

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 коксохимического производства

УДК 621.31.031:662.741

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5А2Д	Сафьянникова Виктория Игоревна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Обухов С.Г.	д.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Трофимова М.Н.			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Панин В.Ф.	д.т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Электроснабжение промышленных предприятий	Завьялов В.М.	д.т.н., доцент		

Томск – 2016 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:

Зав. кафедрой ЭПП

_____**Завьялов В.М.**

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
5А2Д	Сафьянниковой Виктории Игоревне

Тема работы:

Проектирование системы электроснабжения коксохимического производства	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

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 коксосортировки КЦ1 коксохимического производства. В качестве исходных данных представлены:</i> - генеральный план производства; - план цеха коксосортировки КЦ1; - сведения об электрических нагрузках фабрики; - сведения об электрических нагрузках цеха коксосортировки КЦ1.
--	--

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; - схема внутризаводского электроснабжения; -внутрицеховая схема цеха по производству бильярдных столов; - однолинейная схема цеха по производству бильярдных столов
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)	
Раздел	Консультант
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Трофимова М.Н.
«Социальная ответственность»	Панин В.Ф.
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	Обухов С.Г.	д.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5А2Д	Сафьянникова Виктория Игоревна		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 123 с., 11 рис., 42 табл., 19 источников, 10 приложений.

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

Объект исследования - цех коксосортировки КЦ1 коксохимического производства .

Цель работы: Разработка системы электроснабжения промышленного предприятия. Экономическое обоснование принятых решений.

В процессе исследования на основе исходных данных выбирался метод расчета, далее проводился поэтапный расчет электрических нагрузок предприятия, а также рассматриваемого цеха, было выбрано и проверено необходимое оборудование.

В результате исследования была спроектирована система электроснабжения промышленного предприятия, также в данной работе рассматривались аспекты экономической целесообразности, социальной ответственности и безопасности для окружающей среды.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: завод состоит из четырнадцати цехов, из них двенадцать относятся ко второй категории по степени надежности; напряжение питающей линии 110 кВ; рабочие напряжения внутри завода: 6, 0,4 кВ; схема внутризаводской сети – радиальная.

Область применения: предприятия коксохимического промышленности с пыльной средой в производственных помещениях.

Оглавление

1. Исходные данные для проектирования	7
2.1. Описание технологического процесса	11
2.2. Выбор схемы электроснабжения и расчёт нагрузок цеха коксосортировки КЦ1	15
2.3. Определение расчетных электрических нагрузок по цехам и по заводу	17
2.4. Построение картограммы нагрузок	22
2.5. Выбор числа и мощности трансформаторов цеховых подстанций	24
2.6. Определение мощности батарей конденсаторов в сетях выше 1 кВ	30
2.7. Выбор трансформатора ГПП	30
2.8. Выбор сечения линии, питающей ГПП	32
2.9. Схема внутривозвратной сети 10 кВ	35
2.10. Расчет токов короткого замыкания в сети выше 1 кВ	37
2.11. Выбор высоковольтного оборудования	42
2.12. Электроснабжение цеха	49
2.13. Выбор защитной аппаратуры напряжением до 1 кВ	49
2.14. Выбор сечений линий питающей сети цеха	53
2.15. Расчет токов короткого замыкания в сети ниже 1000 В	55
2.16. Расчет питающей и распределительной сети по условиям допустимой потери напряжения. Построения эпюры отклонений напряжения	58
2.17. Построение карты селективности действия аппаратов защиты	63
3. Финансовый менеджмент ресурсоэффективность и ресурсосбережение ..	66
3.1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	66
3.2. Анализ конкурентных технических решений	68
3.3 Оценка выбранного варианта при помощи технологии QUAD	70
3.4 SWOT анализ	72
3.5 Определение альтернатив проведения научных исследований	76
3.6 Планирование научно-исследовательской работы	77
3.6.1. Структура работы в рамках научного исследования	77
3.6.2. Определение трудоёмкости выполнения проектных работ	79
3.6.3. Разработка графика проведения научного исследования	80
3.7. Бюджет научно-технического исследования (НТИ)	83
3.7.1. Определение заработной платы участников НТИ	85

3.7.2. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	86
3.7.3. Накладные расходы.....	87
3.7.4. Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта ..	88
3.8 Определение ресурсоэффективности проекта	89
4. Социальная ответственность	93
4.1. Описание рабочей зоны.....	93
4.2. Анализ опасных и вредных факторов	94
4.3. Производственная санитария.....	94
4.3.1. Воздух рабочей зоны	95
4.3.2. Вентиляция	95
4.3.3. Защита от шума и вибрации.....	96
4.3.4. Освещение.....	97
4.4.Электробезопасность	98
4.4.1. Защита от случайного прикосновения	99
4.4.2. Защитное заземление	100
4.4.3. Зануление	100
4.5.Пожарная безопасность	101
4.6. Охрана окружающей среды	103
4.7. Эвакуация людей из зданий и помещений	105
4.8. Чрезвычайные ситуации	105
Заключение	107
Список использованных источников	109
Приложение А	
Приложение Б	
Приложение В.....	
Приложение Г	
ПриложениеД.....	
ПриложениеЕ	

ВВЕДЕНИЕ

В данной выпускной квалификационной работе рассматривается электроснабжение коксохимического производства с подробным рассмотрением цеха коксосортировки КЦ1. Цель работы: проверка усвоения дисциплин, предусмотренных учебным планом, и развитие способности самостоятельно решать практические вопросы проектирования системы электроснабжения промышленного предприятия.

