

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

---

Институт Энергетический (ЭНИН)  
Направление подготовки 140211.65 «Электроснабжение»  
Кафедра Электроснабжение промышленных предприятий (ЭПП)

**ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ/РАБОТА**

Тема работы
<b>Проектирование системы электроснабжения химического производства ОАО «Химпром»</b>

УДК 621.31.031:66.013(571.17)

Студент	Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-9302		Захаров Илья Юрьевич		

**Руководитель**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Сурков М.А.	К.Т.Н.		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Молниезащита»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Кабышев А.В.	д.Ф-м.н.		

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Кузьмина Н.Г.			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Амелькович Ю.А.	К.Т.Н.		

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

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

Томск – 2016 г.



Институт Институт электронного обучения

Направление подготовки (специальность) 140211. 5/Электроснабжение

Кафедра Электроснабжение промышленных предприятий

УТВЕРЖДАЮ:

И.о.зав. кафедрой

\_\_\_\_\_ В.М. Завьялов  
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

## ЗАДАНИЕ

### на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

*дипломного проекта*

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
3-9302	Захаров Илья Юрьевич

Тема работы:

**Проектирование системы электроснабжения химического производства ОАО «Химпром»**

Утверждена приказом директора (дата, номер)

*ИнЭО от 22.04.2016г. №3148/с*

Срок сдачи студентом выполненной работы:

*июнь 2016 года.*

## ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

<p><b>Исходные данные работе</b></p> <p><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 и изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p><i>Получены по материалам преддипломной практики</i></p>
<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b></p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименования дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Общие сведения о предприятии</li> <li>2. Определение расчетной нагрузки цеха</li> <li>3. Определение расчетной нагрузки предприятия</li> <li>4. Картограмма и определение центра электрических нагрузок</li> <li>5. Выбор числа и мощности цеховых трансформаторов</li> <li>6. Компенсация реактивной мощности</li> <li>7. Схема внешнего электроснабжения</li> <li>8. Схема внутриводской сети выше 1 000В</li> <li>9. Расчет токов короткого замыкания в сети выше 1000 В</li> </ol>

	<p>10. Выбор и проверка оборудования в сети выше 1000В</p> <p>11. . Электроснабжение цеха</p> <p>12. Выбор защитных аппаратов и сечений линий, питающих распределительные пункты и электроприемники</p> <p>13. Построение эпюры отклонения напряжения</p> <p>14. Расчет токов короткого замыкания в сети до 1000</p> <p>15. Построение карты селективности действия аппаратов защиты</p> <p>16. Релейная защита</p> <p>17. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p> <p>18. Социальная ответственность</p>
<p><b>Перечень графического материала</b></p> <p>(с точным указанием обязательных чертежей)</p>	<p>1. Генплан предприятия. Распределение электроэнергии</p> <p>2. Картограмма нагрузок</p> <p>3. Схема электрическая принципиальная</p> <p>4. Схема силовой сети цеха производства хлористого кальция</p> <p>5. Электроснабжение цеха производства хлористого кальция Однолинейная схема</p> <p>6. Эпюра отклонения напряжения. Карта селективности</p> <p>7. Молниезащита</p>

#### Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
Молниезащита	Профессор, д.ф.м.н., Кабышев А. В.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Ст. преподаватель, Кузьмина Н.Г.
Социальная ответственность	Доцент, к.т.н, Амелькович Ю.А.

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	10 марта 2016года
------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------

#### Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Сурков М.А.	к.т.н., доцент		

#### Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-9302	Захаров Илья Юрьевич		

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 130 с., 19 рис., 32 табл., 40 источников, 15 прил.

Ключевые слова: хлор, электролиз, реактив, кислота, электрооборудование, схема электроснабжения, линия, сеть, электроприемник, нагрузка, оборудование, защита, ток, напряжение.

Объектом исследования является электрическая часть ОАО «Химпром».

Цель работы – проектирование схемы электроснабжения предприятия, выбор оборудования.

В процессе исследования проводился сбор исходных данных в ходе производственной практики на объекте исследования.

В результате была спроектирована схема электроснабжения от подстанции энергосистемы, до конечного электроприемника. Были выбраны кабели и провода, коммутационное оборудование, были сделаны необходимые проверки. Также результатом работы стал экономический расчет капитальных затрат на сооружение данной схемы, определены условия безопасного труда рабочих предприятия.

