

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

Институт Электронного обучения (ИнЭО)

Направление подготовки 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника

Кафедра Электроснабжение промышленных предприятий (ЭПП)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка системы электроснабжения завода по производству запасных деталей к тракторам с детальной проработкой инструментального цеха.

УДК 621.31.031: 629.114.2.002

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5a17	Шабалин Алексей Юрьевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Ивашутенко Александр Сергеевич	Кандидат технических наук, доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Коршунова Лидия Афанасьевна	Кандидат технических наук, доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Бородин Юрий Викторович	Кандидат технических наук, доцент		

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 Электронного обучения (ИнЭО)

Направление подготовки 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника

Кафедра Электроснабжение промышленных предприятий (ЭПП)

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

(Подпись) (Дата)

Завьялов В.М.

(Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

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

Студенту:

Группа	ФИО
З-5А17	Шабалин Алексей Юрьевич

Тема работы:

**Электроснабжение инструментального цеха завода по производству запасных изделий
к тракторам**

Утверждена приказом директора (дата, номер) ИнЭО от 27.04.16 № 3236/с

Срок сдачи студентом выполненной работы: Июнь 2016

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	а) ген.план с нанесением путей внутризаводского транспорта и размещением производственно–вспомогательных цехов и подсобных помещений; б) сведения об электрических нагрузках цеха; в) план цеха; г) сведения об электрических нагрузках предприятия.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Введение; Описание предприятия; Картограмма и определение центра электрических нагрузок; Схема внешнего и внутрипроизводственного электроснабжения; Внутризаводская распределительная сеть 10 кВ; Расчет токов короткого замыкания в сетях выше 1000 В; Электроснабжение цеха полимеризации; Расчет электрической сети по потере напряжения; Расчет токов короткого замыкания в сетях ниже 1000 В; Построение карты селективности действия защитных аппаратов; Социальная ответственность; Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение;

	Заключение.
Перечень графического материала	Однолинейная схема цеха; Однолинейная схема ГПП; План цеха с электрическими сетями Генеральный план предприятия с картограммой нагрузок.

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Доцент, к.т.н. Коршунова Л.А.
Социальная ответственность	Доцент, к.т.н. Бородин Ю.В.

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Ивашутенко Александр Сергеевич	Кандидат технических наук, Доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5А17	Шабалин Алексей Юрьевич		

СОДЕРЖАНИЕ

с.

Задание.....2

Введение

1. Характеристики производственных помещений и потребителей электроэнергии
2. Определение расчетной нагрузки сборочного цеха
3. Определение суммарной нагрузки потребления в целом по заводу
4. Картограмма электрических нагрузок и определение центра электрических нагрузок
5. Выбор числа и мощности трансформатора
6. Схема внешнего электроснабжения предприятия
7. Схема внутриводской сети 6 - 10 кВ
8. Расчёт токов короткого замыкания в сети выше 1000 В
9. Распределение электроприемников по пунктам питания и определение расчетных нагрузок этих пунктов
10. Выбор ответвлений к ЭП с учетом защитных ответвлений
11. Построение эпюры отклонения напряжения
12. Выбор защитных аппаратов
13. Построение карты селективности действия защитных аппаратов
14. Расчет токов короткого замыкания в сети ниже 1000 В
15. Финансовый менеджмент
16. Социальная ответственность

