

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



Институт _____ Институт Электронного Образования _____
 Специальность _____ 140211 - Электроснабжение _____
 Кафедра _____ Электроснабжение Промышленных Предприятий _____

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ/РАБОТА

Тема работы

УДК 621.31.031.001.6:622.333.013(574.2)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-9301/06	Петлин Андрей Алексеевич		

Руководитель

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

КОНСУЛЬТАНТЫ:

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.		

По разделу «Молниезащита»

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
И.о.зав.каф.	Завьялов В.М.			

Томск – 2016 г.

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



Институт Электронного обучения

Направление подготовки (специальность) 140211.65/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
3-9301/0.6	Петлин Андрей Алексеевич

Тема работы:

Проектирование системы электроснабжения завода по производству электротермического оборудования, г.Бийск.

Утверждена приказом директора (дата, номер)

ИнЭО от 22.04.2016 г. №3148/с

УДК 621.31.031.001.6:622.333.013(574.2)

Срок сдачи студентом выполненной работы:

июнь 2016 года

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе

(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.).

Получены по материалам преддипломной практики

<p>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).</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Сведения об электрических нагрузках завода 2. Определение расчетной электрической нагрузки инструментального цеха 3. Определение расчетной нагрузки предприятия 4. Картограмма и определение центра электрических нагрузок завода 5. Проектирование системы внешнего электроснабжения 6. Схема внутривзаводского электроснабжения сети 10 кВ 7. Расчет токов короткого замыкания в сети напряжением выше 1000 В 8. Выбор электрооборудования в сетях напряжением 10 кВ 9. Электроснабжение инструментального цеха 10. Расчет токов короткого замыкания в сети 0,4 кВ 11. Построение карты селективности действия аппаратов защиты 12. Построение эпюры отклонения напряжения 13. Экономическая часть 14. Социальная ответственность 15. Молниезащита
<p>Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Генплан предприятия. Распределение электроэнергии 2. Картограмма нагрузок 3. Схема электрическая принципиальная 4. Схема силовой сети инструментального цеха. 5. Электроснабжение инструментального цеха. Однолинейная схема. 6. Эпюра отклонения напряжения. Карта селективности.
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)</p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>Молниезащита ГПП</p>	<p>Профессор, д.ф.-м.н., Кабышев А.В.</p>
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p>Старший преподаватель, Кузьмина Н.Г.</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Доцент, к.т.н., Амелькович Ю.А.</p>

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

Задание выдал руководитель:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-9301/06	Петлин Андрей Алексеевич		

1.Исходные данные.

Общие сведения о предприятии.

Бийский завод по производству электротермического оборудования был организован 20 ноября 1941 года, на базе эвакуированного электротермического оборудования московского завода «Промпечь».

Основным направлением работы предприятия является проектированием и изготовление электротермического оборудования для всех отраслей промышленности .

Основная специализация :

Производство сопротивления для термообработки (закалки, отпуска, отжига).

Химико-термической обработки (цементации, нитро-цементации, азотирования).

Печи для плавки алюминия, нормализации, сушки и лабораторные электропечи.

Завод на своей территории имеет большое количество рабочих площадей , от проектного бюро до складов готовой продукции. Современное оборудование, установленное в цехах завода, позволяет производить уникальную и современную, по своим характеристикам, продукцию.

Основным технологическим процессом является разработка и изготовление электропечи, удовлетворяющие требования заказчика.

Стоит отметить, Бийский завод , не имеет конвейерного производства, тем самым следует, что конечное изделие собирается индивидуально или в ограниченных сериях.

Одним из основных направлений, деятельности предприятия является сталелитейное производство, позволяющее производить детали различных характеристик. Литейный цех специализируется на стальном и чугунном литье, жаропрочных и жаростойких сплавов, марганцовистой стали повышенной твердости.

Изготовленные детали, из чугунных сплавов, проходят ряд процессов обработки, необходимых для первичной и чистовой обработки изделия.

Кузнечный цех, необходимый для закалки и ковки деталей, до необходимой твердости, так же находится на внутризаводской территории. Инструментальный цех со все образными станками таких направлений как: токарного, сверлильного, фрезерного, точильного и других видов. Возможности этого цеха, позволяет обрабатывать заготовки деталей необходимой формы и размеров.

По окончании подготовительных процессов изготовления всех частей изделия, производится сборка печи, в цеху механической сборки. Здесь же монтируются вся система электроснабжения и автоматического управления, необходимые для эксплуатации готового изделия.

Завершающим этапом производства, является наладка и испытание электропечи, непосредственно готовой к эксплуатации. После всех необходимых испытаний и проверок, продукция Бийского завода «Электропечь» готовится к транспортировке непосредственному заказчику.

Таким образом, на территории предприятия организовано слаженное производство электропечей различных габаритов, характеристик и направлений. Разделение технологического процесса, по специфике выполняемых работ, позволяет экономить время и улучшить качество выпускаемой продукции.

Таблица 1.1 – Ведомость электрических нагрузок завода по производству электротермического оборудования, г. Бийск.

№ на ген.плане	Наименование	Суммарная мощность ЭП, кВт
1	2	3
1	Цех товаров народного потребления	
2	Участок нагревателей	
3	Медицинский пункт	
4	Градирня	
5	Склад №1	
6	Склад №2	
7	Склад ГСМ	
8	АЗС	
9	Склад №3	
10	Деревообрабатывающий цех	
11	Ремонтный цех	
12	Гараж	
13	Цех механической сборки	
14	Сталелитейный цех	
15	Инструментальный цех	
16	Котельная	
17	Открытый склад угля	
18	КПП	
19	Заводоуправление	
20	Проходная	
21	Столовая	

Окончание таблицы 1.1.

22	Кузня	
23	Склад №4	
24	Механический участок	
25	Тарный цех	
26	Сушилка	
27	Склад №5	
28	Итого мощность по предприятию	

Таблица 1.2 – Характеристика производственных помещений и категории потребителей по степени надёжности электроснабжения.

№ на ген. плане	Наименование	Характеристика производственной среды	Характеристика потребителей по степени надёжности электроснабжения
1	2	3	4
1	Цех товаров народного потребления	Нормальная	II
2	Участок нагревателей	Жаркая	II
3	Медицинский пункт	Нормальная	III
4	Градирня	Влажная	II
5	Склад №1	Нормальная	III
6	Склад №2	Нормальная	III
7	Склад ГСМ	Пожароопасная	III
8	АЗС	Пожароопасная	III
9	Склад №3	Нормальная	III
10	Деревообрабатывающий цех	Пыльная	II

Окончание таблицы 1.2.

1	2	3	4
11	Ремонтный цех	Нормальная	II
12	Гараж	Нормальная	III
13	Цех механической сборки	Нормальная	III
14	Сталелитейный цех	Жаркая	II
15	Инструментальный цех	Нормальная	II
16	Котельная	Жаркая	II
17	Открытый склад угля	Нормальная	III
18	КПП	Нормальная	III
19	Заводоуправление	Нормальная	III
20	Проходная	Нормальная	III
21	Столовая	Нормальная	III
22	Кузня	Жаркая	II
23	Склад №4	Нормальная	III
24	Механический участок	Нормальная	III
25	Тарный цех	Нормальная	III
26	Сушилка	Жаркая	II
27	Склад №5	Нормальная	III

Генеральный план предприятия представлен на рисунке 1.1.

Рисунок 1.1 – Генеральный план завода по производству электротермического оборудования, г.Бийск.

Исходные данные инструментального цеха.

Таблица 1.3 – Сведения об электрических нагрузках инструментального цеха.

№ П/П	Наименование	Кол-во	Мощность ЭП, кВт	$K_{и}$	$\cos \varphi$
1	Станок заточной	2		0.25	0.7
2	Станок плоско-шлифовальный	2		0.22	0.8
3	Станок кругло-шлифовальный	1		0.7	0.8
4	Станок пило-заточной	1		0.15	0.6
5	Станок универсально-заточной	1		0.12	0.6
6	Станок токарно-винторезный	3		0.75	0.8
7	Установка высокочастотная	2		0.9	0.9
8	Электродпечь	2		0.9	0.95
9	Электродпечь	1		0.9	0.95
10	Станок радиально-сверлильный	1		0.3	0.8
11	Станок вертикально-фрезерный	2		0.65	0.8
12	Станок горизонтально-фрезерный	4		0.6	0.8
13	Станок расточной	1		0.7	0.7
14	Станок шлифовальный	1		0.25	0.6
15	Пресс гидравлический	1		0.1	0.8
16	Станок вертикально-сверлильный	2		0.3	0.9
17	Станок координатно-расточной	1		0.15	0.8
18	Автоматический дисковый отрезной станок	1		0.9	0.7
19	Ножницы гильотинные	1		0.15	0.9
20	Подъёмник	1		0.1	0.9
21	Пост электродуговой сварки	1		0.7	0.9
22	Машина точечной сварки	1		0.1	0.9
23	Плоскошлифовальный станок	1		0.7	0.7
24	Станок шлифовальный	1		0.85	0.8
25	Итого мощность по цеху	35			

Расположение электрооборудования инструментального цеха представлено на рисунке 1.2

Рисунок 1.2 – Расположение электрооборудования в инструментальном цехе.

Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Инв. № подл.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.	Петлин А.А.			
Пров.	Кабышев А.В.			

ДП.ФЮРА.371.0000.011.ПЗ.

2.Определение расчётной нагрузки инструментального цеха.

Лит	Лист	Листов
	13	6
<i>НИТПУ ИнЭО</i>		
<i>гр.3-9301/06</i>		

2. Определение расчётной нагрузки инструментального цеха.

Правильное определение ожидаемых электрических нагрузок – основа рационального решения всего комплекса технологических вопросов при проектировании электроснабжения предприятия.

Расчет силовых нагрузок цеха производим «методом упорядоченных диаграмм», т.е. методом коэффициента спроса и коэффициента максимума. Расчет электрических нагрузок по этому методу производится в следующей последовательности.

Первым шагом метода необходимо разгруппировать электроприёмники, на характерные группы с примерно одинаковыми коэффициентами использования, с выделением групп ЭП с переменным и практически постоянным графиком нагрузки.

Группа А: $K_u \leq 0.6$

Группа Б: $K_u \geq 0.6$

Для правильного выбора сечений линий, коммутационных и защитных аппаратов произведем расчет электрических нагрузок Инструментального цеха.

При расчетах электрических нагрузок будем использовать Таблицу 2.1.

Средняя активная нагрузка за наиболее загруженную смену определяется по формуле:

где $P_{ном}$ – суммарная номинальная активная мощность рабочих электроприёмников;

K_u – коэффициент использования активной мощности;

Для Заточного станка:

Средняя реактивная нагрузка за наиболее загруженную смену определяется по формуле:

, где $tg\varphi$ - принимается по соответствующему значению коэффициента мощности.

Расчетная максимальная мощность для отдельных ШР, определяется как K_m - коэффициент максимума, определяется из 1, таблица 2.1.

Для ШР-1, группа Б:

Реактивная расчётная максимальна мощность определяется из условия:

Для ШР-1, группа Б:

Расчетная нагрузка осветительных приемников цеха определяется по установочной мощности и коэффициенту спроса:

Из таблиц определяем для инструментального цеха:

где $K_{co} = 0,95$ - коэффициенту спроса для производственных зданий состоящих из отдельных крупных пролетов;

$P_{уд.о} = 0,019$, [кВт/м²] – удельная плотность осветительной нагрузки;

$F_{ц} = 710.36$, [м²] – площадь цеха (определяется по генплану).

Полная расчетная нагрузка цеха (с учетом освещения) определяется:

Рассчитанные по приведенным выше формулам данные сведем в таблицу 2.1.

Таблица 2.1 – Ведомость электрических нагрузок инструментального цеха.

№ п/п	Наименование узлов питания и групп электроприёмников	Количество ЭП n	Установленная мощность, приведенная к ПВ=100%		m=Р _{н.макс} / Р _{н.мин.}	Коэффициент использования К _и	Cosφ/tgφ	Средняя нагрузка за максимально загруженную смену		Эффективное число Электроприёмников nэф	Коэффициент максимума К _м	Расчётная нагрузка			Расчётный ток I _p , А
			Одного ЭП (наименьшего, наибольшего) Р _н , кВт	Общая Р _н , кВт				Р _{см} =К _и ·Р _н кВт	Q _{см} =Р _{см} ·tgφ кВтвар			Р _p =К _м ·Р _{см} , кВт	Q _p =Q _{см} при n _э >10 Q _p =1,1·Q _{см} при n _э ≤10 кВтвар	S _p =√(P _p ² +Q _p ²) кВА	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
ШР-1															
	Группа А:														
1	Станок радиально-сверлильный	1	15	15		0.3	0.8/0.75	4.5	3.38			4.5	3.72	5.84	
	Группа Б:														
2	Установка высокочастотная	2	51	102		0.9	0.9/0.48	91.8	44.06						
3	Электропечь	2	47	94		0.9	0.95/0.33	84.6	27.92						
4	Электропечь	1	60	60		0.9	0.95/0.33	54	17.82						
5	Итого по группе Б:	5	47-60	256				230.4	89.8		1	258.05	98.78	276.31	
6	Итого по ШР-1:	6	15-60	271		0.87		234.9	93.18			262.55	102.5	281.85	428.227
ШР-2															
	Группа А:														
7	Станок заточной	2	27	54		0.25	0.7/1.02	13.5	13.77						
8	Станок плоско-шлифовальный	2	21	42		0.22	0.8/0.75	9.24	6.39						
9	Станок пило-заточной	1	17	17		0.15	0.6/1.33	2.55	3.39						
10	Станок универсально-заточной	1	12	12		0.12	0.6/1.33	1.44	1.92						
11	Итого по группе А:	6	12-27	125		0.21		26.73	25.47	6	2.24	59.88	28.02	66.11	

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	Группа Б:														
12	Станок кругло-шлифовальный	1	19	19		0.7	0.8/0.75	13.3	9.98			13.3	10.98	17.63	
13	Итого по ШР-2:	7	12-27	144		0.28		40.03	35.45			73.18	39	82.92	125.99
ШР-3															
	Группа Б:														
14	Станок вертикально-фрезерный	2	30	60		0.65	0.8/0.75	39	29.25						
15	Станок горизонтально-фрезерный	3	22	66		0.6	0.8/0.75	39.6	29.7						
16	Станок расточной	1	60	60		0.7	0.7/1.02	42	42.84						
17	Станок шлифовальный	1	76	76		0.85	0.8	64.6	51.68						
18	Итого по ШР-3	7	22-76	262		0.71		185.2	153.47	5	1.26	233.35	168.82	288.02	437.59
ШР-4															
	Группа А:														
19	Пресс гидравлический	1	35	35		0.1	0.8/0.75	3.5	2.63						
20	Станок вертикально-сверлильный	2	10	20		0.3	0.9/0.48	6	2.88						
21	Итого по группе А:	3	10-35	55		0.17		9.5	5.51			9.5	6.06	11.27	
	Группа Б:														
22	Станок токарно-винторезный	3	27	81		0.75	0.8/0.75	60.75	45.56			60.75	50.12	78.76	
23	Итого ШР-4	6	10-35	136		0.52		70.25	51.07	5	1.57	110.29	55.13	123.3	187.34
ШР-5															
	Группа А:														
24	Ножницы гильотинные	1	20	20		0.15	0.9/0.48	3	1.44						
25	Подъёмник	1	60	60		0.1	0.9/0.48	6	2.88						
26	Итого по группе А:	2	20-60	80				9	4.32			9	4.75	10.18	
	Группа Б:														
27	Пост электродуговой сварки	1	30	30		0.7	0.9/0.48	21	10.08			21	11.09	23.75	
28	Итого по ШР-5	4	20-60	110				30	14.4			30	15.84	33.93	51.54

Окончание таблицы 2.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
ШР-6															
	Группа А														
29	Станок шлифовальный	1	25	25		0.25	0.6/1.33	6.25	8.31						
30	Станок координатно-расточной	1	32	32		0.15	0.8/0.75	4.8	3.6						
31	Машина точечной сварки	1	42	42		0.1	0.9/0.48	4.2	2.02						
32	Итого по группе А	3	25-42	99		0.15		15.25	13.93			15.25	15.32	21.62	
	Группа Б														
33	Станок горизонтально-фрезерный	1	22	22		0.6	0.8/0.75	13.2	9.9						
34	Автоматический дисковый отрезной станок	1	14	14		0.9	0.7/1.02	12.6	12.85						
35	Плоскошлифовальный станок	1	26	26		0.7	0.7/1.02	18.2	18.56						
36	Итого по группе Б:	3	14-26	62				44	41.31			44	45.44	63.25	
37	Итого по ШР-6:	6	14-42	161		0.37		59.25	55.24	5	1.76	59.25	60.76	84.87	128.94
38	Итого по цеху:											738.62	442.05	860.8	1308
39	Освещение цеха											13.5			
40	Итого по цеху с учётом освещения:											752.12	442.05	871.82	1325

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Петлин А.А.		
Пров.		Кабышев А.В.		

ДП.ФЮРА.371.0000.011.ПЗ.

3. Определение расчётной нагрузки предприятия.