Основные характеристики: схема электроснабжения состоит из кабельных и воздушных линий электропередачи. В высоковольтной сети применяются вакуумные выключатели, в низковольтной сети автоматические выключатели. Воздушные линии располагаются на опорах, кабельные – на лотках. Схема проста в эксплуатации и надежна по степени бесперебойности питания. Схема пригодна к эксплуатации.

Значимость проектирования схемы электроснабжения очень высокая, так как от правильной ее работы зависит работа всего предприятия.

## СОДЕРЖАНИЕ

	с.
Введение	8
1 Исходные данные	13
2 Определения расчетной нагрузки цеха производства хлористого кальция	18
2.1 Распределение приёмников по пунктам питания	19
2.2 Определение расчетной нагрузки цеха	19
3 Электроснабжение на территории предприятия	23
3.1 Определение расчетной нагрузки предприятия	24
3.2 Картограмма и определение центра электрических нагрузок	27
3.3 Выбор числа и мощности цеховых трансформаторов	28
3.4 Компенсация реактивной мощности	29
3.5 Составление схемы внешнего электроснабжения	31
3.6 Выбор мощности силовых трансформаторов на ГПП	32
3.7 Выбор сечения линии, питающей ГПП	34
3.8 Определение суммарных приведенных затрат на сооружение воздушных линий электропередачи	36
3.9 Определение суммарных приведенных затрат на установку силового оборудования	38
3.10 Технико-экономическое сравнение вариантов	39
3.11 Схема внутриводской сети выше 1000 В	40
3.12 Расчет токов короткого замыкания в сети выше 1000 В	42
4 Выбор и проверка оборудования в сети выше 1000 В	45
4.1 Выбор выключателей и разъединителей	46
4.2 Выбор измерительных трансформаторов тока	48
4.3 Выбор измерительных трансформаторов напряжения	50
4.4 Учет электрической энергии	52
5 Электроснабжение цеха производства хлористого кальция	54
5.1 Выбор защитных аппаратов и сечений линий, питающих распределительные пункты и электроприемники	55
5.2 Построение эпюры отклонения напряжения	58
5.3 Расчет токов короткого замыкания в сети до 1000 В	63
5.4 Построение карты селективности действия аппаратов защиты	65
5.5 Проверка цеховой сети 0,4 кВ по условию срабатывания защиты от однофазного КЗ	66
6 Молниезащита	69
6.1 Защита ГПП от прямых ударов молнии	70
6.2 Определение надёжности защиты ГПП от прямых ударов молний	72
6.3 Расчёт заземления молниеотводов	73

7 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	77
7.1 Общие сведения	78
7.2 Смета на проектирование	78
7.3 Смета затрат на электрооборудование	82
8 Социальная ответственность	84
8.1 Производственная безопасность	88
8.2 Экологическая безопасность	99
8.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	100
8.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	103
Заключение	104
Список использованных источников	107
Приложение А Определение расчетных нагрузок цеха производства хлористого кальция	112
Приложение Б Определение расчетных нагрузок по цехам предприятия	114
Приложение В Расчетные данные для построения картограммы нагрузок	116
Приложение Г Выбор числа и мощности цеховых трансформаторов	117
Приложение Д Выбор автоматов и кабелей	119
Приложение Ж Календарный план	121
Приложение И План размещения светильников	122
Приложение К План эвакуации	123
Приложение Л ДП-ФЮРА.3710000.042.Э4 Генплан предприятия. Распределение электроэнергии	124
Приложение М ДП-ФЮРА.3710000.043.Э4 Картограмма нагрузок	125
Приложение Н ДП-ФЮРА.3710000.044.Э4 Схема электрическая принципиальная	126
Приложение П ДП-ФЮРА.3710000.045.Э4 Схема силовой сети цеха производства хлористого кальция	127
Приложение Р ДП-ФЮРА.3710000.046.Э4 Электроснабжение цеха производства хлористого кальция	128
Приложение С ДП-ФЮРА.3710000.047.Э4 Эпюра отклонения напряжения.	
Карта селективности	129
Приложение Т ДП-ФЮРА.3710000.048.Э4 Молниезащита	130

## ВВЕДЕНИЕ

Целью дипломного проекта является проектирование системы электроснабжения цеха производства хлористого кальция ОАО «Химпром», используя при проектировании реальные данные предприятия (генплан, план цеха, сведения об электрических нагрузках), детально проработать систему электроснабжения приемников в здании рассматриваемого цеха, сделать выводы.

