

**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
<b>Построение математической модели оценки затрат электроэнергии</b>
УДК 51:519.21:519.866

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0В21	Агеева Надежда Сергеевна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор кафедры высшей математики и математической физики	Мицель Артур Александрович	Доктор технических наук, профессор		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры менеджмента	Сечина Ася Александровна	Кандидат химических наук, доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности	Федорчук Юрий Митрофанович	Доктор технических наук, профессор		

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Высшей математики и математической физики	Трифонов Андрей Юрьевич	Доктор физико- математических наук, профессор		

Томск – 2016 г.

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i><b>Профессиональные компетенции</b></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><b>Универсальные компетенции</b></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, роль насилия и ненасилия в истории, 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

**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

УТВЕРЖДАЮ:  
Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_  
(Подпись)      (Дата)      (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ**  
**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
0В21	Агеевой Надежде Сергеевне

Тема работы:

Построение математической модели оценки затрат электроэнергии

Утверждена приказом директора (дата, номер)

16.02.2016 №1230/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Исходные данные к работе</b>	<i>Данные фактического ежедневного потребления электроэнергии и фактического ежедневного выпуска продукции различного вида на предприятии «СИБУР ГЕОСИНТ» за период с 4 февраля по 31 декабря 2015 года</i>
<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Изучение предметной области, номенклатуры выпускаемой продукции.</li><li>2. Проведение предварительной обработки данных.</li><li>3. Изучение литературы по математическим методам обработки данных (регрессионный анализ, устойчивые методы решения системы</li></ol>

	<p><i>линейных уравнений, методы регуляризации некорректных задач, условная оптимизация).</i></p> <p><i>4. Нахождение функциональной зависимости ежедневных затрат электроэнергии на предприятии от выпуска продукции различного вида;</i></p> <p><i>5. Построение модели;</i></p> <p><i>6. Проведение исследования.</i></p>
--	--

**Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы**

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Сечина Ася Александровна
Социальная ответственность	Федорчук Юрий Митрофанович

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

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор кафедры высшей математики и математической физики	Мицель Артур Александрович	Доктор технических наук, профессор		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0В21	Агеева Надежда Сергеевна		

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
0B21	Агеевой Надежде Сергеевне

<b>Институт</b>	<b>Физико-технический</b>	<b>Кафедра</b>	<b>Вышей математики и математической физики</b>
<b>Уровень образования</b>	Бакалавр	<b>Направление/специальность</b>	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 электрэнергии</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 (27,1%)</i> 2. <i>Расчет дополнительной заработной платы (12%)</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. <i>Оценка конкурентоспособности технических решений</i>
2. <i>Матрица SWOT</i>
3. <i>Альтернативы проведения НИ</i>

- |    |  |
|----|--|
| 4. | <i>График проведения и бюджет НИ</i>                                 |
| 5. | <i>Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ</i> |

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	
---	--

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры менеджмента	Сечина Ася Александровна	Кандидат химических наук, доцент		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0В21	Агеева Надежда Сергеевна		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
0B21	Агеевой Надежде Сергеевне

<b>Институт</b>	<b>Физико-технический</b>	<b>Кафедра</b>	<b>Высшей математики и математической физики</b>
<b>Уровень образования</b>	Бакалавр	<b>Направление/специальность</b>	Прикладная математика и информатика

**Тема дипломной работы: Построение математической модели оценки затрат электроэнергии**

**Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:**

1. Целью данной работы является построение математической модели оценки затрат электроэнергии.
2. Описание рабочего места на предмет возникновения:
  - вредных проявлений факторов производственной среды (необходимо обеспечить оптимальные, в крайнем случае, допустимые значения метеоусловий на рабочем месте, обеспечить комфортную освещенность рабочего места, уменьшить до допустимых пределов шум от персональной ЭВМ, вентиляции, обеспечить безопасные значения электромагнитных полей от персонального компьютера);
  - опасных проявлений факторов производственной среды (в связи с присутствием электричества для питания энергоблока персонального компьютера и освещенности аудитории необходимо предусмотреть средства коллективной и индивидуальной защиты от электро-, пожаро- и взрывоопасности).

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:
  - указывается воздействие фактора на организм человека;
  - приводятся данные по оптимальным и допустимым значениям микроклимата на рабочем месте, перечисляются методы обеспечения этих значений; приводится расчет освещенности на рабочем месте;
  - приводятся данные по реальным значениям шума на рабочем месте, разрабатываются мероприятия по защите персонала от шума, при этом приводятся значения предельно-допустимого уровня, средства коллективной защиты (СКЗ), средства индивидуальной защиты (СИЗ);
  - приводятся данные по реальным значениям электромагнитных полей на рабочем месте от персонального компьютера, перечисляются СКЗ и СИЗ;
  - приводятся допустимые нормы с необходимой размерностью (с ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);
  - предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства).
2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:
  - приводятся данные по значениям напряжения используемого оборудования, классификация помещения по электробезопасности, допустимые безопасные для человека значения напряжения, тока и заземления (в т.ч. статическое электричество, молниезащита - источники); перечисляются СКЗ и СИЗ;
  - приводится классификация пожароопасности помещений, указывается класс

пожароопасности вашего помещения, перечисляются средства пожаробнаружения и принцип их работы, средства пожаротушения, принцип работы, назначение (какие пожары можно тушить, какие – нет), маркировка;  
пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия).

3. Охрана окружающей среды:

- анализ воздействия при работе на ПЭВМ на атмосферу, гидросферу, литосферу;
- наличие отходов (бумага, картриджи, компьютеры и т. д.);
- методы утилизации отходов.

4. Защита в чрезвычайных ситуациях:

- выявление типичных аварийных ситуаций, причин их возникновения;
- разрабатываются превентивные меры по предупреждению ЧС;
- разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий

5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:

- специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства:  
СанПиН 2.2.2.542-96; СанПин 2.2.2.542-96; СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03; СНиП-23-05-95; Сан.Пин 2.2.2. 542 – 96; ГОСТ 12.1.036-96;ГОСТ 12.1.012-96; ГОСТ 12.1.004-76; ГОСТ 12.1.010-76; ГОСТ 12.1.013-78.

**Перечень графического материала:**

- 1) План эвакуации;
- 2) План размещения светильников на потолке рабочего помещения.

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

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности	Федорчук Юрий Митрофанович	Доктор технических наук, профессор		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0В21	Агеева Надежда Сергеевна		

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 92 страницы, 3 рисунка, 4 листинга, 13 таблиц, 8 источников, 4 приложения.

Ключевые слова: МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ ЗАТРАТ НА ЭЛЕКТРИЧЕСКУЮ ЭНЕРГИЮ, МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, ЗАДАЧА ИДЕНТИФИКАЦИИ, ОБРАТНАЯ ЗАДАЧА, СИНГУЛЯРНЫЙ АНАЛИЗ, РЕГУЛЯРИЗИРУЮЩИЙ АЛГОРИТМ, УСЛОВНАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ.

Объектом исследования является затрачиваемая электроэнергия на выпуск геотекстильной продукции.

Цель работы – построение математической модели оценки затрат электроэнергии на предприятии «СИБУР ГЕОСИНТ».

Методы исследования: множественная линейная регрессия, регуляризирующие алгоритмы построения решения (SVD-алгоритм), условная оптимизация.

Область применения: полученные результаты исследования могут быть использованы в деятельности компаний, деятельностью которых является производство различных видов продукции.

Бакалаврская работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word, для расчетов использовались пакеты программ MS Excel, MathCAD, MATLAB.

## ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ, СОКРАЩЕНИЯ

В данной работе используются следующие обозначения и сокращения:

**СЛАУ** – система линейных алгебраических уравнений;

**SVD-разложение** – сингулярное разложение матрицы;

**кВт·ч** – киловатт-час;

**априорная информация:** информация, полученная до проведения опыта (измерений);

**ортогональная матрица:** квадратная матрица с вещественными элементами, результат умножения которой на транспонированную матрицу равен единичной матрице.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	13
ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	15
1 КОРРЕКТНО И НЕКОРРЕКТНО ПОСТАВЛЕННЫЕ ЗАДАЧИ.....	16
1.1 Прямые и обратные задачи.....	16
1.2 Некорректно поставленные задачи.....	17
2 НЕСОВМЕСТНЫЕ И ПЛОХО ОБУСЛОВЛЕННЫЕ СЛАУ И ИХ СИНГУЛЯРНЫЙ АНАЛИЗ.....	20
2.1 Несовместные СЛАУ и псевдорешение.....	20
2.2 Сингулярное разложение матрицы.....	21
2.3 SVD-алгоритм построения нормального псевдорешения.....	23
3 ПОСТРОЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ.....	25
3.1 Постановка задачи.....	25
3.2 Предварительная обработка данных.....	26
3.3 Множественные регрессионные модели.....	27
3.4 Нахождение решения с помощью метода наименьших квадратов.....	29
3.5 Условная оптимизация.....	30
3.6 Условная оптимизация с помощью SVD-алгоритма.....	31
3.7 Оценка полученных результатов.....	34
4 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	36
4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	36
4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования.....	36
4.1.2 Анализ конкурентных технических решений.....	37
4.1.3 SWOT-анализ.....	39
4.2 Планирование научно-исследовательских работ.....	41
4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования.....	41
4.3 Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения научного исследования.....	42
4.4 Бюджет научно-технического исследования.....	47

4.5	Определение эффективности исследования .....	52
5	СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	57
5.1	Анализ опасных и вредных факторов.....	58
5.2	Охрана окружающей среды .....	75
5.3	Защита в чрезвычайных ситуациях.....	75
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	81
	СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СТУДЕНТА.....	82
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	83
	ПРИЛОЖЕНИЯ.....	85

## ВВЕДЕНИЕ

Общество с ограниченной ответственностью «СИБУР ГЕОСИНТ» – предприятие, основным видом деятельности которого является производство геотекстиля, представляющий собой нетканый материал из полипропиленовых бесконечных нитей (мононитей), что придает ему высокие физико-механические свойства.

Предприятием была поставлена задача нахождения функциональной зависимости между потребляемой электроэнергией и объемах выпуска продукции. Это позволило бы предприятию прогнозировать потребляемую мощность без лишних экономических затрат. Обработка данных привела к задаче идентификации.

Большинство задач идентификации подразумевает решение систем линейных алгебраических уравнений и по причинно-следственной связи являются обратными задачами. Эта черта делает их некорректно поставленными. При этом могут быть нарушены все три условия корректности по Адамару (но чаще всего, условия существования и устойчивости решения).

В последние три десятилетия предложены методы регуляризации решения некорректно поставленных задач. Тем не менее, в значительной части работ используются детерминированные методы введения априорной информации, как о самом решении, так и о погрешностях исходных данных поставленной задачи.

Вычислительной основой некоторых регуляризирующих алгоритмов является сингулярное разложение матрицы решаемой системы линейных алгебраических уравнений. Применяя сингулярное разложение, можно существенно снизить вычислительные затраты на построение регуляризированных решений, выбор параметра регуляризации, а также достаточно просто проанализировать особенности решаемой системы линейных алгебраических уравнений (несовместность, вырожденность, плохую обусловленность).

В работе использованы данные фактического ежедневного потребления электроэнергии и фактического ежедневного выпуска продукции различного вида на предприятии «СИБУР ГЕОСИНТ» за период с 4 февраля по 31 декабря 2015 года, которые были получены от предприятия.

Целью данной выпускной квалификационной работы является построение математической модели оценки затрат электроэнергии на предприятии «СИБУР ГЕОСИНТ».

Для достижения поставленной цели предполагается решить ряд следующих задач:

1. Изучить предметную область, номенклатуру выпускаемой продукции.
2. Провести предварительную обработку данных.
3. Изучить литературу по математическим методам обработки данных (регрессионный анализ, устойчивые методы решения системы линейных уравнений, методы регуляризации некорректных задач, условная оптимизация).
4. Найти функциональную зависимость ежедневных затрат электроэнергии на предприятии от выпуска продукции различного вида.
5. Построить модель.
6. Провести исследование.

Объект исследования – затрачиваемая электроэнергия на выпуск геотекстильной продукции.

Предметом исследования является модели и алгоритмы оценки затрат электроэнергии на выпуск продукции различного вида.

Практическая значимость результатов ВКР: полученные результаты исследования могут быть использованы в деятельности компаний, деятельностью которых является производство различных видов продукции.

Реализация и апробация работы: основные положения и результаты работы представлены на XIII Международной конференции студентов и молодых учёных «Перспективы развития фундаментальных наук», проводимой в Томске 26-29 апреля 2016 г.

## ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

В [1] и [3] источнике особое внимание уделяется построению решений задач параметрической идентификации с минимальной ошибкой или с требуемыми точностными характеристиками. Во [2] рассмотрено их практическое применение.

Авторы [8] источника рассматривают основные понятия Тихоновской теории линейных и нелинейных некорректных задач, а также численные методы регуляризации некорректных задач.

Информация об использовании математического пакета MathCAD для поиска минимума функционалов при заданных ограничениях была заимствована из [5], [6] и [10] источников.

В [7] описываются методы подбора и исследования линейных и нелинейных регрессионных моделей различной степени сложности, а также рассматриваются практические аспекты их применения, в том числе с использованием специальных компьютерных программ.



