукта намного выше, чем у конкурента, а значит, покупатель будет заинтересован в приобретении данного продукта.

3.1.2. SWOT-анализ

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

Сильными сторонами являются отсутствие аналогичных методов прогнозирования для случая маленькой выборки, точность прогноза и относительная простота применения метода.

Слабыми сторонами являются узкоспециализированная направленность и невозможность использования кода в других программных продуктах.

Возможностью является включение в изучение других методов, построение прогнозов и усовершенствование кода.

Угрозой представляется разработка нового упрощенного кода, что приведет к неактуальности разрабатываемого кода и возможность получения

неточного прогноза, что приведет к неправильному анализу дальнейшей работы предприятия.

Таблица 7 - Итоговая таблица SWOT-анализа

	<p>Сильные стороны:</p> <p>C1 Отсутствие аналогичных методов</p> <p>C2 Точность прогноза</p> <p>C3 Относительная простота применения методов</p>	<p>Слабые стороны:</p> <p>Сл.1 Узкоспециализированная направленность</p> <p>Сл.2 Невозможность использования кода в других программных продуктах</p> <p>Сл.3 Нехватка данных для построения долгосрочного прогноза</p>
<p>Возможности:</p> <p>B1 Расширение специализации</p> <p>B2 Построение прогноза</p> <p>B3 Усовершенствование кода</p>	<p>Разработка наиболее точного, универсального метода для прогнозирования временных рядов.</p>	<p>Включение в разработку новых методов, которые позволят строить точные прогнозы на длительный срок.</p>
<p>Угрозы:</p> <p>У1 Неактуальность</p> <p>У2 Возможность получения неточного прогноза</p>	<p>Улучшение метода для получения точного прогноза. Необходимо создать такой метод, который будет соответствовать спросу.</p>	<p>Разработка нового алгоритма с включением в него новых методов, которые обеспечат точный долгосрочный прогноз.</p>

Сильные и слабые стороны тесно коррелируют с угрозами и возможностями, так как данный метод имеет узкую направленность.

3.2. Планирование научно-исследовательских работ

3.2.1. Структура работ в рамках научного исследования

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

Для выполнения научно-исследовательской работы формируется рабочая группа, в состав которой могут входить:

1. Руководитель проекта (Р);
2. Бакалавр (Б).

На следующем этапе составляется перечень работ в рамках проведения научного исследования, а также проводится распределение исполнителей по видам работ. Примерный порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 8.

Таблица 8 - Комплекс работ по разработке проекта

Основные этапы	№	Содержание работ	Должность исполнителя
Подготовительный	1	Составление и утверждение научного задания	Руководитель Бакалавр
	2	Подбор и изучение материалов по теме	Руководитель Бакалавр

Исследование и анализ предметной области	3	Анализ исходных данных	Бакалавр
	4	Выбор метода выполнения работы	Руководитель Бакалавр
	5	Календарное планирование работ по теме	Бакалавр
Теоретические и экспериментальные исследования	6	Применение выбранного метода к данным	Бакалавр
Обобщение и оценка результатов	7	Анализ результатов работы	Бакалавр
	8	Определение целесообразности проведения НИ	Руководитель Бакалавр
	9	Составление пояснительной записке к ВКР	Бакалавр

3.2.2. Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения научного исследования

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

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

$$t_{ож\ i} = \frac{3t_{мин\ i} + 2t_{макс\ i}}{5}, \quad (21)$$

где $t_{ож\ i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -й работы, человеко-дни;

$t_{мин\ i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -й работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), человеко-дни;

$t_{макс\ i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -й работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), человеко-дни.

Рассчитаем значение ожидаемой трудоемкости работы.

Установление длительности работ в рабочих днях осуществляется по формуле:

$$t_{pi} = \frac{t_{ож\ i}}{Ч_i}, \quad (22)$$

где t_{pi} – трудоемкость работы, человеко-дни;

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

3.2.3. Разработка графика проведения научного исследования

В рамках планирования научного проекта необходимо построить календарный график проекта, который необходимо представить в виде диаграммы Ганта.

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

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

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot K_{\text{кал}}, \quad (23)$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения работы в календарных днях;

T_{pi} – продолжительность выполнения работы в рабочих днях;

$K_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности, предназначен для перевода рабочего времени в календарное.

Коэффициент календарности определяется по формуле:

$$K_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{пр}} - T_{\text{вых}}}, \quad (24)$$

где $T_{\text{кал}}$ – календарное число дней в году;

$T_{\text{пр}}, T_{\text{вых}}$ – число праздничных и выходных дней в году.

Рассчитанные значения в календарных днях по каждой работе необходимо округлить до целого числа.

Вычислим коэффициент календарности:

$$K_{\text{кал}} = \frac{366}{366 - 10 - 104} = 1,45$$

В таблице 9 рассчитаны временные показатели проведения научного исследования.

Таблица 9 - Временные показатели осуществления комплекса работ

№ раб от ы	Продолжительность работы			Исполн ители	t_{pi} , человек о-дни	T_{ki} , человек о-дни
	$t_{\min i}$, человеко- дни	$t_{\max i}$, человеко- дни	$t_{ож i}$, человеко- дни			
1	1	4	2	Р, Б	1	1
2	14	18	15	Р, Б	7	10
3	7	12	9	Б	9	13
4	3	7	4	Р, Б	2	3
5	1	5	2	Б	2	3
6	14	20	16	Б	16	23
7	5	8	6	Б	6	8
8	2	4	3	Р, Б	1	1
9	10	16	12	Б	12	17

Календарный план в виде диаграммы Ганта представлен в таблице 10. Светло-серым цветом обозначен руководитель, темным – бакалавр.