15 января 1932 года Центральным комитетом ВКП(б) принимает решение о строительстве азотно-тукового завода в г. Кемерове.

21 июля 1938 года. Получена первая партия аммиачной селитры. Кемеровский азотно-туковый завод вступил в строй действующих. День рождения завода.

8 мая 1943 года. В строй действующих вступает производство: уротропина, соды каустической, дихлорэтана, кислоты соляной, нашатыря, толуола, цинка хлористого.

1944 год. Пущены производства карбида кальция, аммония углекислого, катализатора синтеза аммиака и др.

1950 год. Пущены производства: спирты высшие, этилбензол.

1 июля 1951 года. Завод перешел на выпуск несележивающихся минеральных удобрений.

1952-1953 года. Пущены производства: спирт изооктиловый, диметиламин, монометиламин, хлорбензол.

1954-1955 года. Пущены производства: кислоты соляной реактивной, гексохлорбензол, окиси этилена.

1959-1960 года. Пущены производства: этилцеллозольва, триметиламина, этилкарбитола, флотореагента ОПСБ, окиси пропилена и др.

1964-1965 года. Пущены производства: метилмочевина, холинхлорида, хлорхолинхлорида, хлор жидкий.

1972 год. Пущено производство тормозной жидкости «Нева».

1975 год. Пущено производство пропиленгликоля.

1977 год. Пуск нового производства электролиза.

1978 год. Пущено производство тормозной жидкости «Томь».

1986 год. Пущено производство алкарена, пластикатов.

1993-1994 года. Пущены производства диоктилфтолата, тосола, кемола, хлористого кальция.

1998-2006 года. Пущены производства жидкости И-М, продуктов автохимии, оксихлорида алюминия, лапролы, противогололедных средств и др.

Октябрь 2007 года. Пуск котла №4, работающего на коксовом газе КХЗ.

В 1975 году завод получает новое имя – он становится производственным объединением «Химпром».

Так, сложилось, что на протяжении всей своей истории завод внедрял и осваивал новую продукцию и производства.

В 70-е годы на предприятии в цехе № 9 проводится реконструкция производства окиси этилена, создается производство окиси пропилена, принято решение построить новое производство гашения извести.

Новым продуктом «Химпрома» стала тормозная жидкость «Нева», для этого в цехе № 9 была проведена реконструкция нескольких корпусов, в корпусе 619 смонтирована установка по обезвоживанию спирта.

Одновременно с освоением тормозной жидкости «Нева» специалистами ЦЛО, ПКО, ПТО и цеха № 9 разрабатывается рецептура новой тормозной жидкости «Томь».

Тормозная жидкость «Томь» стала торговой маркой предприятия, а «Химпром» родоначальником, разработчиком и крупнейшим в России производителем разнообразных продуктов автохимии и тормозных жидкостей для автомобилей всех марок. Сегодня «Томь» - лидер в России и равная за рубежом.

В этот же период в корпусе 201 цех № 4-13 строится новое (взамен устаревшего) электрохимическое производство электролиза раствора поваренной соли с электролизерами БКГ 50/25 на оксидо-рутениевых анодах. С применением новых материалов позволило выйти на новый уровень производства.

В 1984г. были закрыты производства аммиака, минеральных удобрений, а в 1990г. минеральных кислот (слабой и концентрированной азотной).

Взамен выведенных производственных мощностей начато строительство корпуса по производству технической соляной кислоты и хлористого цинка. В 1989 году корпус 0350 цеха № 4-13 начал выдавать продукцию.

С 1984 по 1988 год были проведены работы по монтажу, пуску и освоению нового производства: производство кабельного и обувного пластиката.

В январе 1990 года была получена первая партия кабельного пластиката. В эти же годы на предприятии освоены ещё несколько производств: высокомолекулярные масла «Алкарэн», жидкость И-М.

С 2005 года «Химпром» преобразован в ОАО ПО «Химпром», основным учредителем выступил Финансово-промышленный союз «Сибконкорд».

Немало испытаний прошел завод за свою историю.