## 1.2 Некорректно поставленные задачи

Некорректно поставленные задачи – классы математических задач, которые различаются степенью определённости их решений. Основная сложность решения обратных задач связана с нарушением требований корректности по Адамару. Задача решения операторного уравнения (1.2) называется корректно поставленной по Адамару, если для любого  $f \in F$  выполняются следующие условия (условия корректности) [3]:

- 1) решение  $\varphi$  существует;
- 2) решение  $\varphi$  единственно (однозначно определяется в пространстве  $\Phi$ );
- 3) решение  $\varphi$  устойчиво в пространстве  $\Phi$ , т.е. непрерывно зависит от  $f$ .

Третье условие предполагает, что для любого  $\varepsilon > 0$  можно указать такое  $\delta(\varepsilon) > 0$ , что из неравенства [1]

$$\|\tilde{f} - f\| \leq \delta(\varepsilon) \text{ следует } \|\tilde{\varphi} - \varphi\| \leq \varepsilon, \quad (1.3)$$

где  $\tilde{\varphi}$  – решение уравнения (1.2), соответствующее правой части  $\tilde{f}$ . Это означает, что малым ошибкам задания правой части соответствуют малые ошибки построенного решения.

Задачи, не удовлетворяющие условиям корректности 1)–3) являются, по Адамару, некорректно поставленными. К таким задачам относится большинство обратных задач, в том числе и задачи идентификации. Чаще всего решение таких задач является приближенным и неустойчивым. Суть параметрической идентификации состоит в оценивании по эмпирическим данным оценок параметров. Часто вместо термина «параметрическая идентификация» пользуются понятием «статистическое оценивание параметров».

Низкая устойчивость вектора решения системы (1.2) к погрешностям исходных данных (в том числе к погрешностям задания элементов матрицы  $K$ )

является отличительным свойством, так называемых плохо обусловленных систем линейных алгебраических уравнений.

Задаваясь вопросом, можно ли повысить устойчивость решения плохо обусловленной СЛАУ, получаем положительный ответ: если имеется априорная информация об искомом решении. Достоверность используемой априорной информации существенно влияет на точность получаемых приближенных решений.

### 1.3 Корректность по Тихонову и множество корректности

В основе определения корректности по Тихонову лежит идея поиска решения  $\varphi$  на суженном множестве исходного пространства  $\Phi$ .

Задача решения операторного уравнения (1.2) называется корректно поставленной по Тихонову, если выполнены следующие условия [8]:

1) Априори известно, что решение задачи существует и принадлежит некоторому множеству  $\Phi_K$  пространства решений  $\Phi$ , т.е.  $\varphi \in \Phi_K \subset \Phi$ .

2) Решение единственно на множестве  $\Phi_K$ , т.е. для любой правой части  $f \in F_K$  существует единственный элемент  $\varphi \in \Phi_K$ . Множество  $F_K$  состоит из элементов  $K\varphi$ , где  $\varphi \in \Phi_K$ . В операторном виде множество  $F_K$  можно определить соотношением  $F_K = K\Phi_K$ .

3) Если вариации правой части не выводят ее за пределы множества  $F_K$  (следовательно, соответствующие  $\varphi$  принадлежат  $\Phi_K$ ), то существует непрерывная зависимость решения от правой части и обратный оператор  $K^{-1}$  существует и он непрерывен, а, следовательно, и ограничен.

Множество  $\Phi_K$ , на образе которого  $F_K$  оператор  $K^{-1}$  существует и непрерывен, называется множеством корректности.

Сравнивая условия корректности по Адамару и Тихонову, заметим, что корректность по Тихонову может быть достигнута за счет сужения исходного пространства  $\Phi$  до множества корректности  $\Phi_K$ . Поэтому задачу корректную

по Тихонову (которая, возможно, некорректна по Адамару) часто называют условно корректной задачей [1].

## 2 НЕСОВМЕСТНЫЕ И ПЛОХО ОБУСЛОВЛЕННЫЕ СЛАУ И ИХ СИНГУЛЯРНЫЙ АНАЛИЗ

### 2.1 Несовместные СЛАУ и псевдорешение

Несовместной называется система алгебраических уравнений, если для заданной правой части  $f$  не существует вектора  $\varphi$ , обращающего СЛАУ в тождество, т.е. не выполняется первое условие корректной постановки задачи [1]. Несовместность может быть вызвана неточностью задания правой части или неточностью задания элементов матрицы системы. Следует заметить, что несовместными могут быть СЛАУ с хорошо обусловленными матрицами (например, с прямоугольными матрицами). Для определения решения для несовместных СЛАУ и для СЛАУ с прямоугольными матрицами обращаются к методу наименьших квадратов.

Нормальным псевдорешением задачи (1.2) будем называть вектор  $\varphi'$ , если он доставляет минимум следующему функционалу [5]:

$$\psi(\varphi) = \|f - K\varphi\|^2 = (f - K\varphi)^T (f - K\varphi) \quad (2.1)$$

среди всех векторов евклидова пространства  $E^m$ .

Предположим, что матрица  $K$  имеет размеры  $n \times m$ . Псевдообратной матрицей  $K^*$  для матрицы  $K$  с полным рангом называется матрица размером  $m \times n$ :

$$K^* = \begin{cases} (K^T K)^{-1} K^T, & \text{если } n \geq m; \\ K^T (K K^T)^{-1}, & \text{если } n < m. \end{cases} \quad (2.2)$$

Если матрица  $K$  имеет ранг, равный  $m$ , то

$$\varphi' = K^* f = (K^T K)^{-1} K^T f. \quad (2.3)$$

Псевдообратная матрица удовлетворяет следующим условиям:

$$\begin{aligned}
KK^*K &= K, \\
K^*KK^* &= K^*, \\
(KK^*)^T &= KK^*, \\
(K^*K)^T &= K^*K.
\end{aligned}
\tag{2.4}$$

Казалось бы, используя введенное понятие псевдорешения  $\varphi'$ , можно построить решение для несовместной СЛАУ. К сожалению, алгоритм построения псевдорешения  $\varphi'$  является неустойчивым по отношению к погрешностям исходных данных, что является следствием плохой обусловленности решаемых СЛАУ.

## 2.2 Сингулярное разложение матрицы

Сингулярным разложением прямоугольной  $n \times m$  матрицы  $K$  (или SVD-разложением) называется представление [1]:

$$K = UAV^T, \tag{2.5}$$

где  $U$  – ортогональная ( $n \times n$ ) – матрица,  $V$  – ортогональная ( $m \times m$ ) – матрица,  $A$  – ( $n \times m$ ) – матрица вида

$$A = \begin{pmatrix} \lambda_1 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \lambda_2 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & \lambda_3 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & \lambda_m \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \end{pmatrix}, \tag{2.6}$$

в которой последние  $n - m$  строки содержат нулевые элементы. Величины  $\lambda_j \geq 0$ ,  $j = 1, \dots, m$ , называют сингулярными числами матрицы  $K$ , и в дальнейшем будем полагать, что  $\lambda_j$  упорядочены по убыванию, т.е.  $\lambda_j \geq \lambda_{j+1}$ .

Если матрица  $K$  имеет SVD-разложение (2.5), то число обусловленности матрицы  $K$  полного ранга определяется соотношением:

$$\text{cond}(K) = \frac{\lambda_{\max}}{\lambda_{\min}}. \quad (2.7)$$

Число обусловленности содержится в следующем неравенстве:

$$\frac{\|\tilde{\varphi} - \bar{\varphi}\|}{\|\bar{\varphi}\|} \leq \text{cond}(K) \cdot \frac{\|\tilde{f} - \bar{f}\|}{\|\bar{f}\|}, \quad (2.8)$$

где  $\tilde{\varphi}$ ,  $\bar{\varphi}$  – решения системы  $K\varphi = f$ , построенные при правых частях  $\tilde{f}$ ,  $\bar{f}$  соответственно. Видно, что чем меньше число обусловленности, тем с меньшим «коэффициентом усиления» относительная погрешность задания правой части передается в относительную погрешность найденного решения.

Таким образом, число обусловленности характеризует устойчивость решения к погрешностям задания правой части  $f$ . При больших значениях  $\text{cond}(K)$  решение системы  $K\tilde{\varphi} = \tilde{f}$  может существенно отличаться от точного решения  $\bar{\varphi}$  системы  $K\bar{\varphi} = \bar{f}$ , хотя норма  $\|\tilde{f} - \bar{f}\|$  будет маленькой. Следовательно, для СЛАУ с большим числом обусловленности из малости нормы  $\|\tilde{f} - \bar{f}\|$  нельзя делать вывод о малости нормы  $\|\tilde{\varphi} - \bar{\varphi}\|$  полученных решений.

Величина числа обусловленности позволяет дать следующую классификацию матриц (систем): матрица  $K$  называется хорошо обусловленной, если  $\text{cond}(K)$  относительно мало; матрица  $K$  является плохо обусловленной, если  $\text{cond}(K)$  относительно велико [2]. На практике считают матрицу хорошо обусловленной, если  $1 < \text{cond}(K) < 100$ .

Столбцы  $u_i$ ,  $i = \overline{1, n}$ , матрицы  $U$  называются левыми сингулярными векторами. Столбцы  $v_j$ ,  $j = \overline{1, m}$ , матрицы  $V$  называются правыми сингулярными векторами.

Если ранг матрицы  $K$  равен  $p$ , то  $\lambda_j > 0$ ,  $j = \overline{1, p}$ , а  $\lambda_{p+1} = \lambda_{p+2} = \dots = \lambda_m = 0$ , и наоборот: ранг матрицы равен количеству ненулевых сингулярных чисел.

### 2.3 SVD-алгоритм построения нормального псевдорешения

Введем векторы

$$y = U^T f, \quad x = V^T \varphi \quad (2.9)$$

Размерностью  $n$  и  $m$  соответственно. Тогда с учетом (2.5) и (2.6) систему  $K\varphi = f$  можно преобразовать к эквивалентной системе [3]:

$$\begin{aligned} \lambda_j x_j &= y_j, \quad j = \overline{1, m}, \\ 0 &= y_j, \quad j = \overline{m+1, n}, \end{aligned} \quad (2.10)$$

которая хорошо характеризует «информативность» правой части: чем меньше сингулярное число  $\lambda_j$ , тем с меньшим весом проекция  $x_j$  входит в правую часть.

Предельный случай  $\lambda_j = 0, p+1 \leq j \leq m$ , говорит о вырожденности  $K$ .

Очевидно, что невыполнение условия  $\sum_{j=m+1}^n |y_j| = 0$  говорит о несовместности исходной системы.

С учетом ортогональности матриц  $U$  и  $V$  и соотношений (2.9) функционал (2.1) можно записать в виде [3]:

$$\psi(\varphi) = \psi(x) = \sum_{j=1}^p (y_j - \lambda_j x_j)^2 + \sum_{j=p+1}^m (y_j - 0 \cdot x_j)^2 + \sum_{j=m+1}^n y_j^2.$$

Третье слагаемое обусловлено несовместностью исходной системы, и не зависит от  $x$ . Второе слагаемое отражает вырожденность системы, и, следуя определению нормального псевдорешения, проекции  $x_j$ , входящие во второе слагаемое, следует принять равным 0. Тогда минимум функционала достигается на векторе  $x^*$  размерности  $p$  с элементами

$$x_j^* = \frac{y_j}{\lambda_j}, \quad j = \overline{1, p}, \quad (2.11)$$

а нормальное псевдорешение  $\varphi^*$  выражается как

$$\varphi^* = \sum_{j=1}^p x_j^* \cdot v_j. \quad (2.12)$$

Введем в рассмотрение матрицу  $\Lambda^*$  размером  $m \times n$  с элементами:

$$\{\Lambda^*\}_{i,j} = \begin{cases} \frac{1}{\lambda_j}, & \text{если } i = j, 1 \leq j \leq p, \\ 0, & \text{если } i \neq j, 1 \leq j \leq p. \end{cases} \quad (2.13)$$

Тогда псевдорешение  $\bar{\varphi}^*$  при точной правой части  $\bar{f}$  представимо в виде:

$$\bar{\varphi}^* = V\Lambda^*U^T\bar{f}, \quad (2.14)$$

а матрица

$$K^* = V\Lambda^*U^T \quad (2.15)$$

размером  $m \times n$  является псевдообратной матрицей.

### **3 ПОСТРОЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ**

#### **3.1 Постановка задачи**

На любом предприятии необходима система электропитания. Электроснабжение ООО «СИБУР ГЕОСИНТ» осуществляется от центра питания подстанции «Заводская» 110/35/10 кВ кабельными линиями.

Расчет за потребленную электроэнергию производится по двухставочному тарифу.

Двухставочный тариф состоит из основной ставки за каждый кВт договорной величины заявленной совмещенной активной мощности, потребляемой в часы максимальных нагрузок энергосистемы, и дополнительной ставкой за каждый кВт·час фактически потребленной активной энергии. Двухставочный тариф стимулирует потребителей энергии к снижению своей нагрузки, участвующей в максимуме энергосистемы, и смещению ее на другие часы суток. Этот тариф создает наиболее благоприятные условия для учета интересов потребителей и производителей энергии.

Договорная мощность, участвующая в часы утреннего либо вечернего максимума нагрузки энергосистемы, контролируется энергоснабжающей организацией по фактическому получасовому максимуму нагрузки потребителя, определяемому по показаниям приборов учёта. Если фактическая нагрузка потребителя в часы максимума энергосистемы будет ниже установленной договором, оплата производится по значению нагрузки, обусловленному договором; если выше, то применяются штрафные санкции в соответствии с договором.

При таких условиях была сформулирована проблема нерационального использования заявленной мощности, а точнее проблема заказа мощности, необходимой для функционирования предприятия, и поставлена задача планирования электроэнергии на сутки вперед в зависимости от объемов выпуска продукции разного вида.