Заключение

Список литературы

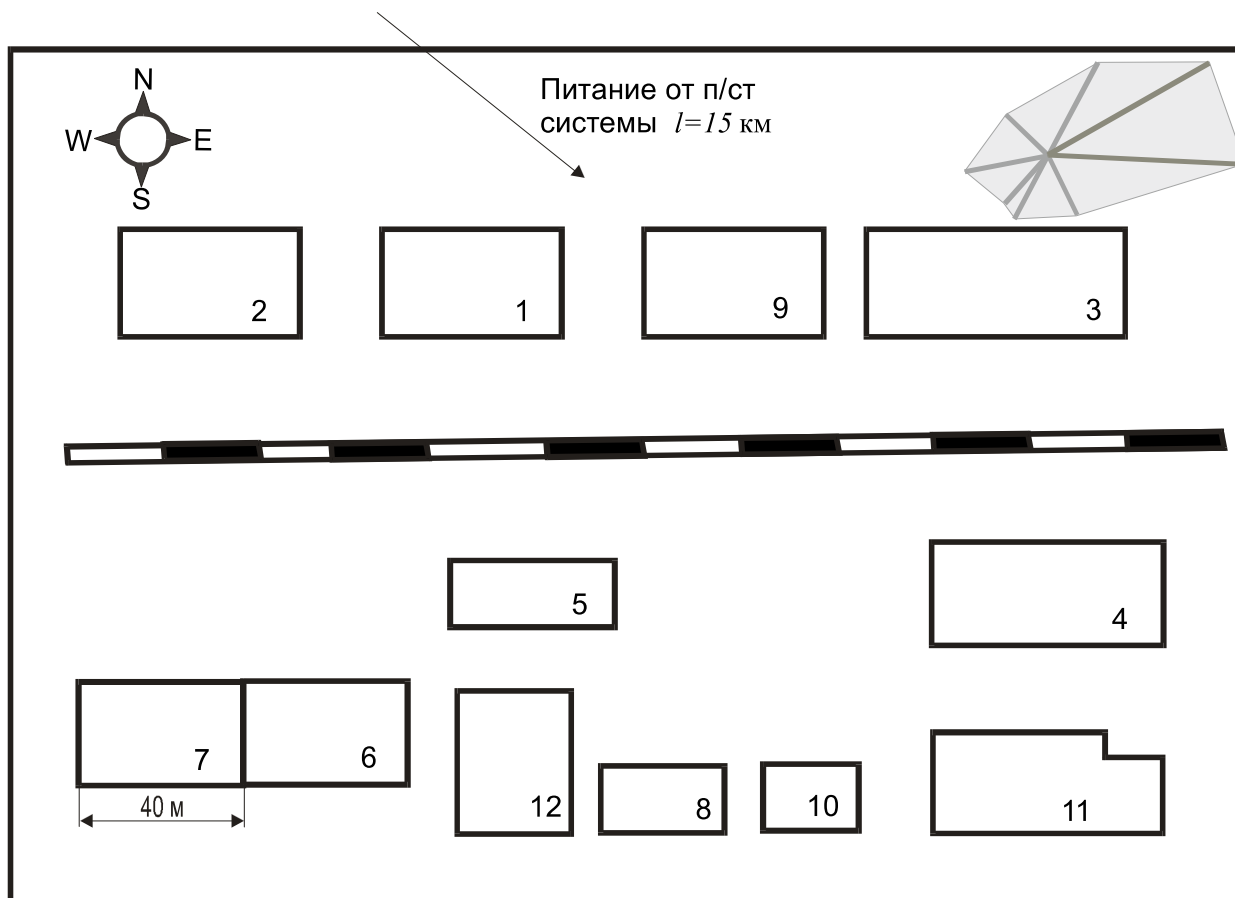
Приложение

ЗАДАНИЕ

Сведения об электрических нагрузках завода

№	Наименование цеха	Число смен	Р, кВт
			7
1	Механический	2	590
2	Термический	2	190
3	Заготовочный	2	210
4	Инструментальный	2	-
5	Кузнечный	2	900
6	Котельная	3	650
7	Электроцех	2	300
8	Экспериментальный	2	280
9	Компрессорная 10 кВ (СД) 0,38 кВ	3	950 40
10	Насосная	3	590
11	Лаборатория	2	170
12	Ремонтно-механический	2	790