На предприятии присутствуют нагрузки как 2, так и 3 категории по степени надежности электроснабжения. В состав завода входят различные цеха, каждый из них выполняет отведенную ему роль.

Процесс выполнения дипломной работы предусматривает следующие этапы:

1. Сначала необходимо рассчитать нагрузку цеха коксосортировки КЦ1 методом коэффициента расчетной мощности. Целью этого этапа является закрепление навыков использования упомянутого метода расчета.
2. После определить расчетную нагрузку всего предприятия используя расчетные активные и реактивные нагрузки цехов, также учитывая освещение цехов и всей территории, потери мощности в трансформаторах цеховых ПС, в ГПП и линиях. Используя метод коэффициента спроса отдельно рассчитывается высоковольтная и низковольтная часть.
3. На основе рассчитанных мощностей необходимо построить картограмму электрических нагрузок, чтобы определить на территории предприятия самое оптимальное место для размещения ГПП.
4. При расчете схемы внутризаводского электроснабжения одним из основных вопросов является рациональный выбор числа и мощности цеховых трансформаторных подстанций и размещение их по цехам.

5. Дальнейшие расчеты включают в себя определение напряжения питающей сети предприятия, сечения проводов, выбор мощности трансформаторов ГПП.
6. Для проверки сечения проводников составляется схема для расчета токов короткого замыкания в сети выше 1000 В и потом определяются значения.

На последнем этапе производится расчет электроснабжения цеха, где необходимо: распределить приемники по пунктам питания; определить расчетные нагрузки пунктов питания; выбрать сечения питающей сети по длительно допустимой токовой нагрузке и проверить их по потере напряжения; выбрать силовую распределительную сеть и аппараты защиты; построить эпюры отклонений напряжения от ГПП до наиболее мощного или наиболее удаленного ЭП, рассчитать токи короткого замыкания в сети ниже 1000В, построить карту селективности действия защитных аппаратов.

В части «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» данная работа оценивалась при помощи SWOT-анализа эксплуатации спроектированной системы электроснабжения коксохимического производства. В разделе «Социальная ответственность» рассматривался вопрос оценки условий работы, анализ вредных и опасных факторов, разработка системы пожарной безопасности и охраны окружающей среды.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА

«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
5А2Д	Сафьянниковой Виктории Игоревне

Институт	ЭНИН	Кафедра	ЭСПП
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	Электроэнергетика и электротехника

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

1. Стоимость затрат технического проекта (ТП): на специальное оборудование, зарплаты, страховые отчисления, прочие и накладные расходы	Затраты на специальное оборудование определяются согласно стоимости оборудования по прейскурантам или по договорной цене. Заработная плата определяется исходя из тарифной ставки и коэффициентов, зависящих от различных условий: организация, регион.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Стоимость кабелей, зависит от материала жилы и изоляции
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Страховые отчисления определяются согласно Федеральному закону от 24.07.2009 №212-ФЗ Прочие и накладные расходы определяются исходя из суммы остальных статей расходов.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Потенциал и перспективность реализации ТП оценивали с помощью SWOT-анализа и интегральной оценки ресурсоэффективности.
2. Планирование и формирование графика работ по реализации ТП	Для составления графика технико-конструкторских работ используется оценка трудоемкости работ для каждого исполнителя. По полученным данным строится график инженерных работ, позволяющий лучше спланировать процесс реализации ТП
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	В процессе формирования сметы ТП используется следующая группировка затрат по статьям: • материальные затраты ТП; • полная заработная плата исполнителей; • отчисления во внебюджетные фонды; • накладные расходы.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

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

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Трофимова М.Н.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5А2Д	Сафьянникова Виктория Игоревна		

3.ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Целью данного раздела является обоснование целесообразного использования технического проекта, выполняемого в рамках выпускной квалификационной работы, при этом детально рассматриваются планово-временные и материальные показатели процесса проектирования.

1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

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). В зависимости от категории потребителей необходимо использовать соответствующие критерии сегментирования. Например, сегментировать рынок электроэнергетики можно по следующим критериям: производственная мощность предприятия и категория надёжности электроснабжения потребителей.

Таблица – Карта сегментирования услуг электроэнергетики в сфере электроснабжения

	1 категория	2 категория	3 категория
Крупные	3	1,3	1,2
Средние	3	1,2,3	1,2
Малые	1,3	1,2	2

В этой таблице 1,2,3– Разрабатываемые варианты, приведённые ниже.

Для детального анализа конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо оценить их сильные и слабые стороны. Это же

справедливо для определения оптимальной схемы электроснабжения промышленного предприятия. Рассмотрим три варианта прокладки кабелей, в первом и втором варианте используются кабели с алюминиевыми жилами, в третьем медные жилы.