### 3.2 Предварительная обработка данных

Как было сказано ранее, предприятие, на основе которого проводится исследование, занимается производством геотекстиля. Основная часть потребляемой предприятием электроэнергии идет на работу оборудования, а остальная часть на инфраструктуру предприятия (сюда входят освещение, работа электроприборов). Электроэнергию, потребляемую предприятием без учета работы оборудования можно считать постоянной величиной, но электроэнергия, требуемая для производства продукции каждый день разная.

От предприятия были получены данные по ежедневному производству товаров различного вида, фактическая ежедневная потребляемая мощность за период с 4 февраля по 31 декабря 2015 года. Также предоставлены данные о времени аварийных или плановых простоев оборудования.

Рассмотрим задачу идентификации (1.2). Элементы матрицы  $K$  размером  $n \times m$  представляют собой объемы выпуска продукции различного вида за указанный выше период, причем из рассмотрения убирались дни, когда либо ничего не производилось, например, в праздничные дни, либо происходили плановые или аварийные простои оборудования. Вектор  $f$  размерности  $n$  – расход электроэнергии в кВт·ч, потребляемой предприятием за сутки. В задаче требуется найти вектор  $\varphi$  размерности  $n$ , показывающий, какой расход электроэнергии требуется для производства одной тонны продукции товара определенного вида за сутки [9].

Первая компонента вектора  $\varphi$  показывает, сколько электроэнергии потребляется предприятием за день, при условии, что ничего не производилось. Компоненты со второй по восемнадцатую отвечают за потребляемую электроэнергию на тонну нетканого полотна «КАНВАЛАН» (разных марок) за сутки, с девятнадцатой по тридцать вторую – «ГЕОТЕКС» (разных марок), а последняя – «ГеоСТЭК 400». Компоненты с тридцать третьей по тридцать пятую, отображают электроэнергию, которую потребляет предприятие при

производстве георешеток различного типа, но на настоящее время предприятие закрыло производство данного материала.

Все материалы имеют марку, которую требует заказчик, например, условное обозначение иглопробивного каландрированного материала нетканого геотекстильного КАНВАЛАН для строительства поверхностной плотностью  $400 \text{ г/м}^2$ , шириной 500 см выглядит так: *КАНВАЛАН 400(500)*. Или иглопробивной каландрированный материал нетканый геотекстильный ГЕОТЕКС поверхностной плотностью  $350 \text{ г/м}^2$ , шириной 320 см обозначается так: «*ГЕОТЕКС*», марка *350(320)*, тип *С*. Для обозначения, что материал не подвергался последующему каландрированию, используется буква «И» – для «КАНВАЛАН» и отсутствие «тип С» для «ГЕОТЕКС».

Исходя из этого, в программе для работы с электронными таблицами EXCEL были построены матрица  $K$  и вектор  $f$  (Приложение А).

Рассматривая дни, когда производился лишь один вид продукции, было выяснено, что электроэнергия, затрачиваемая на одну тонну продукции любого вида, не может быть меньше  $1300 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$ . Эта информация будет использоваться при построении модели оценки затрат электроэнергии на сутки вперед.

### 3.3 Множественные регрессионные модели

Один из подходов нахождения решения поставленной задачи является построение регрессионной модели. При исследовании технологических процессов и идентификации динамических систем и могут возникнуть регрессионные модели.

Часто в качестве регрессионной модели принимают линейную множественную регрессию вида [7]:

$$\tilde{f} = \varphi_1 + \varphi_2 \cdot k_1 + \varphi_3 \cdot k_2 + \dots + \varphi_m \cdot k_{m-1} + \varepsilon, \quad (3.1)$$

где  $\tilde{f}$  – зависимая переменная,

$\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_m$  – коэффициенты регрессионной модели,

$\varepsilon$  – случайное слагаемое, называемое возмущением.

$i$ -е наблюдение зависимой переменной обозначим как  $\tilde{f}_i$ ,  $i = \overline{1, n}$ , а наблюдаемые значения объясняющих переменных –  $k_{i,1}, k_{i,2}, \dots, k_{i,m-1}$ , т.е. в обозначении  $k_{i,j}$  первый индекс  $i$  показывает номер измерения, а второй  $j$  – номер переменной. Тогда имеет место следующая модель наблюдений:

$$\tilde{f}_i = \varphi_1 + \varphi_2 \cdot k_{i,1} + \varphi_3 \cdot k_{i,2} + \dots + \varphi_m \cdot k_{i,m-1} + \varepsilon, \quad i = \overline{1, n}. \quad (3.2)$$

Представим модель (3.2) в матричном виде. Для этого введем вектор  $\tilde{f}$  (матрицу-столбец), состоящий из  $n$  проекций, и матрицу  $K$  размером  $n \times m$ , состоящую из  $n$  строк и  $m$  столбцов:

$$\tilde{f} = \begin{pmatrix} \tilde{f}_1 \\ \tilde{f}_2 \\ \vdots \\ \tilde{f}_n \end{pmatrix}; \quad K = \begin{pmatrix} 1 & k_{1,1} & k_{1,2} & \dots & k_{1,m-1} \\ 1 & k_{2,1} & k_{2,2} & \dots & k_{2,m-1} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & k_{n,1} & k_{n,2} & \dots & k_{n,m-1} \end{pmatrix},$$

и векторы:

$$\varphi = \begin{pmatrix} \varphi_1 \\ \varphi_2 \\ \vdots \\ \varphi_m \end{pmatrix} \text{ – вектор параметров; } \varepsilon = \begin{pmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \vdots \\ \varepsilon_n \end{pmatrix} \text{ – случайный вектор возмущений.}$$

Тогда в матричном виде модель наблюдений (3.2) имеет вид:

$$\tilde{f} = K\varphi + \varepsilon. \quad (3.3)$$

Модель (3.3) характеризуется следующими предположениями, называемыми условиями Гаусса – Маркова [7]:

1. Матрица  $K$  – неслучайная матрица, а  $\varepsilon$  – случайный вектор.
2. Математическое ожидание

$$M(\varepsilon) = 0_n, \quad (3.4)$$

где  $0_n$  – вектор,  $n$  проекций которого равны нулю (т.е. нулевой вектор).

3. Матрица ковариации

$$V_\varepsilon = M[\varepsilon\varepsilon^T] = \sigma^2 I, \quad (3.5)$$

размера  $n \times n$ ;  $I$  – единичная матрица размера  $n \times n$ .

4. Случайный вектор  $\varepsilon$  подчиняется  $n$ -мерному нормальному распределению  $N(0_n, \sigma^2 I)$ .

5. Ранг матрицы  $K$  удовлетворяет условию:

$$\text{rank}(K) = m \leq n. \quad (3.6)$$

Таким образом, построение оценок для коэффициентов  $\varphi$  регрессионной модели сводится к решению системы уравнений (3.3). При этом система (3.3) может быть несовместной (т.е. не иметь решения) или иметь не единственное решение, а матрица  $K$  может быть плохо обусловленной. Значит, задача нахождения оценок коэффициентов  $\varphi$  будет являться некорректно поставленной. Оценивание вектора параметров  $\varphi$  выполняется с помощью метода наименьших квадратов, описанного формулой (2.3).

### 3.4 Нахождение решения с помощью метода наименьших квадратов

Используя формулу (2.3), найдем решение задачи (1.2). Текст программы, реализованной в пакете MATLAB, представлен ниже.

*Листинг 1.* Алгоритм нахождения решения методом наименьших квадратов.

```
clc
clear
Q = load('Q.txt'); %загрузить матрицу из файла
Y = load('Y.txt'); %загрузить вектор-столбец из файла
X = ((transpose(Q)*Q)^(-1))*transpose(Q)*Y %решение
```

Было получено следующее решение:

$$\varphi = (34397 \quad 65484 \quad 968 \quad 829 \quad 842 \quad 883 \quad 492 \quad 786 \quad -\mathbf{2567} \\ 2252 \quad 750 \quad 761 \quad 891 \quad 557 \quad 742 \quad 621 \quad 1303 \quad 965 \\ 1075 \quad 833 \quad 1073 \quad 669 \quad 862 \quad 671 \quad 778 \quad -\mathbf{1226} \quad 817 \\ 692 \quad 781 \quad 1922 \quad 633 \quad 547 \quad 5615 \quad -\mathbf{292} \quad 8455 \quad 584)^T$$

Очевидно, что полученные данные противоречат физическому смыслу задачи, так как потребляемая мощность не может быть величиной отрицательной, как некоторые компоненты вектора  $\varphi$ , выделенные жирным шрифтом.

Поэтому в качестве метода нахождения решения была использована условная оптимизация.

### 3.5 Условная оптимизация

Задачи условной оптимизации относятся к области нелинейного программирования.

Задача условной оптимизации состоит в минимизации функции [4]

$$y(\varphi) = y(\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_m), \quad (3.7)$$

где  $\varphi \in \Phi$ , а  $\Phi$  определяется явными ограничениями:

$$b_j \leq \varphi_j \leq u_j, \quad j = 1, 2, \dots, m, \quad (3.8)$$

и неявными ограничениями:

$$g_i(\varphi) \leq l_i, \quad \text{при } i = 1, 2, \dots, n. \quad (3.9)$$

Для нахождения решения воспользуемся условной минимизацией функционала вида [4]:

$$y(\varphi) = \sum_{i=1}^n \left( f_i - \sum_{j=1}^m (K_{i,j} \varphi_j) \right)^2, \quad (3.10)$$

где  $n = 124$  – количество строк,  $m = 36$  – количество столбцов матрицы  $K$ , при заданных ограничениях:

$$\varphi_j \geq 1300, \quad j = \overline{1, m}. \quad (3.11)$$

С помощью программы, реализованной в пакете MathCAD (Листинг 2), было получено следующее решение [6]:

$$\varphi = \begin{pmatrix} 9776 & 1300 & 1300 & 1260 & 1763 & 1856 & 1522 & 1866 & 1300 \\ 1300 & 1948 & 1989 & 1829 & 1559 & 1696 & 1642 & 3359 & 1876 \\ 3102 & 2720 & 2473 & 2899 & 2001 & 1874 & 1762 & 1300 & 1900 \\ 1702 & 2020 & 3070 & 1501 & 1300 & 6527 & 1300 & 6900 & 1463 \end{pmatrix}^T$$

Листинг 2. Построение решения методом условной оптимизации.

ORIGIN := 1

$K :=$   Worksheet       $f :=$   Worksheet

$$y(\varphi) := \sum_{i=1}^{\text{rows}(K)} \left[ f_i - \sum_{j=1}^{\text{cols}(K)} (K_{i,j} \cdot \varphi_j) \right]^2$$

$j := 1.. \text{cols}(K)$   
 $\varphi_j := 0$        $b_j := 1300$

Given

$\varphi \geq b$

$\varphi_1 := \text{Minimize}(y, \varphi)$

### 3.6 Условная оптимизация с помощью SVD-алгоритма

С помощью встроенной в MathCAD функции svd2, которая возвращает составной массив, состоящий из трех вложенных массивов, входящих в выражение (2.5), был найден вектор сингулярных чисел [10]:

$$\lambda = \begin{pmatrix} 88,42 & 81,24 & 80,8 & 75,64 & 65,54 & 47,61 & 44,2 & 42,75 & 40,47 \\ 36,37 & 34,57 & 33,7 & 33,5 & 29,34 & 28,86 & 28,51 & 25,9 & 24,41 \\ 24,19 & 20,9 & 20,44 & 19,44 & 18,81 & 18,35 & 11,96 & 9,94 & 8,11 \\ 7,13 & 4,23 & 3,73 & 3,57 & 3,17 & 1,95 & 1,61 & 0,39 & 4,09 \times 10^{-15} \end{pmatrix}^T$$

и число обусловленности матрицы  $K$  :

$$\text{cond}(K) = \frac{88,42}{4,09 \times 10^{-15}} = 2,162 \times 10^{16}.$$

Видно, что число обусловленности очень большое, что говорит о плохой обусловленности матрицы  $K$ , что в свою очередь о плохой обусловленности решаемой системы алгебраических уравнений.

Введем новые векторы:

$$x_j^* = \frac{y_j}{\lambda_j}, \quad j = \overline{1, p},$$

где  $y = U^T f$ , а  $p = 35$ , так как ранг матрицы  $K$  равен 35.

Тогда решение  $\varphi^*$  найдем по формуле (2.12). Текст программы, реализованной в пакете MathCAD, представлен в Листинге 3.

*Листинг 3.* Нахождение решения  $\varphi^*$  с помощью SVD-алгоритма.

ORIGIN := 1

K :=



Worksheet

f :=



Worksheet

rank(K) = 35

U := svd2(K)<sub>2</sub>

V := svd2(K)<sub>3</sub><sup>T</sup>

y := U<sup>T</sup>·f

m := 1

n := rows(λ) - m

i := 1..n

j := 1..rows(λ)

x<sub>1</sub> :=  $\frac{y_1}{\lambda_1}$

V1<sup>(i)</sup> := V<sup>(i)</sup>

φ2 := V1·x

Полученное решение выглядит следующим образом:

$$\varphi^* = \begin{pmatrix} 34397 & 2312 & 2011 & 829 & 842 & 883 & 487 & 786 & -276 \\ 150 & 625 & 761 & 891 & 557 & 742 & 621 & 1303 & 965 \\ 1071 & 833 & 1073 & 668 & 872 & 671 & 778 & -1226 & 817 \\ 692 & 781 & 1922 & 633 & 547 & 5615 & -292 & 8455 & 584 \end{pmatrix}^T$$

Видно, что некоторые компоненты отрицательные, поэтому к полученному решению применим условную минимизацию функционала [5]:

$$g(z) = \sum_{k=1}^p (\lambda_k z_k - y_k)^2, \quad (3.12)$$

где  $p$  – ранг матрицы  $K$ ,

$\lambda$  – вектор сингулярных чисел матрицы  $K$ ,

при ограничениях вида:

$$(V^* z)_j \geq b_j, \quad (3.13)$$

где  $V^*$  – матрица, у которой  $p$  столбцов совпадают с первыми  $p$  столбцами ортогональной матрицы  $V$ .