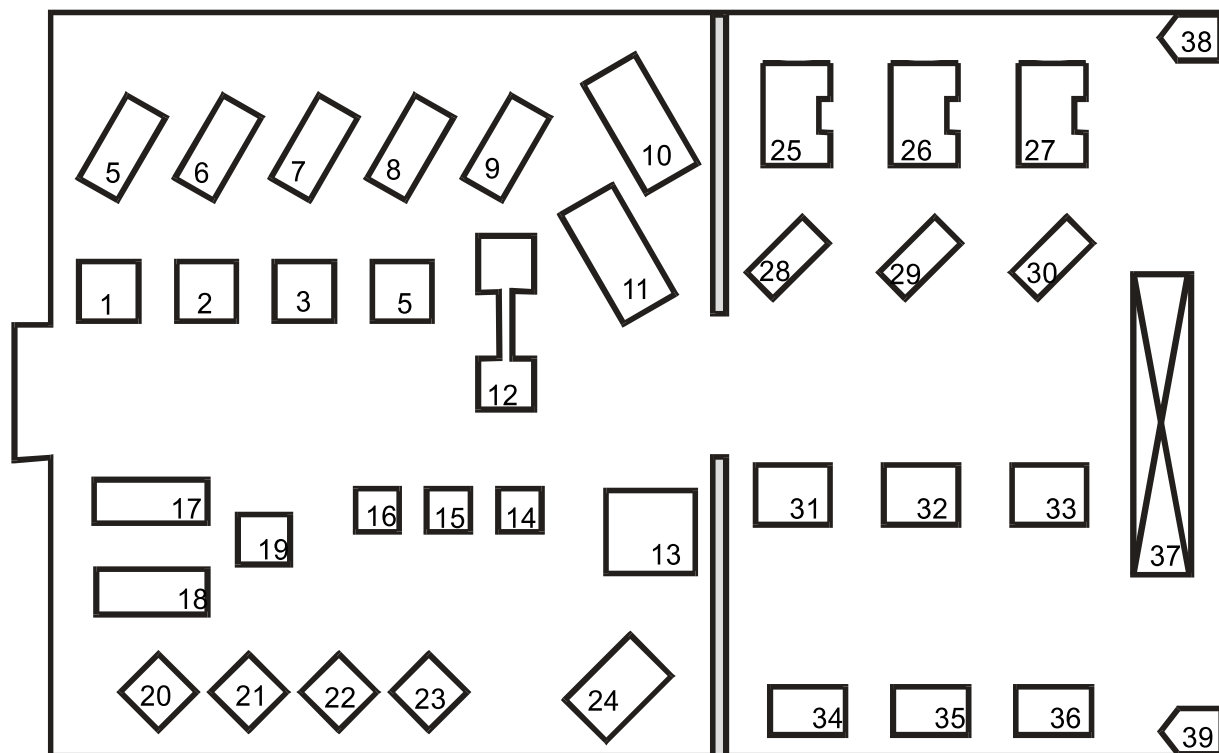
Генплан завода по производству запасных изделий к тракторам



Сведения об электрических нагрузках инструментального цеха

Номер на плане	Наименование электроприемника	Р, кВт
		7
1-4	Электроэрозионный станок	33
5-9	Токарный станок	15
10,11	Горизонтально-фрезерный станок	25
12	Гидравлический пресс	70
13	Токарный станок с ЧПУ	33
14-16	Токарный станок	31
17,18	Вертикально-сверлильный станок	18
19	Долбежный станок	19
20-23	Фрезерный станок	20
24	Механический пресс	55
25-27	Внутришлифовальный станок	20
28-30	Плоскошлифовальный станок	15
31-36	Координатно-расточной станок	16
37	Кран-балка ПВ-40%	35
38,39	Вентилятор	18

План инструментального цеха



РЕФЕРАТ

Записка выпускной квалификационной работы содержит 87 страниц, 29 таблицы, 26 рисунков.

Ключевые слова: деталь, блок, электрооборудование, система электроснабжения, линия, сеть, приемник, нагрузка, оборудование.

Объектом исследования ВКР является электрическая часть «Завод по производству запасных частей к тракторам».

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.

По этому была спроектирована система электроснабжения от системы подстанций, до конечного приемника 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 расчет экономических затрат на сооружение спроектированной схемы, раз- определены условия безопасного труда служащих 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 порталах, кабельные линии – на лотках и в коробах. Схема надежна и проста в эксплуатации .

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

ВВЕДЕНИЕ

Системы электроснабжения промышленных предприятий создаются для обеспечения питания электроэнергией промышленных приёмников электрической энергии, к которым относятся электродвигатели различных машин и механизмов, электрические печи, электролизные установки, аппараты и машины для электрической сварки, осветительные установки и другие промышленные приёмники электроэнергии. Задача электроснабжения промышленных предприятий возникла одновременно с широким внедрением электропривода в качестве движущей силы различных машин и механизмов и строительством электрических станций.

В настоящее время большинство потребителей получают электрическую энергию от энергосистем. В то же время на ряде предприятий продолжается сооружение и собственных ТЭЦ.