Таблица 10 – Календарный план-график проведения НИОКР по теме

№ работ	Вид работ	Исполнители	Т _{кi} , ка л. дн.	Продолжительность выполнения работ													
				февраль		март		апрель		май		июнь					
				1	10	13	3	3	23	8	1	17					
1	Составление и утверждение научного задания	Р Б	1														
2	Подбор и изучение материалов по теме	Р Б	10														
3	Анализ исходных данных	Б	13														
4	Выбор метода выполнения работы	Р Б	3														
5	Календарное планирование работ по теме	Б	3														
6	Применение выбранного метода к данным	Б	23														
7	Анализ результатов работы	Б	8														
8	Определение целесообразности и проведения НИ	Р Б	1														

3.2.4.2. Основная заработная плата исполнителей темы

В настоящую статью включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, рабочих макетных мастерских и опытных производств, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы оплаты труда. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы (размер определяется Положением об оплате труда).

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

$$C_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}, \quad (25)$$

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

$Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата.

Основная заработная плата ($Z_{осн}$) руководителя рассчитывается по формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_{раб}, \quad (26)$$

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

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

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d}, \quad (27)$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

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

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

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{тс} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p, \quad (28)$$

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

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

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

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

Для руководителя:

$$Z_m = 26052,00 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 50801,40 \text{ руб.}$$

$$Z_d = \frac{50801,40 \cdot 10,4}{247} = 2139,01 \text{ руб.}$$

Для бакалавра:

$$Z_m = 2895,10 \text{ руб.}$$

$$Z_d = \frac{2895,10 \cdot 4}{110} = 105,28 \text{ руб.}$$

Основная заработная плата руководителя (от ТПУ) рассчитывается на основании отраслевой оплаты труда. Отраслевая система оплаты труда в ТПУ предполагает следующий состав заработной платы:

- оклад – определяется предприятием. В ТПУ оклады распределены в соответствии с занимаемыми должностями, например, ассистент, ст. преподаватель, доцент, профессор. Базовый оклад $Z_б$ определяется исходя из размеров окладов, определенных штатным расписанием предприятия;

- стимулирующие выплаты – устанавливаются руководителем подразделений за эффективный труд, выполнение дополнительных обязанностей и т.д.;
- иные выплаты; районный коэффициент.

Расчет основной заработной платы приведен в таблице 12.

Таблица 12 - Расчет основной заработной платы

Исполнители	З _б , руб	k _{пр}	k _д	k _р	З _м , руб	З _д , руб	T _{раб} , дн.	З _{осн} , руб.
Руководитель	26052,00	0,30	0,20	1,30	50801,40	2139,01	24	51336,24
Дипломник	2895,10	0,00	0,00	0,00	2895,10	105,28	110	11580,80

3.2.4.3. Дополнительная заработная плата исполнителей темы

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

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}}, \quad (29)$$

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

$$Z_{\text{доп}} = 0,12 \cdot 51336,24 = 6160,35 \text{ руб.}$$

3.2.4.4. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

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

Величина отчислений во внебюджетные фонды:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}), \quad (30)$$

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.) 30%.

$$Z_{\text{внеб}} = 0,3 \cdot (51336,24 + 6160,35) = 17248,98 \text{ руб.}$$

3.2.4.5. Накладные расходы

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

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей}) \cdot k_{\text{нр}}, \quad (31)$$

где $k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы (16%).

$$\begin{aligned} Z_{\text{накл}} &= (3670 + 27890 + 62917,04 + 6160,35 + 15581,58) \cdot 0,16 \\ &= 18595,04 \end{aligned}$$

Расчет бюджета научно-технического исследования представлен в таблице 13.

Таблица 13 – Расчет бюджета НТИ

Статьи						Бюджет затрат НТИ
Материальные затраты	Специальное оборудование	Основная заработная плата	Дополнительная заработная плата	Отчисления во внебюджетные фонды	Накладные расходы	
3 670	27 900	62 917,04	6 160,35	17 248,98	18 595,04	136 1,41

3.3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности $I_{финр}^{исп,i}$ и ресурсоэффективности $I_{р-исп,i}$.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают $I_{финр}^{исп,i}$ в ходе оценки бюджета затрат для вариантов исполнения научного исследования. Для разрабатываемого программного обеспечения аналогом является программа математических вычислений «Simulink» пакета «MATLAB» коммерческая лицензия которой стоит 269500 рублей. Из этого следует, что затраты на разработку будут являться наибольшим интегральным показателем реализации технической задачи Φ_{max} .

Интегральный финансовый показатель разработки определяется:

$$I_{финр}^{исп,1} = \frac{\Phi_{р1}}{\Phi_{max}} = \frac{134814,00}{269500} = 0,5 \quad (32)$$

где $I_{финр}^{исп,1}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{p1} – стоимость 1-го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта.