Лит	Лист	Листов
	20	7
НИТПУ ИнЭО гр. 3-9301/06		

3. Определение расчётной нагрузки предприятия .

Расчётная полная мощность предприятия определяется по расчётным активным и реактивным нагрузкам цехов с учетом расчётной нагрузки освещения цехов и территории предприятия , потерь мощности предприятия , потерь мощности в трансформаторах цеховых подстанций и ГПП и потерь в высоковольтных линиях.

Расчётная нагрузка силовых приёмников определяется из соотношений:

Где P_n - суммарная установленная мощность всех приёмников цеха.

K_c - коэффициент спроса, принимаемый по справочным данным.

$tg\varphi$ - принимается по соответствующему значению коэффициента мощности.

Для цеха товаров народного потребления :

Таблица 3.1 – Определение расчётных нагрузок по цехам завода по установленной мощности и коэффициенту спроса.

№ по ген. плану	Наименование потребителей	Силовая нагрузка				
		$P_n, \text{кВт}$	K_c	$\cos \varphi / \text{tg } \varphi$	$P_p, \text{кВт}$	$Q_p, \text{кВАр}$
1	2	3	4	5	6	7
Потребители электроэнергии 0.38 кВ						
1	Цех товаров народного потребления	853	0.3	0.7/1.02	255.9	261.02
2	Участок нагревателей	711	0.6	0.8/0.75	426.6	319.9
3	Медпункт	76	0.4	0.2/4.89	30.4	148.9
4	Градирня	247	0.7	0.8/0.75	172.9	129.7
5	Склад №1	15	0.2	0.7/1.02	3	3.1
6	Склад №2	15	0.2	0.7/1.02	3	3.1
7	Склад ГСМ	24	0.3	0.65/1.17	7.2	8.4
8	АЗС	76	0.5	0.8/0.75	38	28.5
9	Склад №3	15	0.25	0.7/1.02	3.8	3.8
10	Деревообрабатывающий цех	124	0.4	0.75/0.88	49.6	43.7
11	Ремонтный цех	760	0.6	0.7/1.02	456	465.2
12	Гараж	56	0.3	0.8/0.75	16.8	12.6
13	Цех механической сборки	232	0.6	0.9/0.48	139.2	67.4
14	Сталелитейный цех	1118	0.6	0.8/0.75	670.8	503.1
15	Инструментальный цех	1008	0.5	0.84/0.65	504	325.6
16	Котельная	64	0.8	0.7/1.02	51.2	52.2
17	Открытый склад угля	32	0.3	0.8/0.75	9.6	7.2
18	КПП	7	0.2	0.7/1.02	1.4	1.4
19	Заводоуправление	83	0.6	0.9/0.48	49.8	24.1
20	Проходная	2	0.2	0.8/0.75	0.4	0.3
21	Столовая	120	0.65	0.8/0.75	78	58.5
22	Кузня	360	0.5	0.9/0.48	180	78.2
23	Склад №4	24	0.2	0.7/1.02	4.8	4.9
24	Механический участок	176	0.5	0.85/0.62	88	54.5
25	Тарный цех	76	0.6	0.9/0.48	45.6	22.1
26	Сушилка	140	0.7	0.9/0.48	98	47.5
27	Склад №5	12	0.2	0.8/0.75	2.4	1.8
	Итого по предприятию:	6426	-	-	3386.4	2685.9

Таблица 3.2 - Определение расчетных осветительных нагрузок по цехам завода.

№ по ген. плану	Наименование потребителя	Осветительная нагрузка					Силовая и осветительная нагрузки		
		F , m^2	$P_{уд.о}$, $Вт / m^2$	$P_{н.о}$, $кВт$	$K_{с.о}$	$P_{р.о}$, $кВт$	$P_p + P_{р.о}$, $кВт$	Q_p , $кВАр$	S_p , $кВА$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Потребители электроэнергии 0.38 кВ									
1	Цех товаров народного потребления	875	11	9.6	0.75	7.2	263.1	261.1	370.7
2	Участок нагревателей	600	12	7.2	0.85	6.1	319.9	319.9	538.2
3	Медпункт	200	20	4	0.8	3.2	33.6	148.9	152.7
4	Градирня	250	12	3	0.95	2.8	175.7	129.7	218.4
5	Склад №1	100	10	1	0.6	0.6	3.6	3.1	4.7
6	Склад №2	525	10	5.3	0.6	3.6	6.2	3.1	6.9
7	Склад ГСМ	150	10	1.5	0.6	0.9	8.1	8.4	11.7
8	АЗС	300	12	3.6	0.85	3.1	41.1	28.5	50
9	Склад №3	625	10	6.3	0.6	3.8	7.5	3.8	8.4
10	Деревообрабатывающий цех	825	15	12.4	1	12.4	62	43.7	75.9
11	Ремонтный цех	1200	15	18	0.85	15.3	471.3	465.2	662.2
12	Гараж	1500	16	24	0.95	22.8	39.6	12.6	41.6
13	Цех механической сборки	3100	18	55.8	0.85	47.4	186.6	67.4	198.4
14	Сталелитейный цех	1950	12	23.4	0.95	22.2	693	503.1	856.4
15	Инструментальный цех	800	15	12	0.95	11.4	515.4	325.6	609.6
16	Котельная	600	14	8.4	0.9	7.6	58.8	52.2	78.6
17	Открытый склад угля	100	12	1.2	0.9	1.1	10.7	7.2	12.9
18	КПП	100	18	1.8	0.95	1.7	3.1	1.4	3.4
19	Заводоуправление	680	16	10.9	0.8	8.7	58.5	24.1	63.3
20	Проходная	150	16	2.4	0.85	2	2.4	0.3	2.5
21	Столовая	300	16	4.8	0.9	4.3	82.3	58.5	101
22	Кузня	450	14	6.3	0.9	5.7	185.7	87.2	205.1
23	Склад №4	675	12	8.1	0.8	6.5	11.3	4.9	12.3
24	Механический участок	500	14	7	0.83	5.8	93.8	54.5	108.5
25	Тарный цех	300	16	4.8	0.85	4.1	49.7	22.1	54.4
26	Сушилка	610	12	7.3	0.9	6.6	104.6	47.5	114.9

Окончание таблицы 3.2

27	Склад №5	500	10	5	0.87	4.4	6.8	1.8	7
	Освещение территории	53200	0.16	8.5	1	8.5			
	Итого по предприятию:					229.3	3494.4	2685.9	4504.1

Определяем полную расчётную нагрузку предприятия в целом :

Так как трансформаторы цеховых подстанций и высоковольтная сеть не выбраны, то приближенно потери мощности в них можно определить из следующих выражений:

Где $K_{p.m}$ - коэффициент равномерности максимумов нагрузки отдельных групп электроприёмников , принимаем 0.95.[1.страница 35]

Полная расчетная мощность :

Потери мощности в трансформаторах ГПП определяется как:

Полная расчётная мощность предприятия со стороны высшего напряжения трансформаторов ГПП определяется как:

Где $Q_{ку}$ - мощность компенсирующих устройств.

Где Q_c - наибольшее значения реактивной мощности, передаваемой из сети энергосистемы в сеть предприятия в режиме наибольших активных нагрузок энергосистемы.

Для предприятий расположенных в Сибири, принимаем $\alpha = 0.24$, если величина напряжения питающей линии – 35 кВ. Для того чтобы знать величину напряжения питающих линий воспользуемся следующими рекомендациями: если расчётная мощность предприятия $S_p^{rпп}$ не превышает 10 МВА, то экономически целесообразно принять $U_n = 35$ кВ, если $S_p^{rпп} = 10 \div 150$ МВА - $U_n = 110$ кВ, $S_p^{rпп} > 150$ МВА - $U_n = 220$ кВ.[1. Страница 35].

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	ДП.ФЮРА.371.0000.011.ПЗ							
					Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата	4. Картограмма нагрузок и определение центра электрических нагрузок.		
					Разраб.	Петлин А.А.						
					Пров.	Кабышев А.В.					33	4
										НИТПУ ИнЭО гр.3-9301/06		

4. Картограмма нагрузок и определение центра электрических нагрузок .

Картограмма нагрузок представляет собой размещение на генплане предприятия площади, ограниченные кругами , которые в определённом масштабе соответствуют расчётным нагрузкам цехов.

Радиусы окружностей для каждого цеха определяется из выражения:

,

Для цеха товаров народного потребления:

,

Где S_{pi} -расчётная полная мощность цеха с учётом освещения, кВА;

m-масштаб для определения площади круга, $кВА / м.м^2$

Место сооружения ГПП выбирается с учётом следующих факторов:

- 1 Наименьшая длина внутризаводских питающих линий;
- 2 Максимальное (по возможности) приближение ГПП к центру электрических нагрузок;
- 3 Согласно ПУЭ (т.7313, стр. 593) ОРУ ГПП необходимо сооружать на расстоянии 60 м от помещений со взрывоопасной средой и на расстоянии 80 м от наружных взрывоопасных установок.

