

**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**

Тема работы
<b>Проектирование системы электроснабжения завода ООО «Томскнефтепереработка»</b>

УДК 621.31.031:665.6.013(571.16)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-9301	Мельников Вадим Валерьевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Ивашутенко А.С.	К.Т.Н.		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Молниезащита ГПП»

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
Старший 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.

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

Институт Институт электронного обучения  
 Направление подготовки (специальность) 140211.65/Электроснабжение  
 Кафедра Электроснабжение промышленных предприятий

УТВЕРЖДАЮ:  
 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
3-9301	Мельников Вадим Валерьевич

Тема работы:

*Проектирование системы электроснабжения завода  
 ООО «Томскнефтепереработка»*

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 к 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 или 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; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li><i>1. Общие сведения о предприятии</i></li> <li><i>2. Определение расчетной нагрузки цеха</i></li> <li><i>3. Определение расчетной нагрузки предприятия</i></li> <li><i>4. Картограмма и определение центра электрических нагрузок</i></li> <li><i>5. Выбор числа и мощности цеховых трансформаторов</i></li> <li><i>6. Компенсация реактивной мощности</i></li> <li><i>7. Схема внешнего электроснабжения</i></li> <li><i>8. Схема внутривзаводской сети выше 1000 В</i></li> <li><i>9. Расчет токов короткого замыкания в сети выше 1000 В</i></li> </ol>

	<p>10. Выбор и проверка оборудования в сети выше 1000 В</p> <p>11. Электроснабжение цеха</p> <p>12. Выбор защитных аппаратов и сечений линий, питающих распределительные пункты и электроприемники</p> <p>13. Построение эюры отклонения напряжения</p> <p>14. Расчет токов короткого замыкания в сети до 1000 В</p> <p>15. Построение карты селективности действия аппаратов защиты</p> <p>16. Молниезащита ГПП</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 установки переработки нефти УПН-300</p> <p>5. Электроснабжение установки переработки нефти УПН-300. Однолинейная схема</p> <p>6. Эюра отклонения напряжения. Карта селективности.</p> <p>7. Молниезащита ГПП</p>
---	---

<p><b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b></p> <p>(с указанием разделов)</p>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
Молниезащита ГПП	<i>Профессор, д.ф.м.н., Кабышев А. В.</i>
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	<i>Ст. преподаватель, Кузьмина Н.Г.</i>
Социальная ответственность	<i>Доцент, к.т.н, Амелькович Ю.А.</i>

<p><b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b></p>	<p><i>22 апреля 2016 года</i></p>
--	-----------------------------------

**Задание выдал руководитель:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
<i>Доцент</i>	<i>Ивашутенко А.С.</i>	<i>к.т.н., доцент</i>		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
<i>З-9301</i>	<i>Мельников Вадим Валерьевич</i>		

## РЕФЕРАТ

Записка выпускной квалификационной работы содержит 134 страницы, 26 рисунков, 43 таблицы, 40 источников и 7 приложений.

Ключевые слова: установка, нефть, насос, задвижка, электрооборудование, система электроснабжения, линия, сеть, приемник, нагрузка, оборудование.

Объектом исследования ВКР является электрическая часть ООО «Томскнефтепереработка».

Цель работы – спроектировать схему электроснабжения предприятия, выбрать оборудование, оформить результаты.

В процессе исследования проводился сбор информации для исходных данных на производственной практике, которая проходила на рассматриваемом предприятии.

В результате была спроектирована система электроснабжения от подстанции системы, до конечного электроприемника в рассматриваемом цехе предприятия. Были выбраны кабели и провода для канализации электроэнергии на стороне высокого, среднего и низкого напряжения, коммутационное оборудование (выключатели, разъединители), были сделаны необходимые проверки выбранного оборудования. По результату работы был сделан экономический расчет капитальных затрат на сооружение спроектированной схемы, определены условия безопасного труда рабочих предприятия.