В таблице 14 рассчитан интегральный показатель ресурсоэффективности:

Таблица 14 - Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерий	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1. Способствует росту производительность	0,1	5	2	4
2. Удобство в эксплуатации	0,15	5	4	5
3. Помехоустойчивость	0,15	5	5	4
4. Энергосбережение	0,2	5	4	3
5. Надежность	0,25	3	4	3
6. Материалоемкость	0,15	2	3	3
Итого	1	25	22	22

$$I_{p-исп1} = 0,5 + 5 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,2 + 3 \cdot 0,25 + 2 \cdot 0,15 = 4,05$$

$$I_{p-исп2} = 0,2 + 4 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,15 + 0,8 + 4 \cdot 0,25 + 3 \cdot 0,15 = 3,8$$

$$I_{p-исп3} = 0,4 + 5 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,15 + 0,6 + 3 \cdot 0,25 + 3 \cdot 0,15 = 3,55$$

Интегральный показатель эффективности разработки определяется по формуле:

$$I_{\text{исп.1}} = \frac{I_{\text{р-исп1}}}{I_{\text{финр}}^{\text{исп,i}}} = \frac{4,05}{0,5} = 8,1 \quad (33)$$

Интегральные показатели эффективности аналогов определяются аналогично:

$$I_{\text{исп.2}} = \frac{I_{\text{р-исп2}}}{I_{\text{финр}}^{\text{исп,i}}} = \frac{3,8}{1} = 3,8 \quad (34)$$

$$I_{\text{исп.3}} = \frac{I_{\text{р-исп3}}}{I_{\text{финр}}^{\text{исп,i}}} = \frac{3,55}{1} = 3,55 \quad (35)$$

Сравнение интегральных показателей эффективности текущего проекта и аналога позволяет определить сравнительную эффективность проекта:

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{исп1}}}{I_{\text{исп2}}} = \frac{8,1}{3,8} = 2,13 \quad (36)$$

В таблице 15 рассчитана сравнительная эффективность разработки:

Таблица 15 - Сравнительная эффективность проекта

№ п/п	Показатели	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,5	1	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,05	3,8	3,55
3	Интегральный показатель эффективности	8,1	3,8	3,55
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	2,13	2,13	2,3

Сравнение значений интегральных показателей эффективности позволяет понять и выбрать более эффективный вариант решения поставленной технической задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности. Как видно из таблицы 15, разработка выгоднее с точки зрения ресурсоэффективности.

3.4. Выводы

В процессе выполнения части работы по финансовому менеджменту, ресурсоэффективности и ресурсосбережению был проведен анализ разрабатываемого исследования.

Во-первых, оценен коммерческий потенциал и перспективность проведения исследования. Полученные результаты говорят о потенциале и перспективности на уровне выше среднего.

Во-вторых, проведено планирование НИР, а именно: определена структура и календарный план работы, трудоемкость и бюджет НИИ. Результаты соответствуют требованиям к ВКР по срокам и иным параметрам.

В-третьих, определена эффективность исследования в разрезах ресурсной, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности.

4. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

4.1. Описание рабочего места

В данном разделе рассмотрены вопросы, связанные с организацией рабочего места в соответствии с нормами производственной санитарии, техники производственной безопасности и охраны окружающей среды.

Объектом исследования является рабочее место и помещение, в котором оно находится. Характеристики помещения: ширина составляет $b = 6$ м, длина комнаты $a = 7$ м, высота $h = 3$ м. Площадь помещения $S = 42$ м², объем $V = 126$ м³. В комнате одно окно с шириной 2 м, высота 2,5 м.

В помещении естественная вентиляция, т.е. воздух поступает и удаляется через дверь и окно. В зимнее время помещение отапливается, что обеспечивает постоянное и равномерное нагревание воздуха.

В помещении используется комбинированное освещение – искусственное и естественное. Искусственное освещение создается люминесцентными лампами типа ЛБ.

Рабочая поверхность имеет высоту 0,75 м. Конструкция стола соответствует нормам СН 245-78, стол оборудуется специальными ящиками, необходимыми для удобства работы. На столе располагается ноутбук.

Электроснабжение сети переменного напряжения 220 В. Помещение без повышенной опасности в отношении поражения человека электрическим током по ГОСТ 12.1.013-78.

4.2. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды

В помещении возможны следующие вредные факторы:

- некомфортные метеоусловия;

- производственный шум;
- недостаточная освещенность;
- электромагнитное излучение.

4.2.1. Метеоусловия

Микроклимат производственных помещений – это климат внутренней среды помещений, который определяется действующими на организм сочетаниями температуры, влажности и скорости движения воздуха, а также температуры окружающих поверхностей. Оптимальные микроклиматические условия обеспечивают общее и локальное ощущение теплового комфорта в течение 8-часовой рабочей смены, не вызывают отклонений в состоянии здоровья и создают предпосылки для высокой работоспособности.

Нормы оптимальных и допустимых метеорологических условий устанавливает СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Все категории работ разграничиваются на основе интенсивности энергозатрат организма в ккал/ч (Вт). Работа инженера-разработчика относится к категории Ia – работа с интенсивностью энергозатрат до 120 ккал/ч (до 139 Вт), производимая сидя и сопровождающаяся незначительным физическим напряжением.

Для помещения без избытка выделения тепла для работ категории тяжести Ia оптимальные параметры микроклимата должны соответствовать требованиям таблицы 16.

Таблица 16 - Оптимальные параметры микроклимата

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

Из таблицы 16 видно, что в анализируемой комнате параметры микроклимата соответствуют нормам.

Микроклимат комнаты поддерживается на оптимальном уровне системой водяного центрального отопления и естественной вентиляцией.

4.2.2. Производственный шум

Шум является общебиологическим раздражителем и в определенных условиях может влиять на органы и системы организма человека. Шум ухудшает точность выполнения рабочих операций, затрудняет прием и восприятие информации.

В рассматриваемом помещении основным источником шума являются работающие светильники люминесцентных ламп. Кроме этого шум проникает извне через открытые проемы форточек и окон.

В результате неблагоприятного воздействия шума на работающего человека происходит снижение производительности труда, увеличивается брак в работе, создаются предпосылки к возникновению несчастных случаев.