Таблица - Кабельные линии

Номер кабельной линии	Маркировка	Длина, м	Удельная стоимость
РП-ПР 1	ААШв 4х10	50	50
РП-ПР 2	ААШв 4х25	25	90
РП-ПР 3	ААШв 4х25	110	90
РП-ПР 4	ААШв 4х400	20	850
РП-ПР 5	ААШв 4х400	150	850
РП-ПР 6	ААШв 4х25	280	90
РП-ПР 7	ААШв 4х400	290	850

№2

Таблица - Кабельные линии АПВ

Номер кабельной линии	Маркировка	Длина, м	Удельная стоимость
РП-ПР 1	АПВ4х16	50	11
РП-ПР 2	АПВ 4х25	25	21
РП-ПР 3	АПВ 4х25	110	21
РП-ПР 4	АПВ4х400	20	272
РП-ПР 5	АПВ4х400	150	272
РП-ПР 6	АПВ 4х25	280	21
РП-ПР 7	АПВ4х400	290	272

№3

Таблица - Кабельные линии ПВ1

Номер кабельной линии	Маркировка	Длина, м	Удельная стоимость
РП-ПР 1	ПВ14х8	50	195
РП-ПР 2	ПВ1 4х16	25	391
РП-ПР 3	ПВ1 4х16	110	391
РП-ПР 4	ПВ1 4х240	20	2300
РП-ПР 5	ПВ1 4х240	150	2300
РП-ПР 6	ПВ1 4х16	280	391
РП-ПР 7	ПВ14х240	290	2300

Таблица – Стоимость, у.е.

Номер схемы	Схема 1	Схема 2	Схема 3
Цена	430850	134385	1230015

1.1. 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 и разработок конкурентов. С этой целью может быть использована вся имеющаяся информация о конкурентных разработках:

- технические характеристики разработки;
- конкурентоспособность разработки;
- уровень завершенности научного исследования (наличие макета, прототипа и т.п.);
- бюджет разработки;
- уровень проникновения на рынок;
- финансовое положение конкурентов, тенденции его изменения и т.д.

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

Одним из способов данного анализа является составление оценочной карты, пример которой приведен в таблице 23. Для её составления необходимо отобрать не менее трёх-четырёх конкурентных разработок схем электроснабжения цеха.

Таблица Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		№1	№2	№3	K_{k1}	K_{k2}	K_{k3}
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Надёжность	0,25	3	2	4	0,75	0,5	1
2. Энергоэкономичность (минимум потерь)	0,1	4	3	4	0,4	0,3	0,4
3. Лёгкость монтажа	0,05	3	3	4	0,15	0,15	0,2
4. Безопасность	0,15	4	2	4	0,6	0,3	0,6
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Цена	0,25	3	4	1	0,75	1	0,25
2. Затраты на монтаж схемы (минимальные)	0,1	4	3	4	0,4	0,3	0,4
3. Простота обслуживания	0,05	5	3	5	0,25	0,15	0,25
4. Долговечность оборудования	0,05	3	3	3	0,15	0,15	0,15
Итого	1	26	25	29	3,45	2,85	3,25

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_i, \text{ где:}$$

K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Пример:

$$K_{k1} = \sum B_i \cdot B_i = 0,25 \cdot 3 + 0,1 \cdot 4 + 0,05 \cdot 3 + 0,15 \cdot 4 + 0,25 \cdot 3 + 0,1 \cdot 4 + 0,05 \cdot 5 + 0,05 \cdot 3 = 3,45;$$

Согласно оценочной карте наиболее конкурентоспособной является схема №1.

Необходимо проанализировать результаты, полученные в результате составления оценочной карты. Результатом анализа будет служить ответы на два вопроса:

- 1) Чем обусловлена уязвимость наиболее перспективного варианта относительно конкурентных вариантов, и возможно ли увеличить долю применимости данной схемы на рынке энергетики?
- 2) В чём состоит конкурентное преимущество данной схемы перед другими?

Отвечая на эти вопросы, необходимо отметить, что уязвимость данного варианта относительно конкурентов обусловлена такими параметрами как: суммарная стоимость материалов, из которых состоит данная схема, безопасность в эксплуатации и надёжность электроснабжения.

1.2 Оценка выбранного варианта при помощи технологии QUAD

Технология оценки QUAD (качественный советник) представляет собой гибкий инструмент измерения характеристик, описывающих качество новой разработки и ее перспективность на рынке и позволяющие принимать решение целесообразности вложения денежных средств в научно- исследовательский проект. По своему содержанию данный инструмент близок к методике оценки конкурентных технических решений, описанных в разделе 1.2.

В основе технологии QuaD лежит нахождение средневзвешенной величины следующих групп показателей:

1) Показатели оценки коммерческого потенциала разработки:

- влияние нового продукта на результаты деятельности компании;
- перспективность рынка;
- пригодность для продажи;
- перспективы конструирования и производства;
- финансовая эффективность
- правовая защищенность и др.

2) Показатели оценки качества разработки:

- динамический диапазон;
- вес;
- ремонтпригодность;
- энергоэффективность;
- долговечность;
- эргономичность;
- унифицированность;
- уровень материалоемкости разработки и др.

Показатели оценки качества и перспективности новой разработки подбираются исходя из выбранного объекта исследования с учетом его технических и экономических особенностей разработки, создания и коммерциализации.

Для упрощения процедуры проведения QuaD рекомендуется оценку проводить в табличной форме (табл. 24).