Осветительная нагрузка наносится в виде сектора круга, изображающего нагрузку до 1000 В. Угол сектора определяется по формуле:

Для цеха товаров народного потребления:

Таблица 4.1 – Расчётные данные для построения картограммы нагрузок.

№ цеха по ген. плану	$S_{pi},$ кВА	$P_{p.o},$ кВт	$r,$ мм	$\alpha,$ град	$x_i,$ м	$y_i,$ м	$S_{pi} \cdot x_i,$ кВА · м	$S_{pi} \cdot y_i,$ кВА · м
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Потребители 0.38 кВ								
1	370.7	7.2	15.4	7	20	160	7414	59312
2	538.2	6.1	18.5	4	70	155	37674	83421
3	152.7	3.2	10	8	105	150	16033.5	22905
4	218.4	2.8	12	5	130	150	28392	32760
5	4.7	0.6	2	46	160	180	752	846
6	6.9	3.6	2.1	188	150	130	1035	897
7	11.7	0.9	2.8	28	155	125	1813.5	1462.5
8	50	3.1	5.6	22	250	85	12500	4250
9	8.4	3.8	2.3	163	250	100	2100	840
10	75.9	12.4	7	59	270	130	20493	9867
11	662.2	15.3	20.5	8	20	105	13244	69531
12	41.6	22.8	5.2	197	190	60	7904	2496
13	198.4	47.4	11.2	86	25	70	4960	13888
14	856.4	22.2	23.4	9	90	55	77076	47102
15	609.6	11.4	20	7	135	55	82296	33528
16	78.6	7.6	7.1	35	160	55	12576	4323
17	12.9	1.1	2.9	31	195	45	2515.5	580.5
18	3.4	1.7	1.5	180	270	10	918	34
19	63.3	8.7	6.4	50	25	10	1582.5	633
20	2.5	2	1.3	288	50	10	125	25
21	101	4.3	8	15	65	10	6565	1010
22	205.1	5.7	11.5	10	100	10	20510	2051
23	12.3	6.5	2.8	190	135	10	1660.5	123
24	108.5	5.8	8.3	19	170	10	18445	1085
25	54.4	4.1	6	27	200	10	10880	1085
26	114.9	6.6	8.6	21	235	15	27001.5	1723.5
27	7	4.4	2.1	226	255	15	1785	105

Координаты центра электрических нагрузок завода определяется по формулам:

Рисунок 4.1 – Генплан предприятия с картограммой нагрузок.

Подп. и дата					Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	
Подп. и дата					Инв. № подл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	
Инв. № подл.	Разраб.	Петлин А.А.			ДП.ФЮРА.371.0000.011.ПЗ.			
	Пров.	Кабышев А.В						
					5. Проектирование схемы внешнего электрообеспечения.	Лит	Лист	Листов
							31	8
						НИТПУ ИнЭО гр. 3-9301		

5. Проектирование схемы внешнего электроснабжения

Основные требования к схеме внешнего электроснабжения:

1. Необходимая надёжность электроснабжения;
2. Простота и удобство в эксплуатации;
3. При аварийной ситуации, выхода из строя одной ЛЭП или одного трансформатора, оставшиеся в работе должны принять на себя полностью или частично нагрузку с учётом допустимой перегрузки в послеаварийном режиме;
4. Учитывать перспективу развития предприятия;
5. Обеспечивать возможность проведения ремонтных работ и послеаварийных работ.

В данном разделе дипломной работы рассматриваются варианты схемы внешнего электроснабжения .

5.1 Вариант №1

В качестве первого варианта внешнего электроснабжения рассмотрим питающую воздушную линию напряжением 35 кВ, и ГПП.

На рисунке 5.1 представлена упрощённая схема ГПП.

Рисунок 5.1 – Упрощённая схема ГПП.

Выбор числа трансформаторов ГПП:

Правильный технически и экономически обоснованный выбор числа и мощности трансформаторов для ГПП имеет существенное значение для рационального построения схем электроснабжения.

Выбор мощности трансформаторов ГПП производится по расчётной мощности завода с учётом коэффициента загрузки трансформатора в

нормальном и послеаварийном режиме, а также с учётом перегрузочной способности трансформатора.

При этом при выходе из работы одного трансформатора, оставшийся в работе должен обеспечивать стабильное электроснабжение предприятия на время замены или ремонта неисправного трансформатора с учётом возможного ограничения нагрузки без ущерба для основной деятельности предприятия.

Мощность трансформаторов на ГПП определяется по формуле:

Где $S_{p.гпп}$ - полная расчётная мощность предприятия со стороны высшего напряжения трансформаторов ГПП; β_m - коэффициент загрузки трансформаторов ГПП(принимаем 0.7) ; 2- число трансформаторов на ГПП.

Из стандартного ряда мощностей силовых двухобмоточных трансформаторов принимаем выбираем трансформатор: ТМН 4000/35 [2. страница 159]

Таблица 5.1 – Справочные данные трансформаторов ГПП

Марка	$S_{ном},$ кВА	$U_{вн},$ кВ	$U_{нн},$ кВ	$P_{xx},$ кВт	$P_{кз},$ кВт	$U_k, \%$	$I_{xx}, \%$
ТМН- 4000/35	4000	35	10	5.2	33.5	7.5	0,9

Определяется коэффициент загрузки трансформатора в нормальном режиме:

Произведём проверку. В послеаварийном режиме мощность одного трансформатора, работающего с допустимой перегрузкой должна превышать расчётные мощности потребителей:

Таким образом, в послеаварийном режиме один трансформатор ГПП обеспечит нормальную работу потребителей.

Выбор сечения проводов воздушной ЛЭП.

Воздушные ЛЭП будем выполнять сталеалюминевыми проводами, сечение проводов (F , мм²) определяем по экономической плотности тока:

где: I_p – расчетный ток, А;

$j_{эк} = 1,0$ А/мм² – нормированное значение экономической плотности тока, принимается по справочным данным.

Расчетный ток:

- в нормальном режиме:

- в аварийном режиме:

Принимаем: АС-35/6.2, $I_{доп} = 175$ А

Выбранное сечение проверяем по:

1. условию нагрева расчетным и аварийным током:

$F = 35 \text{ мм}^2$ по условию нагрева расчетным и аварийным током – проходит.

2. По условию механической прочности:

Для $U_n = 35 \text{ кВ}$, $F \geq 25 \text{ мм}^2$

$F = 35 \text{ мм}^2$ по условию механической прочности – проходит.

3. По условию “коронирования” линии 35 кВ не проверяются.

4. По условию потере напряжения:

где: $\ell_{\text{доп}}$ – допустимая длина линии;

$\ell_{\Delta U 1\%} = 1.3 \text{ км}$ – для $U_n = 35 \text{ кВ}$ и $S = 35 \text{ мм}^2$;

$\ell_{\text{фак}} = 3 \text{ км}$ – фактическая длина ЛЭП;

$\Delta U\% = 5\%$ – нормально допустимое отклонение напряжения от номинального;

$F = 35 \text{ мм}^2$ по условию потери напряжения – проходит.

5.2 Вариант 2

В качестве второго варианта схемы внешнего электроснабжения предприятия рассмотрим кабельную линию напряжением 10 кВ, для распределение электроэнергии до цеховых ТП, рассмотрим ЦРП.

На рисунке 5.2 представлена упрощённая схема ЦРП.

Рисунок 5.2 – Упрощённая схема ЦРП

Выбор питающего кабеля:

Расчётный ток в нормальном режиме:

В аварийном режиме:

Принимаем кабель : ПвВнг (3x120) с изоляцией из сшитого полиэтилена.

Способ прокладки в земле. Допустимый ток: $I_{доп} = 280, A$

Проверяем по потере напряжения:

где: $l_{доп}$ – допустимая длина линии;

$l_{\Delta U 1\%} = 0.93$ км – для $U_n = 10$ кВ

$l_{фак} = 3$ км – фактическая длина ЛЭП;

$\Delta U\% = 5\%$ – нормально допустимое отклонение напряжения от номинального;

$$l_{доп} = 9.9 \text{ км} > l_{фак} = 3 \text{ км}$$

Рассчитанное сечение кабеля необходимо проверить на термическую стойкость при КЗ в начале линии.

Условие проверки: $F_{min} \leq F_{реал}$.