Основные характеристики: система электроснабжения состоит из кабельных (на стороне 10 и 0,4 кВ) и воздушных линий (на стороне 35 кВ) электропередачи. На высокой стороне установлены воздушные выключатели, на низкой стороне – автоматические выключатели. Воздушные линии располагаются на металлических опорах, кабельные – на лотках и в коробах. Схема проста в эксплуатации и надежна.

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

ДП-ФЮРА.3710000.221.ПЗ

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Мельников В.В.			Оглавление	Лит.	Лист	Листов
Провер.		Ивашутенко А.С.					1	3
Консульт.						НИТПУ ИнЭО Группа 3-9301		
Н. контр.								
Уте.								

## ОГЛАВЛЕНИЕ

	с.
Введение	8
1 Исходные данные	11
2 Определения расчетной нагрузки установки переработки нефти УПН-300	16
2.1 Распределение приёмников по пунктам питания	17
2.2 Определение расчетной нагрузки цеха	17
3 Электроснабжение на территории предприятия	24
3.1 Определение расчетной нагрузки предприятия	25
3.2 Картограмма и определение центра электрических нагрузок	29
3.3 Выбор числа и мощности цеховых трансформаторов	32
3.4 Компенсация реактивной мощности	34
3.5 Составление схемы внешнего электроснабжения	36
3.6 Выбор мощности силовых трансформаторов на ГПП	37
3.7 Выбор сечения линии, питающей ГПП	39
3.8 Определение суммарных приведенных затрат на сооружение воздушных линий электропередачи	40
3.9 Определение суммарных приведенных затрат на установку силового оборудования	42
3.10 Техничко-экономическое сравнение вариантов	43
3.11 Схема внутривозводской сети выше 1000 В	44
3.12 Расчет токов короткого замыкания в сети выше 1000 В	47
4 Выбор и проверка оборудования в сети выше 1000 В	50
4.1 Выбор выключателей и разъединителей	51
4.2 Выбор измерительных трансформаторов тока	53
4.3 Выбор измерительных трансформаторов напряжения	55
4.4 Учет электрической энергии	57
5 Электроснабжение установки переработки нефти УПН-300	59
5.1 Выбор защитных аппаратов и сечений линий, питающих распределительные пункты и электроприемники	60
5.2 Построение эпюры отклонения напряжения	67
5.3 Расчет токов короткого замыкания в сети до 1000 В	71
5.4 Построение карты селективности действия аппаратов защиты	74
5.5 Проверка цеховой сети 0,4 кВ по условию срабатывания защиты от однофазного КЗ	75

6 Молниезащита ГПП	78
6.1 Защита ГПП от прямых ударов молнии	79
6.2 Определение надёжности защиты ГПП от прямых ударов молний	81
6.3 Расчёт заземления молниеотводов	82
7 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	85
7.1 Общие сведения	87
7.2 Смета на проектирование	87
7.3 Смета затрат на электрооборудование	92
8 Социальная ответственность	94
8.1 Производственная безопасность	98
8.2 Экологическая безопасность	112
8.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	115
8.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	118
Заключение	120
Список использованных источников	123
Приложение А ДП-ФЮРА.3710000.222.Э4 Генплан предприятия. Распределение электроэнергии	128
Приложение Б ДП-ФЮРА.3710000.223.Э4 Картограмма нагрузок	129
Приложение В ДП-ФЮРА.3710000.224.Э4 Схема электрическая принципиальная	130
Приложение Г ДП-ФЮРА.3710000.225.Э4 Схема силовой сети установки переработки нефти УПН-300	131
Приложение Д ДП-ФЮРА.3710000.226.Э4 Электроснабжение установки переработки нефти УПН-300	132
Приложение Е ДП-ФЮРА.3710000.227.Э4 Эпюра отклонения напряжения. Карта селективности	133
Приложение Ж ДП-ФЮРА.3710000.228.Э4 Молниезащита ГПП	134

*ДП-ФЮРА.3710000.221.ПЗ*

<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Мельников В.В.</i>			<i>Введение</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>		<i>Ивашутенко А.С.</i>					1	3
<i>Консульт.</i>						<i>НИТПУ ИнЭО Группа 3-9301</i>		
<i>Н. контр.</i>								
<i>Уте.</i>								

## ВВЕДЕНИЕ

Целью дипломного проекта является проектирование системы заводского электроснабжения установки переработки нефти УПН-300 ООО “Томскнефтепереработка”, используя при проектировании реальные данные предприятия (генплан, план цеха, сведения об электрических нагрузках), детально проработать систему электроснабжения приемников в здании рассматриваемого цеха, сделать выводы.