На сегодняшний день «Химпром» включает в себя 5 основных производственных цехов и обслуживающие подразделения. К основным цехам относятся цех № 1, 9, 4-13, 16, 10; к вспомогательным цехам относятся: цех ПВСиК, цех КИП, РЦ, ЖДЦ, ЦЭС, ЛКП, ЦЛО.

Основным производством «Химпрома» является электролиз поваренной соли (электролитический хлор, водород, щелочь) цех № 4-13. В этом цехе производят такую продукцию как: едкий натр 100%, рассол сульфатный, кислота соляная техническая 35%, кислота соляная реактивная, кислота соляная ингибированная, ОХА (оксихлорид алюминия) (100%).

В корпусе 201 проведены работы по установке аппарата воздушного охлаждения газообразного хлора, что позволило снизить энергозатраты и повысить экологическую надежность производства. После реконструкции увеличен выпуск оксихлорида алюминия, применяемого для очистки питьевой воды, налажен выпуск ингибированной соляной кислоты. Проводится реконструкция и восстановление отделения выпарки – одно из главных задач данного производства.

Второе направление производства – продукция органического синтеза: пропиленгликоль, теплоноситель «Комфорт» А (-25), флотореагенты, холинхлорид, окись пропилена, антифризы, жидкость И-М, сода кальцинированная, тормозные жидкости, продукция автохимии, этилцеллозольв, полиэфир М-1000, этилкарбитол 97%, осушитель ЭТ-1. Одно из новых направлений развития ассортимента ряда – лапролы, широко используемые в производстве пенополиуретанов.

Это направление развития завода обеспечивает самый большой (по числу работающих, по количеству корпусов, по номенклатуре выпускаемой продукции) цех № 9. Последнее время постоянно в каком-нибудь из корпусов цеха проводятся работы по реконструкции, расширению, освоению: создано производство лапролов разных марок; проведена реконструкция производств: окиси пропилена, пропиленгликоля, автоматизирован розлив тосолов в мелкую тару.

Цех № 10 – жидкость тормозная «Томь», Тосол, Антифриз, Пропиленгликоль, Теплоноситель «Комфорт» А (-40), Водно-гликолевая смесь.

Цех № 1 производит: кальций хлористый (кальцинированный), ХКФ (хлористый кальций, ингибированный фосфатами), кальций хлористый 32%, бутылочки полиэтиленовые 0,5 л, канистры полиэтил. 20 л, 30 л, 50 л. В корпусе 16 в этом году пущена установка разделения воздуха. Новое производство – «Антигололед» - универсальное гранулированное противогололедное средство, которое менее агрессивно к окружающей среде по сравнению с другими применяемыми средствами. Готовится к пуску производство гранулированного хлористого кальция. Реализация этих проектов позволит увеличить собственное хлорпотребление. Приобретены и установлены 2 машины для расширения производства полимерной тары.

Цех № 16 является завершающим в технологической цепочке по переработке продуктов электролиза – получение жидкого хлора. Гипохлорит натрия.

Сложные задачи по реконструкции, монтажу и ремонту производств выполняет ремонтный цех.

Ответственность за аналитический контроль технологических производств и качества готовой продукции несет лаборатория контроля производства.

В центральной лаборатории общества создаются уникальные разработки, испытываются новые рецептуры кабельных и обувных пластикаторов, тормозных жидкостей, продуктов автохимии, лапиров.

Невозможно представить работу предприятия без таких подразделений как ЖДЦ, КИП, ЦЭС, АГСО, столовой.

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

### **7.1 Общие сведения**

Целью данной работы является составление сметы на проектирование электрической части ООО ПО «Химпром» и расчет сметы затрат на электрооборудование цеха производства хлористого кальция предприятия.

Капитальные вложения в электрооборудование – это в первую очередь, стоимость электрооборудования и стоимость строительно-монтажных работ.

Смета – это документ, определяющий окончательную и предельную стоимость реализации проекта. Смета служит исходным документом капитального вложения, в котором определяются затраты, необходимые для выполнения полного объема необходимых работ.

Исходными материалами для определения сметной стоимости строительства объекта служат данные проекта по составу оборудования, объему строительных и монтажных работ; прейскуранты цен на оборудование и строительные материалы; нормы и расценки на строительные и монтажные работы; тарифы на перевозку грузов; нормы накладных расходов и другие нормативные документы.