Таблица – Оценочная карта QuaD анализа

Критерий	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение	Средневзвешенное значение
1	2	3	4	5	6
Показатели оценки качества разработки					
1. Энергоэффективность	0,09	100	100	1	0,09
2. Надёжность	0,15	60	100	0,6	0,09
3. Унифицированность	0,06	100	100	1	0,06
4. Затраты материалов	0,14	65	100	0,65	0,091
5. Безопасность	0,2	75	100	0,75	0,15
6. Функциональная мощность	0,04	80	100	0,8	0,032
7. Ремонтопригодность	0,05	100	100	1	0,05
Показатели оценки коммерческого потенциала разработки					
8. Конкурентоспособность	0,07	75	100	0,75	0,0525
9. Перспективность рынка	0,03	65	100	0,65	0,0195
10. Цена	0,15	60	100	0,6	0,09
11. Послепродажное обслуживание	0,02	95	100	0,95	0,019
Итого	1	-	-		0,744

Оценка качества и перспективности исследуемого варианта по технологии QuaD определяется по формуле:

$$P_{cp} = \sum B_i \cdot B_i;$$

Где P_{cp} – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – средневзвешенное значение i -го показателя.

Значение P_{cp} позволяет судить о перспективах разработки данного варианта схемы электроснабжения. В нашем случае имеем, что $P_{cp} = 0,744 \cdot 100\% = 74,4\%$. Это означает, что перспективность такой разработки выше среднего. Повысить перспективность разработки данного варианта схемы электроснабжения возможно путём увеличения увеличением веса отдельных показателей, которые занимают наиболее значимые роли в проведённом анализе. Таковыми показателями являются затраты материалов, безопасность в эксплуатации и надёжность электроснабжения.

1.4 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. Он проводится в несколько этапов.

Первый этап заключается в описании сильных и слабых сторон проекта, в выявлении возможностей и угроз для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде.

Второй этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Это соответствие или несоответствие должны помочь выявить степень необходимости проведения стратегических изменений. В рамках данного этапа необходимо построить интерактивную матрицу проекта. Ее использование помогает разобраться с различными комбинациями взаимосвязей областей матрицы SWOT. Возможно использование этой матрицы в качестве одной из основ для оценки вариантов стратегического выбора. Каждый фактор помечается либо знаком «+» (означает сильное соответствие сильных сторон возможностям), либо знаком «-» (что означает слабое соответствие); «0» – если есть сомнения в том, что поставить «+» или «-».

Этап 1. Составление предварительной матрицы SWOT.

	Сильные стороны проекта: С1. Высокая энергоэффективность и энергосбережение технологий С2. Квалифицированный персонал. С3. Повышение безопасности производства С4. Уменьшение затрат на ремонт оборудования С5. Применение стандартизированного оборудования и комплектующих	Слабые стороны проекта: Сл1. Трудность монтажа системы Сл2. Дороговизна оборудования Сл3. Сложность эксплуатации электрооборудования Сл4. Малая мобильность и возможность переконструирования объектов Сл5. Вероятность ошибки работников при производстве и эксплуатации
Возможности: В1. Увеличение производительности электрооборудования В2. Появление дополнительной автоматизированной системы управления внутрицеховой структуры В3. Появление более простых универсальных электрических систем внутризаводской и внутрицеховой сети В4. Применение энергоэффективного оборудования		
Угрозы: У1. Отсутствие спроса на технологии производства У2. Аварийные ситуации У3. Введения дополнительных государственных требований к стандартизации и сертификации продукции У4. Угрозы выхода из строя сложного энергоемкого оборудования		
Примечание: С - сильные стороны проекта; Сл - слабые стороны проекта; В – возможности; У – угрозы.		

Таблица Интерактивная матрица возможностей

Возможности	Сильные стороны проекта					
		C1	C2	C3	C4	C5
	B1	+	+	+	+	+
	B2	+	-	+	+	+
	B3	+	+	+	+	+
	B4	+	-	-	+	+
	Слабые стороны проекта					
		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	B1	-	-	+	-	+
	B2	+	+	+	-	+
	B3	+	+	-	-	+
	B4	+	+	+	-	-

Таблица23 Интерактивная матрица угроз

Угрозы	Сильные стороны проекта					
		C1	C2	C3	C4	C5
	У1	-	+	-	-	-
	У2	-	-	-	-	-
	У3	-	-	+	-	-
	У4	-	-	-	-	-
	Слабые стороны проекта					
		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	У1	+	+	-	-	-
	У2	-	-	-	-	+
	У3	+	+	-	-	-
	У4	+	-	+	-	-

Этап 3. Результаты SWOT анализа.

	Сильные стороны проекта: С1. Высокая энергоэффективность и энергосбережение технологий С2. Квалифицированный персонал. С3. Повышение безопасности производства С4. Уменьшение затрат на ремонт оборудования С5. Применение стандартизированного оборудования и комплектующих	Слабые стороны проекта: Сл1. Трудность монтажа системы Сл2. Дороговизна оборудования Сл3. Сложность эксплуатации электрооборудования Сл4. Малая мобильность и возможность переконструирования объектов Сл5. Вероятность ошибки работников при производстве и эксплуатации
Возможности: В1. Увеличение производительности электрооборудования В2. Появление дополнительной автоматизированной системы управления внутрицеховой структуры В3. Появление более простых универсальных электрических систем внутризаводской и внутрицеховой сети В4. Применение энергоэффективного оборудования	В1С1С2С3С4С5; В2С1С3С4С5; В3С1С2С3С4С5; В4С1С4С5;	В1Сл3Сл5; В2Сл1Сл2Сл3Сл5; В3Сл1Сл2Сл5; В4Сл1Сл2Сл3;
Угрозы: У1. Отсутствие спроса на технологии производства У2. Аварийные ситуации У3. Введения дополнительных государственных требований к стандартизации и сертификации продукции У4. Угрозы выхода из строя сложного энергоемкого оборудования	У1С2; У3С3;	У1Сл1Сл2; У2Сл5 У3Сл1Сл2; У4Сл1Сл3;
Примечание: С - сильные стороны проекта; Сл - слабые стороны проекта; В – возможности; У – угрозы.		