Термически стойкое сечение равно:

где $B_k = I_k^2 \cdot t_{пр}$ – тепловой импульс тока КЗ, $A^2 \cdot c$

I_k – действующее значение тока КЗ на данном участке, кА

$t_{пр} = t_{рз} + T_a = 0.5 + 0,0007 = 0.5007$ с - время отключения КЗ;

$t_{рз} = 0.5$ с – время действия основной защиты;

$T_a = 0,0007$ с – аperiodическая составляющая затухания I_k .

C – коэффициент, зависящий от допустимой температуры при КЗ и материала проводника – для кабелей до 10 кВ с алюминиевыми жилами:

По результатам расчетов токов КЗ проводим проверку выбранного сечения кабеля на участке: Система – ЦРП; марка ПвВнг (3х120):

Определяем термически стойкое сечение:

;

$$F_{\min} = 51.18, \text{мм}^2 < F_{\text{реал}} = 120, \text{мм}^2.$$

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Петлин А.А.		
Пров.		Кабышев А.В.		
.				
.				

ДП.ФЮРА.371.0000.011.ПЗ.

6. Технико-экономическое обоснование схемы внешнего электроснабжения.	Лит	Лист	Листов
	38	8	

**НИТПУ ИнЭО
гр.3-9301/06**

6. Технико-экономическое обоснования схемы внешнего электроснабжения.

Смета затрат на оборудования:

Капитальные вложения на электроснабжение – это в первую очередь стоимость основного силового оборудования (трансформаторы, выключатели, кабельные линии и т.д.), стоимость строительных и монтажных работ, а также накладные расходы.

Расчеты по разделу произведены на основе укрупненных показателей стоимости (УПС) элементов электроснабжения, кроме того, была использованы данные интернет-сайтов . В качестве сравнения, представляются два варианта внешнего электроснабжения, С применением ГПП и питающей линией 35 кВ, и с применением ЦРП с питающей линией 10 кВ.

6.1 Вариант 1

В качестве первого варианта рассмотрим ГПП с двумя трансформаторами ТМН-4000/35 и двух-цепной линией 35 кВ.

Рисунок 6.1 – Упрощённая схема ГПП.

Суммарные приведённые затраты на установку линии ЛЭП 35,кВ

Где $E_n = 0.152$, -коэффициент эффективности строительства ЛЭП.

$E_n^{ОРУ} = 0.193$ - коэффициент эффективности для ОРУ.

К- капитальные затраты в строительство 1 километра двух-цепной ЛЭП, 5220 тыс.руб.

И- издержки .

Издержки определяются как:

Где $I_{номЛЭП}$ - потери в линии ЛЭП.

Где n-число линий.

L- длина линии.

$\Delta P_{уд}$ -удельные потери в линии при номинальной нагрузке. 125 кВт/км.

$k_{загр}$ - коэффициент загрузки линии

τ_{max} - время максимальных потерь, 5600 час.

Из исходных данных предприятия знаем, что часов использования максимальной нагрузки: $T_{max} = 6752$, час.

Тогда время максимальных потерь:

$\Delta C_s = 1,32$ руб./кВтч – стоимость 1кВтч электрической энергии;

Определяем годовые потери в линии ЛЭП:

Таблица 6.1 - Капитальные затраты на ОРУ :

№ п/п	Наименования оборудования	Цена 1 шт, тыс.руб	Количество, шт.	Общая цена, тыс. руб
1	Выключатель 35 кВ.	707	3	2121
2	Разъединитель 35 кВ	196.5	6	1179
3	Итого:			3300

Стоимость амортизационных отчислений

,

где $E_{ам} = 2,8\%$ – коэффициент амортизационных отчислений.

Отчисления на обслуживание ЛЭП

,

где $E_{обсл} = 0,4\%$ - коэффициент, учитывающий затраты на обслуживание ЛЭП.

Издержки:

Суммарные приведённые затраты на строительства ЛЭП 35, кВ.

Суммарные приведенные затраты на установку силового оборудования определяются из выражения

где $K_{\text{тр}}=4850$ тыс.руб – капитальные затраты на установку трансформаторов.

Стоимость потерь электрической энергии в трансформаторе

Для двух однотипных работающих трансформаторов:

где $\Delta P_{\text{кз}} = 33.5, \text{кВт}$, $\Delta P_{\text{хх}} = 5.2, \text{кВт}$;

$k_{\text{загр}} = 0.51$ – коэффициент загрузки трансформатора;

$T_{\text{вкл}} = 8760\text{ч}$ – число часов работы трансформатора в течение года.

Стоимость амортизационных отчислений

,

где $E_{\text{ам}} = 9,4\%$ – коэффициент амортизационных отчислений.

Отчисления на обслуживание трансформаторов

где $E_{\text{обсл}} = 3\%$ - коэффициент, учитывающий затраты на обслуживание трансформаторов.

Суммарные приведенные затраты на установку силового оборудования

Определение суммарных приведённых затрат на установку ЛЭП и трансформаторов по варианту №1.

Таблица 6.2 – Приведённые затраты вариант №1

№ П/П	Вид затрат	Цена,
-------	------------	-------

		тыс. руб.
1	Стоимость строительства ЛЭП 35,кВ	1883
2	Стоимость трансформаторов	1786
3	Итого	3669

Цены на капиталовложения в линии, оборудования ОРУ, трансформаторов, были приведены из : Сборник укрепнённых показателей стоимости строительства (реконструкции) подстанций и линий электропередач для нужд ОАО «Холдинг МРСК». 2014 г.

6.2 Вариант 2

В качестве второго варианта, питания внешнего электроснабжения , рассмотрим схему ЦРП с питающей кабельной линией 10кВ.

Упрощённая схема ЦРП, представлена на рисунке 6.2

Рисунок 6.2 – Упрощённая схема ЦРП.

Суммарные приведённые затраты на установку кабельной линии 10,кВ.

Где $E_n = 0.133$, -коэффициент эффективности строительства дуг-цепной кабельной 10 кВ .

$E_n^{ЗРУ} = 0.164$ - коэффициент эффективности для ЗРУ.

К- капитальные затраты в строительство 1 километра , 4350 тыс.руб.

И- издержки .

Где $I_{номКЛ}$ - потери в линии ЛЭП.

Где n-число линий.

L- длина линии.

$\Delta P_{уд}$ -удельные потери в линии при номинальной нагрузке. 98 кВт/км.

$K_{загр}$ - коэффициент загрузки линии

τ_{max} - время максимальных потерь, 5595 час.

$\Delta C_e = 1,32$ руб./кВтч – стоимость 1кВт/ч электрической энергии;

$K_{КЛ} = 5909, тыс.руб$ - Капитальные вложения на строительство 1 километра двух-цепной кабельной линии 10, кВ.

Таблица 6.3 - Капитальные затраты на ЗРУ :

№ п/п	Наименования оборудования	Цена 1 шт, тыс.руб	Количество, шт.	Общая цена, тыс. руб
1	Выключатель 35 кВ.	607	3	1821

Стоимость амортизационных отчислений

,

где $E_{ам} = 2,8\%$ – коэффициент амортизационных отчислений.

Отчисления на обслуживание кабельной линии

,

где $E_{обсл} = 0,4\%$ - коэффициент, учитывающий затраты на обслуживание ЛЭП.

Издержки:

Таблица 6.4 – Приведённые затраты вариант №2

№ П/П	Вид затрат	Цена, тыс. руб.
1	Стоимость строительство КЛ	3054
2	Итого	3054

По результатам технико-экономического сравнения выбора силового эл. оборудования двух классов напряжений делаем вывод, что экономически обоснованным является решение об установке схемы ЦРП с кабельной линией 10 кВ и ЗРУ отходящих линий.

Инва. № подл.	Подп. и дата	Инва. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Петлин А.А.		
Пров.		Кабышев А.В.		

ДП.ФЮРА.371.0000.011.ПЗ			
7. Внутривзаводское электрообеспечение	Лит	Лист	Листов
		46	6
	НИТПУ ИнЭО ар.3-9301/06		

7. Внутри заводское электроснабжение

Выбор числа и мощности трансформаторов цеховых подстанций.

При установке на крупных промышленных предприятиях группы цеховых трансформаторов их номинальная мощность определяется плотностью нагрузки и выбирается, как правило, одинаковой для всей группы. Удельная плотность нагрузки определяется по формуле:

Где $F_{цехов}$ - площадь всех цехов, $м^2$

Принимаем номинальную мощность трансформаторов цеховых ТП равной $S_{н\ tr} = 1000$ кВА. Так как территория предприятия имеет большое количество снабжаемых объектов малой мощности, и установка трансформаторов рекомендованной мощности и их количество приведёт к большим потерям на стороне низкого напряжения, из-за длинной протяжённости кабельных линий. Минимальное число трансформаторов цеховых ТП:

β_T – коэффициент загрузки трансформаторов, в нормальном режиме принимается 0,7.