Решение о проектировании электроснабжения принимается на основе технико-экономического обоснования.

На основе утвержденного ТЭО заказчик заключает договор с проектной организацией на проектирование и выдает ей задание, которое содержит:

1. Генплан предприятия;
2. Расположение источника питания;
3. Сведения об электрических нагрузках;
4. План размещения электроприемников на корпусах;
5. Площадь корпусов и всей территории завода.

Различают две стадии проектирования:

а) Технический проект; б)

Рабочий чертеж.

Если проектируемый объект в техническом отношении не сложный, то обе стадии объединяются в одну – техно рабочий проект.

### **7.2 Смета на проектирование**

Для того, чтобы выполнить расчет затрат на проектирование электроснабжения объекта в срок при наименьших затратах средств, составляется план-график, в котором рассчитывается поэтапная трудоемкость всех работ. После определения трудоемкости всех этапов темы, назначается число участников работы по этапам (таблица 7.1).

Таблица 7.1 – План разработки выполнения этапов проекта

№ п/п	Перечень выполненных работ	Исполнители	Прод-сть, дн.	СЗП, руб.	ЗП, руб.
1	Ознакомление с производственной документацией. Постановка задачи работникам	Руководитель	2	1722,8	3445,6
		Инженер	5	987,4	4936,9
2	Расчет электрических нагрузок по цеху	Инженер	7	987,4	6911,7
3	Расчет электрических нагрузок по предприятию	Руководитель	2	1722,8	3445,6
		Инженер	7	987,4	6911,7
4	Построение картограммы нагрузок и определение ЦЭН	Инженер	2	987,4	1974,8
5	Выбор трансформаторов цеховых подстанций. Технич-экономический расчет компенсирующих устройств	Инженер	3	987,4	2962,1
6	Выбор трансформаторов ГПП. Технич-экономический расчет схемы внешнего электроснабжения	Руководитель	1	1722,8	1722,8
		Инженер	3	987,4	2962,1
7	Расчет внутризаводской сети предприятия	Инженер	8	987,4	7899,0
8	Расчет токов короткого замыкания в сети выше 1000 В.	Инженер	2	987,4	1974,8
9	Выбор электрооборудования в сети выше 1000 В	Инженер	2	987,4	1974,8
10	Расчет схемы электроснабжения цеха	Руководитель	2	1722,8	3445,6
		Инженер	5	987,4	4936,9
11	Расчет токов короткого замыкания в сети ниже 1000 В	Инженер	2	987,4	1974,8
12	Расчет молниезащиты	Инженер	2	987,4	1974,8
13	Расчет релейной защиты и автоматики	Инженер	1	987,4	987,4
14	Расчет эпюры отклонений напряжения	Инженер	1	987,4	987,4
15	Составление расчетно-пояснительной записки	Руководитель	1	1722,8	1722,8
		Инженер	16	987,4	15798,1
16	Чертежные работы	Руководитель	1	1722,8	1722,8
		Инженер	12	987,4	11848,6
	Итого по каждой должности	Руководитель	9	1722,8	15505,3
		Инженер	78	987,4	77015,7
Итого ФЗП сотрудников					92521,0

## Затраты на разработку проекта

$$K_{\text{пр}} = I_{\text{зп}} + I_{\text{мат}} + I_{\text{ам}} + I_{\text{со}} + I_{\text{пр}} + I_{\text{накл}},$$

где  $I_{\text{зп}}$  – заработная плата;

$I_{\text{мат}}$  – материальные затраты;

$I_{\text{ам}}$  – амортизация компьютерной техники;

$I_{\text{со}}$  – отчисления на социальные нужды;

$I_{\text{пр}}$  – прочие затраты;

$I_{\text{накл}}$  – накладные расходы.

### 1) Расчет зарплаты

#### а) Месячная зарплата научного руководителя

Место для формуль

$$I_{\text{зп}}^{\text{мес}} = (23300,0 \cdot 1,10 + 2200,0) \cdot 1,3 = 36179,0 \text{ руб.}$$

где  $ЗП_0$  – месячный оклад;

$Д$  – доплата за интенсивность труда;

$K_1$  – коэффициент, учитывающий отпуск;

$K_2$  – районный коэффициент (1,3 для Томской области).

