

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

---

Институт Энергетический (ЭНИН)  
Направление подготовки 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника  
Кафедра Электроснабжение промышленных предприятий (ЭПП)

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

Тема работы
<b>Проектирование системы электроснабжения электротехнического завода</b>

УДК 621.31.621:3.013

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5А3Д	Апеев Д. В.		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Шутов Е. А.	к.т.н.		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Потехина Н.В.			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Дашковский А.Г.	к.т.н.		

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ЭПП	Сурков М.А.	к.т.н., доцент		

Томск – 2017 г.

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

---

Институт Энергетический (ЭНИН)  
Направление подготовки 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника  
Кафедра Электроснабжение промышленных предприятий (ЭПП)

УТВЕРЖДАЮ:  
И. о. зав. кафедрой ЭПП  
\_\_\_\_\_  
(Подпись) \_\_\_\_\_ (Дата) Сурков М.А.  
(Ф.И.О.)

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

В форме:

бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
5А3Д	Апееву Даниилу Владленовичу

Тема работы:

Проектирование системы электроснабжения электротехнического завода	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	20.03.2017, 1957/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Исходные данные к работе</b>	
<i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	<i>Объектом исследования является трансформаторный цех. В качестве исходных данных представлены: - генеральный план предприятия; - трансформаторного цеха; - сведения об электрических нагрузках всего предприятия; - сведения об электрических нагрузках трансформаторного цеха.</i>

<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b></p> <p>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- постановка задачи проектирования;</li> <li>- проектирование системы электроснабжения рассматриваемого завода;</li> <li>- детальное рассмотрение особенностей трансформаторных подстанций в системах электроснабжения с последующим выбором цеховых трансформаторов;</li> <li>- обсуждение результатов выполненной работы;</li> <li>- разработка раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»;</li> <li>- разработка раздела «Социальная ответственность»;</li> <li>- заключение.</li> </ul>
<p><b>Перечень графического материала</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- картограмма электрических нагрузок предприятия;</li> <li>- план внутризаводского электроснабжения;</li> <li>- однолинейная схема трансформаторного цеха.</li> </ul>

<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Потехина Нина Васильевна
«Социальная ответственность»	Дашковский Анатолий Григорьевич

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

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Шутов Е. А.	к.т.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5А3Д	Апеев Д. В.		

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 126 с., 19 рис., 80 табл., 22 источников, 1 прил.

Ключевые слова: расчетная нагрузка, картограмма нагрузок, выбор трансформаторов, компенсация, электроснабжение цеха, выбор оборудования, проверка оборудования, однолинейная схема, ресурсоэффективность, социальная ответственность.

Объектом исследования является трансформаторный цех.

Цель работы – проектирование системы электроснабжения электротехнического завода.

В процессе исследования произведен расчет нагрузок ремонтно-механического цеха и базы в целом с применением различных методов, выбор метода расчета производился на основе исходных данных, а также осуществлен выбор оборудования и его проверка при различных режимах работы.

В результате исследования была спроектирована конкретная модель электроснабжения базы по обслуживанию нефтегазодобывающего месторождения, представлена ее экономическая целесообразность и безопасность для окружающей среды.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: исследуемая база состоит из пятнадцати цехов, из которых девять относятся к третьей, а шесть ко второй категории по степени надежности электроснабжения, напряжение питающей линии 110 кВ, внутризаводская сеть 6 кВ, рабочее напряжение внутри цехов 0,4 кВ.

Область применения: предприятие по сборке и ремонту трансформаторного оборудования.

## Оглавление

Введение.....	6
1 Объект исследования.....	7
1.1 Технология производства.....	10
2 Расчет и аналитика.....	12
2.1 Выбор внутрицеховой схемы электроснабжения. Расчет электрических нагрузок цеха.....	12
2.2 Схема электроснабжения цеха.....	12
2.3 Расчет электрической нагрузки трансформаторного цеха.....	13
2.3 Определение расчетной нагрузки предприятия.....	22
2.4 Нагрузка ГПП на шинах ВН.....	23
2.5 Картограмма нагрузок и определение центра электрических нагрузок, зоны рассеяния.....	25
2.6 Выбор количества, мощности и расположения цеховых трансформаторных подстанций.....	32
2.7 Выбор количества трансформаторов с учетом компенсации реактивной мощности.....	33
2.8 Уточнение загрузки трансформаторов с использованием КУ. Расстановка конденсаторных батарей в сети 0,4 кВ.....	41
2.9 Выбор числа и мощности трансформаторов ГПП.....	42
2.10 Построение суточного графика нагрузки предприятия.....	43
2.11 Выбор сечения линии, питающей ГПП.....	45
2.12 Выбор сечения проводников в сетях выше 1000 В.....	46
2.13 Расчет токов короткого замыкания в сетях выше 1000 В.....	49
2.14 Определение сопротивлений схемы замещения.....	49
2.15 Расчет токов КЗ.....	51
2.16 Проверка сечений на термическую стойкость к токам КЗ.....	54
2.17 Выбор высоковольтных аппаратов.....	55
2.18 Электроснабжения электрооборудования трансформаторного цеха.....	70
2.19 Расчет электрической сети по потере напряжения.....	79
2.20 Расчет токов короткого замыкания до 1000 В.....	87
2.21 Построение карты селективности действия аппаратов защиты.....	91
3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	94