Принимаем $N = 6$

Таблица 7.1 – Справочные данные цеховых трансформаторов

Марка	$S_{ном}$, кВА	$U_{вн}$, кВ	$U_{нн}$, кВ	P_{xx} , кВт	$P_{кз}$, кВт	U_k , %	I_{xx} , %
ТМН-1000/10	1000	10	0.4	2	11.6	6.5	1.4

Распределения трансформаторов по цехам завода

Определяем активную нагрузку на один трансформатор:

Определяем число трансформаторов по цехам завода:

Полученные результаты сводим в таблицу 7.2.

Таблица 7.2 – Число трансформаторов по цехам завода

№ Цеха по ген. плану	Наименование цеха	$P_p + P_{p.o}$, кВт	Кол-во р-ров N, шт
1	2	3	4
1	Цех товаров народного потребления		0.45
2	Участок нагревателей		0.55
3	Медпункт		0.06
4	Градирня		0.3
5	Склад №1		0.006
6	Склад №2		0.01
7	Склад ГСМ		0.01
8	АЗС		0.071
9	Склад №3		0.01
10	Деревообрабатывающий цех		0.11
11	Ремонтный цех		0.81
12	Гараж		0.07
13	Цех механической сборки		0.32
14	Сталелитейный цех		1.2
15	Инструментальный цех		0.9
16	Котельная		0.1
17	Открытый склад угля		0.02
18	КПП		0.005
19	Заводоуправление		0.1

Окончание таблицы 7.2

20	Проходная		0.004
21	Столовая		0.14
22	Кузня		0.32
23	Склад №4		0.02
24	Механический участок		0.16
25	Тарный цех		0.09
26	Сушилка		0.18
27	Склад №5		0.01

Рисунок 7.1 – Генплан предприятия с расположением цеховых ТП.

Рисунок 7.2 – Схема внутризаводского электроснабжения.

На ЦРП 10 кВ принята одинарная система шин, секционированная масляным выключателем с устройством АВР, комплектное оборудование установлено в закрытом помещении (ЗРУ), которое выполнено по типу комплектного распределительного устройства.

Распределительная сеть по территории завода выполняется трёхжильными бронированными кабелями с алюминиевыми жилами с бумажной изоляцией, с прокладкой в траншеях (коэффициент прокладки – $K_{пр} = 0,9$, так как в каждой траншее находится по два кабеля).

Сечения кабельных линий будем выбирать по экономической плотности тока. Расчетный ток определяем на одну линию:

Экономически целесообразное сечение F , определяется из выражения:

Где $J_{эк}$ - нормированные значения экономической плотности тока ,

Для питания трансформаторов цеховых ТП, принимаем кабель АСБ 3х50.

Принимаем :

$$F = 50, \text{ мм}^2$$

$$I_{дон} = 140, \text{ А}$$

С учётом коэффициента прокладки:

Проверяем:

$$163.8 \geq 75$$

Выбранное сечение подтверждает результаты проверки. Для питания цеховых трансформаторов, принимаем кабель АСБ(3х50).

Таблица 7.3- Выбор сечения кабельных линий 10 кВ

№ Кабельной Линии	Назначение линии	Количество линий	Расчётная нагрузка на один кабель		Длина линии L, км	Способ прокладки.	Марка и сечения кабеля, F, мм ²	Допустимая нагрузка на один кабель.		
			$I_p, \text{ А}$	$I_{авар}, \text{ А}$				$I_{дон}, \text{ А}$	$K_{пр} \cdot I_{до}$	$1.3 \cdot I_{авар}, \text{ А}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

КЛ-1	ЦРП-ТП-1	2	57.7	75	0.025	В земле	АСБ(3x50)	140	126	163.8
КЛ-2	ЦРП-ТП-2	2	57.7	75	0.06	В земле	АСБ(3x50)	140	126	163.8
КЛ-3	ЦРП-ТП-3	2	57.7	75	0.16	В земле	АСБ(3x50)	140	126	163.8

Инв. № подл.	Подп. и дата
	Взам. инв. №
Инв. № дубл.	Подп. и дата
	Взам. инв. №
Инв. № подл.	Подп. и дата
	Взам. инв. №

					ДП.ФЮРА.371.0000.011.ПЗ			
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата				
Разраб.	Петлин А.А.				8. Расчёт токов короткого замыкания в сети выше 1000 В.	Лит	Лист	Листов
Пров.	Кабышев А.В.						51	7
						НИТПУ ИнЭО Гр.3-9301/06		

8. Расчёт токов короткого замыкания в сети выше 1000В.

Расчет токов короткого замыкания как во время проектирования системы и элементов электроснабжения, так и при анализе работы системы преследует две цели:

1. Определение максимально возможных токов КЗ для проверки проводников и аппаратов на термическую и электродинамическую стойкость во время КЗ, а так же выбор средств по ограничению токов КЗ или времени их действия.

2. Определение минимально возможных токов КЗ для проверки чувствительности релейной защиты.

Расчет токов КЗ производится исходя из следующих положений: все источники, участвующие в питании рассматриваемой точки КЗ, включены параллельно и работают с номинальной нагрузкой; синхронные машины имеют устройства АРН и устройства быстродействующей форсировки возбуждения; ЭДС всех источников питания совпадают по фазе; расчетное напряжение каждой ступени принимается на 5% выше номинального напряжения сети; учитывается влияние на токи КЗ присоединенных к данной сети синхронных и асинхронных электродвигателей, синхронных компенсаторов. Влияние АД не учитывается: при единичной мощности АД до 100 кВт, если при любой мощности АД отделены от места КЗ двумя или более ступенями трансформации, если ток от АД может поступать к месту КЗ через те же элементы, через которые проходит основной ток КЗ от сети, и если сопротивление этих элементов (линий, трансформаторов и т. п.) велико.

При расчете токов КЗ в сетях выше 1000 В учитывается индуктивное сопротивление элементов сети: ЭД, трансформаторов, реакторов, воздушных и кабельных линий, токопроводов. Активное сопротивление учитывается для воздушных ЛЭП с малым сечением проводов и стальными проводами, а так же для кабельных линий большой протяженности с малым сечением жил.

Все электрические аппараты и токоведущие части электроустановок должны быть выбраны таким образом, чтобы исключить их разрушение при прохождении по ним наибольших из возможных токов КЗ, в связи, с чем возникает необходимость расчета этих величин.

Рисунок 8.1 – Расчётная схема токов КЗ в сети выше 1000 В.

Рисунок 8.2- Схема замещения токов КЗ в сети выше 1000 В.

Расчет токов КЗ ведем в относительных единицах. Для этого все расчетные данные приводятся к базисному напряжению и базисной мощности.

Для расчетов токов КЗ составляют расчетную схему системы электроснабжения и на ее основе схему замещения. Расчетная схема представляет собой упрощенную однолинейную схему, на которой указывают все элементы системы электроснабжения и их параметры, влияющие на ток КЗ. Здесь же указывают точки, в которых необходимо определить ток КЗ.

Расчёт токов КЗ ведём на участке Система-ЦРП-КЛ-ТП-3.

Примем что система бесконечной мощности, следовательно, сопротивления системы равно нулю.

Принимаем базисное напряжение:

$$U_{\sigma} = 10.5, \text{кВ}$$

Принимаем базисную мощность: $S_{\sigma} = 100, \text{МВА}$

Находим базисные токи:

Определяем сопротивления элементов:

Для кабельной линии КЛ1:

Индуктивное сопротивление:

,

Где, $X_0 = 0.0735$, Ом/км, удельное индуктивное сопротивление кабеля марки ПвВнг.

$L=3$, км, длина воздушной линии.

Активное сопротивление:

Где, $r_0 = 0.325$, Ом/км, удельное активное сопротивление кабеля марки ПвВнг.

Полное приведённое сопротивление:

Для кабельной линии КЛ2:

Индуктивное сопротивление:

где $X_0 = 0,09$ Ом/км – удельное индуктивное сопротивление кабеля марки АСБ-(3x50)

$L=0.16$, км

Активное сопротивление:

Где, $r_0 = 0.59$, Ом/км, удельное активное сопротивление кабеля марки АСБ-(3x50).

Полное приведённое сопротивление:

Действующее значение тока КЗ в рассматриваемой точке:

где X_{Σ} – полное приведенное сопротивление от источника до точки КЗ.

Величина ударного тока определяется согласно формуле:

-где K_y – ударный коэффициент, зависящий от постоянной времени T_a , апериодической составляющей времени тока КЗ определяется по кривой зависимости $k_{уд} = f(T_a)$.