Предприятие размещается на площадке на расстоянии 200-250 м севернее нефтеперекачивающей станции «Семилужки». Предприятие было построено и введено в эксплуатацию в 2008 году. С момента пуска завод претерпел несколько модернизаций. В настоящее время на Томском НПЗ применяется процесс перегонки с предварительным отбензиниванием.

ТНПЗ занимается переработкой сборной Западно-Сибирской нефти, поступающей по трубопроводу от магистрального нефтепровода, через узел учета нефти, расположенный за пределами предприятия. ТНПЗ перерабатывает нефть с целью получения моторных топлив.

Разделение углеводородного сырья на фракции осуществляется путем ректификации в колоннах с избыточным давлением близким к атмосферному, достаточным для преодоления гидравлических сопротивлений по пути движения паров углеводородов.

Установка переработки нефти состоит из трех технологических линий (УПН-100А, УПН-100Б, УПН-300). Основное технологическое оборудование установки размещено на открытых площадках.

Технологическая схема предусматривает рекуперацию тепла нефтепродуктов, получаемых на установке, для предварительного нагрева сырья, что снижает тепловую нагрузку на подогреватели сырья.

Управление технологическим процессом автоматизировано с использованием АСУ ТП.

Мощность (производительность) установки переработки нефти по сырью – 1000 000 тонн/год.

Режим работы УПН-100А, УПН-100Б, УПН-300 – непрерывный, в течение 8 000 часов в год.

Нефтепродукты, вырабатываемые на УПН-100А, УПН-100Б, УПН-300:

- дистиллят легкий нефтяной или Бензин газовый стабильный (в зависимости от режима);
- топливо печное бытовое (светлое) – 0,5 - 35 (ТПБ(С)-0,5-35);
- топливо печное бытовое – 0,9 - 61 (ТПБ-0,9-61);
- топливо для двигателей технологического оборудования;
- топочный мазут 100.

Количество выпускаемых нефтепродуктов зависит от состава углеводородного сырья и составляет в процентах весовых от исходного количества сырья:

- смешанная бензиновая фракция – 71 087,20 тонн;
- легкая (особо легкая) дистиллятная фракция – 96 404,16 тонн;
- тяжелая (особо тяжелая) дистиллятная фракция – 11 997,60 тонн;
- мазутная фракция (мазут) – 118 689,20 тонн.

Технологические потери составляют 9 464,72 тонн/год.

В случае работы УПН-100А, УПН-100Б, УПН-300 в «летнем» технологическом режиме осуществляется наработка легкой и особо тяжелой дистиллятных фракций; в «зимнем» технологическом режиме – наработка особо легкой и тяжелой дистиллятных фракций соответственно.

Доставка сырья в Товарно-сырьевой парк осуществляется либо из магистрального нефтепровода с пунктов отбора нефти, либо по трубопроводу из магистрального нефтепровода «Александровское – Анжеро-Судженск, либо автотранспортом.

Вывоз готовой продукции осуществляется автотранспортом.

Основным источником электроснабжения ТНПЗ согласно технических условий на электроснабжение принята существующая трансформаторная подстанция ПС 35/10 кв «Семилужки», расположенная на расстоянии 130 м от ТНПЗ. Подстанция "Семилужки" запитана по воздушной линии длиной 6,3 км отпайкой от двухцепной линии электропередачи, связывающей подстанции "Турунтаево" и "Малиновка".

ТНПЗ питается по воздушной линии длиной 6,3 км отпайкой от двухцепной линии электропередачи, связывающей подстанции "Турунтаево" и "Малиновка".

