

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	
Проектирование системы электроснабжения завода по производству источников света	
УДК 621.31.031: 621.32.002	

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5А3Д	Фирсов Кирилл Евгеньевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Ивашутенко А.С.	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		

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	Фирсову Кириллу Евгеньевичу

Тема работы:

Проектирование системы электроснабжения завода по производству источников света	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	Приказ №969/с от 15.02.2017

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

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

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов (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).	- постановка задачи проектирования; - проектирование системы электроснабжения рассматриваемого завода; - детальное рассмотрение особенностей трансформаторных подстанций в системах электроснабжения с последующим выбором цеховых трансформаторов; - обсуждение результатов выполненной работы; - разработка раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»; - разработка раздела «Социальная ответственность»; - заключение.
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)	- картограмма электрических нагрузок предприятия; - план внутризаводского электроснабжения; - однолинейная схема цеха спирализации; - эпюра отклонения напряжения; - карта селективности действия аппаратов защиты.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Потехина Нина Васильевна
Социальная ответственность	Дашковский Анатолий Григорьевич
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
-	

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Ивашутенко А.С.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5А3Д	Фирсов Кирилл Евгеньевич		

Реферат

Выпускная квалификационная работа состоит из 133 с., а также включает в себя 16 рис., 43 табл., 31 источник, 10 приложений.

Ключевые слова: расчётная нагрузка, картограмма нагрузок предприятия, выбор силовых трансформаторов, устройства компенсации реактивной мощности, выбор сечения проводников, защитная аппаратура, определение токов КЗ, выбор высоковольтного оборудования, выбор низковольтного оборудования, однолинейная схема цеха, ресурсоэффективность, окружающая среда, безопасность, соотответственность.

Объект исследования данной работы – система электроснабжения цеха спирализации завода по производству источников света.

Цель работы: разработать оптимальные системы электроснабжения предприятия в целом, а также цеха спирализации, которые отвечали бы условиям надежности, безопасности и гибкости.

В ходе проекта был выполнен поэтапный расчёт нагрузок как цеха спирализации, так и всего завода. Кроме того, были выбраны сечения линий, выбрано основное оборудование до и свыше 1000 В, которое было проверено на термическую и динамическую устойчивость. Также была выбрана защитная аппаратура и осуществлена проверка селективности её действия.

Результатом исследования стала оптимально спроектированная система электроснабжения завода.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: в рассматриваемый завод входит 16 цехов, 8 из которых относятся ко II категории надёжности электроснабжения, номинальное напряжение питающей линии ГПП – 35 кВ, а напряжения внутризаводских и внутрицеховых сетей 6 и 0,4 кВ соответственно среда внутри производственных помещений нормальная и жаркая.

Область применения: светотехническая продукция.

Оглавление

Введение	10
Исходные данные	11
Глава 1. Схема и конструктивное исполнение внутрицеховой сети напряжением до 1000 В.....	14
1.1. Технологический процесс изготовления лампы накаливания	14
1.2. Схема и конструктивное исполнения внутрицеховой сети.....	16
Глава 2. Электрические нагрузки.....	18
2.1. Определение электрических нагрузок спирального цеха	18
2.2. Определение электрических нагрузок предприятия	21
Глава 3. Размещение ГПП на генплане предприятия.....	25
3.1. Построение картограммы нагрузок предприятия	25
Глава 4. Трансформаторы цеховых подстанций: определение числа и мощности	29
4.1. Число и мощность трансформаторов цеховых подстанций	29
4.2. Компенсация реактивной мощности	30
4.3. Определение места установки трансформаторных подстанций.....	33
Глава 5. Выбор числа и мощности трансформаторов ГПП.....	35
Глава 6. Определение суммарных потерь мощности в трансформаторах	36
Глава 7. Определение сечения линий напряжением выше 1000 В	37
7.1. Определение сечения линии, питающей ГПП.....	37
7.2. Определение сечения кабельных линий внутризаводской силовой сети ...	3
7.3. Расчет токов КЗ в сетях выше 1000 В	4
7.4. Проверка по потере напряжения линий внутризаводской силовой сети....	8
Глава 8. Выбор высоковольтного оборудования.....	9
8.1. Трансформаторы собственных нужд (ТСН)	9
8.2. Контрольно-измерительные приборы	10
8.3. Трансформаторы тока	12
8.4. Коммутационная аппаратура.....	14
8.5. Предохранители.....	18
8.6. Ограничители перенапряжения	19
Глава 9. Электроснабжение цеха спирализации.....	20
9.1. Выбор аппаратов защиты	20
9.2. Выбор распределительных пунктов	22
9.3. Выбор сечения силовых линий	23