По величине $I_k = I_{\infty}$ проверяют электрические аппараты и токоведущие части; по величине i_y проверяются аппараты на динамическую стойкость.

Для точки К1:

Суммарное сопротивление до точки К1:

Действующее значение тока КЗ в точке К1:

Ударный ток КЗ в точке 1:

Где $K_y = 1$, ударный коэффициент [3. Страница 117]

Для точки К2:

Суммарное сопротивление до точки К2:

Действующее значение тока КЗ в точке К2:

Ударный ток КЗ в точке 2:

Таблица 8.1 - Результаты расчётов токов КЗ

Точка КЗ	Z_{Σ}	$I_K, \text{кА}$	K_y	$I_y, \text{кА}$
К1	0.9	6.11	1	8.64
К2	0.986	5.58	1	7.9

Рассчитанное сечение кабеля необходимо проверить на термическую стойкость при КЗ в начале линии.

Условие проверки: $F_{\min} \leq F_{\text{реал}}$.

Термически стойкое сечение равно:

где $B_k = I_k^2 \cdot t_{пр}$ – тепловой импульс тока КЗ, $A^2 \cdot c$

I_k – действующее значение тока КЗ на данном участке, кА

$t_{пр} = t_{рз} + T_a = 0.5 + 0,0007 = 0.5007$ с - время отключения КЗ;

$t_{рз} = 0.5$ с – время действия основной защиты;

$T_a = 0,0007$ с – аperiodическая составляющая затухания I_k .

C – коэффициент, зависящий от допустимой температуры при КЗ и материала проводника – для кабелей до 10 кВ с алюминиевыми жилами:

По результатам расчетов токов КЗ проводим проверку выбранного сечения кабеля на участке: Система – ЦРП; марка ПвВнг (3x120):

Определяем термически стойкое сечение:

;

$$F_{\min} = 51.18, \text{мм}^2 < F_{\text{реал}} = 120, \text{мм}^2.$$

Выбранное сечение по термической стойкости проходит.

На участке: ЦРП-ТПЗ. Марка АСБ (3x50)

Определяем термически стойкое сечение:

;

$$F_{\min} = 46.74, \text{мм}^2 < F_{\text{реал}} = 50, \text{мм}^2.$$

Выбранное сечение по термической стойкости проходит.

Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Инв. № подл.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.	Петлин А.А.			
Пров.	Кабышев А.В.			

ДП.ФЮРА.371.0000.011.ПЗ			
9. Выбор оборудования в сети выше 1000 В.	Лит	Лист	Листов
		58	4
НИТПУ ИнЭО ар. 3-9301/06			

9. Выбор оборудования в сети выше 1000 В.

Выбор высоковольтных выключателей.

Выбор высоковольтных выключателей производится по:

1. Напряжению электроустановки:

$$U_{\text{ном}} > U_{\text{уст}};$$

где $U_{\text{ном}}$ – номинальное напряжение выключателя, кВ

$U_{\text{уст}}$ – номинальное (установившееся) напряжение системы, кВ.

2. Длительному току:

$$I_{\text{ном}} > I_{\text{р.м}} > I_{\text{мах}};$$

где $I_{\text{ном}}$ – номинальный ток при номинальном напряжении, А

$I_{\text{р.м}}$ – наибольший расчетный ток максимального режима, А

$I_{\text{мах}}$ – наибольший ток послеаварийного режима, А.

3. Электродинамической стойкости при токах КЗ:

$$I_{\text{м.дин}} > i_{\text{уд}} \text{ и } I_{\text{дин}} > I_{\text{п.о}};$$

где $I_{\text{дин}}$ – действующее значение периодической составляющей тока КЗ, кА;

$I_{\text{м.дин}}$ – амплитудное значение полного тока.

4. Отключающей способности:

$$I_{\text{н.о}} > I_{\text{п.т}};$$

где $I_{\text{н.о}}$ – ток отключения выключателя, А

5. Термической стойкости:

$$I_{\text{терм.}}^2 \cdot t_{\text{терм}} > B_{\text{к}};$$

где $I_{\text{терм.}}^2$ – допустимый ток термической стойкости выключателя

$t_{\text{терм}}$ – время протекания тока термической стойкости, с.

Вводные и секционные выключатели:

Проверку на действие токов КЗ проводим для точки К1.

Выбор выключателей приведем в таблице :

Таблица 9.1 – Выбор выключателей .

Расчётные данные	Каталожные данные
	Выключатель : LW3-12
$U_{уст} = 10 \text{ кВ}$	$U_{ном} = 10 \text{ кВ}$
$I_p = 263.7 \text{ А}$	$I_{ном} = 630 \text{ А}$
$I_k = 6.11 \text{ кА}$	$I_{н.откл} = 16 \text{ кА}$
$i_{вд} = 8.64 \text{ кА}$	$i_{дин} = 20 \text{ кА}$
$W_k = 18.9 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$	$I_{терм.}^2 \cdot t_{терм} = 102.4 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$

Данные выключателя с сайта www.forca.ru

LW3- ВГБ-10 – выключатель элегазовый предназначен для коммутации электрических цепей при нормальных и аварийных режимах, а также для работы в стандартных циклах при АПВ в сетях трехфазного переменного тока частотой 50 и 60 Гц с номинальным напряжением 10 кВ.

Выбор выключателей отходящих линий 10 кВ

Проверку на действие токов КЗ проводим для точки К1.

Выбор выключателей произведем с помощью таблицы

Таблица 9.2 – Выбор выключателей отходящих линий 10 кВ

Расчётные данные	Каталожные данные
	Выключатели : ВПМ-10-20/400 У3
$U_{уст} = 10 \text{ кВ}$	$U_{ном} = 10 \text{ кВ}$
$I_p = 263.7 \text{ А}$	$I_{ном} = 400 \text{ А}$
$I_k = 6.11 \text{ кА}$	$I_{н.откл} = 12 \text{ кА}$
$i_{вд} = 8.64 \text{ кА}$	$i_{дин} = 20 \text{ кА}$
$W_k = 18.9 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$	$I_{терм.}^2 \cdot t_{терм} = 57.4 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$

Данные выключателя с сайта www.forca.ru

ВПМ-10-20/400 У3 – выключатель масляный предназначен для коммутации электрических цепей при нормальных и аварийных режимах, в сетях трехфазного переменного тока частотой 50 и 60 Гц с номинальным напряжением 10 кВ.

Выбор трансформатора тока 10 кВ.

Трансформаторы тока выбираются по:

1. Номинальному напряжению.
2. Номинальному первичному и вторичному току.

3. Роду установки.
4. Классу точности.
5. Вторичной нагрузке.

Трансформаторы тока на вводах устанавливаются на всех фазах, а на отходящих линиях – фазах А и С.

Таблица 9.3 - Выбор трансформаторов тока вводных ячеек

Расчётные данные	Каталожные данные
$U = 10 \text{ кВ}$	$U = 10 \text{ кВ}$
$I_{\text{раб}} = 263.7 \text{ А}$	$I_{\text{ном}} = 300 \text{ А}$
$I_{\text{уд}} = 8.64 \text{ кА}$	$I_{\text{уд}} = 81 \text{ кА}$
$B_{\text{к}} = 18.9 \text{ кА}^2 \times \text{с}$	$I_{\text{тер}}^2 \times t_{\text{тер}} = 992.25 \text{ кА}^2 \times \text{с}$

Принимаем трансформатор тока типа: ТПОЛ-К-10 У2, коэффициент трансформатора 300/5.

Данные трансформатора приняты с каталожных данных компании производителя ООО «Фирма КРЭС». Интернет сайт: www.kers.su

Таблица 9.4 – Выбор трансформаторов тока отходящих линий 10 кВ.

Расчётные данные	Каталожные данные
$U = 10 \text{ кВ}$	$U = 10 \text{ кВ}$
$I_{\text{раб}} = 75 \text{ А}$	$I_{\text{ном}} = 100 \text{ А}$
$I_{\text{уд}} = 7.9 \text{ кА}$	$I_{\text{уд}} = 26 \text{ кА}$
$B_{\text{к}} = 15.59 \text{ кА}^2 \times \text{с}$	$I_{\text{тер}}^2 \times t_{\text{тер}} = 100 \text{ кА}^2 \times \text{с}$

Принимаем трансформатор тока типа: ТПОЛ-К-10 У2, коэффициент трансформатора 100/5.

Данные трансформатора приняты с каталожных данных компании производителя ООО «Фирма КРЭС». Интернет сайт: www.kers.su

Выбор трансформаторов напряжения

Трансформаторы напряжения выбираются по:

1. Номинальному напряжению;
2. Номинальной мощности;
3. Классу точности;
4. Конструкции и исполнению.