В рассматриваемом помещении уровень шума не превышает 50 дБ, поэтому никаких мер защиты от шума в анализируемом помещении не предусмотрено.

4.2.3. Освещенность

Освещение рабочего места – важнейший фактор создания нормальных условий труда. Согласно санитарно-гигиеническим требованиям рабочее место инженера должно освещаться как естественным, так и искусственным освещением. Естественное освещение проникает в помещение через одно большое окно в светлое время суток. Естественное освещение по своему спектральному составу является наиболее приемлемым. Искусственное же отличается относительной сложностью восприятия его зрительным органом человека.

Недостаточная освещенность рабочего места не только уменьшает остроту зрения, но и вызывает утомление организма в целом, что приводит к снижению производительности труда и увеличению опасности заболеваний человека. Поэтому с целью обеспечения требуемых норм освещенности необходимо произвести расчет искусственной освещенности.

Для расчета общего равномерного освещения при горизонтальной рабочей поверхности основным является метод светового потока (коэффициента использования), учитывающий световой поток, отраженный от потолка и стен. При работе с персональным компьютером в сочетании с работой с нормативной и технической документацией согласно нормам СНиП 23-05-95 регламентируется максимальная искусственная освещенность рабочих мест в 400 Лк при общем освещении. Разряд зрительной работы 1 г.

Ширина помещения составляет $b = 5$ м, длина комнаты $a = 7$ м, высота $h = 3,3$ м. Площадь помещения $S = 35$ м², а объем $V = 115,5$ м³. Высота рабочей поверхности над полом $h_p = 0,75$ м. Интегральным критерием оптимальности расположения светильников является величина λ , которая для

люминесцентных светильников с защитной решёткой лежит в диапазоне 1,1–1,3. Принимаем $\lambda = 1,1$, расстояние светильников от перекрытия (свес) $h_c = 0,3$ м.

Коэффициент отражения свежепобеленных стен с окнами, без штор $\rho_c = 50\%$, свежепобеленного потолка $\rho_{п} = 70\%$. Коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника, для помещений с малым выделением пыли равен $k = 1,5$. Коэффициент неравномерности для люминесцентных ламп $z = 1,1$.

Выбираем лампу дневного света ЛД-40, световой поток которой равен $\Phi_{ЛД} = 2300$ Лм.

Выбираем светильники с люминесцентными лампами типа ОДОР-2-40. Этот светильник имеет две лампы мощностью 40 Вт каждая, длина светильника равна 1227 мм, ширина – 265 мм.

По следующей формуле определим расчетную высоту подвеса светильников над рабочей поверхностью (h):

$$h = H - h_p - h_c, \quad (37)$$

где h_p – расстояние от пола до рабочей поверхности стола, м ($h_p = 0,75$ м);

h_c – расстояние от потолка до светильника, м ($h_c = 0,2$ м);

H – высота потолка в помещении, м ($H = 3,3$ м).

Высота светильника над рабочей поверхностью определяется по формуле (1) и равняется 2,35 м.

Расстояние между соседними светильниками или рядами определяется по формуле:

$$L = \lambda \cdot h = 1,1 \cdot 2,35 = 2,585 \text{ м}, \quad (38)$$

Число рядов светильников в помещении:

$$Nb = \frac{B}{L} = \frac{5}{2,585} = 1,93 \approx 2, \quad (39)$$

Число светильников в ряду:

$$Na = \frac{A}{L} = \frac{7}{2,585} = 2,71 \approx 3, \quad (40)$$

Общее число светильников:

$$N = Na \cdot Nb = 2 \cdot 3 = 6, \quad (41)$$

Учитывая, что в каждом светильнике установлено две лампы, общее число ламп в помещении $N = 12$.

Расстояние от крайних светильников или рядов до стены определяется по формуле:

$$l = \frac{L}{3} = 0,86 \text{ м}, \quad (42)$$

Размещаем светильники в два ряда. На рисунке 5 изображен план помещения и размещения светильников с люминесцентными лампами.

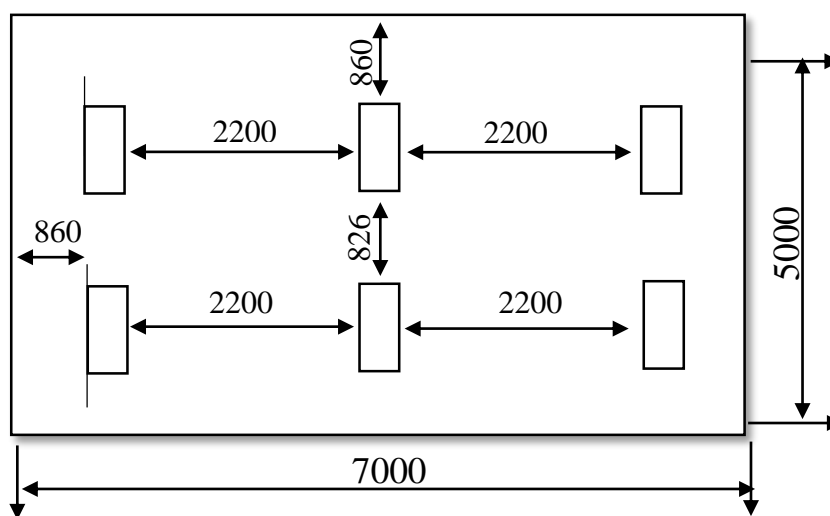


Рисунок 5 - План размещения светильников

Коэффициент использования может быть определен по известному индексу помещения (i), рассчитываемому по следующему выражению:

$$i = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a+b)} = \frac{5 \cdot 7}{2 \cdot (5+7)} = 1,46, \quad (43)$$

где a – длина помещения, м ($a = 7$ м);

b – ширина помещения, м ($b = 5$ м).