3.1 SWOT-анализ проекта.....	94
3.2 Планирование научно-исследовательской разработки.....	96
3.3 Определение трудоёмкости выполнения проектировочных работ.....	97
3.4 Разработка графика проведения научного исследования.....	98
3.5 Составление затрат на разработку проекта.....	101
3.6 Основная заработная плата исполнителей.....	102
3.7 Страховые отчисления.....	104
3.8 Накладные расходы.....	104
3.9 Бюджет затрат проекта.....	105
3.10 Оценка ресурсоэффективности проекта.....	105
4 Социальная ответственность.....	109
4.1 Описание рабочего места.....	109
4.2 Анализ опасных и вредных факторов.....	110
4.3 Производственная санитария.....	110
4.2 Производственная безопасность.....	116
4.5 Экологическая безопасность.....	118
4.6 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	119
4.7 Организационные вопросы обеспечения безопасности.....	121
Заключение.....	123
Список литературы:.....	125

## **Введение**

В данном проекте необходимо произвести расчет системы электроснабжения электротехнического завода с подробным рассмотрением трансформаторного цеха предприятия. Главной задачей дипломного проекта является выработка способностей решать практические вопросы проектирования системы электроснабжения электротехнического предприятия самостоятельно.

Выполнение дипломного проекта включает в себя несколько этапов:

1. Рассчитать полную нагрузку исследуемого цеха.
2. Рассчитать всю нагрузку предприятия с учетом нагрузки освещения.
3. Используя полученные данные построить картограмму электрических нагрузок, для того чтобы определить расположение ГПП.
4. Произвести расчет и выбор схемы внутривзаводского электроснабжения, выбор количества и мощности цеховых ТП.
5. Выбор схемы внешнего электроснабжения, рассчитав предварительно напряжение питающей линии. Выбор и расчет линий и трансформаторов ГПП.
6. Полный расчет сетей выше 1000 В для выбора устройств защиты цеховых ТП и проверки правильности выбора сечений проводников.
7. Расчет и проверка сетей до 1000 В, выбор и проверка кабельных линий, распределительных пунктов и аппаратов защиты. Произвести расчет токов короткого замыкания. Построение эпюр отклонения напряжении и карты селективности.

### Объект исследования.

Исходными данными является план завода электротехнической промышленности (рисунок 1), данные об электрических нагрузках исследуемого цеха (таблица 1), генплан завода и сведения об электрических нагрузках предприятия (рисунок 2, таблица 2).

Таблица 1 - Исходные данные всех нагрузок предприятия

№	Наименование цеха	$P_{\text{НОМ}}$ , кВт
1	Инженерный центр	675
2	Трансформаторный 0,38 кВ - испытательная станция 6 кВ	---- 7500
3	Крупных машин 0,38 кВ - испытательная станция 6 кВ	5834 7000
4	Гидрокорпус 0,38 кВ - испытательная станция 6 кВ	4918 6900
5	Преобразовательной техники	480
6	Высоковольтных аппаратов 0,38 кВ - испытательная станция 6 кВ	2103 4000
7	Сборки компонентов	1510
8	Служба эксплуатации и ремонта	556
9	Служебно-бытовые помещения	410
10	Очистные сооружения	255
11	Ремонтно-механический	650
12	Инструментальный	350
13	Компрессорная 0,38 кВ 6кВ	250 1250
14	Лаборатория	350
15	Склад	150

На рисунке 1 показан территория электротехнического завода.