Тогда решение  $\varphi^*$  находится как произведение матрицы  $V^*$  на вектор  $z$ :

$$\varphi^* = \begin{pmatrix} 12785 & 1444 & 1300 & 1815 & 1859 & 1747 & 1396 & 1726 & 1300 \\ 1300 & 1792 & 1916 & 1671 & 1485 & 1518 & 1521 & 1300 & 1769 \\ 2867 & 2505 & 2309 & 2681 & 1825 & 1711 & 1562 & 2120 & 1742 \\ 1435 & 1739 & 3321 & 1372 & 1300 & 10523 & 1300 & 10796 & 1350 \end{pmatrix}^T$$

Найденные двумя способами вектора  $\varphi$  и  $\varphi^*$  показывают, какая мощность требуется для производства одной тонны продукции товара определенного вида за сутки, за исключением первой компоненты, она показывает, какую мощность потребляет предприятие при остановке оборудования.

Для планирования суточных затрат электроэнергии на выпуск продукции необходимо умножить планируемый объем продукции на вектор  $\varphi$ :

$$f = k^T \varphi,$$

где  $k$  – вектор, компоненты которого представляют собой планируемые объемы продукции за день (но первая компонента равна единице).

### 3.7 Оценка полученных результатов

Поскольку мы не знаем реального решения, то среди двух решений будем выбирать то, которое дает наименьшую среднеквадратическую ошибку [7]:

$$\sigma^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (K\varphi - f)_i^2. \quad (3.13)$$

Вычисление среднеквадратической ошибки для построенных решений представлено в Листинге 4.

Листинг 4. Нахождение среднеквадратической ошибки

```

ORIGIN := 1
K :=  Worksheet
f :=  Worksheet
...
φ1 :=  $\begin{bmatrix} 1.642 \times 10^3 \\ 3.359 \times 10^3 \\ 1.876 \times 10^3 \\ 3.102 \times 10^3 \\ 2.72 \times 10^3 \end{bmatrix}$ 
φ2 :=  $\begin{bmatrix} 1.521 \times 10^3 \\ 1.3 \times 10^3 \\ 1.769 \times 10^3 \\ 2.867 \times 10^3 \\ 2.505 \times 10^3 \end{bmatrix}$ 
...

$$\frac{1}{\text{rows}(K) - 1} \cdot \sum_{k=1}^{\text{rows}(K)} [(K1 \cdot \varphi1 - f)_k]^2 = 4.518 \times 10^7$$


$$\frac{1}{\text{rows}(K) - 1} \cdot \sum_{k=1}^{\text{rows}(K)} [(K1 \cdot (\varphi2) - f)_k]^2 = 3.705 \times 10^7$$


```

Для вектора  $\varphi$ , найденного методом квадратичного программирования (3.10), эта величина равна  $4,518 \cdot 10^7$ , а для вектора  $\varphi^*$ , найденного с помощью SVD-алгоритма –  $3,705 \cdot 10^7$ .

Отсюда можно сделать вывод, что вектор решения  $\varphi^*$  предпочтительнее в условиях поставленной задачи.

## **4 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ**

### **4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения**

#### **4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования**

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

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

Сегментирование – это разделение покупателей на однородные группы, для каждой из которых может потребоваться определенный товар (услуга) [11].

Потенциальными потребителями результатов исследования могут быть производственные предприятия – потребители электрической энергии, с почасовым планированием потребляемой мощности по условиям договора.

Предоставляемые услуги могут быть следующими:

- нахождения функциональной зависимости между потребляемой мощностью и объемами выпуска продукции разного вида;
- написание программного обеспечения, индивидуальное для каждого предприятия.

		Предоставляемая услуга	
		Нахождение функциональной зависимости (без написания ПО)	Написание ПО
Размер предприятия	Мелкие	[Vertical lines]	
	Средние		
	Крупные	[Diagonal lines]	[Diagonal lines]

Фирма А     Фирма В 

Рис. 4.1. Карта сегментирования рынка услуг по виду предоставляемых услуг

#### 4.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Такой анализ помогает вносить коррективы в научное исследование, чтобы успешнее противостоять своим соперникам. Важно реалистично оценить сильные и слабые стороны разработок конкурентов.

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения.

Основными конкурентами являются организации, деятельность которых связана с использованием вычислительной техники и информационных технологий и последующим написанием программного обеспечения.

Таблица 4.1 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		$B_{\phi}$	$B_{\kappa 1}$	$B_{\kappa 2}$	$K_{\phi}$	$K_{\kappa 1}$	$K_{\kappa 2}$
<b>Технические критерии оценки ресурсоэффективности</b>							
1. Повышение производительности труда пользователя	0,08	5	4	4	0,4	0,32	0,32
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,09	4	5	4	0,36	0,45	0,36
3. Помехоустойчивость							
4. Энергоэкономичность							
5. Надежность	0,08	4	4	4	0,32	0,32	0,32
6. Уровень шума							
7. Безопасность	0,08	4	5	4	0,32	0,4	0,32
8. Потребность в ресурсах памяти	0,04	5	4	3	0,2	0,16	0,12
9. Функциональная мощность (предоставляемые возможности)							
10. Простота эксплуатации	0,08	4	5	4	0,32	0,4	0,32
11. Качество интеллектуального интерфейса	0,09	4	4	3	0,36	0,36	0,27
12. Возможность подключения в сеть ЭВМ							
<b>Экономические критерии оценки эффективности</b>							
1. Конкурентоспособность продукта	0,09	4	4	3	0,36	0,36	0,27
2. Уровень проникновения на рынок	0,08	4	5	4	0,32	0,4	0,32
3. Цена	0,09	5	3	4	0,45	0,27	0,36
4. Предполагаемый срок эксплуатации							
5. Послепродажное обслуживание	0,08	5	4	4	0,4	0,32	0,32
6. Финансирование научной разработки	0,07	5	5	4	0,35	0,35	0,28
7. Срок выхода на рынок	0,05	4	5	5	0,2	0,25	0,25
8. Наличие сертификации							
<b>ИТОГО</b>	<b>1</b>				<b>4,36</b>	<b>4,36</b>	<b>3,83</b>

Критерии для сравнения и оценки ресурсоэффективности и ресурсосбережения, приведенные в таблице, подбираются, исходя из выбранных объектов сравнения с учетом их технических и экономических особенностей разработки, создания и эксплуатации.

Позиция разработки и конкурентов оценивается по каждому показателю экспертным путем по пятибалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 5

– наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i B_i \quad (4.1)$$

где  $K$  – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

$B_i$  – вес показателя (в долях единицы);

$B_i$  – балл  $i$ -го показателя.

Основываясь на знаниях о конкурентах, можно объяснить, что большинство моделей учитываются только ретроспективные (предварительно предусмотренные) данные, в то время как воздействие может оказываться и внешними факторами, которые не рассматриваются, но вносят в полученные результаты и их точность. Поэтому необходимо учитывать и анализировать внешние факторы для построения более точной модели.

### 4.1.3 SWOT-анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта [11].

Разработанная для данного исследования матрица SWOT представлена в Таблице 4.2.

Таблица 4.2 – SWOT-анализ

<p><b>Внутренняя среда</b></p>	<p><b>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</b>                  С1. Модель применима для различных производственных предприятий.                  С2. Снижение затрат предприятия на заказываемую электроэнергию.                  С3. Модель достаточно точно прогнозирует дневную потребляемую мощность</p>	<p><b>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</b>                  Сл1. На данном этапе разработки отсутствует почасовое прогнозирование потребляемой мощности.                  Сл2. При прогнозировании не учитываются возможные сбои в работе оборудования.                  Сл3. Для каждого предприятия индивидуальная предварительная обработка данных</p>
<p><b>Внешняя среда</b></p> <p><b>Возможности:</b>                  В1. Наличие мощных математических пакетов.                  В2. Невысокий уровень конкуренции                  В3. Доступ к широкому спектру информации</p>	<p>Возможность применения различных математических методов к обрабатываемым данным позволит сформировать представление о том, как снизить время на построение модели и увеличить ее точность.</p>	<p>Благодаря наличию мощных математических пакетов и широкого спектра информации, можно прогнозировать потребление электроэнергии почасово.</p>
<p><b>Угрозы:</b>                  У1. Низкий спрос у потребителей.                  У2. Появление конкурентов в данном виде услуг</p>	<p>Так как модель можно назвать универсальной и довольно точной, то это привлечет множество клиентов.                  В случае появления конкурентов в качестве преимущества можно рассматривать опыт в данной работе и сформировать базу клиентов.</p>	<p>Постоянная работа с данными повышает уровень теоретических и практических знаний о предмете, позволяет применять и исследовать новые методы построения модели.</p>

**Вывод по SWOT-анализу:**

SWOT-анализ используется для оценки факторов и явлений, влияющих на деятельность компании, а также на возникновение кризисных ситуаций. Для SWOT-анализа актуальны не все существующие на рынке возможности, а только те, которые можно использовать в данном случае. Преимущество SWOT-анализа заключается в том, что аналитическая работа не зациклена только на финансовом состоянии или на анализе конкурентов, а связывает разнообразные факторы внешней и внутренней среды воедино.

## 4.2 Планирование научно-исследовательских работ

### 4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

Для выполнения научных исследований сформирована рабочая группа, в состав которой входят руководитель и инженер. По каждому виду запланированных работ устанавливается соответствующая должность исполнителей.

В данном разделе был составлен перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования, а также проведено распределение исполнителей по видам работ. Примерный порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в Таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ Раб	Содержание работ	Должность Исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение научного задания	Руководитель
Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер
	3	Выбор направления исследований	Инженер
	4	Календарное планирование работ по теме	Руководитель
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Корректно и некорректно поставленные задачи	Инженер
	6	Несовместные и плохо обусловленные СЛАУ и их сингулярный анализ	Инженер
	7	Предварительная обработка данных	Инженер
	8	Построение математической модели	Инженер
Обобщение и оценка результатов	9	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель
Оформление отчета по ВКР	10	Составление пояснительной записки к ВКР	Инженер

	11	Оформление пояснительной записки к ВКР по ГОСТу	Инженер
--	----	---	---------

### 4.3 Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения научного исследования

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

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

$$t_{ожі} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5}, \quad (4.2)$$

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

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

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

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях  $T_p$ . Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i}, \quad (4.3)$$

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

$t_{ожі}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.

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

Наиболее удобным и наглядным представлением графиком проведения работ является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта.

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

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

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{кал}, \quad (4.4)$$

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

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

$k_{кал}$  – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{кал} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}}, \quad (4.5)$$

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

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

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

Рассчитанные значения в календарных днях по каждой работе  $T_{ki}$  округляем до целого числа.

Пример расчета (составление и утверждение технического задания):

$$t_{ож} = \frac{3 \cdot t_{\min} + 2 \cdot t_{\max}}{5} = \frac{3 \cdot 5 + 2 \cdot 10}{5} = 7 \text{ чел. - дн.};$$

$$T_p = \frac{t_{ож}}{Ч} = \frac{7}{2} = 3,5 \approx 4 \text{ дня};$$

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{366}{366 - 118 - 12} = 1,55;$$

$$T_{\text{к}} = T_{\text{р}} \cdot k_{\text{кал}} = 4 \cdot 1,55 = 6,2 \approx 6 \text{ дней}.$$

Все рассчитанные значения сводим в таблицу временных показателей. Таблица временных показателей проведения научного исследования, представлена в Таблице 4.4.

Таблица 4.4 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ						Длительность работ в рабочих днях $T_{pi}$		Длительность работ в календарных днях $T_{ki}$	
	$t_{\min}$ , чел-дни		$t_{\max}$ , чел-дни		$t_{ож}$ , чел-дни		Руководитель	Инженер	Руководитель	Инженер
	Руководитель	Инженер	Руководитель	Инженер	Руководитель	Инженер				
Составление и утверждение научного задания	5		10		7		4		8	
Подбор и изучение материалов по теме		7		12		9		5		8
Выбор направления исследований		5		7		6		3		5
Календарное планирование работ по теме	10		15		12		6		10	
Корректно и некорректно поставленные задачи		8		14		10		5		8
Несовместные и плохо обусловленные СЛАУ и их сингулярный анализ		10		15		12		6		9
Предварительная обработка данных		2		5		3		2		3
Построение		15		20		17		9		13

математической модели										
Оценка эффективности полученных результатов		3		5		4		2		4
Составление пояснительной записки к ВКР	6		13		9		4,4			7
Оформление пояснительной записки к ВКР по ГОСТу		17		20		18		9		14

На основе таблицы временных показателей построим календарный план с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени дипломирования.