Коэффициент использования светового потока, показывающий какая часть светового потока ламп попадает на рабочую поверхность, для светильников типа ОДОР с люминесцентными лампами при $\rho_{\text{П}} = 70\%$, $\rho_{\text{С}} = 50\%$ и индексе помещения $i = 1,5$ равен $\eta = 0,47$.

Потребный световой поток лампы определяется по формуле:

$$\Phi_{\text{П}} = \frac{E \cdot A \cdot B \cdot k \cdot z}{N \cdot \eta} = \frac{200 \cdot 7 \cdot 5 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{12 \cdot 0,47} = 2047,9 \text{ Лм}, \quad (44)$$

Делаем проверку выполнения условия:

$$-10\% \leq \frac{\Phi_{\text{ЛД}} - \Phi_{\text{П}}}{\Phi_{\text{ЛД}}} \cdot 100\% \leq 20\%, \quad (45)$$

$$\frac{\Phi_{\text{ЛД}} - \Phi_{\text{П}}}{\Phi_{\text{ЛД}}} \cdot 100\% = \frac{2300 - 2047,9}{2300} \cdot 100\% = 10,96\%, \quad (46)$$

Таким образом: $10,96\% \leq 20\%$, необходимый световой поток светильника не выходит за пределы требуемого диапазона.

4.2.4. Электромагнитные поля

При длительном постоянном воздействии электромагнитного поля (ЭМП) радиочастотного диапазона на организм человека наблюдаются нарушения сердечнососудистой, дыхательной и нервной систем, характерны головная боль, утомляемость, ухудшение самочувствия, гипотония, изменение проводимости сердечной мышцы. Тепловое воздействие ЭМП характеризуется повышением температуры тела, локальным избирательным

нагревом тканей, органов, клеток вследствие перехода ЭМП в тепловую энергию.

Среди средств защиты от ЭМП выделяют следующие:

1) Организационные мероприятия – выбор рациональных режимов работы оборудования, ограничение места и времени нахождения персонала в зоне воздействия ЭМП, т.е. защита расстоянием и временем;

2) Инженерно-технические мероприятия, включающие рациональное размещение оборудования, использование средств, ограничивающих поступление электромагнитной энергии (поглотители мощности, экранирование и т.п.);

3) Лечебно-профилактические мероприятия в целях предупреждения, ранней диагностики и лечения здоровья персонала, например, периодические медицинские осмотры;

4) Средства индивидуальной защиты, к которым относятся защитные очки, щитки, шлемы, защитная одежда и др.

В данном случае воздействие ЭМП происходит только от монитора компьютера. Исходя из паспортных данных компьютера и монитора, они соответствуют нормам ТСО-99, ТСО-03.

Оценка уровней ионизирующих излучений проводится при работе компьютерами, оснащенными мониторами с электроннолучевой трубкой. В данном случае работа велась за компьютером, снабженным монитором с жидкокристаллическим дисплеем, поэтому оценка параметров по данному пункту раздела не проводилась.

4.3. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды

4.3.1. Электробезопасность

Согласно Правилам устройства электроустановок (ПУЭ) все производственные помещения по опасности поражения электрическим током разделяются на три категории:

- 1) помещения без повышенной опасности, в которых отсутствуют условия, создающие повышенную или особую опасность;
- 2) помещения с повышенной опасностью, 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.
- 3) особо опасные помещения, 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.

К опасным производственным факторам на рабочем месте относится возможность поражения электрическим током.

Сопротивление сухой неповреждённой кожи человека может быть до 80 000 Ом, сопротивление внутренних органов составляет 800 - 1000 Ом, поэтому расчетное сопротивление человека электрическому току принимается равным 1000 Ом. (1 кОм).

Безопасным для организма человека можно считать переменный ток силой не выше 0,05 А ток силой более 0,05 - 0,1 А опасен и может вызвать смертельный исход.

Безопасным напряжением для человека считается напряжение 42 В в нормальных условиях и 12 В в условиях повышенной опасностью (сырость, высокая температура, металлические полы и др.).

Комната, в которой выполнялась работа, относится к категории помещений без повышенной опасности по степени вероятности поражения электрическим током, вследствие этого к оборудованию предъявляются следующие требования:

- экран монитора должен находиться на расстоянии не менее 50 см от пользователя;
- применение приэкранных фильтров, специальных экранов.

Защитное заземление – это преднамеренное электрическое соединение с землей или ее эквивалентом металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением.

Сопротивление заземления – основной показатель заземляющего устройства, определяющий его способность выполнять свои функции и определяющий его качество в целом.

Сопrotивление заземления зависит от площади электрического контакта заземления с грунтом и удельного электрического сопротивления грунта, в котором смонтирован этот заземлитель. Согласно ПЭУ номинальное сопротивление заземления должно быть не более 4 Ом.

К средствам индивидуальной защиты относятся: защитные пластиковые каски, защитные очки, щиты ограждения, различные респираторы, противогазы и рукавицы.

К основным электрoзащитным средствам в электроустановках напряжением до 1000 В относятся:

- изолирующие штанги;
- изолирующие и электроизмерительные клещи;
- диэлектрические перчатки;
- изолированный инструмент.

К дополнительным изолирующим электрoзащитным средствам относятся:

- диэлектрические перчатки;
- диэлектрические боты;
- диэлектрические коврики и дорожки;
- изолирующие подставки на фарфоровых изоляторах
- изолирующие стеклопластиковые стремянки и приставные лестницы.