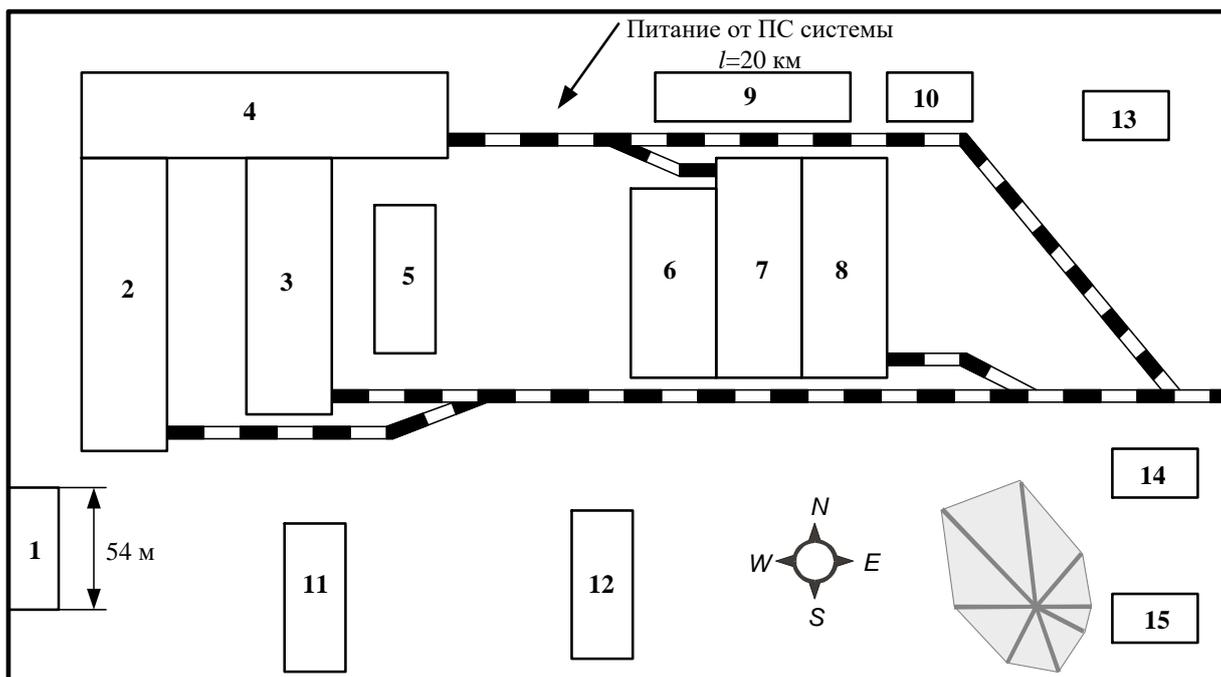


Рисунок 1 - Генплан территории предприятия

На рисунке 2 представлен трансформаторный цех.