9.4. Проверка сети по потере напряжения	24
9.5. Расчет токов короткого замыкания в сетях до 1000 В.....	34
9.6. Карта селективности	40
Глава 10. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	80
10.1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проекта	81
10.1.1. Выявление возможных конкурентных решений.....	81
10.1.3. Анализ по SWOT-технологии	83
10.2. Планирование работ в рамках проекта.....	85
10.2.1. Структура работ в рамках проекта	85
10.2.2. Трудоемкость выполнения работ в рамках проекта	86
10.2.3. График выполнения проекта	87
10.3. Бюджет проекта	90
10.3.1. Материальные затраты	90
10.3.2. Амортизация	90
10.3.2. Основная заработная плата исполнителей.....	90
10.3.3. Страховые отчисления.....	92
10.3.4. Накладные расходы.....	92
10.3.5. Бюджет затрат проекта	93
10.4. Оценка ресурсоэффективности проекта.....	93
Глава 11. Социальная ответственность	99
11.1. Производственная безопасность	100
11.2. Анализ вредных факторов производственной среды	101
11.2.1. Защита от шума и вибрации	101
11.2.2. Воздух рабочей зоны.....	102
11.2.3. Освещение.....	102
11.3. Анализ опасных факторов проектируемой производственной среды ..	103
11.3.1. Электробезопасность	104
11.4. Охрана окружающей среды.....	105
11.4.1. Анализ воздействия объекта на атмосферу	105
11.4.2. Анализ воздействия объекта на литосферу и гидросферу	106
11.5. Защита при чрезвычайных ситуациях	107
11.6. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	110
11.6.1. Организационные мероприятия.....	110
Заключение.....	112

Список литературы.....	114
Приложение 1.....	117
Приложение 2.....	118
Приложение 3.....	119
Приложение 4.....	125
Приложение 5.....	127
Приложение 6.....	128
Приложение 7.....	131
Приложение 8.....	132
Приложение 9.....	135

Введение

На сегодняшний день существует потребность в создании надежной системы электроснабжения. Под надежностью понимается бесперебойность снабжения потребителей, а именно: система должна правильно функционировать в нормальном и послеаварийном режимах. Кроме того, она должна обеспечивать удобство в обслуживании, быть экономически выгодной и т.д.

В данной работе рассматривается система электроснабжения завода по производству источников света. Подробно рассматривается электроснабжение спирального цеха. В ходе проектирования описывается принятие различных решений, их обоснование, а также дальнейшее применение.

Основным методом расчета нагрузок с 1993 года в России принят метод коэффициента расчетной активной мощности [3]. Он обеспечивает оптимальные расчетные значения по сравнению с другими известными методами.

Кроме расчета параметров нормального режима работы, необходимо отстроить работу системы в аварийном режиме. С этой целью производится расчет токов короткого замыкания в сетях до и свыше 1000 В.

На основе расчета параметров режимов выбираются аппараты защиты и сети для снабжения цеха.

Результатом работы является выполненная система электроснабжения промышленного предприятия.

Глава 10. 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.

Выполнение раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» несет в себе цель оценить конкурентоспособность проекта, который соответствовал бы современным представлениям о ресурсоэффективности и ресурсосбережении.

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.

10.1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проекта

Целевым рынком для данного проекта является производство источников света, а сегментом – производство ламп накаливания. При этом, сегментирование было выполнено по критерию, присущему коммерческим организациям, – по типу выпускаемой продукции.