Зарплата научного руководителя с учетом фактически отработанных дней

$$I_{\text{зп}}^{\text{ф}} = \frac{I_{\text{зп}}^{\text{мес}}}{21} \cdot 9,0 = \frac{36179,0}{21} \cdot 9,0 = 15505,3 \text{ руб.}$$

где  $n$  – количество

#### б) Месячная зарплата инженера

$$I_{\text{зп}}^{\text{мес}} = ЗП_0 \cdot K_1 \cdot K_2 = 14500,0 \cdot 1,10 \cdot 1,3 = 20735,0 \text{ руб.}$$

Зарплата инженера с учетом фактически отработанных дней

$$I_{\text{зп}}^{\text{ф}} = \frac{I_{\text{зп}}^{\text{мес}}}{21} \cdot 78,0 = \frac{20735,0}{21} \cdot 78,0 = 77015,7 \text{ руб.}$$

Расчет зарплаты 21

#### в) Итого ФЗП сотрудников

$$\text{ФЗП} = 15505,3 + 77015,7 = 92521,0 \text{ руб.}$$

Расчет ФЗП приведен в таблице 7.2. Календарный план проекта и график занятости представлены в приложении Ж.

Таблица 7.2 – Расчет ФЗП

Должность	ЗП <sub>0</sub> , руб	Д, руб	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	мес, руб I <sub>зп</sub>
Руководитель	23300,0	2200,0	1,10	1,3	36179,0
Инженер	14500,0	–	1,10	1,3	20735,0
Итого	37800,0	–	–	–	56914,0

## 2) Материальные затраты Таблица

### 7.3 – Затраты на материалы

Материалы	Количество	Цена за единицу, руб	И <sub>м</sub> , руб
Флеш память	1	520,0	520,0
Упаковка бумаги А4 500 листов	2	162,0	324,0
Канцтовары	–	800,0	800,0
Картридж для принтера	1	3000,0	3000,0
Итого И <sub>мат</sub> , руб	–	–	4644,0

3) Амортизация основных фондов Основной объем работы был произведен на персональных компьютерах.

$$I_{ам} = \frac{T_{исп.КТ}}{T_{кал}} \cdot \frac{1}{Ц_{КТ} \cdot T_{сл}} \cdot \frac{39}{365} \cdot 22450,0 \cdot \frac{1}{5} = 479,8 \text{ руб.}$$

где  $T_{исп.КТ}$  – время использования компьютерной техники на проект;  
 $T_{кал} = 365$  – годовой действительный фонд рабочего времени используемого оборудования;

$Ц_{КТ}$  – первоначальная стоимость оборудования, руб;

$T_{сл}$  – срок службы компьютерной техники (время окупаемости 5 лет).

Дальнейшие расчеты сведем в таблицу 7.4.

Таблица 7.4 – Амортизация основных фондов

Оборудование	Стоимость, руб	Количество	$T_э$ , дней	И <sub>ам</sub> , руб
Компьютер	22450,0	1	39	479,8
Принтер	4000,0	1	8	17,5
Итого И <sub>ам</sub> , руб	–	–	–	497,3

4) Отчисления на социальные нужды (соц. страхование, пенсионный фонд, мед. страховка) в размере 30% от ФЗП

$$I_{со} = 0,3 \cdot 92521,0 = 27756,3 \text{ руб.}$$

5) Прочие расходы (услуги связи, затраты на ремонт оборудования...) в размере 10% от ФЗП, затрат на материалы, амортизации и отчислений на социальные нужды

$$I_{пр} = 0,1 \cdot (\text{ФЗП} + I_{м} + I_{ам} + I_{со})$$

$$= 0,1 \cdot (92521,0 + 4644,0 + 497,3 + 27756,3) = 12541,9 \text{ руб.}$$

б) Накладные расходы (затраты на отопление, свет, обслуживание помещений...) в размере 200% от ФЗП

$$I_{\text{накл}} = 2,0 \cdot \text{ФЗП} = 2,0 \cdot 92521,0 = 185042,0 \text{ руб.}$$

7) Затраты на разработку проекта

$$K_{\text{пр}} \text{ ФЗП} + I_{\text{мат}} + I_{\text{ам}} + I_{\text{со}} + I_{\text{пр}} + I_{\text{накл}}$$

$$= 92521,0 + 4644,0 + 497,3 + 27756,3 + 12541,9 + 185042,0 = 323002,4 \text{ руб.}$$