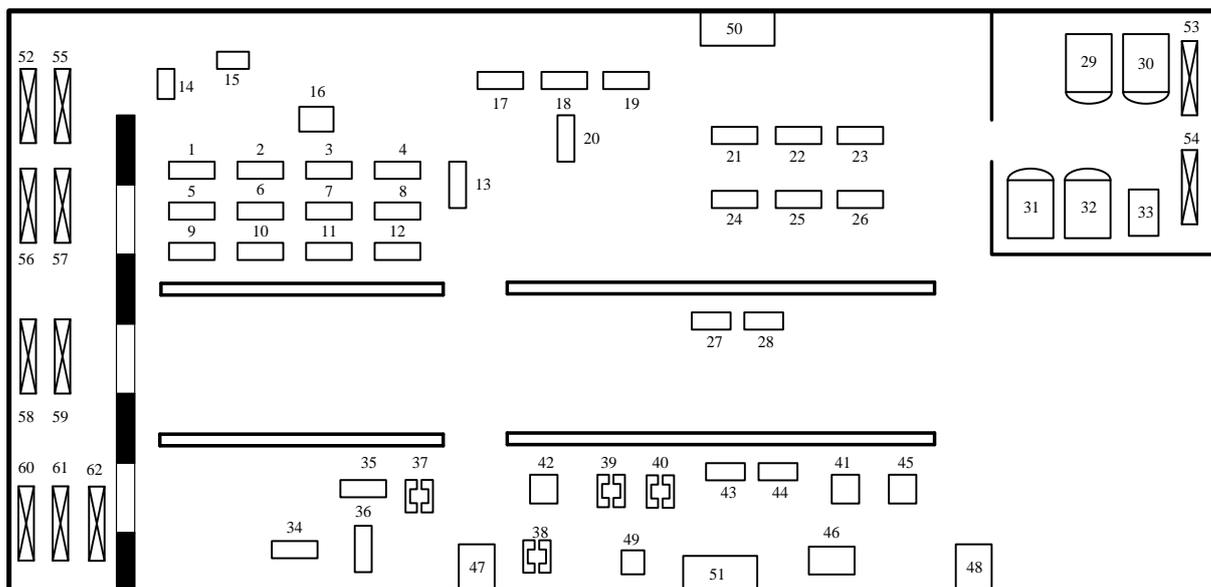


Рисунок 2 – Генплан трансформаторного цеха

Таблица 2 – Исходные данные электроприемников трансформаторного цеха

Порядковый номер	Электроприемник	$P_{\text{ном}}$ ЭП, кВт
1	Токарно-винторезный станок с ЧПУ	15
2-5	Токарно-винторезный	10
6-8	Вертикально-сверлильный	4,6
9-11	Радиально-сверлильный	9
12	Вертикально-фрезерный	18
13	Горизонтально-фрезерный	13
14	Лаквальцы	4
15	Пресс эксцентриковый	4
16	Станок для фрезеровки картонных колец	7,5
17-26	Горизонтально-намоточный станок	17
27	Тр-р для пайки медных шин, ПВ=40 %	100
28	Ванна лудильная	40
29-32	Электропечь для сушки обмоток	168
33	Тельфер	20
34,35	Очистная установка	13
36	Установка для подогрева трансформаторного масла	120
37-40	Леса механические	10
41,42	Печь вакуумная	55
43,44	Трансформатор для пайки медных шин, ПВ=40 %	76
45	Насос	37
46	Стенд для сборки магнитопровода	17
47,48	Механическая тележка	10
49	Преобразователь сварочный, ПВ=40 %	15
50,51	Вентиляционная установка	55
52-54	Кран-балка, ПВ=25 %	10
55	Кран-балка, ПВ=50 %	71,5
56-59	Кран-балка, ПВ=50 %	35,2
60,61	Кран-балка, ПВ=50 %	142
62	Кран-балка, ПВ=50 %	187

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

Студенту:

Группа	ФИО
5А3Д	Апееву Даниилу Владленовичу

<b>Институт</b>	Энергетический	<b>Кафедра</b>	ЭПП
<b>Уровень образования</b>	бакалавр	<b>Направление/специальность</b>	13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника

<b>Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:</b>	
1. <i>Стоимость ресурсов проекта: материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Оклад руководителя – 26 300 руб. Оклад инженера – 17 000 руб.
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	30 % премии 20 % надбавки 16% накладные расходы 30% районный коэффициент
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды 27,1 %
<b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</b>	
1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	SWOT-анализ.
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	Формирование плана и графика разработки НИ: -определение структуры работ; - определение трудоемкости работ; - разработка графика Ганта. Формирование бюджета затрат на НИ
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	Определение ресурсоэффективности НИ
<b>Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):</b>	
1. <i>Оценка конкурентоспособности технических решений</i>	
2. <i>Матрица SWOT</i>	
3. <i>График Ганта</i>	

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

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Учетная степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Потехина Н.В.			

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5А3Д	Апеев Д. В.		

### **3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение**

Благодаря современным методам анализа проектов перспективность научного исследования необходимо определять, исходя из коммерческой ценности разработки. Этот критерий – наиболее важное условие, когда речь идет о поиске финансовых источников, чтобы провести научное исследование и впоследствии извлечь прибыль из его результатов.

Для достижения цели необходимо поставить и решить следующие задачи:

- оценить коммерческий потенциал проекта, а также его перспективность;
- спланировать график выполнения работ в рамках проекта;
- определить бюджет затрат;
- определить ресурсную эффективность.

#### **3.1 SWOT-анализ проекта**

**SWOT** – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – комплексный анализ научно-исследовательского проекта.

SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

1) На первом этапе производится описание слабых и сильных сторон проекта, появления возможности угрозы для реализации проекта.

2) На втором этапе проводят соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Это соответствие или несоответствие должны помочь выявить степень необходимости проведения стратегических изменений.

3) В рамках третьего этапа должен быть составлен итог SWOT-анализа, в котором указываются стратегические планы на дальнейшее развитие и реализацию проекта.