10.1.1. Выявление возможных конкурентных решений

К подробному рассмотрению аналогичных разработок, представленных на рынке, следует подходить систематически. Подобное исследование помогает вносить изменения в проект, с целью повышения конкурентоспособности. Крайне необходимо подойти к оценке сильных и слабых стороны разработок конкурентов реалистично.

В рамках выполняемого проекта имеется три возможных конкурентных решения. Схема главной понизительной подстанции может быть выполнена по типу 4Н, 5Н и 5АН. При этом в нашем распоряжении находится вся имеющаяся информация о конкурирующих решениях (табл. 10.1).

Произведем оценку конкурентных технических решений с точки зрения ресурсоэффективности и ресурсосбережения при помощи оценочной карты для возможных схем ГПП: 4Н, 5Н, 5АН (рис.10.1-10.3 соответственно)

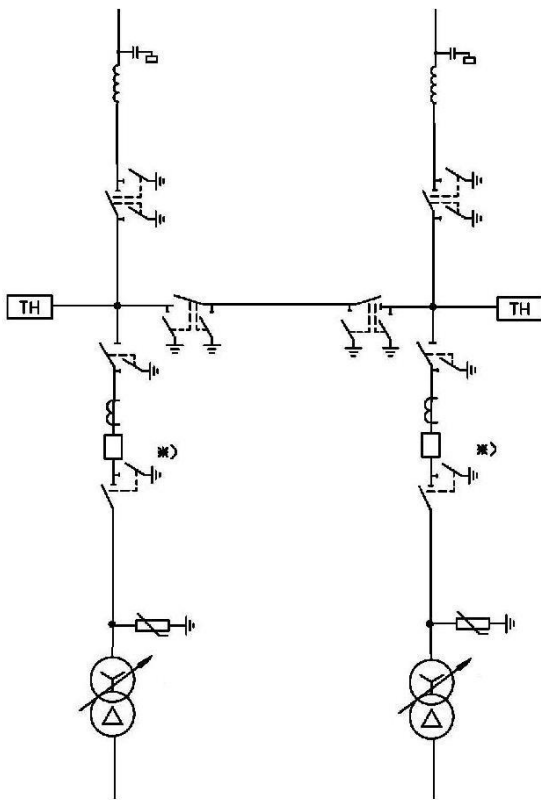


Рисунок 10.1 – Схема 4Н

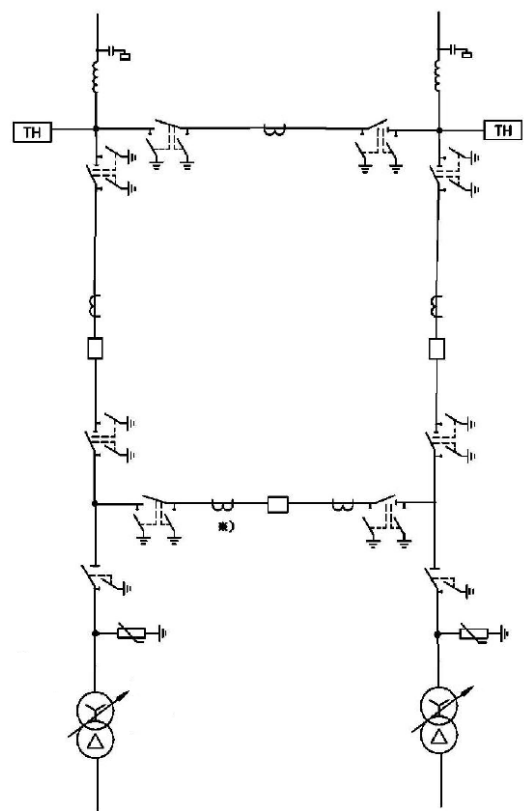


Рисунок 10.2 – Схема 5Н

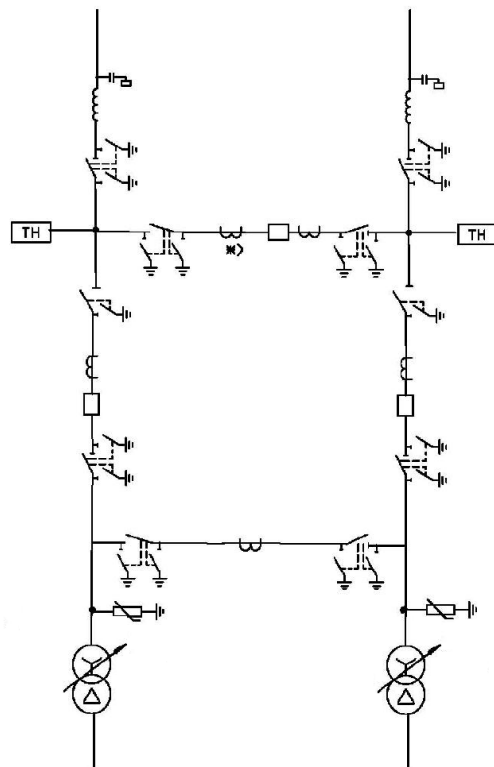


Рисунок 10.3 – Схема 5АН

Таблица 10.1 – Оценочная карта

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		4Н	5Н	5АН	$K_{4Н}$	$K_{5Н}$	$K_{5АН}$
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Надежность	0,2	4	5	5	0,8	1	1
2. Удобство в эксплуатации	0,1	5	5	5	0,5	0,5	0,5
3. Безопасность	0,2	5	5	5	1	1	1
4. Простота монтажа	0,05	4	4	4	0,2	0,2	0,2
Экономические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Цена	0,15	5	4	4	0,75	0,6	0,6
2. Затраты на монтаж	0,05	5	4	4	0,25	0,2	0,2
3. Затраты на эксплуатацию	0,07	5	4	4	0,25	0,28	0,28
4. Затраты на потери электроэнергии	0,08	4	4	4	0,32	0,32	0,32
5. Предполагаемый срок эксплуатации	0,1	4	4	4	0,4	0,4	0,4
Итого	1	41	39	39	4,57	4,5	4,5

Характеристики проектов конкурентов оцениваются по каждому показателю по пятибалльной шкале, где 1 – самая слабая позиция, 5 – самая сильная. Веса критериев не должны в сумме превышать 1.

Конкурентоспособность технических решений определяется:

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

где B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Анализ оценочной карты позволяет заключить, что наиболее конкурентоспособным вариантом является схема 4Н. Его конкурентными преимуществами являются удобство и безопасность в эксплуатации, а также меньшие затраты на приобретение, монтаж и эксплуатацию.