Расчет сметы затрат разработку проекта сведем в таблицу 7.5. Таблица 7.5 – Калькуляция сметной стоимости на выполнение проекта

№ статьи	Наименование статей расхода	Сумма, руб.
1	ФЗП	92521,0
2	Материалы $I_{\text{мат}}$	4644,0
3	Амортизация основных фондов $I_{\text{ам}}$	497,3
4	Социальные отчисления $I_{\text{со}}$	27756,3
5	Прочие расходы $I_{\text{пр}}$	12541,9
6	Накладные расходы $I_{\text{н}}$	185042,0
Цена проекта $K_{\text{пр}}$ , руб		323002,4

### 7.3 Смета затрат на электрооборудование

Смета затрат на электрооборудование рассматриваемого цеха приведена в таблице 7.6.

Таблица 7.6 – Смета затрат на электрооборудование рассматриваемого цеха

№ п/п	Наименование оборудования	Единицы измерения	Количество	Сметная стоимость, тыс. руб.		Общая стоимость, тыс. руб.	
				Оборудование	Монтаж	Оборудование	Монтаж
1	2	3	4	5	6	7	8
1	КТП 1000/10 2	шт	2	272,30	54,46	544,60	108,92
2	ПР11-7123-21УЗ	шт	3	10,30	2,06	30,90	6,18
	ЯОУ 85-01	шт	6	2,35	0,47	14,10	2,82
3	Автомат ВА74 – 45	шт	3	5,00	1,00	15,00	3,00
	Автомат ВА74 – 40	шт	3	3,54	0,71	10,62	2,12
	Автомат ВА57 – 35	шт	35	0,60	0,12	21,00	4,20

Окончание таблицы 7.6

1	2	3	4	5	6	7	8
4	Кабель АВВГ-4 4	км	0,121	10,60	2,12	1,28	0,26
	Кабель АВВГ-4 6	км	0,115	12,00	2,40	1,38	0,28
	Кабель АВВГ-4 10	км	0,047	23,70	4,74	1,11	0,22
	Кабель АВВГ-4 16	км	0,022	32,30	6,46	0,71	0,14
	Кабель АВВГ-4 25	км	0,040	51,40	10,28	2,06	0,41
	Кабель АВВГ-4 35	км	0,042	73,30	14,66	3,08	0,62
	Кабель АВВГ-4 50	км	0,121	98,80	19,76	11,95	2,39
	Кабель АВВГ-4 70	км	0,131	152,00	30,40	19,91	3,98
	Кабель АВВГ-4 95	км	0,021	204,12	40,82	4,29	0,86
	Кабель АВВГ-4 120	км	0,247	240,10	48,02	59,30	11,86
	Кабель АВВГ-4 150	км	0,047	311,10	62,22	14,62	2,92
	Кабель АВВГ-4 185	км	0,127	364,00	72,80	46,23	9,25
	Провод АПВ-2 2,5	км	0,444	1,54	0,31	0,68	0,14
Итого по цеху, тыс. руб						802,83	160,57

Результаты технико-экономического сравнения вариантов схемы внешнего электроснабжения приведены в таблице 7.7.

Таблица 7.7 – Определение суммарных приведенных затрат на установку высоковольтного оборудования

Гр-тор	Сечение мм <sup>2</sup>	Клэп, руб	Коб, руб	Ктр, руб	Спот, руб/год	Сам, руб/год	Собсл, руб/год	З, руб/год
ГДН-16000/110	АС 120/19	22482432,0	10067400,0	14736960,0	539384,3	3910135,3	1643316,7	14297407,4
ГРДН-25000/110	АС 150/24	22482432,0	10067400,0	19020960,0	660011,0	4197163,3	1896072,7	15784630,2

Исходя из сравнения расчетов, можно сделать вывод, что по приведенным затратам наиболее целесообразен вариант с трансформаторами мощностью 16000 кВА.

Технико-экономическое сравнение вариантов схемы внешнего электроснабжения было выполнено в пунктах 3.8-3.9. Результаты технико-экономического сравнения и выбор оптимального варианта приведены в таблице 3.6.