Таблица 57 – Матрица SWOT

	<p><b>Сильные стороны:</b>  С1. Простота обслуживания  С2. Универсальность применения  С3. Затраты на эксплуатацию</p>	<p><b>Слабые стороны:</b>  Сл1. Надежность  Сл2. Меньше возможностей для проведения переключений</p>
<p><b>Возможности:</b>  В1. Использование современных выключателей  В2. Использование новых разработок применяемых материалов</p>	<p>Партнерские отношения с рядом фирм в области энергетики позволит продлить срок эксплуатации, повысить надежность и производительность электрооборудования, а также снизить затраты на его эксплуатацию.</p>	<p>Развитие инновационных технологий ведет к увеличению надежности работы схемы.</p>
<p><b>Угрозы:</b>  У1. Преждевременный выход оборудования из строя  У2. Аварийные ситуации</p>	<p>Угроза выхода оборудования из строя является существенным недостатком, однако, относительно невысокая его стоимость и простота в эксплуатации покрывают эти недостатки.</p>	<p>Не самая высокая надежность работы схемы может привести к тому, что аварийные ситуации будут случаться все чаще, что приведет к преждевременному выходу оборудования из строя.</p>

**Второй этап** выявляет соответствия сильных и слабых сторон проекта внешним условиям. Они выявляют необходимость проведения возможных стратегических изменений.

Так, простота обслуживания и малые затраты на эксплуатацию рассматриваемой схемы определяют такие возможности для будущего развития, как использование современных выключателей и новых материалов. В свою очередь, слабая сторона проекта – надежность схемы, покрывается указанными выше возможностями.

Угрозы для проекта: преждевременный выход из строя и возможность возникновения аварийных ситуаций усиливаются его слабой стороной – вышеупомянутой надежностью, но компенсируются сильными сторонами.

**Третий**, завершающий, этап представляет собой составление итоговой матрицы (табл. 57), с указанием всех сторон проекта, а также их возможных корреляций.

В результате SWOT-анализа получена положительная тенденция сильной корреляции между возможностями и сильными сторонами проекта. Этот факт говорит о перспективности проекта и целесообразности проведения дальнейших разработок в этом направлении.

### 3.2 Планирование научно-исследовательской разработки

Для выполнения проектов формируется группа людей. В конкретном случае она состоит из инженера и руководителя. Каждому виду работы соответствует свой исполнитель.

Перечень этапов и работ, распределение исполнителей по этим видам приведен в таблице 58.

Таблица 58 – Порядок этапов и распределение исполнителей

Основные этапы	№	Содержание работ	Исполнитель
Подготовка и выдача технического задания	1	Составление исходных данных по проекту (таблицы и генпланы)	Руководитель
Выбор направления исследований	2	Выбор материалов по данной теме, подбор литературных источников	Инженер
	3	Выбор направления оптимизационной задачи	Инженер
	4	Календарное планирование работ	Руководитель
Теоретические и практические решения поставленной задачи	5	Выбор методики решения задачи	Инженер
	6	Приобретения и выбор компьютерных программ для облегчения решения	Инженер
	7	Сравнение вариантов различных методов	Инженер
	8	Основной расчет	Инженер

Продолжение таблицы 57

Обработка и окончательный выбор решения	9	Проверка и оценка данного решения	Руководитель
Написание технической документации	10	Оценка надежности полученных результатов	Руководитель
	11	Решение вопроса о безопасности и экологичности проекта	Инженер
Оформление отчёта	12	Оформление пояснительной записки по курсовому проекту	Инженер

### 3.3 Определение трудоёмкости выполнения проектировочных работ

Трудоёмкость осуществления проекта будем оценивать экспертным путем в человеко-днях. Такой метод носит вероятностный характер, так как он зависит от большого количества, трудно учитываемых, признаков.

Тогда для определения средней трудоёмкости будем использовать следующую формулу:

$$t_{ож, i} = \frac{3 \cdot t_{мин i} + 2 \cdot t_{макс i}}{5} \text{ (чел-дн);}$$

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

$t_{мин, i}$  – оптимистическая оценка, минимальная трудоёмкость выполнения заданной  $i$ -ой работы, чел.-дн.;

$t_{макс, i}$  – пессимистическая оценка, максимальная трудоёмкость выполнения заданной  $i$ -ой работы), чел.-дн.

По полученной средней трудоёмкости можно определить продолжительность каждой работы в днях по следующей формуле:

$$T_{p, i} = \frac{t_{ож, i}}{Ч_i} \text{ (дн);}$$

где  $T_{p, i}$  – продолжительность одной работы, раб. дни.;

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

Если учесть, что в процессе проектирования все задачи выполняет каждый участник по отдельности, и происходит последовательность этих задач, то можно принять, что  $T_{pi} = t_{ож\ i}$ .