Таблица 4.5 – Календарный план-график проведения НТИ

№ раб	Вид работ	Исполнители	$T_{ki}$ , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ										
				февр	март	апрель	май	июнь						
1	Составление и утверждение научного задания	Руководитель	8	■										
2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер	8		■									
3	Выбор направления исследований	Инженер	5			■								
4	Календарное планирование работ по теме	Руководитель	10			■								
5	Корректно и некорректно поставленные задачи	Инженер	8				■							
6	Несовместные и плохо обусловленные СЛАУ и их сингулярный анализ	Инженер	9					■						
7	Предварительная обработка данных	Инженер	3						■					
8	Построение математической модели	Инженер	13							■				
9	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель	4								■			
10	Составление пояснительной записки к ВКР	Инженер	7									■		
11	Оформление пояснительной записки к ВКР по ГОСТу	Инженер	14										■	

■ – руководитель, ■ – инженер.

Итого длительность работ в календарных днях руководителя составляет 22 дня, а инженера 67 дней.

## 4.4 Бюджет научно-технического исследования

### 4.4.1 Расчет материальных затрат научно-технического исследования

В материальные затраты для выполнения данной работы включаются затраты на канцелярские принадлежности, диски, картриджи и т.п. Транспортные расходы (если таковые имеются) принимаются в пределах 3-5% от стоимости материалов[11].

Материальные затраты, необходимые для данной разработки, заносим в таблицу 4.6.

Таблица 4.6 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы (З <sub>м</sub> ), руб.
Бумага	Пачка	1	220	220
Flashcard, 32Гб	Штука	1	1500	1500
Канцелярские принадлежности	Штука	1	315	315
<b>Итого</b>				<b>2035</b>

### 4.4.2 Основная заработная плата исполнителей темы

Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20 – 30 % от тарифа или оклада. Расчет основной заработной платы представлен в Таблице 4.8.

В этой статье расходов планируется и учитывается основная заработная плата исполнителей, непосредственно участвующих в проектировании разработки:

$$C_{осн/зн} = \sum t_i \cdot C_{zni}, \quad (4.6)$$

где  $t_i$  – затраты труда, необходимые для выполнения  $i$ -го вида работ, в рабочих днях,

$C_{zni}$  – среднедневная заработная плата работника, выполняющего  $i$ -ый вид работ, (руб./день).

Среднедневная заработная плата определяется по формуле:

$$C_{zni} = \frac{D \cdot K \cdot M_p}{F_o}, \quad (4.7)$$

где  $D$  – месячный должностной оклад работника (руководителя- 23 264,86 руб., инженера 1квалификационного уровня - 6976,22 руб.);

$K$  – районный коэффициент (для г. Томска – 1,3);

$M_p$  – количество месяцев работы без отпуска в течение года (при отпуске 48 дней  $M_p = 10,4$ ; при отпуске 24 дней  $M_p = 11,2$ );

$F_o$  – действительный годовой фонд рабочего времени работника, в днях.

Данные для расчета годового фонда рабочего времени приведены в Таблице 4.7.

Таблица 4.7 – Годовой фонд рабочего времени

Показатели рабочего времени	Количество дней	
	Руководитель на кафедре	Студент-дипломник
Календарное число дней в году	366	366
Количество нерабочих дней		
Выходные	52	52
Праздники	10	10
Планируемые потери отпуска	48	48
Действительный годовой фонд	256	256

Расходы на основную заработную плату определяются как произведение трудоемкости работ каждого исполнителя на среднедневную заработную плату.

Таким образом, для руководителя получим:

$$C_{осн/зн} = \frac{13 \cdot 23264,86 \cdot 1,3 \cdot 10,4}{256} = 15972,78$$

Для студента:

$$C_{осн/зн} = \frac{67 \cdot 6976,22 \cdot 1,3 \cdot 10,4}{256} = 24684,92$$

Приведем расчет затрат на основную заработную плату в Таблице 4.8.

Таблица 4.8 – Затраты на заработную плату

Участники разработки (исполнители)	Среднедневная заработная плата ( $C_{зн}$ ), руб.	Трудоемкость, ( $t_i$ ), чел-дни.	Затраты на заработную плату ( $C_{осн/зн}$ ), руб.
Исполнитель	79,53	91	24684,92
Руководитель	1 060,39	13	15972,78
<b>Итого:</b>			<b>40657,7</b>

Дополнительная заработная плата включает заработную плату за не отработанное рабочее время, но гарантированную действующим законодательством (средний заработок за время предоставленных отпусков, а также в других установленных действующим законодательством случаях).

Дополнительная заработная плата применяется в размере 10% от основной зарплаты (рассчитывается только для руководителя):

$$C_{доп/зн} = 0,1 \cdot C_{осн/зн}, \quad (4.8)$$

$$C_{доп/зн} = 0,1 \cdot 15972,78 = 1597,28$$

тогда дополнительная заработная плата руководителя составит 1597,28 рублей.

#### 4.4.3 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Отчисления во внебюджетные фонды являются обязательными по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$C_{внеб} = k_{внеб} \cdot (C_{осн/зп} + C_{доп/зп}), \quad (4.9)$$

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

Для учреждений осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2016 году вводится пониженная ставка – 27,1%.

Отчисления во внебюджетные фонды представлены в Таблице 4.9.

Таблица 4.9 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнители	Основная ЗП, руб	Дополнительная ЗП, руб
Руководитель (доцент)	15972,78	1597,28
Бакалавр	24684,92	-
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,271	-
<b>ИТОГО</b>		<b>11451,1</b>

#### 4.4.4 Расчет затрат на научные и производственные командировки

Затраты на научные и производственные командировки исполнителей определяются в соответствии с планом выполнения темы и с учетом действующих норм командировочных расходов различного вида и транспортных тарифов. В данном дипломном проекте таких затрат нет.

#### 4.4.5 Контрагентные расходы

Контрагентные расходы включают в себя затраты, связанные с выполнением каких-либо работ по теме сторонними организациями.

В этой статье учитываются расходы, связанные с полученными в процессе проектирования услугами сторонних организаций. Затраты на такие услуги предоставлены в Таблице 4.10:

Таблица 4.10 – Услуги сторонних организаций

Услуга	Количество	Стоимость одной единицы, руб.	Сумма затрат, руб.
Заправка картриджа	1	1000	1000
Переплет	1	30	30
<b>Итого:</b>			1030

#### 4.4.6 Накладные расходы

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

$$C_{накл} = (C_{осн/зн} + C_{доп/зн}) \cdot k_{нр} \quad (4.10)$$

где  $k_{нр}$  – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

$$C_{накл} = (49500,06 + 1597,28) \cdot 0,6 = 30658,4$$

#### 4.4.7 Формирование бюджета затрат НИИ

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы (темы) является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции. Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект приведен в Таблице 4.11.

Таблица 4.11 – Расчет бюджета затрат НИИ

Наименование статьи	Сумма, руб.	Примечание
1. Материальные затраты НИИ	2035	Пункт 4.4.1
2. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	40657,7	Пункт 4.4.2
3. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	1597,28	Пункт 4.4.2
4. Отчисления во внебюджетные фонды	11451,1	Пункт 4.4.3
5. Расчет затрат на научные и производственные командировки	0	Пункт 4.4.4
6. Контрагентные расходы	1030	Пункт 4.4.5
7. Накладные расходы	30658,4	Пункт 4.4.6
8. Бюджет затрат НИИ	87429,48	Сумма ст. 1-7

#### 4.5 Определение эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его

нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{финр}^{исп,i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{max}}, \quad (4.11)$$

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

$\Phi_{pi}$  – стоимость  $i$ -го варианта исполнения;

$\Phi_{max}$  – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта.

Рассмотрим два варианта исполнения данного научного исследования. Первый вариант исполнения: научно-исследовательский проект, результатом которого является построение математической модели оценки затрат электроэнергии, с бюджетом затрат, соответствующим Таблице 4.11. Второй вариант: научно-исследовательский проект, результатом которого является построение математической модели оценки затрат электроэнергии, с бюджетом затрат, соответствующим Таблице 4.11, за исключением статьи «Услуги сторонних организаций». Максимальную стоимость исполнения научно-исследовательского проекта  $\Phi_{max}$  округлим до 99000 руб.

Тогда для первого варианта  $I_{финр}^{исп,1} = \frac{87429,48}{88000} = 0,9935$ , а для второго -

$$I_{финр}^{исп,2} = \frac{86399,48}{88000} = 0,9818.$$

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

$$I_{pi} = \sum a_i b_i, \quad (4.12)$$

где  $I_{pi}$  – интегральный показатель ресурсоэффективности для  $i$ -го варианта исполнения разработки;  $a_i$  – весовой коэффициент  $i$ -го варианта исполнения разработки;  $b_i$  – балльная оценка  $i$ -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности приведен в таблице 4.12.

Таблица 4.12 – Сравнительная оценка характеристик результата проекта

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Вариант 1	Вариант 2
1. Доходность	0,4	5	3
2. Надежность	0,15	4	3
3. Диверсификация риска	0,2	5	4
4. Ликвидность	0,1	4	4
5. Информационная открытость	0,05	4	5
6. Государственное регулирование	0,05	5	5
7. Конкурентоспособность	0,05	5	3
<b>Итого:</b>	<b>1</b>		

$$I_{p1} = 5 \cdot 0,4 + 4 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,1 + 4 \cdot 0,05 + 5 \cdot 0,05 + 5 \cdot 0,05 = 4,7,$$

$$I_{p2} = 3 \cdot 0,4 + 3 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,1 + 5 \cdot 0,05 + 5 \cdot 0,05 + 3 \cdot 0,05 = 3,5.$$

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

$$I_{исп.1} = \frac{I_{p1}}{I_{финр,1}} = \frac{4,7}{0,9935} = 4,731,$$

$$I_{исп.2} = \frac{I_{p2}}{I_{финр,2}} = \frac{3,5}{0,9818} = 3,565.$$

В данном случае наблюдается уменьшение стоимости разработки при изменении статей бюджета затрат проекта.

Сравнение интегральных показателей эффективности для разных вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант. Сравнительная эффективность проекта ( $\mathcal{E}_{cp}$ ) рассчитывается по формуле:

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{исп.1}}{I_{исп.2}} \quad (4.13)$$

Таблица 4.13 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Вариант 1	Вариант 2
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,9935	0,9818
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,7	3,5
3	Интегральный показатель эффективности	4,731	3,565
4	Сравнительная эффективность варианта исполнения 1 с остальными	1	1,327

Сравнение значений интегральных показателей эффективности позволяет сделать вывод о том, что наиболее эффективным вариантом с позиции финансовой и ресурсной эффективности является первый вариант исполнения проекта.

### Вывод

В ходе проделанной работы было произведено определение структуры работы в рамках научного исследования, определение участников каждой работы установлены продолжительности работ, построен график проведения научных исследований. Произведен расчет материальных затрат, основной и дополнительной заработной платы, внебюджетных отчислений. Полученные результаты и общая эффективность позволяют сделать вывод, что с точки зрения использования ресурсов, затрат бюджета и экономики, наше исполнение является оптимальным. Исполнение подразумевает выполнение работы с руководителем, с использованием ручки и бумаги средней стоимости, а также выполнение расчетов на ноутбуке SONY VAIO.

## 5 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Охрана и обеспечение безопасности условий труда для работников, а также ликвидация заболеваний, возникших в ходе профессиональной деятельности, является неотъемлемым условием организации рабочего процесса в современном обществе.

В настоящее время персональные ЭВМ (ПЭВМ) находят все большее применение во всех сферах человеческой деятельности. Их можно встретить в производстве, научно-исследовательских работах, сфере образования и т.д. Однако, не смотря на свою полезность и многофункциональность, компьютер является еще и источником вредного воздействия на организм человека, благодаря чему возникают многие профессиональные заболевания. Поэтому каждый пользователь должен быть ознакомлен с вредным воздействием ПЭВМ на организм человека и необходимых мерах защиты от этих воздействий.

Результатами разработки данного раздела будут являться достижение следующих целей:

- выявление и изучение вредных и опасных производственных факторов при работе с ПЭВМ;
- оценка условий труда;
- определение способов снижения действия вредных факторов до безопасных пределов или, по возможности, полного их исключения;
- рассмотрение вопросов техники пожарной безопасности и охраны окружающей среды.

Объектом исследования является рабочее место (РМ) и помещение, в котором оно находится.

Характеристика помещения, где был разработана бакалаврская работа: ширина, составляет  $b = 3$  м, длина комнаты  $a = 6$  м, высота  $h = 3,5$  м. Тогда площадь помещения будет составлять  $S = ab = 18$  м<sup>2</sup>, объем равен  $V = abh = 63$  м<sup>3</sup>. Также в нем присутствует одно окно, через которое осуществляется вентиляция помещения, с параметрами: ширина 1,5 м, высота 2 м. Количество

PM,  $n = 2$ . В помещении используется комбинированное освещение – искусственное (люминесцентные лампы типа ЛБ) и естественное (свет из окна). В зимнее время помещение отапливается. Электроснабжение сети переменного напряжения 220В. Помещение без повышенной опасности в отношении поражения человека электрическим током по ГОСТ 12.1.013-78.

Компьютер, расположенный на рабочей поверхности высотой 0,77м., обладает следующими характеристиками: процессор AMD A8, оперативная память 8 ГБ, система Microsoft Windows 8.1, частота процессора – 2,00 ГГц, PnP 15,6-и дюймовый монитор с разрешением 1366 на 768 точек и частотой 60 Гц.

### **5.1 Анализ опасных и вредных факторов**

Вредным называется производственный фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях приводит к заболеванию или снижению работоспособности [12]. При изменении уровня и времени воздействия вредные производственные факторы могут стать опасными.

Опасными считаются производственные факторы, воздействие которых на работающего в конкретных условиях может привести к травмам, а также другим внезапным резким ухудшениям здоровья.