10.1.3. Анализ по SWOT-технологии

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.

Существует несколько этапов проведения анализа.

На **первом этапе** описываются сильные и слабые стороны проекта. Также, выявляются возможности и угрозы при реализации научно-технического исследования, представленные в таблице 10.2.

Таблица 10.2 – Матрица SWOT-анализа

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

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. 10.2), 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. В качестве перспективных направлений развития можно рассматривать как применение современных выключателей (вакуумных, элегазовых), так и использование новых разработок материалов при строительстве ГПП.

10.2. Планирование работ в рамках проекта

10.2.1. Структура работ в рамках проекта

Для рационального использования времени, отведенного на выполнение проекта необходимо его правильно спланировать. С этой целью составляется перечень этапов и работ в рамках проекта, а также проводится распределение исполнителей по видам работ (табл. 10.4).

Таблица 10.4 – Структура работ

№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель
2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер
3	Определение схемы и конструктивного исполнения внутрицеховой сети напряжением до 1000 В	Инженер

Окончание таблицы 10.4

4	Размещение ГПП на генплане предприятия	Инженер
5	Выбор и расчет потерь мощности трансформаторов цеховых подстанций и ГПП	Инженер

6	Выбор сечения линий напряжением выше 1000 В	Инженер
7	Выбор высоковольтного оборудования	Инженер
8	Проработка системы электроснабжения цеха спирализации	Инженер
9	Подготовка графического материала	Инженер
10	Проверка работы	Руководитель
11	Сдача ВКР	Инженер

10.2.2. Трудоемкость выполнения работ в рамках проекта

Данный параметр определяется в человеко-днях и носит вероятностный характер, поскольку зависит от большого количества факторов. Ожидаемое значение трудоемкости:

$$t_{\text{ож}i} = \frac{3t_{\text{мин}i} + 2t_{\text{макс}i}}{5},$$

где $t_{\text{мин}i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, чел.-дн.;

$t_{\text{макс}i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, чел.-дн.