ДП-ФЮРА.3710000.221.ПЗ

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.		Мельников В.В.			<b>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</b>		
Провер.		Ивашутенко А.С.					
Консульт.		Кузьмина Н.Г.					
Н. контр.							
Уте.							
					Лит.	Лист	Листов
						1	9
					НИТПУ ИнЭО Группа 3-9301		

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
3-9301	Мельников Вадим Валерьевич

<b>Институт</b>	<b>ИнЭО</b>	<b>Кафедра</b>	<b>ЭПП</b>
Уровень образования		Направление/специальность	140211.65 Электроснабжение

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	...
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	...
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	...

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

1. <i>Оценка сметной стоимости на проектирование</i>	Расчет сметы затрат на проектирование
2. <i>Формирование плана и графика разработки</i>	Формирование плана и графика разработки ИР
3. <i>Оценка сметной стоимости на оборудование</i>	Расчет сметы затрат на оборудование

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	22 апреля 2016 года
---	---------------------

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Старший преподаватель	Кузьмина Н.Г.			

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
3-9301	Мельников В.В.		

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

### **7.1 Общие сведения**

Целью данной работы является составление сметы на проектирование электрической части ООО “Томскнефтепереработка” и расчет сметы затрат на электрооборудование установки переработки нефти УПН-300 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 – технорабочий 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	8	987,4	7899,0
3	Расчет электрических нагрузок по предприятию	Инженер	7	987,4	6911,7
4	Построение картограммы нагрузок и определение ЦЭН	Инженер	1	987,4	987,4
5	Выбор трансформаторов цеховых подстанций. Технико-экономический расчет компенсирующих устройств	Инженер	4	987,4	3949,5
6	Выбор трансформаторов ГПП. Технико-экономический расчет схемы внешнего электроснабжения	Руководитель	1	1722,8	1722,8
		Инженер	5	987,4	4936,9
7	Расчет внутриводской сети предприятия	Инженер	12	987,4	11848,6
8	Расчет токов короткого замыкания в сети выше 1000 В.	Инженер	1	987,4	987,4
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	6	987,4	5924,3
11	Расчет токов короткого замыкания в сети ниже 1000 В	Инженер	1	987,4	987,4
12	Расчет молниезащиты	Инженер	1	987,4	987,4
13	Расчет релейной защиты и автоматики	Инженер	1	987,4	987,4
14	Расчет эпюры отклонений напряжения	Инженер	2	987,4	1974,8
15	Составление расчетно-пояснительной записки	Руководитель	3	1722,8	5168,4
		Инженер	22	987,4	21722,4
16	Чертежные работы	Руководитель	3	1722,8	5168,4
		Инженер	20	987,4	19747,6
Итого по каждой должности		Руководитель	11	1722,8	18950,9
		Инженер	98	987,4	96763,3
Итого ФЗП сотрудников					115714,2

## 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

$$I_{\text{зп}}^{\text{мес}} = (ЗП_0 \cdot K_1 + Д) \cdot K_2 = (23300,0 \cdot 1,10 + 2200,0) \cdot 1,3 = 36179,0 \text{ руб.},$$

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

$$I_{\text{зп}}^{\text{ф}} = \frac{I_{\text{зп}}^{\text{мес}}}{21} \cdot n \cdot \frac{36179,0}{21} \cdot 11,0 = 18950,9 \text{ руб.},$$

где  $n$  – количество отработанных дней по факту.

#### 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

$$I_{\text{зп}}^{\text{ф}} = \frac{I_{\text{зп}}^{\text{мес}}}{21} \cdot n \cdot \frac{20735,0}{21} \cdot 98,0 = 96763,3 \text{ руб.}$$

#### в) Итого ФЗП сотрудников

$$\text{ФЗП} = 18950,9 + 96763,3 = 115714,2 \text{ руб.}$$

Расчет ФЗП приведен в таблице 7.2. Календарный план проекта и график занятости представлены на рисунке 7.1.