Полученные значение внесем в таблицу 59.

### 3.4 Разработка графика проведения научного исследования

Для более удобного построения графика следует длительность каждой работы из рабочих дней переводить в календарные дни. Для этого можно воспользоваться следующей формулой:

$$T_{k,i} = T_{p,i} \times k \text{ (кал дни);}$$

где  $T_{k,i}$  – длительность выполнения работы в календарных днях;

$T_{p,i}$  – длительность работы в рабочих днях;

$k$  – коэффициент календарности, предназначен для перевода рабочего времени в календарное.

Коэффициент календарности рассчитывается по формуле:

$$k = \frac{T_{кг}}{T_{кг} - T_{вд} - T_{пд}};$$

где  $T_{кг}$  – кол-во календарных дней в году;

$T_{вд}$  – кол-во выходных дней в году;

$T_{пд}$  – кол-во праздничных дней в году.

Определим коэффициент календарности на 2017 год:

$$k_{кал} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}} = \frac{365}{365 - 118} = 1,478.$$

Тогда длительность первой работы в календарных днях:

$$T_{к1} = T_{p1} \cdot k_{кал} = 1,478 \cdot 5,4 = 7,9812 \approx 8 \text{ дн.}$$

Полученные значения округляются до целого числа и заносятся в таблицу 59.

Таблица 59 – Временные показатели проведения проекта

Название работы	Трудоёмкость работ (чел-дни)			Длительность работ в рабочих днях $T_{pi}$	Длительность работ в календарных днях $T_{ki}$
	$t_{min}$	$t_{max}$	$t_{ож}$		
Составление исходных данных по проекту (таблицы и генпланы)	1	2	1,4	1,4	2
Выбор материалов по данной теме, подбор литературных источников	4	7	5,2	5,2	8
Выбор направления оптимизационной задачи	5	6	5,4	5,4	8
Календарное планирование работ	2	3	2,4	2,4	4
Выбор методики решения задачи	5	7	5,8	5,8	9
Приобретения и выбор компьютерных программ для облегчения решения	3	4	3,4	3,4	5
Сравнение вариантов различных методов	2	6	3,6	3,6	5
Основной расчет	17	21	18,6	18,6	27
Проверка и оценка данного решения	4	7	5,2	5,2	8
Оценка надежности полученных результатов	2	5	3,2	3,2	5
Решение вопроса о безопасности и экологичности проекта	4	7	5,2	5,2	8
Оформление пояснительной записки по курсовому проекту	6	9	7,2	7,2	11
<b>Итого</b>	<b>55</b>	<b>84</b>	<b>66,6</b>	<b>66,6</b>	<b>100</b>

По полученным данным из таблицы, строится план-график. График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках курсового проекта.

Таблица 60 – Календарный план-график проведения исследований

№	Вид работы	Исполнители	Ткi (кал. дн.)	Продолжительность выполнения работ											
				Февраль		Март			Апрель			Май			
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2		
1	Составление исходных данных по проекту (таблицы и генпланы)	Руководитель	2	█											
2	Выбор материалов по данной теме, подбор литературных источников	Инженер	8		█										
3	Выбор направления оптимизационной задачи	Инженер	8			█									
4	Календарное планирование работ	Руководитель	4				█								
5	Выбор методики решения задачи	Инженер	9					█							
6	Приобретения и выбор компьютерных программ для облегчения решения	Инженер	5						█						
7	Сравнение вариантов различных методов	Инженер	5							█					
8	Основной и послеаварийный расчет	Инженер	27								█				
9	Проверка и оценка данного решения	Руководитель	8									█			
10	Оценка надежности полученных результатов	Руководитель	5										█		
11	Решение вопроса о безопасности и экологичности проекта	Инженер	8											█	
12	Оформление пояснительной записки по курсовому проекту	Инженер	11												█

Согласно составленному календарному плану с учетом оптимистичной и пессимистичной оценок продолжительность проектирования составляет 98 календарных дней, начиная 10 февраля и заканчивая 10 мая.

Судя по диаграмме Ганта можно оценить показатели рабочего времени для каждого исполнителя. Продолжительность выполнения проекта в календарных днях составит 100 дня, из которых 81 дней – продолжительность выполнения работ инженером, а 19 дней – продолжительность выполнения работ руководителем.