При работе с ПЭВМ пользователь (оператор, программист) подвергается воздействию опасных и вредных производственных факторов:

1. электромагнитных полей;
2. электростатических полей;
3. шуму и вибрации;
4. микроклимат в помещении;
5. освещенность рабочей зоны;
6. психофизиологические факторы.

Эти факторы могут привести к ухудшению здоровья пользователя, а также к профессиональным заболеваниям. Кроме того, вынужденная неудобная

рабочая поза (в большинстве случаев в ограниченном пространстве), длительное сосредоточенное наблюдение, из которого 20% приходится на непосредственное наблюдение за экраном ВДТ, вызывают повышенное напряжение мышц зрительного аппарата, а в комплексе с неблагоприятными производственными факторами обуславливают развитие общего утомления и снижение работоспособности.

Отрицательное воздействие ПЭВМ на человека носит комплексный характер комбинации вредных и опасных производственных факторов:

1. монитор компьютера является источником: электромагнитного поля (ЭМП); электростатического поля; рентгеновского излучения; вредного действия светового потока и отраженного света;

2. значительной нагрузке подвергается зрительный аппарат в результате несовершенства способов создания изображения на экране монитора;

3. работа компьютера сопровождается акустическими шумами, включая ультразвук;

4. несоблюдение эргономических параметров, обеспечивающих безопасность приёмов работы пользователя ПЭВМ: гигиенических и психофизиологических, антропометрических и эстетических может повлечь снижение эффективности действий человека.

Наиболее правильная организация рабочего места позволяет значительно снять напряженность в работе, уменьшить неблагоприятные чрезмерные нагрузки на организм и, как следствие, повысить производительность труда.

Место для работы на компьютере и взаиморасположение всех его элементов должно соответствовать антропометрическим, физическим и психологическим требованиям. При устройстве рабочего места человека, работающего за ПК необходимо соблюсти следующие основные условия: наилучшее местоположение оборудования и свободное рабочее пространство.

Основными элементами рабочего места являются стол и стул, т.к. рабочим положением является положение сидя. Рациональная планировка рабочего места определяет порядок и местоположение предметов, в особенности тех, которые для работ необходимы чаще.

Основные зоны досягаемости рук в горизонтальной плоскости показаны на Рисунке 5.1.

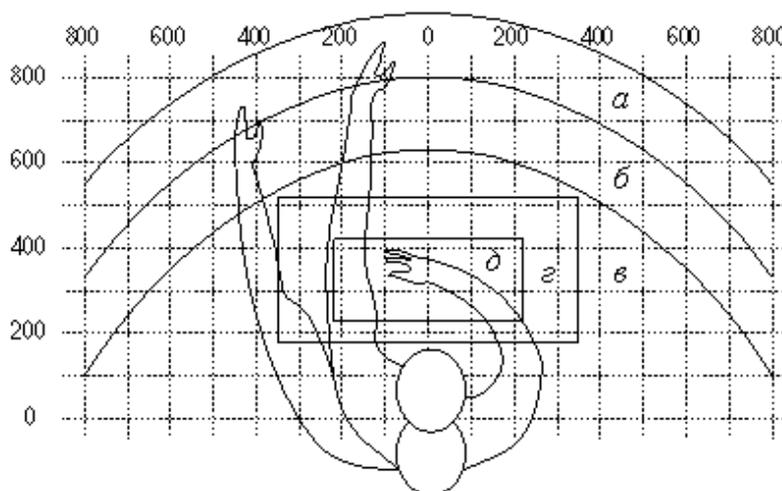


Рис. 5.1 – Зоны досягаемости рук в горизонтальной плоскости: а – зона максимальной досягаемости; б – зона досягаемости пальцев при вытянутой руке; в – зона легкой досягаемости ладони; г – оптимальное пространство для грудой работы; д – оптимальное пространство для тонкой работы

В соответствии с этим, принимается следующее оптимальное размещение предметов труда и документации в зонах досягаемости:

1. дисплей размещается в зоне а (в центре);
2. системный блок размещается в предусмотренной нише стола;
3. клавиатура - в зоне г/д;
4. манипулятор «компьютерная мышь» - в зоне в справа;
5. сканер в зоне а/б (слева);
6. принтер находится в зоне а (справа);
7. документация, необходимая при работе в зоне в, а в выдвижных ящиках стола - литература, используемая не постоянно.

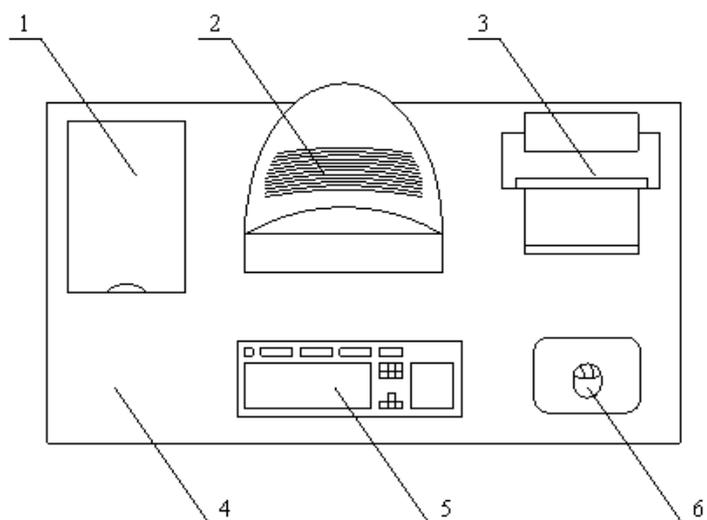


Рис. 5.2 – Пример размещения основных и периферийных составляющих ПК на рабочем столе: 1 – сканер, 2 – монитор, 3 – принтер, 4 – поверхность рабочего стола, 5 – клавиатура, 6 – манипулятор типа «мышь»

При проектировании письменного стола должны быть учтены следующие требования.

Высота рабочей поверхности стола рекомендуется в пределах 680–800 мм. Высота рабочей поверхности, на которую устанавливается клавиатура, должна быть 650 мм. Рабочий стол должен быть шириной не менее 700 мм и длиной не менее 1400 мм. Должно иметься пространство для ног высотой не менее 600 мм, шириной — не менее 500 мм, глубиной на уровне колен — не менее 450 мм и на уровне вытянутых ног — не менее 650 мм.

Рабочее кресло должно быть подъёмно-поворотным и регулируемым по высоте и углам наклона сиденья и спинки, а также расстоянию спинки до переднего края сиденья. Рекомендуется высота сиденья над уровнем пола 420–550 мм. Конструкция рабочего кресла должна обеспечивать: ширину и глубину поверхности сиденья не менее 400 мм.

Монитор должен быть расположен на уровне глаз оператора на расстоянии 500–600 мм. Согласно нормам угол наблюдения в горизонтальной плоскости должен быть не более 45° к нормали экрана. Лучше если угол обзора будет составлять 30°. Кроме того должна быть возможность выбирать уровень

контрастности и яркости изображения на экране. Должна предусматриваться возможность регулирования экрана.

Рабочие места с компьютерами должны размещаться так, чтобы расстояние от экрана одного монитора до тыла другого было не менее 2,0 м, а расстояние между боковыми поверхностями мониторов - не менее 1,2 м.

Общие требования к организации и оборудованию рабочих мест с ПЭВМ даны в СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Все параметры рабочего стола удовлетворяют нормативным требованиям.

Для внутренней отделки интерьера помещений, должны использоваться диффузно отражающие материалы с коэффициентом отражения для потолка - 0,7 - 0,8; для стен - 0,5 - 0,6; для пола - 0,3 - 0,5.

Для прекращения неблагоприятного воздействия вредных факторов при работе с ВДТ и ПЭВМ определены санитарно-гигиенические требования к обеспечению безопасных условий труда. Последствия воздействия этих факторов на организм оператора ЭВМ зависят от их интенсивности, продолжительности и режимов действия.

### ***Микроклимат в помещении***

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. Показатели микроклимата должны обеспечивать сохранение теплового баланса человека с окружающей средой и поддержание оптимального или допустимого теплового состояния организма человека [12].

Оптимальные микроклиматические при воздействии на человека в течение рабочей смены обеспечивают сохранение теплового состояния организма и не вызывают отклонений в состоянии здоровья. Допустимые микроклиматические условия могут приводить к незначительным

дискомфортным тепловым ощущениям. Возможно временное (в течение рабочей смены) снижение работоспособности, без нарушения здоровья.

Нормы оптимальных и допустимых метеорологических условий устанавливает СанПиН 2.2.4.548–96. Эти нормы устанавливаются в зависимости от времени года, характера трудового процесса и характера производственного помещения. Все категории работ разграничиваются на основе интенсивности энергозатрат организма в ккал/ч (Вт). 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). Для данной категории допустимые нормы микроклимата помещения представлены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Допустимые нормы микроклимата в рабочей зоне производственных помещений

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

Анализируя, данные таблицы 5.1 и состояние рабочей комнаты, микроклимат которой поддерживается на оптимальном уровне системой водяного центрального отопления и естественной вентиляцией, можно сделать вывод, что параметры микроклимата производственного помещения соответствуют нормам.

В производственных помещениях, где допустимые нормативные величины микроклимата поддерживать не представляется возможным,

необходимо проводить мероприятия по защите работников от возможного перегревания и охлаждения. Это достигается различными средствами: применением систем местного кондиционирования воздуха; использованием индивидуальных средств защиты от повышенной или пониженной температуры; регламентацией периодов работы в неблагоприятном микроклимате и отдыха в помещении с микроклиматом, нормализующим тепловое состояние; сокращением рабочей смены и др.

Профилактика перегревания работников в нагревающем микроклимате включает следующие мероприятия: нормирование верхней границы внешней термической нагрузки на допустимом уровне применительно к 8-часовой рабочей смене; регламентация продолжительности воздействия нагревающей среды (непрерывно и за рабочую смену) для поддержания среднесменного теплового состояния на оптимальном или допустимом уровне; использование специальных СКЗ и СИЗ, уменьшающих поступление тепла извне к поверхности тела человека и обеспечивающих допустимое тепловое состояние работников. Защита от охлаждения осуществляется посредством одежды, изготовленной в соответствии с требованиями ГОСТ 29335—92 и 29338—92 "Костюмы мужские и женские для защиты от пониженных температур. Технические условия"

### ***Освещенность рабочей зоны***

Освещение – важнейший фактор создания нормальных условий труда для работника. В случае недостатка освещенности рабочего места у человека не только уменьшается острота зрения, но и вызывается утомление организма в целом, что приводит к снижению производительности труда и увеличению опасности заболеваний.

Согласно санитарно-гигиеническим требованиям рабочее место с ПЭВМ должно освещаться комбинированным освещением. Естественное освещение поступает в помещение через одно окно в светлое время суток. Искусственное

освещение обеспечивается за счет люминесцентных ламп типа ЛБ, в темное время суток, либо при недостаточном естественном освещении. Оно отличается относительной сложностью восприятия его зрительным органом человека.

С целью обеспечения требуемых норм освещенности необходимо произвести расчёт искусственной освещенности.

Расчёт общего равномерного искусственного освещения горизонтальной рабочей поверхности выполняется методом коэффициента светового потока, учитывающим световой поток, отражённый от потолка и стен. Длина помещения  $a = 6$  м, ширина  $b = 4$  м, высота  $H = 2,8$  м. Высота рабочей поверхности над полом  $h_p = 0,75$  м. Интегральным критерием оптимальности расположения светильников является величина  $\lambda$ , которая для люминесцентных светильников с защитной решёткой лежит в диапазоне 1,1–1,3.

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.

На первом этапе определим значение индекса освещенности  $i$ .

$$i = \frac{S}{(a+b)h}, \quad (5.1)$$

где  $S$  – площадь помещения;

$h$  – расчетная высота подвеса светильника, м;

$a$  и  $b$  – длина и ширина помещения, м.

Высота светильника над рабочей поверхностью  $h$

$$h = H - h_p - h_c = 2,8 - 0,75 - 0,3 = 1,55 \text{ м}, \quad (5.2)$$

где  $H$  - высота помещения, м;  $h_p$  - высота рабочей поверхности, м.

В результате проведенных расчетов, индекс освещенности  $i$  равен

$$i = \frac{S}{(a+b)h} = \frac{24}{(4+6) \cdot 1,55} = 1,5.$$

Расстояние между соседними светильниками или рядами определяется по формуле:

$$L = \lambda \cdot h = 1,1 \cdot 1,55 = 1,6 \text{ м.}$$

Число рядов светильников в помещении:

$$Nb = \frac{b}{L} = \frac{4}{1,6} = 2,5 \approx 3$$

Число светильников в ряду:

$$Na = \frac{a}{L} = \frac{6}{1,6} = 3,75 \approx 4$$

Общее число светильников:

$$N = Na \cdot Nb = 4 \cdot 3 = 12$$

Учитывая, что в каждом светильнике установлено две лампы, общее число ламп в помещении  $N = 24$ .

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

$$l = \frac{L}{3} = \frac{1,6}{3} = 0,53 \text{ м}$$

Размещаем светильники в три ряда. План помещения и размещения светильников с люминесцентными лампами представлен в приложении Б.