По мере развития электропотребления усложняются и системы электроснабжения промышленных предприятий. В них включаются сети высоких напряжений, распределительные сети, а в ряде случаев и сети промышленных ТЭЦ. Возникает необходимость внедрять автоматизацию систем электроснабжения промышленных предприятий и производственных процессов, осуществлять в широких масштабах диспетчеризацию процессов производства с применением телесигнализации и телеуправления и вести активную работу по экономии электрической энергии.

Проектирование систем электроснабжения промышленных предприятий велось в централизованном порядке в ряде проектных организаций. В результате обобщения опыта проектирования возникли типовые решения.

В настоящее время созданы методы расчёта и проектирования цеховых сетей, выбора мощности трансформаторов, методика определения электрических нагрузок, выбора напряжения, сечений проводов и жил кабелей и т.п.

15 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

15.1 Общие сведения

Целью данной работы является составление сметы на проектирование схемы электроснабжения.

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.

15.2 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 14.1).

Таблица 15.1 – План разработки выполнения этапов проекта

№ п/п	Перечень выполненных работ	Исполни- тели	Прод-сть, дн.	СЗП, руб.	ЗП, руб.
1	Ознакомление с производственной документацией. Постановка задачи работникам	Руководитель	3		
		Инженер	3		
2	Расчет электрических нагрузок по цеху	Инженер	5		
3	Расчет электрических нагрузок по предприятию	Инженер	5		
4	Построение картограммы нагрузок и определение ЦЭН	Инженер	1		
5	Выбор трансформаторов цеховых подстанций. Техничко-экономический расчет компенсирующих устройств	Инженер	6		
6	Выбор трансформаторов ГПП. Техничко-экономический расчет схемы внешнего электроснабжения	Руководитель	3		
		Инженер	9		
7	Расчет внутризаводской сети предприятия	Инженер	12		
8	Расчет токов короткого замыкания в сети выше 1000 В.	Инженер	3		
9	Выбор электрооборудования в сети выше 1000 В (выключатели, разъединители, измерительные трансформаторы тока и напряжения.	Инженер	3		
10	Расчет схемы электроснабжения цеха	Руководитель	3		
		Инженер	7		
11	Расчет токов короткого замыкания в сети ниже 1000 В	Инженер	1		
12	Расчет молниезащиты	Инженер	2		
13	Расчет релейной защиты и автоматики	Инженер	4		
14	Расчет эпюры отклонений напряжения	Инженер	3		
15	Составление расчетно-пояснительной записки	Руководитель	5		
		Инженер	24		
16	Чертежные работы	Руководитель	5		
		Инженер	24		
Итого по каждой должности		Руководитель	19	1790,5	34109
		Инженер	112	1236,8	138528
Итого					172638

Затраты на разработку проекта

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

- 1) $I_{\text{мат}}$ – материальные затраты;
- 2) $I_{\text{зп}}$ – заработная плата;
- 3) $I_{\text{со}}$ – отчисления в социальные фонды;
- 4) $I_{\text{ам}}$ – амортизация компьютерной техники;
- 5) $I_{\text{пр}}$ – прочие затраты;
- 6) $I_{\text{накл}}$ – накладные расходы.

1) Расчет зарплаты

а) Месячная зарплата научного руководителя

$$I_{\text{зп}}^{\text{мес}} = (ЗП_0 + Д) \cdot K_1 \cdot K_2 = (22000,0 + 3000,0) \cdot 1,16 \cdot 1,3 = 37700 \text{ руб.}$$

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

$$I_{\text{зп}}^{\phi} = \frac{I_{\text{зп}}^{\text{мес}}}{21} \cdot n \cdot \frac{37700}{21} \cdot 19,0 = 34109 \text{ руб.}$$

где n – количество отработанных дней по факту.

б) Месячная зарплата инженера

$$I_{\text{зп}}^{\text{мес}} = ЗП_0 \cdot K_1 \cdot K_2 = (16500,0 + 2000,0) \cdot 1,3 \cdot 1,08 = 25974 \text{ руб.}$$

Зарплата инженера с учетом фактически отработанных дней

$$I_{\text{зп}}^{\phi} = \frac{I_{\text{зп}}^{\text{мес}}}{21} \cdot n \cdot \frac{25974}{21} \cdot 112,0 = 138528 \text{ руб.}$$

Расчет зарплаты сотрудников сведем в таблицу 15.2.