### 3.5 Составление затрат на разработку проекта

Затраты – полный расчет затрат на создание технического проекта. Она включает в себя:

- Материальные затраты
- Заработную плату исполнителей технического проекта
- Отчисления во внебюджетные фонды
- Накладные расходы

Расчет материальных затрат

В материальные затраты включаются затраты на канцелярские принадлежности, информационные носители (флеш-карты), картриджи и т.п.

Таблица 61 – Материальные затраты

Наименование	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, (З <sub>м</sub> ), руб.
Бумага	1	300	300
Ручка	2	35	70
Скоросшиватель	1	30	70
Калькулятор	1	500	500
<b>Итого</b>			940

При расчете материальных затрат не учитывались транспортные расходы, т.к. данные канцелярские принадлежности были доставлены на рабочее место самими исполнителями технического проекта.

Для выполнения и расчетов определенных видов работ нам потребуется персональный компьютер. В таблице 6 приведены затраты на технические средства.

Затраты на технические средства

Таблица 62 – Затраты на технический аппарат

№	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования	Цена единицы оборудования, руб.	Общая стоимость оборудования, руб.
1	Персональный компьютер	1	43500	43500
Итого:				43500

В связи с длительностью использования, учитывается стоимость программного обеспечения с помощью амортизации:

$$A = \frac{\text{Стоимость} \cdot N_{\text{дней.исп-ния}}}{\text{Срок.службы} \cdot 365} = \frac{43\,500 \cdot 81}{3 \cdot 365} = 3218$$

### 3.6 Основная заработная плата исполнителей

Рассматриваемая статья включает в себя основную заработную плату работников и дополнительную:

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

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

$Z_{\text{доп}}$  – дополнительная заработная плата ( $0,15 \cdot Z_{\text{осн}}$ ).

Основная заработная плата рассчитывается по следующей формуле:

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

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

$T_p$  – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d},$$

где  $Z_m$  – месячный должностной оклад работника, руб.;

$M$  – количество месяцев работы без отпуска в течение года ( $M=11,2$  месяца, 5-дневная неделя,  $M=10,4$  месяца, 6-дневная неделя);

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

$$F_d = 365 - N_{\text{вых}} - N_{\text{отпуск}},$$

где  $N_{\text{вых}} = 118$  – выходных и праздничных дней в 2017 году, дн;

$N_{\text{отпуск}}$  – отпусковых дней (для 5-ти дневной рабочей недели – 28, для 6-ти дневной – 56), дн.

$$F_{d(5)} = 365 - 118 - 28 = 219 \text{ (дн)},$$

$$F_{d(6)} = 365 - 118 - 56 = 191 \text{ (дн)}.$$

Месячный должностной оклад работника:

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

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

$k_{\text{пр}}$  – премиальный коэффициент, равный 0,3;

$k_d$  – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2;

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

Рассчитаем основную заработную плату руководителя:

$$Z_m = Z_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_d) \cdot k_p = 26300 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 51285 \text{ (руб)};$$

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m \cdot M}{F_{d(6)}} = \frac{51285 \cdot 10,4}{191} = 2792,48 \text{ (руб)};$$

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_p = 2792,48 \cdot 5,2 = 14520,9 \text{ (руб)};$$

$$Z_{\text{зп}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}} = 14520,9 + 0,15 \cdot 14520,9 = 16699,04 \text{ (руб)}.$$

Расчет основной заработной платы инженера аналогичен:

$$Z_m = Z_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_d) \cdot k_p = 17000 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 33150 \text{ (руб)};$$

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m \cdot M}{F_{d(5)}} = \frac{33150 \cdot 11,2}{219} = 1695,34 \text{ (руб)};$$

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_p = 1695,34 \cdot 57,8 = 97990,8 \text{ (руб)};$$

$$Z_{\text{зп}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}} = 97990,8 + 0,15 \cdot 97990,8 = 112689,42 \text{ (руб)}.$$

Расчеты сведены в табл. 63.

Таблица 63 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	$Z_{\text{ТС}}$ , руб	$Z_{\text{М}}$ , руб	$Z_{\text{дн}}$ , руб	$T_p$ , раб.дн	$Z_{\text{осн}}$ , руб	$Z_{\text{доп}}$ , руб	$Z_{\text{полн}}$ , руб
Руководитель	26300	51285	2792,48	5,2	14520,9	2178,14	16699,04
Инженер	17000	33150	1695,34	57,8	97990,8	14698,62	112689,42
Итого					112511,7	16876,76	129388,46

### 3.7 Страховые отчисления

Необходимо также учесть обязательные отчисления по нормам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС).