Световой поток лампы определяется по формуле:

$$\Phi = \frac{E_H \cdot S \cdot K_3 \cdot Z}{N \cdot \eta}, \quad (5.3)$$

где  $E_H$  – нормируемая минимальная освещённость по СНиП 23-05-95, лк;

$S$  – площадь освещаемого помещения,  $\text{м}^2$ ;

$K_3$  – коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника (источника света, светотехнической арматуры, стен и пр., т. е. отражающих поверхностей), наличие в атмосфере цеха дыма, пыли;

$Z$  – коэффициент неравномерности освещения, отношение  $E_{cp} / E_{min}$ . Для люминесцентных ламп при расчётах берётся равным 1,1;

$N$  – число ламп в помещении;

$\eta$  – коэффициент использования светового потока.

Данное помещение относится к типу помещения со средним выделением пыли, в связи с этим  $K_3 = 1,5$ ; состояние потолка – свежепобеленный, поэтому значение коэффициента отражения потолка  $\rho_n = 70$ ; состояние стен – побеленные бетонные стены, поэтому значение коэффициента отражения стен  $\rho_c = 50$ . Коэффициент использования светового потока, показывающий какая часть светового потока ламп попадает на рабочую поверхность, для светильников типа ОДОР с люминесцентными лампами при  $\rho_{\Pi} = 70\%$ ,  $\rho_C = 50\%$  и индексе помещения  $i = 1,5$  равен  $\eta = 0,47$ .

Нормируемая минимальная освещенность при использовании ЭВМ и одновременной работе с документами должна быть равна 600лк.

$$\Phi = \frac{E_H \cdot S \cdot K_3 \cdot Z}{N \cdot \eta} = \frac{600 \cdot 24 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{24 \cdot 0,47} = 2106 \text{ Лм}$$

Для люминесцентных ламп с мощностью 40 Вт и напряжением сети 220В, стандартный световой поток ЛД равен 2300 Лм.

$$-10\% \leq \frac{\Phi_{\text{ЛД}} - \Phi_{\text{л.расч}}}{\Phi_{\text{ЛД}}} \cdot 100\% \leq 20\%$$

$$\frac{2300 - 2106}{2300} \cdot 100\% = 8,43\%$$

$$-10\% \leq 8,43\% \leq 20\%$$

Таким образом необходимый световой поток светильника не выходит за пределы требуемого диапазона.

## *Воздействие электромагнитного поля и ионизирующего излучения*

Известно, что ПЭВМ являются источником электромагнитного поля (ЭМП) радиочастотного диапазона. При длительном постоянном воздействии, которого на организм человека наблюдаются нарушения сердечнососудистой, дыхательной и нервной систем, появляется утомляемость, ухудшение самочувствия, гипотония, также характерна головная боль, изменение проводимости сердечной мышцы. Тепловое воздействие ЭМП характеризуется повышением температуры тела, локальным избирательным нагревом тканей, органов, клеток вследствие перехода ЭМП в тепловую энергию.

При работе с компьютером допустимые уровни электромагнитных полей (ЭМП) нормируются СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03:

1. Напряженность электромагнитного поля на расстоянии 50 см вокруг ПЭВМ по электрической составляющей должна быть не более:

- В диапазоне частот 5Гц-2кГц - 25В/м;
- В диапазоне частот 2кГц/400кГц - 2,5В/м.

2. Плотность магнитного потока должна быть не более:

- В диапазоне частот 5Гц-2кГц - 250нТл;
- В диапазоне частот 2кГц/400кГц - 25нТл.

3. Напряжённость электростатического поля должна быть 15 кВ/м;

4. Электростатический потенциал экрана видеомонитора – 500 В.

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;

4. Средства индивидуальной защиты, к которым относятся защитные очки, щитки, шлемы, защитная одежда, выполненная из металлизированной ткани (кольчуга). При этом следует отметить, что использование СИЗ возможно при кратковременных работах и является мерой аварийного характера.

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

Ионизирующее излучение вызывает в организме цепочку обратимых и необратимых последствий. Ионизирующая радиация при воздействии на организм человека может вызвать два вида эффектов: детерминированные пороговые эффекты (лучевая болезнь, лучевой ожог, лучевая катаракта, лучевое бесплодие и др.) и стохастические (вероятностные) беспороговые эффекты (злокачественные опухоли, лейкозы, наследственные болезни).

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.

### *Электростатическое поле*

Электризация заключается в следующем: нейтральные тела, в нормальном состоянии не проявляющие электрических свойств, при условии отрицательных контактов или взаимодействий становятся электростатически заряженными. Опасность возникновения статического электричества проявляется в возможности образования электрической искры и вредном воздействии его на человеческий организм, и не только в случае непосредственного контакта с зарядом, но и за счет действий электрического поля, которое возникает при заряде. При включенном питании компьютера на

экране дисплея накапливается статическое электричество. Электрический ток искрового разряда статического электричества мал и не может вызвать поражение человека. Тем не менее, вблизи экрана электризуется пыль и оседает на нем. В результате чего искажается резкость восприятия информации на экране. Кроме того, пыль попадает на лицо работающего и в его дыхательные пути.

Основные способы защиты от статического электричества следующие: заземление оборудования, увлажнение окружающего воздуха. Также целесообразно применение полов из антистатического материала.

### *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 статического 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) [12].

В отношении опасности поражения людей электрическим током различают:

1. Помещения без повышенной опасности, в которых отсутствуют условия, создающие повышенную или особую опасность.
2. 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.

3. 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.

Помещение, где была разработана бакалаврская работа, принадлежит 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 (расстояния от источника);
- 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.

Сопротивление заземления зависит от площади электрического контакта заземлителя (заземляющих электродов) с грунтом (“стекание” тока) и удельного электрического сопротивления грунта, в котором смонтирован этот заземлитель (“впитывание” тока). Согласно ПЭУ номинальное сопротивление заземления должно быть не более 4 Ом.

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

- изолирующие штанги;

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

Работать со штангой разрешается только специально обученному персоналу в присутствии лица, контролирующего действия работающего. При операциях с изолирующей штангой необходимо пользоваться дополнительными изолирующими защитными средствами — диэлектрическими перчатками и изолирующими основаниями (подставками, ковриками) или диэлектрическими ботами.

Изолирующие клещи применяют в электроустановках до 35 кВ для операций под напряжением с плавкими вставками трубчатых предохранителей, а также для надевания и снятия изолирующих колпаков на ножи однополюсных разъединителей. Изолирующие клещи выполняют из пластмассы.

При пользовании изолирующими клещами оператор должен надевать диэлектрические перчатки и быть изолированным от пола или грунта; при смене патронов трубчатых предохранителей он должен быть в очках. Клещи нужно держать в вытянутых руках.

К дополнительным изолирующим электрозащитным средствам относятся диэлектрические перчатки, боты, резиновые коврики и дорожки, изолирующие подставки на фарфоровых изоляторах и переносные заземления.

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.

### ***Производственный шум и вибрация***

Вентиляция производственных помещений предназначена для уменьшения запыленности, задымленности и очистки воздуха от вредных выделений производства, а также для сохранности оборудования. Она служит

одним из главных средств оздоровления условий труда, повышения производительности и предотвращения опасности профессиональных заболеваний. Система вентиляции обеспечивает снижение содержания в воздухе помещения пыли, газов до концентрации не превышающей ПДК. Проветривание помещения проводят, открывая форточки. Проветривание помещений в холодный период года допускается не более однократного в час, при этом нужно следить, чтобы не было снижения температуры внутри помещения ниже допустимой. Воздухообмен в помещении можно значительно сократить, если улавливать вредные вещества в местах их выделения, не допуская их распространения по помещению. Для этого используют приточно-вытяжную вентиляцию. Кратность воздухообмена не ниже 3.

Предельно допустимый уровень (ПДУ) шума - это уровень фактора, который при ежедневной (кроме выходных дней) работе, но не более 40 часов в неделю в течение всего рабочего стажа, не должен вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений. Соблюдение ПДУ шума не исключает нарушения здоровья у сверхчувствительных лиц.

Допустимый уровень шума ограничен ГОСТ 12.1.003-83 и СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-32-2002. Уровень шума на рабочем месте математиков-программистов и операторов видеоматериалов не должен превышать 50дБА, а в залах обработки информации на вычислительных машинах - 65дБА.

При значениях выше допустимого уровня необходимо предусмотреть СКЗ и СИЗ.

1. СКЗ:

- устранение причин шума или существенное его ослабление в источнике образования;
- изоляция источников шума от окружающей среды средствами звуко- и виброизоляции, звуко- и вибропоглощения;

- применение средств, снижающих шум и вибрацию на пути их распространения.

## 2. СИЗ:

- применение спецодежды, спецобуви и защитных средств органов слуха: наушники, беруши, антифоны.

Защита от шумов – заключение вентиляторов в защитный кожух и установление их внутри корпуса ЭВМ. Для снижения уровня шума стены и потолок помещений, где установлены компьютеры, могут быть облицованы звукопоглощающими материалами с максимальными коэффициентами звукопоглощения в области частот 63 - 8000 Гц.

Вибрация оборудования на рабочих местах не должна превышать допустимых величин, установленных ГОСТ 12.1.012-96.

### ***Психофизиологические факторы и опасные факторы***

Значительное умственное напряжение и другие нагрузки приводят к переутомлению функционального состояния центральной нервной системы, нервно-мышечного аппарата рук. Нерациональное расположение элементов рабочего места вызывает необходимость поддержания вынужденной рабочей позы. Длительный дискомфорт вызывает повышенное позвоночное напряжение мышц и обуславливает развитие общего утомления и снижение работоспособности.

При длительной работе за экраном дисплея появляется выраженное напряжение зрительного аппарата с появлением жалоб на неудовлетворительность работы, головные боли, усталость и болезненное ощущение в глазах, в пояснице, в области шеи, руках [12].

Режим труда и отдыха работника: при вводе данных, редактировании программ, чтении информации с экрана непрерывная продолжительность работы не должна превышать 4-х часов при 8-часовом рабочем дне. Через

каждый час работы необходимо делать перерыв на 5-10 минут, а через два часа на 15 минут.

С целью снижения или устранения нервно-психологического, зрительного и мышечного напряжения, предупреждение переутомления необходимо проводить комплекс физических упражнений и сеансы психофизической разгрузки и снятия усталости во время регламентированных перерывов, и после окончания рабочего дня.

## **5.2 Охрана окружающей среды**

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

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

Основными отходами являются черновики бумаги и отработавшие люминесцентные лампы. Бумагу направляют на утилизацию, а люминесцентные лампы собирают и направляют на утилизацию в соответствующую организацию.

При выполнении бакалаврской работы никакого ущерба окружающей среде нанесено не было.

## **5.3 Защита в чрезвычайных ситуациях**

Чрезвычайная ситуация – обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей среде, материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

В помещении, где была разработана бакалаврская работа, возможны следующие чрезвычайные ситуации: пожар, взрывы, террористические акты и диверсии.

Анализируя выше представленные ситуации и само помещение, можно сделать вывод, что наиболее типичной ЧС является пожар.

Для обеспечения безопасности людей и сохранения материальных ценностей существует пожарная безопасность, основными системами которой являются системы предотвращения пожара и противопожарной защиты, включая организационно-технические мероприятия.

Пожар представляет большую опасность и наносит огромный ущерб, поскольку грозит уничтожением приборов, компьютеров, инструментов и комплектов документов, представляющих значительную ценность. Кроме того, пожар характеризуется опасностью для жизни человека. Возникновение пожара в комнате может быть обусловлено следующими факторами: в современных ПЭВМ очень высокая плотность размещения электронных схем. При протекании по ним электрического тока выделяется значительное количество тепла, что может привести к повышению температуры отдельных узлов до 100°C. При этом возможно оплавление изоляции соединительных проводов, их оголение, и, как следствие, короткое замыкание, сопровождаемое искрением.

Поэтому во избежание пожаров проводится пожарная профилактика – комплекс организационных и технических мероприятий, направленных на обеспечение безопасности людей, на предотвращение пожара, ограничение его распространения, а также на создание условий для успешного тушения пожара. Успех борьбы с пожаром во многом зависит от его своевременного обнаружения и быстрого принятия мер по его ограничению и ликвидации. Основы противопожарной защиты предприятий определены в стандартах ГОСТ 12.1.004-76 и ГОСТ 12.1.010-76.

Возникновение пожара при работе с электронной аппаратурой может быть по причинам как электрического, так и неэлектрического характера.

Причины возникновения пожара неэлектрического характера:

а) халатное неосторожное обращение с огнем (курение, оставленные без присмотра нагревательные приборы, использование открытого огня);

б) самовоспламенение и самовозгорание веществ.

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

При эксплуатации ПЭВМ возможны возникновения следующих аварийных ситуаций: короткие замыкания, перегрузки, повышение переходных сопротивлений в электрических контактах, перенапряжение, возникновение токов утечки.

При возникновении аварийных ситуаций происходит резкое выделение тепловой энергии, которая может явиться причиной возникновения пожара.

Мероприятия по пожарной безопасности делятся на пожарную профилактику и тушение пожаров. Меры пожарной профилактики могут быть следующие: строительно-планировочные, технические и организационные.

Строительно-планировочные меры определяются огнестойкостью зданий и сооружений (выбор материалов конструкций по степени огнестойкости). В зависимости от степени огнестойкости определяются наибольшие дополнительные расстояния от выходов для эвакуации при пожарах.

Технические меры включают в себя соблюдение противопожарных норм для систем отопления, освещения, электрического обеспечения и т.д., использование разнообразных защитных систем и соблюдение параметров технологических процессов и режимов работы оборудования.

Организационные меры представляют собой проведение инструктажа персонала по пожарной безопасности, соблюдение мер пожарной безопасности, разработку планов эвакуации людей в случае пожара.