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.

К работам на электроустановках допускаются лица, достигшие 18 лет, прошедшие инструктаж и обученные безопасным методам труда. К тому же электробезопасность зависит и от профессиональной подготовки работников, сознательной производственной и трудовой дисциплины. Целесообразно знать меры первой медицинской помощи при поражении электрическим током.

4.3.2. Пожаробезопасность

По взрывопожарной и пожарной опасности помещения подразделяются на категории А, Б, В1 - В4, Г и Д, а здания - на категории А, Б, В, Г и Д. По пожарной опасности наружные установки подразделяются на категории A_n , B_n , B_n , G_n и D_n .

Согласно Нормам пожарной безопасности НПБ 105-95, помещения с ЭВМ и ПЭВМ относятся к категории В (пожароопасные).

Согласно СНиП 21-01-97, вычислительные центры должны располагаться в зданиях не ниже II степени огнестойкости, залы ЭВМ — не ниже первого этажа (допускается III степень огнестойкости).

Помещения с ПЭВМ должны оснащаться аптечкой первой помощи и углекислотными огнетушителями. Количество и состав огнетушителей выбирают согласно Правилам пожарной безопасности ППБ-01-93 в зависимости от площади защищаемого помещения и класса пожара.

Виды огнетушителей и их назначение:

1) *Огнетушитель порошковый ОП-3 (з)* – предназначен для укомплектования легковых автомобилей, а также применения в бытовых условиях в качестве первичного средства тушения пожаров класса А (твердых веществ), С (горючих газов), В (горючих жидкостей или плавящихся твердых

тел) и электроустановок, находящихся под напряжением до 1000 В (в зависимости от марки применяемого огнетушащего порошка).

2) *Огнетушители углекислотные (ОУ)* – предназначены для тушения загораний веществ, горение которых не может происходить без доступа воздуха, загораний электроустановок, находящихся под напряжением не более 1000В, жидких и газообразных веществ (класс В, С).

3) *Огнетушители воздушно-пенные (ОВП)* – предназначены для тушения различных веществ и материалов, за исключением щелочных металлов и электроустановок.

4) *Огнетушитель порошковый самосрабатывающий (ОСП)* – предназначен для тушения небольших пожаров и загораний твердых органических веществ, ГЖ и ЛВЖ, плавящихся материалов, электроустановок при напряжении до 1000В.

5) *Аэрозольные генераторы «Пурга»* - служат для автоматического или ручного тушения загораний в производственных и бытовых помещениях объемом до 200 кв.м. При срабатывании выделяется высокодисперсный аэрозоль, который тормозит пламенное горение. Узлы запуска: электрический, тепловой и механический (ручной).

Причины возникновения пожара неэлектрического характера: халатное обращение с огнем (курение, оставленные без присмотра нагревательные приборы, использование открытого огня).

Причины возникновения пожара электрического характера: короткое замыкание, перегрузки по току, искрение и электрические дуги, статическое электричество и т. п.

Для устранения причин возникновения пожаров в помещении лаборатории должны проводиться следующие мероприятия:

- использование только исправного оборудования;

- проведение периодических инструктажей по пожарной безопасности;
- назначение ответственного за пожарную безопасность помещений;
- издание приказов по вопросам усиления пожарной безопасности;
- отключение электрооборудования, освещения и электропитания по окончании работ;
- курение в строго отведенном месте;
- содержание путей и проходов для эвакуации людей в свободном состоянии.

Для локализации или ликвидации загорания на начальной стадии используются первичные средства пожаротушения. Первичные средства пожаротушения обычно применяют до прибытия пожарной команды.

Согласно требованиям Правил ППБ-01-93, расстояние от возможного очага возгорания до места размещения огнетушителя не должно превышать 20 м, если ПЭВМ установлены в общественных зданиях и сооружениях; 30 м — для помещений ВЦ. Дополнительно к огнетушителям на каждые 200 м² площади рекомендуется иметь: грубошерстную ткань или войлок размером не менее 1 X 1 м, асбестовое полотно и пожарный стенд с емкостью для песка не менее 0, 1 м³. Асбестовое полотно и войлок хранят в металлических футлярах с крышками. Не реже одного раза в три месяца их следует просушивать и очищать от пыли.

Здание должно соответствовать требованиям пожарной безопасности, а именно, наличие охранно-пожарной сигнализации, плана эвакуации, порошковых огнетушителей с поверенным клеймом, табличек с указанием направления к запасному (эвакуационному) выходу (рисунок 6).