Величина отчислений определяется как:

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

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

В соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ на основании пункта 1 ст.58 закона для учреждений, осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2017 году водится пониженная ставка – 27,1%.

Отчисления составят:

$$Z_{\text{внеб1}} = 0,271 \cdot 16699,04 = 4525,44 \text{ (руб)};$$

$$Z_{\text{внеб2}} = 0,271 \cdot 112689,42 = 30538,83 \text{ (руб)}.$$

### 3.8 Накладные расходы

Накладными расходами являются затраты, не учтенные в предыдущих статьях расходов. Их величина определяется по следующей формуле:

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

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

$$Z_{накл} = (1410 + 3110 + 129388,46 + 4525,44 + 30538,83) \cdot 0,16 = 27035,64 \text{ (руб).}$$

### 3.9 Бюджет затрат проекта

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в табл. 64.

Таблица 64 – Бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.	Доля, %
1. Амортизация	3217	1,6
2. Материальные затраты НТИ	1410	0,7
3. Затраты по полной заработной плате исполнителей проекта	129388,46	66
4. Отчисления во внебюджетные фонды	35064,27	17,9
5. Накладные расходы	27035,64	13,8
Итого	196008,37	100

Бюджет затрат на НТИ составил 196008,37 рублей, из которых большую часть, а именно – 66% составляет полная заработная плата исполнителей. Наименьшую долю составляют материальные затраты НТИ.

### 3.10 Оценка ресурсоэффективности проекта

Ресурсоэффективность и ресурсосбережение – основные позиции, которые дают возможность проведения оценки с перспективой будущего развития научного проекта. В качестве критериев используются следующие параметры:

1. Безопасность. С точки зрения воздействия на человека электрический ток является опасным. Соответственно электроэнергетическое оборудование должно удовлетворять всем требованиям безопасной эксплуатации и ремонта.

2. Надежность. Определяется бесперебойностью и безаварийностью системы электроснабжения.

3. Экономичность. Потребление электрической энергии должно быть минимизировано. Причем это связано не только с величиной потребления ЭП, но и напрямую зависит от организованной системы электроснабжения.

Критерии ресурсоэффективности и их количественные характеристики приведены в таблице 66.

Таблица 66 - Сравнительная оценка характеристик проекта

Критерии	Весовой коэффициент	Бальная оценка разработки	Оценка с учетом весового коэффициента
1. Безопасность	0,3	5	1,5
2. Надежность	0,3	4	1,2
3. Удобство в эксплуатации	0,2	5	1
4. Предполагаемый срок службы	0,1	4	0,8
5. Экономичность	0,1	4	0,4
Итого	1	4,7	4,9

Позиция оценивается по каждому показателю экспертным путем по пятибалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 5 – наиболее сильная. Значения показателей, определяемые экспертным путем, в сумме равны 1.

Анализ ресурсоэффективности проекта определяется согласно выражению:

$$K = \sum B_i \cdot B_i$$

$$K_{k\Sigma} = 0,3 \cdot 5 + 0,3 \cdot 4 + 0,2 \cdot 5 + 0,1 \cdot 4 + 0,1 \cdot 4 = 4,9$$

Данная оценка ресурсоэффективности проекта показывает практически отличный балл (4,9 из 5), что свидетельствует об эффективности реализации технического проекта.

Вычисление показателя ресурсоэффективности этого плана имеет важное значение. Его значимость свидетельствует о производительности применения технического проекта. Высокие оценки безопасности и прочности, комфорта в эксплуатации и ориентировочный срок эксплуатации, а кроме того энергоэкономичности дают возможность оценивать о правильно проделанной разработке концепции.

В рамках данного раздела был проведен комплексный анализ проекта по технологии SWOT, что позволило выявить его сильные и слабые стороны, а также определить соответствие его характеристик внешним факторам. Более того, проведенный анализ позволил наметить возможные пути дальнейшего

развития и совершенствования проекта для повышения его конкурентоспособности.

Еще одним ключевым моментом, рассмотренным в данном разделе, является планирование работ, выполняемых в рамках проекта. Составленный план-график на основе диаграммы Ганта позволил рационально распорядиться временными ресурсами, отведенными на выполнение проекта.

Согласно сведениям наших расчетов, было показано, что количество работы в календарных днях у руководителя составляет 19 дней, а инженера 81 дня. Не сложно заметить, глядя на план-график что самая продолжительная работа у инженера это составление пояснительной записки, именно эта работа действительно является наиболее важной т.к. в ней зачастую делают ошибки из за большого объема информации, а также корректировки.