в) Итого ФЗП сотрудников

$$\text{ФЗП} = 34109 + 138528 = 172638 \text{ руб.}$$

Расчет ФЗП приведен в таблице 14.2.

Таблица 15.2 – Расчет ФЗП.

Должность	ЗП ₀ , руб	Д, руб	K ₁	K ₂	I _{зп} ^{мес} , руб
Руководитель	22000,0	3000,0	1,16	1,3	37700,0
Инженер	16500,0	2000,0	1,08	1,3	25974,0
Итого	38500,0	–	–	–	63674,0

Календарный план проекта и график занятости представлены на рис. 15.1:

2) Материальные затраты

Таблица 15.3 – Затраты на материал

Материалы	Количество	Цена за единицу, руб	И _м , руб
Флеш память	1	500,0	500,0
Упаковка бумаги А4 500 листов	1	330,0	330,0
Канцтовары	–	850,0	850,0
Тонер-картридж для HP Photosmart C4260 (4000с.)	1	2500,0	2500,0
Итого И _{мат} , руб	–	–	4180,0

3) Амортизация основных фондов

Основной объем работы был произведен на персональных компьютерах.

$$И_{ам} = \frac{T_{исп.КТ}}{T_{кал}} * Ц_{КТ} * \frac{1}{T_{сл}} = \frac{116}{365} * 20000 * \frac{1}{5} = 1902 \text{ руб}$$

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 15.4.

Таблица 15.4 – Амортизация основных фондов

Оборудование	Стоимость, руб	Кол-во, шт.	T_z , дней	И _{ам} , руб	$T_{сл}$, лет
Компьютер инженера	20000,0	1	112	1227,4	5
Компьютер руководителя	20000,0	1	19	208,2	5
Принтер	5000,0	1	112	306,8	5
Компьютерный стол инженера	7500,0	1	112	230,1	10
Компьютерный стол руководителя	10000,0	1	19	52,1	10
Стул инженера	2500,0	1	112	76,7	10
Стул руководителя	5000,0	1	19	26,0	10
Итого И _{ам} , руб	-	-	-	2127,4	-

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

$$И_{со} = 0,3 * 172638 = 51791,25 \text{ руб.}$$

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

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

$$= 0,1 \cdot (172638 + 4180,0 + 2127,4 + 51791,25) = 23073,6 \text{ руб.}$$

6) Накладные расходы (затраты на отопление, освещение, обслуживание помещений, административные расходы...)

$$I_{\text{накл}} = 2,0 \cdot \text{ФЗП} = 2,0 \cdot 172638 = 345275,0 \text{ руб.}$$

7) Затраты на разработку проекта (себестоимость)

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

$$= 172638 + 4180,0 + 2127,4 + 51791,25 + 23073,6 + 345275,0 = 599084,8 \text{ руб.}$$

8) Прибыль, полученная от реализации проекта (20% от себестоимости проекта)

$$\Pi = 0,2 \cdot 599084,8 = 119816,9 \text{ руб.}$$

9) Стоимость проекта

$$K_{\text{пр}} = K + \Pi = 599084,8 + 119816,9 = 718901,8 \text{ руб.}$$

Расчет сметы затрат разработку проекта сведем в таблицу 15.5.
Таблица 15.5 – Калькуляция сметной стоимости на выполнение проекта

№ статьи	Наименование статей расхода	Сумма, руб.
1	Материалы $I_{\text{мат}}$	4180
2	Оплата труда $I_{\text{зп}}$	172638,0
3	Социальные отчисления $I_{\text{со}}$	51791,25
4	Амортизация основных фондов $I_{\text{ам}}$	2127,4
5	Прочие расходы $I_{\text{пр}}$	23073,6
6	Накладные расходы $I_{\text{н}}$	345275,0
7	Себестоимость проета K	599084,8
8	Прибыль Π	119816,9
Цена проекта $K_{\text{пр}}$, руб		718901,8

15.3 Выбор варианта электроснабжения завода.