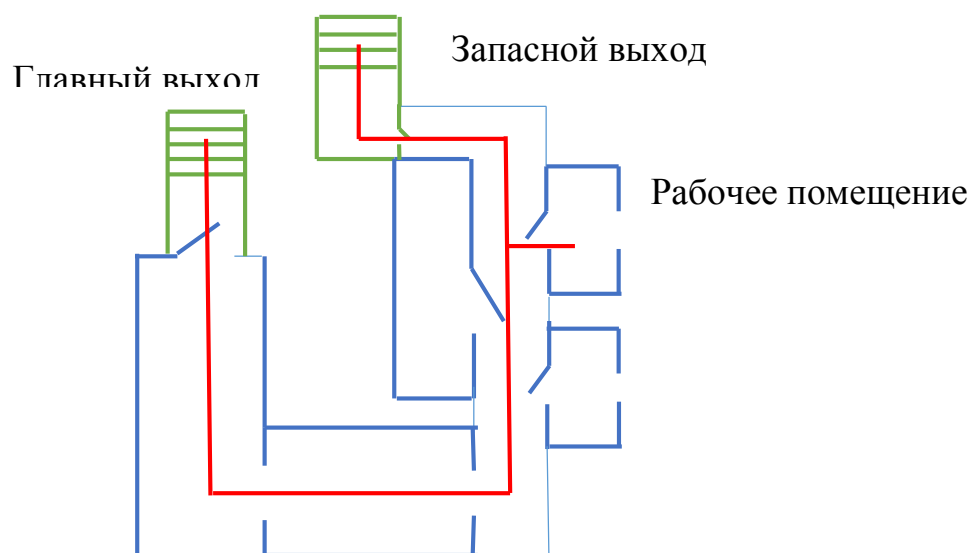


Рисунок 6 - План эвакуации

4.4. Охрана окружающей среды

Охрана окружающей среды – это комплексная проблема и наиболее активная форма ее решения – это сокращение вредных выбросов промышленных предприятий через полный переход к безотходным или малоотходным технологиям производства.

Охрану природы можно представить, как комплекс государственных, международных и общественных мероприятий, направленных на рациональное использование природы, восстановление, улучшение и охрану природных ресурсов. Технический прогресс постоянно увеличивает возможности воздействия на окружающую среду и создает предпосылки для возникновения экологических кризисов. Поэтому в настоящее время вопросы охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов имеют первостепенное значение.

Многие предприятия сейчас внедряют новейшие технологии в процесс эксплуатации, очистки и утилизации отходов производства. Так, внедрение электрооборудования, ПЭВМ, различных средств вычислительной техники

значительно упрощают процесс проектирования, эксплуатации, а также утилизации и защиты природы от вредных воздействий человечества.

Основными отходами являются черновики бумаги, картриджи и отработавшие люминесцентные лампы.

Конфиденциальные документы, которые не имеют практического значения для организации, и бумаги с истекшим сроком хранения подлежат полному уничтожению.

Как правило, уничтожение конфиденциальных документов производит служба кадрового делопроизводства. Схема работы включает в себя следующие процедуры:

- экспертиза ценности конфиденциальных документов;
- выделение конфиденциальных материалов к уничтожению (документов, любых носителей информации);
- составление описи ликвидируемых бумаг;
- согласование утилизации документов с руководством компании (письменное разрешение);
- оформление акта на уничтожение;
- ликвидация документов по акту.

Некоторые конфиденциальные документы могут быть ликвидированы без составления акта. К ним относятся: испорченные бумажные и прочие носители информации, черновики, копии, описи и другие материалы, находящиеся у исполнителя.

Для утилизации картриджей необходимо воспользоваться услугами компании по утилизации отработанных картриджей для принтеров. Специалисты оформят акты списания и утилизации, необходимые для

бухгалтерии любой организации. Вывоз отработанного оборудования осуществляется на транспорте компании.

Правила утилизации люминесцентных ламп для предприятий заключаются в том, что предприниматели обязаны заключать договора со специальной компанией, занимающейся вывозом таких отходов.

При написании дипломного проекта вредных выбросов в атмосферу, почву и водные источники не производилось, радиационного заражения не происходило, чрезвычайные ситуации не наблюдались, поэтому существенных воздействий на окружающую среду и соответственно вреда природе не оказывалось.

4.5. Защита в ЧС

Производство находится в городе Томске с континентально-циклоническим климатом. Природные явления (землетрясения, наводнения, засухи, ураганы и т. д.), в данном городе отсутствуют.

Возможными ЧС на объекте в данном случае, могут быть сильные морозы и диверсия.

Для Сибири в зимнее время года характерны морозы. Достижение критически низких температур приведет к авариям систем теплоснабжения и жизнеобеспечения, приостановке работы, обморожениям и даже жертвам среди населения.

В случае переморозки труб должны быть предусмотрены запасные обогреватели. Их количества и мощности должно хватать для того, чтобы работа на производстве не прекратилась.

Необходимо наличие бензиновых генераторов, в случае аварии на электросетях.

Кроме того, если в сильные морозы не работает городской транспорт, то необходимо наличие утепленного гаража, в котором будет находиться транспорт для доставки сотрудников на работу и домой.

Чрезвычайные ситуации, возникающие в результате диверсий, возникают все чаще. Для предупреждения вероятности осуществления диверсии предприятие необходимо оборудовать системой видеонаблюдения, круглосуточной охраной, пропускной системой, надежной системой связи, а также исключения распространения информации о системе охраны объекта, расположении помещений и оборудования в помещениях, системах охраны, сигнализаторах, их местах установки и количестве. Должностные лица раз в полгода проводят тренировки по отработке действий на случай экстренной эвакуации.

4.6. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

1. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
2. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий.
3. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.
4. ГОСТ Р 12.1.019-2009. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
5. ГОСТ 12.1.030-81. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление.
6. ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность. Общие требования.
7. ГОСТ 12.2.037-78. Техника пожарная. Требования безопасности.
8. СанПиН 2.1.6.1032-01. Гигиенические требования к качеству атмосферного воздуха.

9. ГОСТ 30775-2001 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Классификация, идентификация и кодирование отходов.
10. СНиП 21-01-97. Противопожарные нормы.
11. ГОСТ 12.4.154. Система стандартов безопасности труда. Устройства экранирующие для защиты от электрических полей промышленной частоты. Общие технические требования, основные параметры и размеры.
12. СНиП 23-05-95 "Естественное и искусственное освещение".

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе использовались квартальные затраты компании АО «Томская генерация» за два года для построения прогноза.