Подводя итоги SWOT-анализа необходимо отметить, что возможности разрабатываемого проекта, такие как использование алюминия такие как долговечность, унифицированность и простота в обслуживании. Также реализация этих возможностей позволит сделать научно-техническую разработку более конкурентоспособной за счёт уменьшения слабых сторон проекта, а именно: низкая надёжность электроснабжения потребителей и доступность токоведущих элементов схемы. Однако стоит опасаться угроз проекта, обусловленные применением более безопасного оборудования повысят расход материала, которые, вероятно, увеличат стоимость разработки. Поэтому, при возможном усилении слабых сторон проекта необходимо найти баланс соотношения между ценой, качеством и надёжностью НТИ, чтобы проект был конкурентоспособным на рынке электроэнергетики.

2. Определение возможных альтернатив проведения научных исследований

В предыдущем разделе были описаны методы, которые позволяют выявить и предложить возможные альтернативы проведения исследования и доработки результатов. Однако в большей степени все приведенные методы ориентированы на совершенствование результатов научного исследования, находящегося на стадии создания макета, модели системы, прототипа, конечного продукта. Если разработка находится на перечисленных стадиях жизненного цикла нового продукта, можно, используя морфологический подход, предложить не менее трех основных вариантов совершенствования разработки или основных направлений научного исследования.

Морфологический подход основан на систематическом исследовании всех теоретически возможных вариантов, вытекающих из закономерностей строения (морфологии) объекта исследования. Синтез охватывает как известные, так и новые, необычные варианты, которые при простом переборе могли быть упущены. Путем комбинирования вариантов получают большое

количество различных решений, ряд которых представляет практический интерес.

За последние десять лет промышленность далеко шагнула вперед. Нетрудно предположить, что ещё через такой же интервал времени, разрабатываемые сейчас технологические проекты уже будут не актуальны. В связи с этим, разработку новых проектов нужно осуществлять с прицелом на дальнейшее развитие предприятия. То есть проекты электроснабжения, разрабатываемые сейчас, должны динамически приспосабливаться к условиям новой среды. В связи с этим, необходимо определить дальнейшие пути развития или модификации разрабатываемой схемы электроснабжения цеха. Удобнее всего раскрыть всё многообразие имеющихся вариантов в виде морфологической матрицы, приведенной в таблице.

Таблица – Морфологическая матрица

	1	2	3
А: Марка кабеля	ААШв	АПВ	ПВ
Б: Материал жилы кабеля	Алюминий	Медь	Сталь
В: Способ прокладки проводов	Открыто	В траншеях	В коробах

Выбор наиболее желательных функционально конкретных решений осуществляется с позиции его функционального содержания и ресурсосбережения. Для данной морфологической матрицы можно выделить три наиболее перспективных пути развития разрабатываемой схемы, а именно:

1. А1Б1В1

2. А2Б1В3

Следует отметить тот факт, что морфологический подход позволяет разрабатывать варианты с расчётом на будущее предприятия, т.е. на расширение производственных мощностей, увеличение размеров цеха, увеличение количества двигателей, применяемых в цеху. Морфологическая

матрица позволяет просто и наглядно увидеть перспективы развития разработки, и учесть их в дальнейших расчётах.

3. Планирование научно-исследовательской работы

3.1. Структура работы в рамках научного исследования

Для выполнения проектирования формируется рабочая группа, в состав которой входят научный руководитель и дипломник. Составлен перечень этапов и работ в рамках проведения проектирования и произведено распределение исполнителей по видам работ. Перечень этапов, работ и распределение исполнителей по данным видам работ приведены в таблице.

№ 1 – Составление и утверждение технического задания – включает в себя изучение первичной информации об объекте, формулировку требований к техническому проекту, составление задания и плана на работу, выдача ТЗ дипломнику;

№ 2 – Подбор и изучение материалов по теме – ознакомление с предметом работы, изучение различных источников, позволяющих узнать больше информации о работе и которые в дальнейшем помогут в расчетах;

№ 3 – Проведение расчетов электрических нагрузок предприятия – применение метода упорядоченных диаграмм для нахождения электрических нагрузок, нахождение центра электрических нагрузок, установка главной понижительной подстанции;

№ 4 – Проектирование системы внутризаводского электроснабжения – расчет силовых и осветительных нагрузок по заводу, построение схемы внутризаводского электроснабжения с расчетом и нанесением картограммы нагрузок по заводу, выбор высоковольтного оборудования;