Таблица 15.6 – Структурных решений электроснабжений завода

Индекс параметра	Морфологический признак (параметр)	Вид (способ) исполнения	
		1	2
1	2	3	4
2	Выбор внешнего напряжение питания завода	110кВ	35кВ
3	Выбор провода ВЛ	АС 35/6,2	АС 70/11
4	Выбор трансформатора ГПП	ТМН 4000/35	ТМН 6300/35
5	Выбор напряжение питания завода	10кВ	6кВ
6	Выбор кабеля питания ТП	АСБ 3*70	АСБ 3*50
7	Выбор трансформатора ТП	ТМ 1600/10	ТМ 1000/10
8	Выбор аппарата защиты ПР	ВА74 – 43	ВА74 – 48
9	Выбор кабеля питания ПР	ШМА	АВВГ 4 × 150
10	Выбор аппарата защиты электроприемника	ВА13-29	ВА57-35
11	Выбор кабеля питания электроприемника	Кабель АПВ 4(1х10)	Кабель ВВГ 4 × 4
		Вариант решения	

15.4 Смета затрат на электрооборудование

Таблица 15.7 – 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	ТМН-6300/35	шт.	2	2700,00	560,23	5400	1120,46
	ТМЗ-1600/10	шт.	4	800,0	115,2	5600	806,4
2	ВВУ-35	шт.	2	321,75	58,9	643,5	117,8
	ВВУ-СЭЩ	шт.	8	87,95	21,36	879,5	213,6
	РНД-35/2000У1	шт.	6	105,5	20,98	633	125,88
3	ТШЛ 10	шт.	2	27,8	4,96	55,6	9,92
	ТФЗМ35А	шт.	2	101,1	18,56	202,2	37,12
4	НТМИ-10	шт.	2	40,05	6,12	80,10	12,24
	ЗНОМ-35	шт.	2	33,5	8,19	67	16,38
	ЯОУ 85-01	шт.	1	1,7	0,52	1,7	0,52
6	Автомат ВА74 – 48	шт.	2	43,70	8,74	218,5	43,7
	Автомат ВА53 – 37	шт.	2	2,90	0,58	2,9	0,58
	Автомат ВА51 – 35	шт.	3	2,90	0,58	2,9	0,58
	Автомат ВА51-31	шт.	10	5,40	1,08	248,4	49,68
	Кабель АСБ -3 × 50	км.	0,34	434,7	96,78	139,1	30,97
	Кабель АСБ -3 × 35	км.	0,07	234,7	66,78	106,1	20,62
	Кабель АПВ 4(1× 120)	км.	0,02	437,74	47,95	21,89	2,4
	Кабель АПВ 4(1× 70)	км.	0,05	363,2	39,87	18,16	1,99
	Кабель АПВ 4(1× 50)	км.	0,03	80,51	7,65	36,66	4,1
	Кабель АПВ 4(1× 25)	км.	0,5	67,51	6,85	33,76	3,43
	Кабель АПВ 4(1× 16)	км.	0,11	45,37	4,75	18,15	1,9
	Провод АС 35/6,2	км.	6	108,39	214,5	650,34	1287,0
Итого по цеху, тыс. руб						15663,35	4019,2

Полная стоимость затрат на разработку проекта, оборудование и монтаж,
тыс.руб. :

$$K = K_{\text{пр}} + K_{\text{об}} + K_{\text{монт}} = 718,901 + 15663,35 + 4019,2 = 20401,451 \text{ тыс.руб.}$$