Рассмотрены три метода прогнозирования для случая коротких временных рядов: 1) ARIMA-модель; 2) адаптивный метод; 3) метод экспоненциального сглаживания.

Для ARIMA-модели погрешность прогнозирования составляет 8,18%, для адаптивного метода погрешность равна 7,14%, метод экспоненциального сглаживания дает погрешность равную 5,95%. Следовательно, наиболее точный результат дает метод экспоненциального сглаживания по сравнению с адаптивными методами и моделью ARIMA.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тебуева, Ф. Б. Адаптивный метод прогнозирования для коротких временных рядов природных процессов / Ф. Б. Тебуева, Н. В. Стреблянская // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. – 2016. – Вып.6 (20). – С. 83-87.
2. Дорохов, Е. В. Применение адаптивных, ARIMA и ARCH методов при прогнозировании краткосрочной динамики российского фондового рынка / Е. В. Дорохов // Финансы и бизнес. – 2007. – Вып.3 – С. 47-63.
3. Hyndman, R. J. Automatic time series forecasting: the forecast Package for R / R. J. Hyndman, Y. Khandakar // Journal of statistical software. – 2008. – Volume 27, Issue 3. – P. 1-22.
4. Мастицкий, С. Э. Статистический анализ и визуализация данных с помощью R [Электронная книга] / С. Э. Мастицкий, В. К. Шитиков – Режим доступа: <http://r-analytics.blogspot.ru/>, свободный. – Загл. с экрана.
5. Кожухова, В. Н. Свободная программная среда R: практикум для студентов, обучающихся по направлению 38.04.01 «Экономика» (уровень подготовки магистратуры). – учеб. пособие / В. Н. Кожухова, А. А. Коробецкая, В. К. Семенычев. – Самара: САГМУ, 2016. – 48 с.
6. Светуньков, С. Г. Методы социально-экономического прогнозирования: учебник для вузов. Том II / С. Г. Светуньков, И. С. Светуньков. СПб.: Изд-во СПбГУЭФ, 2010. — 103 с.
7. Мандель, А. С. Метод аналогов в прогнозировании коротких временных рядов: экспертно-статистический подход // Автоматика и телемеханика. – 2004. – Вып 4. – С. 143– 152.
8. Трегуб, А. В. Методика построения модели ARIMA для прогнозирования динамики временных рядов / А. В. Трегуб, И. В. Трегуб // Лесной вестник. – 2011. – Вып. 5. – С. 179-183.

9. Светуных, И. С. Методы социально-экономического прогнозирования: учебник для вузов. Том I / И. С. Светуных, С. Г. Светуных. М.: Изд-во Юрайт, 2014. — 351 с.
10. Буховец, А. Г. Статистический анализ данных в системе R – учеб. пособие / А. Г. Буховец, П. В. Москалев, В. П. Богатова, Т. Я. Бирючинская. – Воронеж: ВГАУ, 2010. – 124 с.
11. Гаскаров, Д. В. Малая выборка / Д. В. Гаскаров, В. И. Шаповалов. М.: Статистика, 1978. – 248 с.

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СТУДЕНТА

Исангулова А. Н. Анализ взаимодействия пользователей сети Twitter / А. Н. Исангулова, А. Д. Снида ; науч. рук. Л. А. Сивицкая // Перспективы развития фундаментальных наук : сборник научных трудов XIII Международной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, г. Томск, 26-29 апреля 2016 г. : в 7 т. — Томск : Изд-во ТПУ, 2016. — Т. 3 : Математика. — [С. 57-59].

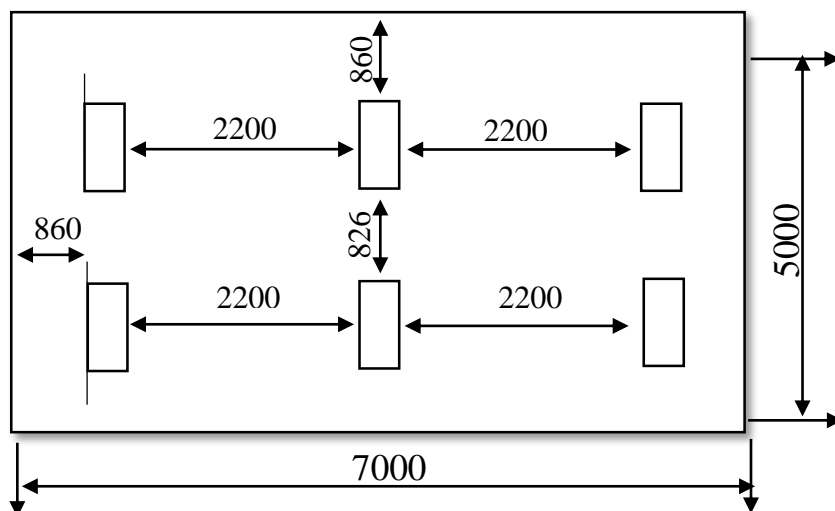
ПРИЛОЖЕНИЕ А

Листинг 1

```
flu = ts(read.table("C:/Users/matth/Desktop/8.txt"), start = 2008, frequency = 4)
summary(flu)
flu_arima <- arima(flu, order = c(2, 0, 1))
flu_arima
summary(flu_arima)
tsdisplay(residuals(flu_arima))
matplot(cbind(flu, fitted(flu_arima)), type='l')
fitted(flu_arima)
fcast <- forecast(flu_arima, h=5); fcast
plot(fcast)
```

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

План помещения и размещения светильников с люминесцентными лампами



ПРИЛОЖЕНИЕ В

План эвакуации в случае пожара