Для предупреждения возникновения пожара необходимо соблюдать следующие правила пожарной безопасности:

- правильная эксплуатация оборудования и содержание зданий и территорий;
- противопожарный инструктаж рабочих и служащих;
- обучение производственного персонала правилам противопожарной безопасности;
- издание инструкций, плакатов, наличие плана эвакуации;
- соблюдение противопожарных правил, норм при проектировании зданий, при устройстве электропроводов и оборудования, отопления, освещения;
- правильное размещение оборудования;
- своевременный профилактический осмотр, ремонт и испытание оборудования.

Согласно СНиП 21–01–97, по взрывоопасности помещение относится к классу В и по пожароопасности к классу П. К этому классу относятся помещения, в которых опасные состояния не имеют места при нормальной эксплуатации, а возможны только в результате аварии или неисправностей.

В помещении для тушения возгораний предусмотрено использование углекислотного огнетушителя ОУ–3 для тушения возгораний классов А, В и электроустановок до 10000В при температуре воздуха  $-40^{\circ}\text{C}$  до  $+50^{\circ}\text{C}$ . Таким образом, состояние помещения соответствует нормам пожаробезопасности. Расположение ламп в помещении и план эвакуации людей для помещения представлены в приложение Б и В.

В Томске преобладает континентально-циклонический климат. Природные явления (землетрясения, наводнения, засухи, ураганы и т. д.) отсутствуют.

Возможными ЧС могут быть также 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.

Чрезвычайные ситуации, возникающие в результате диверсий, возникают все чаще.

Зачастую такие угрозы оказываются ложными. Но случаются взрывы и в действительности.

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.

### ***Выводы и рекомендации***

Проанализировав и оценив условия труда в рабочем помещении, где был разработан дипломный проект, можно сделать следующие выводы по производственной и экологической безопасности специалиста и работы, выполняемой им:

1. По занимаемой площади и объему помещение удовлетворяет нормативным требованиям.

2. Микроклимат, шумовая обстановка и система освещения в помещении соответствуют нормам и создают нормальные условия для работы.

3. Монитор компьютера служит источником ЭМП – вредного фактора, который отрицательно влияет на здоровье работника при непрерывной работе более 4 часов, во избежание негативного влияния на здоровье необходимо делать перерывы при работе с ЭВМ и проводить специализированные комплексы упражнений для глаз.

4. Помещение, в котором находится рабочее место, относится к помещениям без повышенной опасности поражения электрическим током. Температурный режим, влажность воздуха, химическая среда не способствуют разрушению изоляции электрооборудования.

5. По состоянию пожаробезопасности помещение соответствует нормам.

6. При рассмотрении вопроса об охране окружающей среды можно сказать, что деятельность помещения не является экологически опасной.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе работы решены следующие задачи:

1. Изучена предметная область, номенклатура выпускаемой продукции.
2. Проведена предварительная обработка данных.
3. Изучена литература по математическим методам обработки данных (регрессионный анализ, устойчивые методы решения системы линейных уравнений, методы регуляризации некорректных задач, условная оптимизация).
4. Найдена функциональная зависимость ежедневных затрат электроэнергии на предприятии от выпуска продукции различного вида.
5. Построена модель оценки затрат электроэнергии на производство геотекстиля.
6. Проведено исследование модели оценки затрат электроэнергии.

Для планирования суточных затрат электроэнергии на выпуск продукции необходимо умножить планируемый объем продукции на вектор  $\varphi$ :

$$f = k^T \varphi,$$

где  $k$  – вектор, компоненты которого представляют собой планируемые объемы продукции за день (но первая компонента равна единице),  $\varphi$  – расход электроэнергии на одну тонну продукции. Вектор  $\varphi$  найден из решения оптимизационной задачи.

## СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СТУДЕНТА

1. Агеева Н.С. Построение математической модели оценки затрат электроэнергии [Электронный ресурс] // 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. / Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ); под ред. И. А. Курзиной, Г. А. Вороновой. – 2016. –Т. 3: Математика. – [С. 9-11]. – Режим доступа:  
[http://science-persp.tpu.ru/Arch/Proceedings\\_2016\\_vol\\_3.pdf](http://science-persp.tpu.ru/Arch/Proceedings_2016_vol_3.pdf)

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Воскобойников Ю. Е., Мицель А.А. Современные проблемы прикладной математики. Часть 1. Лекционный курс: учебное пособие. – Томск: ТУСУР, 2010. – 136 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: / [http://asu.tusur.ru/learning/mag010400/d01/m010400\\_d01\\_lecture.pdf](http://asu.tusur.ru/learning/mag010400/d01/m010400_d01_lecture.pdf), свободный
2. Воскобойников Ю. Е., Мицель А.А. Современные проблемы прикладной математики. Часть 2. Практикум: учебное пособие. – Томск: ТУСУР, 2010. – 52с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: / [http://asu.tusur.ru/learning/mag010400/d01/m010400\\_d01\\_pract.pdf](http://asu.tusur.ru/learning/mag010400/d01/m010400_d01_pract.pdf), свободный
3. Воскобойников Ю.Е. Устойчивые методы и алгоритмы параметрической идентификации. – Новосибирск: НГАСУ, 2006. –180 с.
4. Марченко С. И., Марченко Е. П., Логинова Н. В. Прикладная математика: учебное пособие. – Ростов н/Д: Феникс, 2006. - 542 с.
5. Мицель А.А., Шелестов А.А. Методы оптимизации. – Томск: ТУСУР, 2004. – 148 с.
6. Пантелеев А. В.. Методы оптимизации в примерах и задачах. Учебное пособие для втузов / А. В. Пантелеев, Т. А. Летова. - 2-е изд., испр. – М.: Высшая школа, 2005. - 544 с.
7. Дрейпер Н., Смит Г. Прикладной регрессионный анализ: В 2-х кн. Кн.1/Пер.с англ. – М.: Финансы и статистика, 1986. –386 с.
8. Ягола А.Г. Некорректные задачи и методы их численного решения. Спец. курс для аспирантов МГУ им. М.В.Ломоносова – 21 с. 1. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: / <http://matematika.phys.msu.ru/files/scien/172/paper.pdf> - свободный
9. Агеева Н.С. Построение математической модели оценки затрат электроэнергии // 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; ТПУ, 2016 –Т. 3: Математика. – С. 9-11.

10. Макаров Е., Инженерные расчеты в Mathcad 15; Учебный курс. – СПб.: Питер, 2011. – 400 с.
11. Видяев И.Г., Серикова Г.Н., Гаврикова Н.А. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно-методическое пособие – Томск: ТПУ, 2014. – 36 с.
12. Назаренко О.Б. Безопасность жизнедеятельности: учебное пособие - 2-е изд., перераб. и доп. – Томск: ТПУ, 2010. – 144 с.





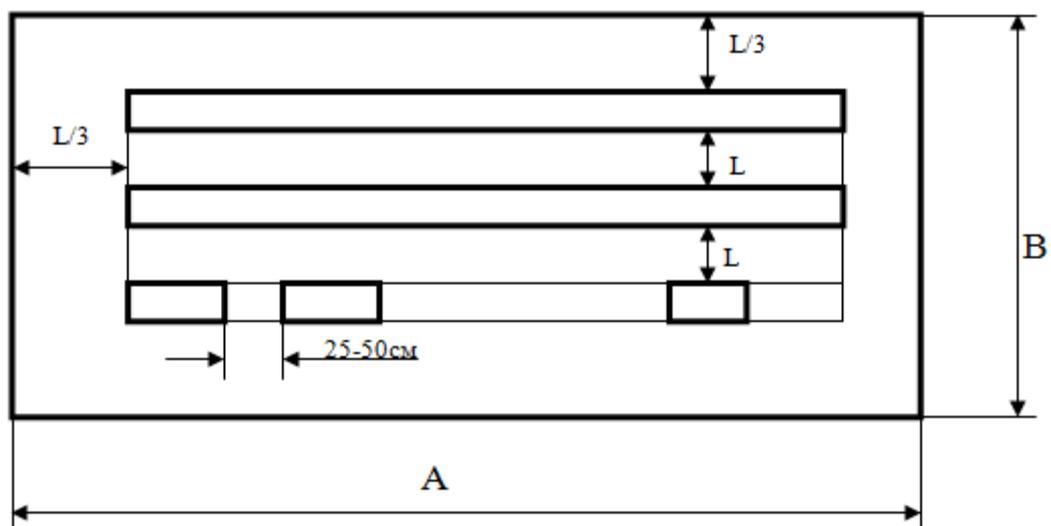






## Приложение Б

### План помещения и размещения светильников с люминесцентными лампами

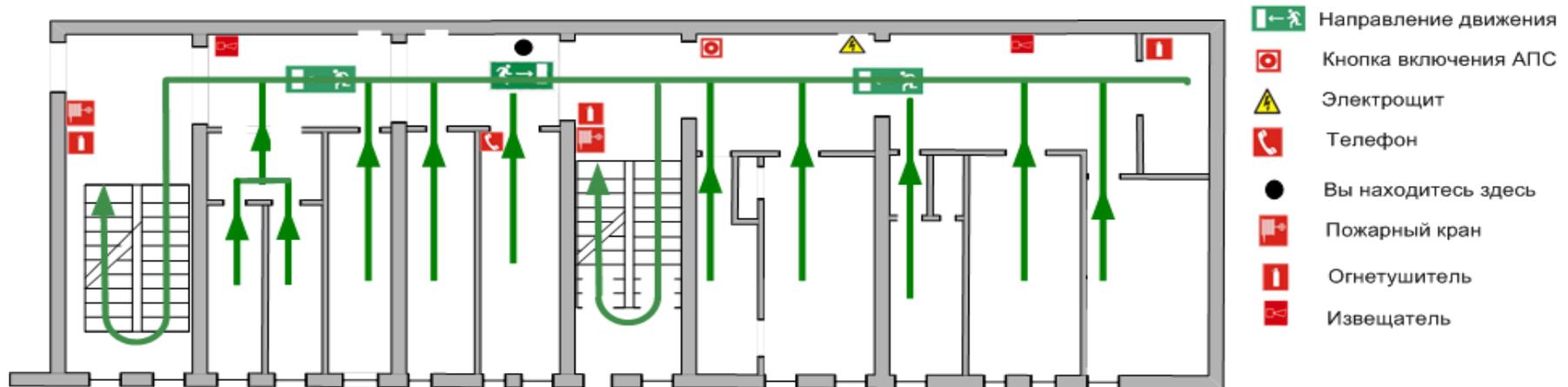


## Приложение В

(справочное)

### План эвакуации в случае пожара

#### ПЛАН ЭВАКУАЦИИ 2-го этажа



-  Направление движения
-  Кнопка включения АПС
-  Электроцит
-  Телефон
-  Вы находитесь здесь
-  Пожарный кран
-  Огнетушитель
-  Извещатель

#### Действия при пожаре Сохранять спокойствие

1	Сообщить по телефону		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Адрес объекта</li> <li>• Место возникновения пожара</li> <li>• Свою фамилию</li> </ul>
2	Эвакуировать людей		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ориентироваться по знакам направления движения</li> <li>• Взять с собой пострадавших</li> </ul>
3	По возможности принять меры по тушению пожара		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Использовать средства противопожарной защиты</li> <li>• При необходимости обесточить помещение</li> </ul>

Ответственный за эвакуацию и включение системы оповещения

---

## Приложение Г.

1. Безопасность жизнедеятельности: Учебник для вузов/ С.В. Белов, А.В. Ильницкая, А.Ф. Козьяков и др.; Под общ. ред. С.В. Белова. 7-е изд., стер. – М.: Высш.шк., 2007. – 616 с.
2. ГОСТ 12.1.013-78
3. СанПиН 2.2.4.548-96
4. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03
5. СанПиН 2.2.4.1191-03
6. СанПиН 2.6.1.1015-01
7. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 или СанПиН 2.2.4.548-96
8. Фролов А.В., Бакаева Т.Н. Безопасность жизнедеятельности. Охрана труда. 2-е изд., доп. и перераб. - Ростов на Дону: Феникс, 2008. — 750 с.
9. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03
10. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 или СанПиН 2.2.4.548-96
11. Фролов А.В., Бакаева Т.Н. Безопасность жизнедеятельности. Охрана труда. 2-е изд., доп. и перераб. - Ростов на Дону: Феникс, 2008. — 750 с.
12. СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96
13. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03
14. Безопасность жизнедеятельности: Учебник для вузов/ С.В. Белов, А.В. Ильницкая, А.Ф. Козьяков и др.; Под общ. ред. С.В. Белова. 7-е изд., стер. – М.: Высш.шк., 2007. – 616 с
15. ГОСТ 12.1.002–84
16. [http://ohranatruda.ru/ot\\_biblio/normativ/data\\_normativ/7/7177/index.php](http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/7/7177/index.php)
17. ПРАВИЛА УСТРОЙСТВА ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК ПУЭ  
[http://ohranatruda.ru/ot\\_biblio/normativ/data\\_normativ/7/7177/index.php](http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/7/7177/index.php)
18. ГОСТ 12.2.032-78
19. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03
20. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к ПК и организации работы».

21. Инструкция по охране труда при работе на ПК.
22. Назаренко О.Б. Безопасность жизнедеятельности: учебное пособие / О.Б. Назаренко; Национальный исследовательский Томский политехнический университет. – 2-е изд., перераб. и доп. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 144 с.
23. Фролов А.В., Бакаева Т.Н. Безопасность жизнедеятельности. Охрана труда. 2-е изд., доп. и перераб. - Ростов на Дону: Феникс, 2008. — 750 с.
24. СНиП 21–01–97