Таблица 7.2 – Расчет ФЗП

Должность	ЗП <sub>0</sub> , руб	Д, руб	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	I <sub>зп</sub> <sup>мес</sup> , руб
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

Наименование исполнителя	Календарные дни	Перечень выполняемых работ
Руководитель	0 - 5	Ознакомление с производственной документацией
	25 - 27	Выбор трансформаторов ГПП
	46 - 48	Расчет схемы электроснабжения цеха
	56 - 59	Составление расчетно-поисительной записки
Инженер	0 - 5	Чертежные работы
	5 - 13	Ознакомление с производственной документацией
	13 - 20	Расчет электрических нагрузок по цеху
	13 - 21	Расчет электрических нагрузок по предприятию
	21 - 25	Построение картограммы нагрузок и определение ЦЭН
	21 - 26	Выбор трансформаторов цеховых подстанций
	26 - 30	Выбор трансформаторов ГПП
	30 - 42	Расчет внутривольской сети предприятия
	42 - 44	Расчет токов короткого замыкания в сети выше 1000 В.
	44 - 46	Выбор электрооборудования в сети выше 1000 В
	46 - 51	Расчет схемы электроснабжения цеха
	51 - 52	Расчет токов короткого замыкания в сети ниже 1000 В
	52 - 53	Расчет молниезащиты
	53 - 54	Расчет релейной защиты и автоматики
	54 - 55	Расчет эпюры отклонений напряжения
	55 - 56	Составление расчетно-поисительной записки
	56 - 95	Чертежные работы

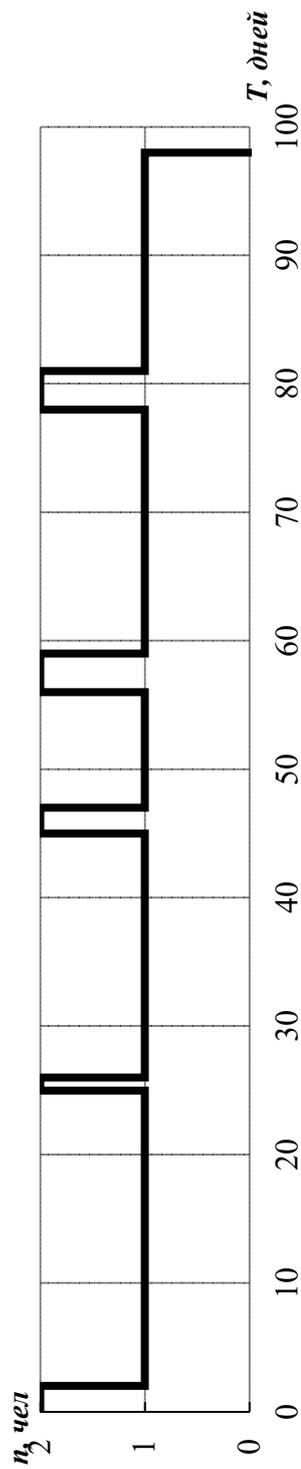


Рисунок 8.1 – Календарный план проекта и график занятости в выполнении проекта

## 2) Материальные затраты

Таблица 7.3 – Затраты на материалы

Материалы	Количество	Цена за единицу, руб	И <sub>м</sub> , руб
Флеш память	1	850,0	850,0
Упаковка бумаги А4 500 листов	1	190,5	190,5
Канцтовары	–	600,0	600,0
Картридж для принтера	1	2200,0	2200,0
Итого И <sub>мат</sub> , руб	–	–	3840,5

## 3) Амортизация основных фондов

Основной объем работы был произведен на персональных компьютерах.

$$I_{ам} = \frac{T_{исп.КТ}}{T_{кал}} \cdot C_{КТ} \cdot \frac{1}{T_{сл}} = \frac{49}{365} \cdot 26750,0 \cdot \frac{1}{5} = 718,2 \text{ руб.}$$

где  $T_{исп.КТ}$  – время использования компьютерной техники на проект;

$T_{кал} = 365$  – годовой действительный фонд рабочего времени используемого оборудования;

$C_{КТ}$  – 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 <sub>э</sub> , дней	И <sub>ам</sub> , руб
Компьютер	26750,0	1	49	718,2
Принтер	4000,0	1	10	21,9
Итого И <sub>ам</sub> , руб	–	–	–	740,1