Для работы №1:

$$t_{\text{ож}1} = \frac{3t_{\text{мин}1} + 2t_{\text{макс}1}}{5} = \frac{3 \cdot 3 + 2 \cdot 5}{5} = 3,8 \text{ (чел.-дн.)}.$$

Далее определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , с учетом возможности параллельного выполнения работ несколькими исполнителями:

$$T_{p_i} = \frac{t_{\text{ож}i}}{Ч_i},$$

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

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

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

Так как данная работа выполнялась индивидуально, то $T_{pi} = t_{oji}$. Ожидаемая длительность каждой из работ приведена в таблице 10.5.

10.2.3. График выполнения проекта

Для наглядности построим график проведения научных работ в форме диаграммы Ганта.

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график. Он представляет работы над проектом протяженными во времени отрезками, которые характеризуются датами начала и окончания работ.

Длительность рабочих дней следует перевести в календарные дни по формуле:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}},$$

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

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

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}},$$

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

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

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

На 2017 год, 5 дней рабочая неделя:

$$k_{\text{кал1}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{365}{365 - 102 - 16} = 1,48;$$

6 дней рабочая неделя:

$$k_{\text{кал2}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{365}{365 - 51 - 16} = 1,22.$$

Тогда длительность первой работы в календарных днях:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал1}} = 3,8 \cdot 1,22 = 4,6 \text{ (дн)}.$$

Рассчитанные значения в календарных днях по каждой работе T_{ki} необходимо округлить до целого числа (табл. 10.5).

Таблица 10.5 – 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		
Составление и утверждение технического задания	3	5	3,8	3,8	5
Подбор и изучение материалов по теме	2	3	2,4	2,4	4
Определение схемы и конструктивного исполнения внутрицеховой сети напряжением до 1000 В	10	12	10,8	10,8	16
Размещение ГПП на генплане предприятия	6	8	6,8	6,8	10
Выбор и расчет потерь мощности трансформаторов цеховых подстанций и ГПП	10	11	10,4	10,4	16
Выбор сечения линий напряжением выше 1000 В	6	7	6,4	6,4	10
Выбор высоковольтного оборудования	5	6	5,4	5,4	8
Проработка системы электроснабжения цеха спирализации	11	13	11,8	11,8	18
Подготовка графического материала	2	3	2,4	2,4	4
Проверка работы	1	2	1,4	1,4	2
Сдача ВКР	1	2	1,4	1,4	2
Итого				63	93

На основе табл. 10.5 строится календарный план-график. Всего работ по плану – 11. Длительность работ в рабочих днях для руководителя составила 5,2 дня, а для инженера – 57,8 дней, а в календарных днях 7 и 86 для руководителя и инженера соответственно. График строится с разбивкой по месяцам и декадам (табл. 10.6).

Таблица 10.6 – Календарный план-график проведения НТИ

№ раб	Вид работ	Исполнители	T _{кi} , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ											
				февраль		март			апрель			май			
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель	5												
2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер	4												
3	Определение схемы и конструктивного исполнения внутрицеховой сети напряжением до 1000 В	Инженер	16												
4	Размещение ГПП на генплане предприятия	Инженер	10												
5	Выбор и расчет потерь мощности трансформаторов цеховых подстанций и ГПП	Инженер	16												
6	Выбор сечения линий напряжением выше 1000 В	Инженер	10												
7	Выбор высоковольтного оборудования	Инженер	8												
8	Проработка системы электроснабжения цеха спирализации	Инженер	18												
9	Подготовка графического материала	Инженер	4												
10	Проверка работы	Руководитель	2												
11	Сдача ВКР	Инженер	2												

■ – руководитель; ■ – инженер.