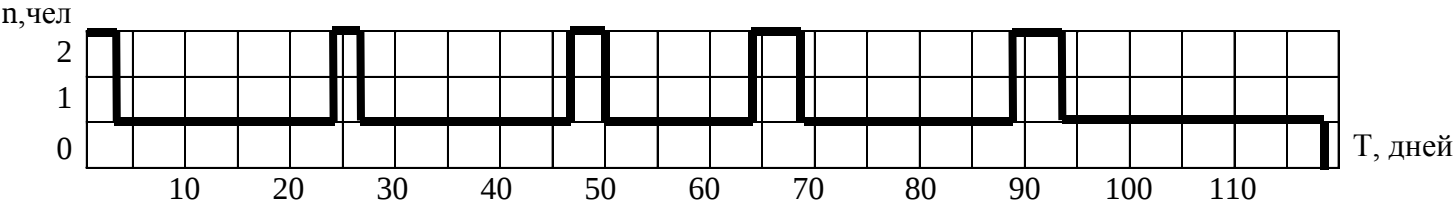
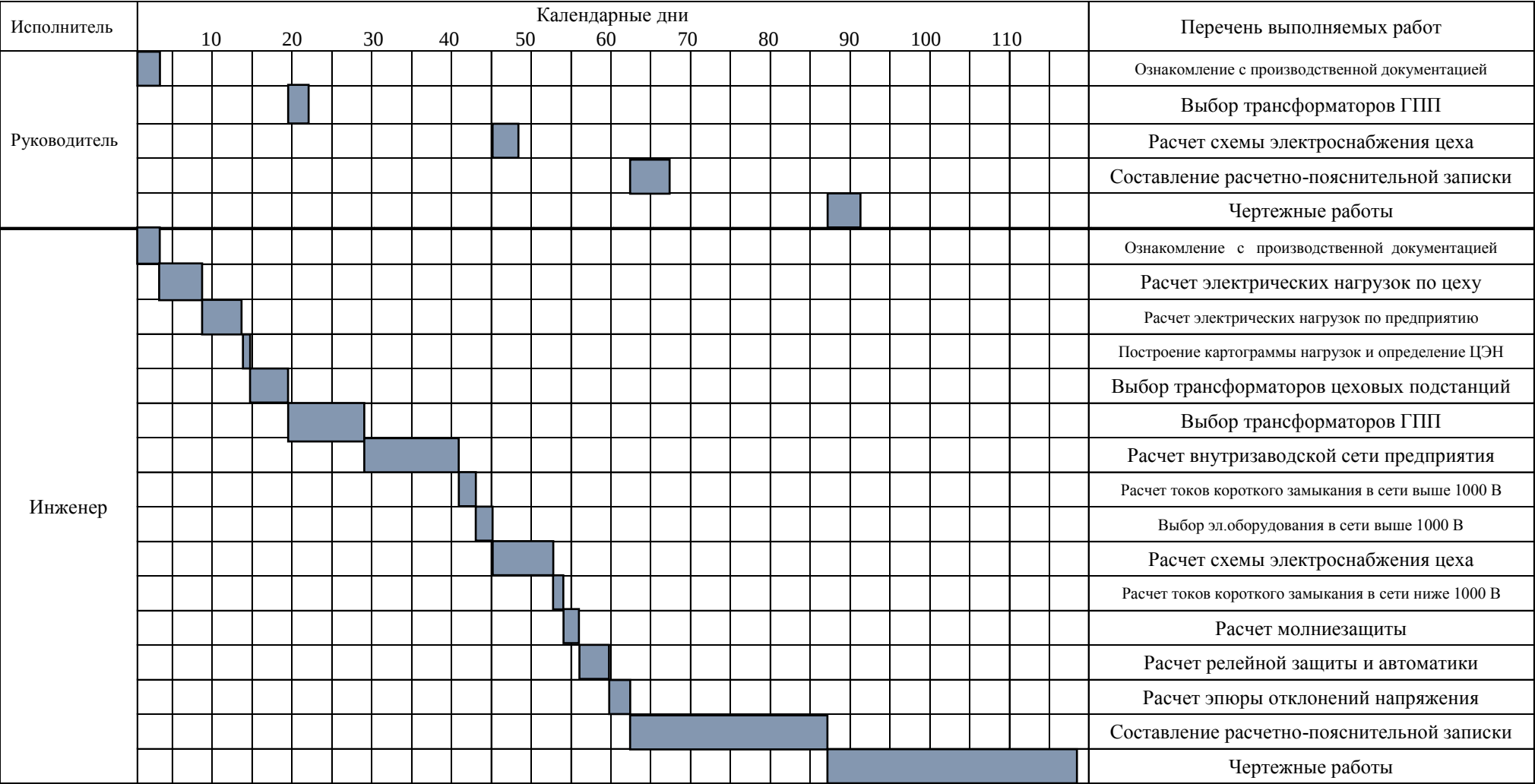


Рисунок 15.1 – Календарный план проекта и график занятости в выполнении проекта