Таблица 24 Перечень этапов работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ работ	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Научный руководитель
Выбор направления технического проектирования	2	Подбор и изучение материалов по теме	Дипломник
Расчеты и проектирование системы электроснабжения цеха по производству бильярдных столов №1 мебельного завода	3	Проведение расчетов электрических нагрузок предприятия	Дипломник
	4	Проектирование системы внутризаводского электроснабжения	Дипломник, научный руководитель
	5	Проектирование системы внутрицехового электроснабжения	Дипломник, научный руководитель
Обобщение и оценка результатов	6	Оценка эффективности полученных результатов	Дипломник, научным руководителем
Оформление отчета по техническому проектированию	7	Составление пояснительной записки	Дипломник
	8	Проверка выпускной квалификационной работы руководителем	Научный руководитель
Сдача выпускной квалификационной работы	9	Защита ВКР	Дипломник, научным руководителем

№ 5 – Проектирование системы внутрицехового электроснабжения – расчет нагрузок по цеху, выбор защитной аппаратуры, построение схемы внутрицехового электроснабжения;

№ 6 – Оценка эффективности полученных результатов – проверка соответствия выполненного проекта исходным требованиям с учетом ресурсо- и энергоэффективности, составление SWOT-анализа;

№ 7 – Составление пояснительной записки – оформление выпускной квалификационной работы;

№ 8 –Проверка выпускной квалификационной работы руководителем – проверка работы руководителем, устранение недочетов, подготовка презентации, подготовка к защите работы;

№9– Защита ВКР – подготовка доклада и презентации, выступление перед аттестационной государственной комиссией.

3.2. Определение трудоёмкости выполнения проектировочных работ

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования. Трудоемкость выполнения 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 $t_{ож_i}$ используется следующая формула:

$$t_{ож_i} = \frac{3 \cdot t_{\min_i} + 2 \cdot t_{\max_i}}{5};$$

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

$t_{\min}$ – 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 трудоёмкости, следует рассчитать продолжительность каждой работы в рабочих днях, учитывая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями, по следующей формуле:

$$T_{pi} = \frac{t_{ож_i}}{q_i},$$

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

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

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

Но, так как данная работа выполняется индивидуально, продолжительность каждой работы будет равна: $T_{pi} = \frac{t_{ож\ i}}{1}$.

3.3. Разработка графика проведения научного исследования

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:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{кал};$$

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:

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

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

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

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

Определим коэффициент календарности для 2015 года:

$$k_{кал} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}} = \frac{365}{365 - 118} = 1,48.$$

Тогда длительность первой работы в календарных днях:

$$T_{k1} = T_{p1} \cdot k_{кал} = 1,4 \cdot 1,48 = 2,072 \text{ дн.}$$

График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта.

Таблица Календарный план-график проведения технического проекта

[illegible]

3.4. Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования бюджета НТИ используется следующая группировка затрат по статьям:

- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы.

3.4.1. Определение заработной платы участников НТИ

В разработке данного проекта принимают участие следующие лица: руководитель (от ТПУ), инженер-проектировщик (студент). Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок.

1. Заработная плата инженера-проектировщика (студента).

Заработная плата инженера-проектировщика определяется как:

$$З_{\Pi} = З_{осн} + З_{доп};$$

$З_{доп}$ – дополнительная заработная плата, составляет $0,15 \cdot З_{осн}$;

$З_{осн}$ – основная заработная плата.

Размер основной заработной платы определяется по формуле:

$$З_{осн} = З_{дн} \cdot T_p;$$

$З_{дн}$ – среднедневная заработная плата;

T_p – суммарная продолжительность работ, выполняемая научно-техническим работником.

Размер среднедневной заработной платы рассчитывается по формуле:

$$З_{дн} = \frac{З_M \cdot M}{F_D};$$

$З_M$ – месячный оклад научно-технического работника;

M – количество месяцев работы без отпуска ($M = 10,4$ для шестидневной рабочей недели и отпуске в 48 рабочих дней);

F_d – действительный годовой фонд научно технического персонала (определяется за вычетом выходных, праздничных и больничных дней).

Месячный оклад научно-технического работника определяется по формуле:

$$Z_M = Z_{TC} \cdot (1 + k_{np} + k_d) \cdot k_p;$$

Z_{TC} – заработная плата по тарифной ставке;

k_{np} – премиальный коэффициент, равный 30%;

k_d – коэффициент доплат и надбавок, составляет примерно 25%;

k_p – районный коэффициент, для Томска равен 1,3.

Размер заработной платы по тарифной ставке определяется по формуле:

$$Z_{TC} = T_{ci} \cdot k_T;$$

T_{ci} – тарифная ставка работника (принимается равной тарифной ставке работника т.е. $T_{ci} = 4330$ руб.);

k_T – тарифный коэффициент в зависимости от разряда (для шестого разряда $k_T = 1,407$).

Используя выше изложенную методику, вычислим размер заработной платы инженера-проектировщика (студента), работающего по 4 разряду и не бравшего больничные дни.

$$Z_{TC} = T_{ci} \cdot k_T = 4330 \cdot 1,407 = 6092 \text{ руб};$$

$$Z_M = Z_{TC} \cdot (1 + k_{np} + k_d) \cdot k_p = 6092 \cdot (1 + 0,3 + 0,25) \cdot 1,3 = 12275 \text{ руб};$$

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_M \cdot M}{F_d} = \frac{12275,38 \cdot 10,4}{365 - 118 - 48} = 642 \text{ руб};$$

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_p = 641,53 \cdot 24,2 = 15525 \text{ руб};$$

$$Z_{\Pi} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}} = 15525 + 0,15 \cdot 15525 = 17854 \text{ руб}.$$

2. Заработная плата руководителя (от ТПУ).