10.3. Бюджет проекта

10.3.1. Материальные затраты

В материальные затраты включаются затраты на канцелярские принадлежности, расходные материалы к оргтехнике и прочее.

Таблица 10.7 – Материальные затраты

Наименование	Ед.измерения	Кол-во	Цена за ед., руб	Затраты на материалы, руб
Бумага	пачка	1	250	250
Ручка	шт.	2	35	70
Калькулятор	шт.	1	640	640
USB-диск	шт.	1	450	450
Итого		5	1375	1410

Транспортные расходы не учитывались.

10.3.2. Амортизация

Амортизацию рассчитаем линейным способом. Для этого сначала определим норму амортизации:

$$K = \frac{1}{n} \cdot 100\% = \frac{1}{3} \cdot 100\% = 33,33\%,$$

где n – срок полезной эксплуатации, лет

Начисления амортизации определяются как:

$$A = C \cdot K \cdot \frac{\sum T_{\text{кал}}}{365} = 40000 \cdot 0,33 \cdot \frac{86}{365} = 3110 \text{ (руб)},$$

где C – первоначальная стоимость оборудования, руб (стоимость ПК, на котором выполнялся проект, составляла 40000 руб);

K – норма амортизации.

10.3.2. Основная заработная плата исполнителей

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

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

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

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

Основная заработная плата рассчитывается по следующей формуле:

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

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

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

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

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

где $З_{\text{м}}$ – 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);

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

Месячный должностной оклад работника:

$$З_{\text{м}} = З_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}},$$

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

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

$k_{\text{д}}$ – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2;

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

Рассчитаем основную заработную плату руководителя:

$$З_{\text{м}} = З_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}} = 26300 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 51285 \text{ (руб)};$$

$$З_{\text{дн}} = \frac{З_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}} = \frac{51285 \cdot 10,4}{365 - 93} = 1960,9 \text{ (руб)};$$

$$З_{\text{осн}} = З_{\text{дн}} \cdot T_p = 1960,9 \cdot 5,2 = 10196,66 \text{ (руб)};$$

$$З_{\text{зп}} = З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}} = 10196,66 + 0,15 \cdot 10196,66 = 11726,16 \text{ (руб)}.$$

Расчет основной заработной платы инженера аналогичен:

$$З_{\text{м}} = З_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}} = 17000 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 33150 \text{ (руб)};$$

$$З_{\text{дн}} = \frac{З_{\text{м}} \cdot М}{F_{\text{д}}} = \frac{33150 \cdot 11,2}{365 - 140} = 1650,13 \text{ (руб)};$$

$$З_{\text{осн}} = З_{\text{дн}} \cdot T_p = 1650,13 \cdot 57,8 = 95377,71 \text{ (руб)};$$

$$З_{\text{зп}} = З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}} = 95377,71 + 0,15 \cdot 95377,71 = 109684,37 \text{ (руб)}.$$

Расчеты сведены в табл. 10.8.

Таблица 10.8 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	З _{ТС} , руб	З _м , руб	З _{дн} , руб	T _p , раб.дн	З _{осн} , руб	З _{доп} , руб	З _{полн} , руб
Руководитель	26300	51285	1960,9	5,2	10196,66	1529,5	11726,16
Инженер	17000	33150	1650,13	57,8	95377,71	13032,4	109684,37
Итого					105574,37	15836,16	121410,53

10.3.3. Страховые отчисления

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

Величина отчислений определяется как:

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

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

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:

$$З_{\text{внеб1}} = 0,271 \cdot 11726,16 = 3177,8 \text{ (руб)};$$

$$З_{\text{внеб2}} = 0,271 \cdot 109684,37 = 29724,46 \text{ (руб)}.$$

10.3.4. Накладные расходы

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

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

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

$$З_{накл} = (1410 + 3110 + 121410,53 + 3177,8 + 29724,46) \cdot 0,16 = 25413,25 \text{ (руб.)}$$

10.3.5. Бюджет затрат проекта

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в табл. 10.9.