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

$$I_{со} = 0,3 \cdot 115714,2 = 34714,3 \text{ руб.}$$

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

$$\begin{aligned} I_{пр} &= 0,1 \cdot (\text{ФЗП} + I_{м} + I_{ам} + I_{со}) = \\ &= 0,1 \cdot (115714,2 + 3840,5 + 740,1 + 34714,3) = 15500,9 \text{ руб.} \end{aligned}$$

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

$$I_{\text{накл}} = 2,0 \cdot \text{ФЗП} = 2,0 \cdot 115714,2 = 231428,5 \text{ руб.}$$

7) Затраты на разработку проекта

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

$$= 115714,2 + 3840,5 + 740,1 + 34714,3 + 15500,9 + 231428,5 = 401938,5 \text{ руб.}$$

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	115714,2
2	Материалы $I_{\text{мат}}$	3840,5
3	Амортизация основных фондов $I_{\text{ам}}$	740,1
4	Социальные отчисления $I_{\text{со}}$	34714,3
5	Прочие расходы $I_{\text{пр}}$	15500,9
6	Накладные расходы $I_{\text{н}}$	231428,5
Цена проекта $K_{\text{пр}}$ , руб		401938,5

### 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 630/10 × 2	шт	2	295,00	59,00	590,00	118,00
2	ПР11-7123-21УЗ	шт	5	12,40	2,48	62,00	12,40
	ЯОУ 85-01	шт	4	3,50	0,70	14,00	2,80
3	Автомат ВА74 – 43	шт	3	9,60	1,92	28,80	5,76
	Автомат ВА74 – 40	шт	5	6,90	1,38	34,50	6,90
	Автомат ВА57 – 35	шт	7	1,10	0,22	7,70	1,54
	Автомат ВА13 – 29	шт	42	0,87	0,17	36,71	7,34

Окончание таблицы 7.6

1	2	3	4	5	6	7	8
4	Кабель ВББШнг-4 × 4	км	0,154	31,25	6,25	4,81	0,96
	Кабель ВББШнг-4 × 6	км	0,170	45,00	9,00	7,65	1,53
	Кабель ВББШнг-4 × 10	км	0,054	66,00	13,20	3,56	0,71
	Кабель ВББШнг-4 × 16	км	0,163	90,50	18,10	14,75	2,95
	Кабель ВББШнг-4 × 25	км	0,031	139,25	27,85	4,32	0,86
	Кабель ВББШнг-4 × 35	км	0,010	182,50	36,50	1,83	0,37
	Кабель ВББШнг-4 × 50	км	0,014	248,75	49,75	3,48	0,70
	Кабель ВББШнг-4 × 70	км	0,074	388,50	77,70	28,75	5,75
	Кабель ВББШнг-4 × 95	км	0,084	495,00	99,00	41,58	8,32
	Кабель ВББШнг-4 × 120	км	0,147	605,50	121,10	89,01	17,80
	Кабель ВББШнг-4 × 150	км	0,122	750,25	150,05	91,53	18,31
	Кабель ВББШнг-4 × 185	км	0,052	912,85	182,57	47,47	9,49
	Провод ПВ-2 × 2,5	км	0,475	3,75	0,75	1,78	0,36
Итого по цеху, тыс. руб						1114,23	222,85

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

Таблица 7.7 – Определение суммарных приведенных затрат на установку высоковольтного оборудования

Тр-тор	Сечение мм <sup>2</sup>	К <sub>лэп</sub> , руб	К <sub>об</sub> , руб	К <sub>тр</sub> , руб	С <sub>пот</sub> , руб/год	С <sub>ам</sub> , руб/год	С <sub>обсл</sub> , руб/год	З, руб/год
ТМН-2500/35	АС 120/19	15113952,0	2099160,0	5569200,0	102394,3	2025175,3	573344,9	6478228,6
ТМН-4000/35	АС 120/19	15113952,0	2099160,0	6254640,0	131196,9	2071099,8	613785,8	6725686,6

Исходя из сравнения расчетов, можно сделать вывод, что по приведенным затратам наиболее целесообразен вариант с трансформаторами мощностью 2500 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 3.10.