Расчёт основной заработной платы руководителя происходит на основании отраслевой системы оплаты труда. Отраслевая система оплаты труда в ТПУ предполагает следующий состав заработной платы:

- 1) оклад – определяется предприятием. В ТПУ оклады распределены в соответствии с занимаемыми должностями, например, ассистент, ст. преподаватель, доцент, профессор (см. «Положение об оплате труда», приведенное на интернет странице Планово-финансового отдела ТПУ).
- 2) стимулирующие выплаты – устанавливаются руководителем подразделений за эффективный труд, выполнение дополнительных обязанностей и т.д.
- 3) иные выплаты; районный коэффициент.

Так как стимулирующие надбавки, иные выплаты и поощрения зависят от деятельности руководителя в частности, то примем коэффициент стимулирующих надбавок равным 30%, а коэффициент поощрения руководителя за добросовестную трудовую деятельность 25%. С учётом документа «Положение об оплате труда», доцент, ктн, работающий в ТПУ имеет оклад равный 22052 рубля. С учётом этого, рассчитаем размер основной заработной платы руководителя НТИ.

$$Z_{осн} = (1 + k_{Д} + k_{прем}) \cdot Z_{М} \cdot k_{р} = (1 + 0,3 + 0,25) \cdot 22052 \cdot 1,3 = 44435 \text{ руб};$$

$$Z_{П} = Z_{осн} + Z_{доп} = 44435 + 0,15 \cdot 44435 = 51100 \text{ руб}.$$

3.4.2. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников. Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

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

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

На 2016 г. в соответствии с Федеральным закона от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%. На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2016 году водится пониженная ставка – 27,1 %.

Отчисления во внебюджетные фонды представлены в таблице.

Таблица - Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата	Дополнительная заработная плата
Инженер-проектировщик	6242,12	1011,33
Руководитель	44434,8	6665,22
Коэффициент отчислений	0,271	
Итого	$Z_{внеб} = 0,271 \cdot (15525 + 2329) + 0,271 \cdot (44435 + 6665) = 18687 \text{ руб.}$	

3.4.3. 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:

$$Z_{накл} = \left(\sum_{3.4.1}^{3.4.4} Z_i \right) \cdot k_{нр};$$

$\sum_{3.4.1}^{3.4.4} Z_i$ – сумма затрат из пунктов 3.4.1 – 3.4.2.

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

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

Тогда накладные расходы НТИ можно рассчитать как:

$$Z_{\text{накл}} = \left(\sum_{3.4.1}^{3.4.4} Z_i \right) \cdot k_{\text{нр}} = (17854 + 51100 + 18687) \cdot 0,16 = 14023 \text{ руб.}$$

3.4.6. Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

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 по выбранному варианту исполнения приведено в таблице 30.

Таблица – Расчёт бюджета затрат НИИ

Наименование статьи	Сумма, руб.
Расчёт затрат на заработную плату инженера-проектировщика (студента)	17854
Расчёт затрат на заработную плату руководителя (преподавателя ТПУ)	51100
Расчёт затрат на отчисления во внебюджетные фонды	18678
Растёт накладных расходов	14023
Бюджет затрат НИИ	101655

Итоговая сумма бюджета составляет примерно 101655 руб. При этом наиболее крупными статьями являются затраты на заработную плату руководителя проекта (преподавателя ТПУ) и затраты на отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления). При расчёте страховых отчислений учитывалось, что на основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2016 году водится пониженная ставка – 27,1 %.

4. Определение ресурсоэффективности проекта

Определение ресурсоэффективности технического проекта можно оценить с помощью интегрального критерия ресурсоэффективности[8]:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности;

a_i – весовой коэффициент разработки;

b_i – балльная оценка разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

Для нормального функционирования данного метода необходимо принять ряд критериев, в данном случае выбираем следующие:

- Надежность – бесперебойное снабжение потребителей электроэнергией надлежащего качества.
- Гибкость – система электроснабжения должна быть рассчитана на "рост" в случае необходимости расширения предприятия и должна допускать легкое приспособление к изменению технологических процессов.
- Безопасность – это свойство системы электроснабжения сохранять с некоторой вероятностью безопасное состояние при выполнении заданных функций в условиях, установленных нормативно-технической документацией (монтаж, эксплуатация и проведение ремонтных работ).
- Простота эксплуатации – система электроснабжения должна обеспечиваться рациональным расположением элементов, ясностью и простотой схемы, чтобы персонал даже средней квалификации мог успешно выполнять все необходимые операции.
- Экономичность – система электроснабжения должна быть выполнена таким образом, чтобы затраты на ее создание, эксплуатацию и развитие были минимальными при условии соблюдения требований гибкости, безопасности и надежности.

После выбора критериев необходимо оценить их по 5-и балльной шкале и определить интегральный показатель, с помощью которого делается вывод об эффективности использования технического проекта.