Таблица 10.9 – Бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.	Доля, %
1. Амортизация	3110	1,7
2. Материальные затраты НТИ	1410	0,74
3. Затраты по полной заработной плате исполнителей проекта	121410,53	65,9
4. Отчисления во внебюджетные фонды	32902,26	17,86
5. Накладные расходы	25413,25	13,8
Итого	184246,04	100

Бюджет затрат на НТИ составил 184246,04 рублей, из которых большую часть, а именно – 65,9% составляет полная заработная плата исполнителей. Наименьшую долю составляют материальные затраты НТИ.

10.4. Оценка ресурсоэффективности проекта

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научного проекта и определить направления для его будущего повышения и реализации. Для такой оценки были подобраны критерии эффективности такие как: экономичность, гибкость, безопасность, качество электроэнергии, надежность.

1. Экономичность – оптимизация затрат на электрическую часть предприятия на стадии проектирования приводит к их уменьшению на доли процентов.

2. Гибкость – возможность наращивания производственной мощности предприятия, при вводе более мощного оборудования для расширения технологии производства.

3. Под обеспечением надлежащего качества электроэнергии понимаются характеристики, определенные в ГОСТ 32144-2013 «Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения».

4. Безопасность – это свойство системы электроснабжения сохранять безопасное состояние при монтаже, эксплуатации и ремонтных работах.

5. Надежность – бесперебойное снабжение электроэнергией.

Критерии ресурсоэффективности и их количественные характеристики приведены в таблице 10.10.

Таблица 10.10 – Сравнительная оценка характеристик проекта

Критерии	Весовой коэффициент параметра	Бальная оценка разработки	Конкурентоспособность
1. Качество ЭЭ	0,2	4	0,8
2. Надежность	0,2	4	0,8
3. Безопасность	0,25	5	1,25
4. Экономичность	0,15	5	0,75
5. Гибкость	0,2	5	1
Итого	1		4,6

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 составляют 1.

Анализ ресурсоэффективности проекта определяется согласно выражению:

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

где B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

$$K = 0,2 \cdot 4 + 0,2 \cdot 4 + 0,25 \cdot 5 + 0,15 \cdot 5 + 0,2 \cdot 5 = 4,6$$

Показатель конкурентоспособности проекта достаточно высок (по 5-балльной шкале), что свидетельствует положительной оценке использования технического проекта.

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.

Кроме того, был также затронут вопрос бюджета проекта. Были определены затраты на зарплаты исполнителям с учетом страховых отчислений, рассчитаны материальные затраты, накладные расходы, а также амортизация оборудования, задействованного в процессе проектирования.

В заключение была определена конкурентоспособность и ресурсоэффективность проекта. Оценка по пятибальной шкале составила 4,6. Это цифра говорит о достаточной конкурентоспособности проекта и его перспективности.

Проект является перспективным и может быть принят к реализации на предприятиях, работающих в сфере производства источников света.

Список публикаций студента

1. Фирсов К. Е. , Сайгаш А. С. , Сивков А. А. Прямой плазмодинамический синтез оксидов меди // Энергетика, электромеханика и энергоэффективные технологии глазами молодежи: материалы III Российской молодежной научной школы-конференции, Томск, 21-23 Октября 2015. - Томск: Скан, 2015 - С. 157-161;
2. Kolganova Y. L. , Sivkov A. A. , Ivashutenko A. S. , Shanenkov I. I. , Firsov K. E. Plasma dynamic synthesis of ultradispersed zinc oxide and sintering ceramics on its basis by sps method // International Congress on Energy Fluxes and Radiation Effects: abstracts, Tomsk, October 2-7, 2016. - Tomsk: TPU Publishing House, 2016 - p. 342;
3. K. Firsov, A. Sivkov, I. Shanenkov, I. Rakhmatullin, A. Ivashutenko, Y. Shanenkova, "Creating a Varistor Based on Zinc Oxide (ZnO) Powder Obtained by Plasma Dynamic Method", Key Engineering Materials, Vol. 743, pp. 95-98, 2017