Оценочные критерии для расчета интегрального показателя ресурсоэффективности приведены в таблице

Таблица Сравнительная оценка характеристик проекта

Критерии	Весовой коэффициент	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1. Экономичность	0,15	4	4	1
2. Гибкость	0,10	4	4	5
3. Безопасность	0,25	5	4	5
4. Обеспечение надлежащего качества электроэнергии	0,25	5	4	5
5. Надежность	0,25	5	3	5
Итого:	1,00	4, 75	3, 75	4,4

Интегральный показатель ресурсоэффективности рассчитывается по формуле:

$$I_{pi} = 0,15 \cdot 4 + 0,1 \cdot 4 + 0,25 \cdot 5 + 0,25 \cdot 5 + 0,25 \cdot 5 = 4,75$$

Показатель ресурсоэффективности первого варианта имеет наивысшее из трех вариантов и достаточно высокое значение (по 5-балльной шкале), что говорит об эффективности использования технического проекта.

В ходе анализа конкурентных технических решений на основе составленной оценочной карты для рассмотрения был выбран вариант прокладки кабелем ААШв. На первом этапе были разработаны варианты различных вариантов прокладки к распределительным пунктам в цехе. Выбранные кабели имеют различные характеристики и параметры, как с точки зрения электроснабжения, так и с точки зрения экономических параметров. Для выбора наиболее перспективного кабеля, был проведен анализ конкурентных технических решений, в ходе которого сравнивались все три варианта исходя из технических и экономических критериев. В результате этого анализа были

посчитаны значения конкурентоспособности всех вариантов, исходя из этого, для проектирования был выбран №1. Далее этот вариант был проанализирован с точки зрения QUADи SWOTанализа. Технология оценки QuaDпозволяет судить о перспективах разработки данного проекта, так как $П_{cp} = 74,4\%$, что говорит о перспективах выше среднего данного проекта. SWOTанализ показал, что усиление слабых сторон проекта может сопровождаться угрозами, поэтому необходимо найти баланс соотношения между ценой, качеством и надёжностью НТИ, чтобы проект был конкурентоспособным на рынке электроэнергетики. На втором этапе работы были предложены альтернативные варианты развития проектируемой схемы с позиции того, что научно-техническая разработка должна соответствовать современным тенденциям модернизации и развития. На третьем этапе работы был составлен план проектировочных работ, определена трудоёмкость каждого этапа. Для наглядности планирования, был представлен календарный план-график проведения НИОКР. Далее был определен бюджет научно-технического проекта, который получился равным 101655 руб. В его состав вошли следующие затраты: заработная плата инженера-проектировщика (студента), заработная плата руководителя от ТПУ, страховые отчисления и накладные расходы.

Заключение

По окончании расчета и проектирования можно подвести следующие итоги.

В результате расчета электрических нагрузок методом коэффициента максимума расчетной мощности цеха коксосортировки КЦ1 были получены следующие результаты: расчетный ток $I_p = 1239,5$ А, полная расчетная мощность равна $S_p = 820$ кВА. Расчетные полные мощности остальных цехов и всего предприятия определены методом коэффициента спроса, а так же была рассчитана нагрузка завода с учетом высоковольтной нагрузки и освещения территории.

По полученным расчетам нагрузки цехов завода построена картограмма нагрузок и выбрано место установки ГПП - вблизи центра электрических нагрузок в зоне рассеяния.

Также было решено взять 8 цеховых силовых трансформаторов марки мощностью 2500 и распределить их по цехам завода с учетом категории надежности. Трансформаторы запитываются по двухцепным кабельным линиям напряжением 6кВ марки АПвП. Для компенсации реактивной мощности на предприятии были выбраны конденсаторные батареи на стороне 0,4 кВ и на стороне 6кВ.

Электроснабжение предприятия выполняется от энергосистемы на напряжении 110 кВ по воздушной двухцепной линии проводом АС-120. Так как на коксохимическом предприятии большинство цехов относятся ко второй категории надежности на ГПП устанавливаются два трансформатора ТМ-25000/110.

Для питания электроприемников выбирались кабели марки АВВГ различного сечения, а для защиты в сетях 0,4 кВ были приняты автоматические выключатели серии ВА. Высоковольтные и низковольтные сети были проверены на воздействие токов КЗ и отклонение напряжения от нормального значения.

Для наглядности были построены эпюры отклонений напряжения для максимального и минимального режимов. Проведя анализ эпюр утверждено, что

выбранные сечения подходят, так как в различных режимах отклонение напряжения не превышает максимально допустимого $\pm 5\%$.

В сети 0,4 кВ была построена карта селективности по времени срабатывания защитных аппаратов, по которой можно убедиться о правильности выбранных защит.

В разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» были проработаны различные темы для оценки эффективности проекта: SWOT-анализ работы и эксплуатации системы электроснабжения завода, планово-временные и материальные показатели процесса проектирования. Для более точного определения ресурсоэффективности был определен интегральный показатель, а также разработан план-график выполнения технического проекта.

В разделе «Социальная ответственность» представлены оценка условий труда, анализ вредных и опасных факторов, рассмотрены и перечислены необходимые меры защиты от опасных факторов, пожара и в общем для охраны окружающей среды.

В результате, спроектирована безопасная и надежная система электроснабжения коксохимического производства и цеха коксосортировки коксового цеха №1.