На каждой секции шин ЦРП устанавливается трёхфазная анти резонансная группа трансформаторов 3х ЗНОЛП -К-10 У2.

Номинальное напряжение обмоток ВН-10000/ $\sqrt{3}$ В. НН-100/ $\sqrt{3}$ В, номинальное напряжение дополнительной вторичной обмотки НН- 100/3, $S_{\text{ном}}$, В классе точности 1-150 ВА

Для внутренней установки в ячейках ЗРУ – 10 кВ выбираем аналогичные трансформаторы напряжения.

Данные трансформатора приняты с каталожных данных компании производителя ООО «Фирма КРЭС». Интернет сайт: www.kers.su

Инва. № подл.	Подп. и дата	Инва. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Петлин А.А.		
Пров.		Кабышев А.В.		

ДП.ФЮРА.371.0000.011.ПЗ

10.Расчёт электроснабжения инструментального цеха.		Лит	Лист	Листов
			63	13
НИТПУ ИнЭО Гр.3-9301/06				

10. Расчёт электроснабжения инструментального цеха.

Исходные данные:

Рисунок 10.1 – расположение электроприёмников инструментального цеха.

Таблица 10.1 – Сведения об электрических нагрузках инструментального цеха

№ П/П	Наименование	Кол-во	Мощность ЭП, кВт	K_n	$\cos \varphi$
1	Станок заточной	2	27	0.25	0.7
2	Станок плоско-шлифовальный	2	21	0.22	0.8
3	Станок кругло-шлифовальный	1	19	0.7	0.8
4	Станок пило-заточной	1	17	0.15	0.6
5	Станок универсально-заточной	1	12	0.12	0.6
6	Станок токарно-винторезный	3	27	0.75	0.8
7	Установка высокочастотная	2	51	0.9	0.9
8	Электродпечь	2	47	0.9	0.95
9	Электродпечь	1	60	0.9	0.95
10	Станок радиально-сверлильный	1	15	0.3	0.8
11	Станок вертикально-фрезерный	2	30	0.65	0.8
12	Станок горизонтально-фрезерный	4	22	0.6	0.8
13	Станок расточной	1	60	0.7	0.7
14	Станок шлифовальный	1	25	0.25	0.6
15	Пресс гидравлический	1	35	0.1	0.8
16	Станок вертикально-сверлильный	2	10	0.3	0.9
17	Станок координатно-расточной	1	32	0.15	0.8
18	Автоматический дисковый отрезной станок	1	14	0.9	0.7

Окончание таблицы 10.1

1	2	3	4	5	6
19	Ножницы гильотинные	1	20	0.15	0.9
20	Подъёмник	1	60	0.1	0.9
21	Пост электродуговой сварки	1	30	0.7	0.9
22	Машина точечной сварки	1	42	0.1	0.9
23	Плоскошлифовальный станок	1	26	0.7	0.7
24	Станок шлифовальный	1	76	0.85	0.8
25	Итого мощность по цеху	35	1084		

Расчёт нагрузок

Правильное определение ожидаемых электрических нагрузок – основа рационального решения всего комплекса технологических вопросов при проектировании электроснабжения предприятия.

Расчет силовых нагрузок цеха производим «методом упорядоченных диаграмм», т.е. методом коэффициента спроса и коэффициента максимума. Расчет электрических нагрузок по этому методу производится в следующей последовательности.

Первым шагом метода необходимо разгруппировать электроприёмники, на характерные группы с примерно одинаковыми коэффициентами использования, с выделением групп ЭП с переменным и практически постоянным графиком нагрузки.

Группа А: $K_u \leq 0.6$

Группа Б: $K_u \geq 0.6$

Для правильного выбора сечений линий, коммутационных и защитных аппаратов произведем расчет электрических нагрузок Инструментального цеха.

При расчетах электрических нагрузок будем использовать Таблицу 1.

Средняя активная нагрузка за наиболее загруженную смену определяется по формуле:

, кВт

где $P_{ном}$ – суммарная номинальная активная мощность рабочих электроприёмников;

K_u – коэффициент использования активной мощности;

Для Заточного станка:

, кВт

Средняя реактивная нагрузка за наиболее загруженную смену определяется по формуле:

, кВАр

, где $tg \varphi$ - принимается по соответствующему значению коэффициента мощности.

, кВАр

Расчетная максимальная мощность для отдельных ШР, определяется как

, кВт

, K_m - коэффициент максимума, определяется из 1, таблица 2.1.

Для ШР-1, группа Б:, кВт

Реактивная расчётная максимальна мощность определяется из условия:

$n_s > 10$, то

, кВАр

Для ШР-1, группа Б:, кВАр

Расчетная нагрузка осветительных приемников цеха определяется по установочной мощности и коэффициенту спроса:

Из таблиц определяем для инструментального цеха:

где $K_{co} = 0,95$ - коэффициенту спроса для производственных зданий состоящих из отдельных крупных пролетов;

$P_{уд.о} = 0,019$, [кВт/м²] – удельная плотность осветительной нагрузки;

$F_{ц} = 710.36$, [м²] – площадь цеха (определяется по генплану).

, кВт

, кВт

Полная расчетная нагрузка цеха (с учетом освещения) определяется:

Расчитанные по приведенным выше формулам данные сведем в таблицу 10.2.

Таблица 10.2 – Ведомость электрических нагрузок

№ п/п	Наименование узлов питания и групп электроприёмников	Количество ЭП n	Установленная мощность, приведенная к ПВ=100%		$m = P_{н.макс} / P_{н.мин.}$	Коэффициент использования $K_{и}$	$\cos\phi / \text{tg}\phi$	Средняя нагрузка за максимально загруженную смену		Эффективное число Электроприёмников пэф	Коэффициент максимума $K_{м}$	Расчётная нагрузка			Расчётный ток I_p , А
			Одного ЭП (наименьшего, наибольшего) P_n , кВт	Общая P_n , кВт				$P_{см} = K_{и} \cdot P_n$ кВт	$Q_{см} = P_{см} \cdot \text{tg}\phi$ кВар			$P_p = K_{м} \cdot P_{см}$, кВт	$Q_p = Q_{см}$ при $n \geq 10$ $Q_p = 1,1 \cdot Q_{см}$ при $n \leq 10$ кВар	$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2}$ кВА	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
ШР-1															
	Группа А:														
1	Станок радиально-сверлильный	1	15	15		0.3	0.8/0.75	4.5	3.38			4.5	3.72	5.84	
	Группа Б:														
2	Установка высокочастотная	2	51	102		0.9	0.9/0.48	91.8	44.06						
3	Электропечь	2	47	94		0.9	0.95/0.33	84.6	27.92						
4	Электропечь	1	60	60		0.9	0.95/0.33	54	17.82						
5	Итого по группе Б:	5	47-60	256				230.4	89.8	5	1.12	258.05	98.78	276.31	
6	Итого по ШР-1:	6	15-60	271		0.87		234.9	93.18			262.55	102.5	281.85	428.227
ШР-2															
	Группа А:														
7	Станок заточной	2	27	54		0.25	0.7/1.02	13.5	13.77						
8	Станок плоско-шлифовальный	2	21	42		0.22	0.8/0.75	9.24	6.39						
9	Станок пило-заточной	1	17	17		0.15	0.6/1.33	2.55	3.39						
10	Станок универсально-заточной	1	12	12		0.12	0.6/1.33	1.44	1.92						
11	Итого по группе А:	6	12-27	125		0.21		26.73	25.47	6	2.24	59.88	28.02	66.11	

Продолжение таблицы 10.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	Группа Б:														
12	Станок кругло-шлифовальный	1	19	19		0.7	0.8/0.75	13.3	9.98			13.3	10.98	17.63	
13	Итого по ШР-2:	7	12-27	144		0.28		40.03	35.45			73.18	39	82.92	125.99
ШР-3															
	Группа Б:														
14	Станок вертикально-фрезерный	2	30	60		0.65	0.8/0.75	39	29.25						
15	Станок горизонтально-фрезерный	3	22	66		0.6	0.8/0.75	39.6	29.7						
16	Станок расточной	1	60	60		0.7	0.7/1.02	42	42.84						
17	Станок шлифовальный	1	76	76		0.85	0.8	64.6	51.68						
18	Итого по ШР-3	7	22-76	262		0.71		185.2	153.47	5	1.26	233.35	168.82	288.02	437.59
ШР-4															
	Группа А:														
19	Пресс гидравлический	1	35	35		0.1	0.8/0.75	3.5	2.63						
20	Станок вертикально-сверлильный	2	10	20		0.3	0.9/0.48	6	2.88						
21	Итого по группе А:	3	10-35	55		0.17		9.5	5.51			9.5	6.06	11.27	
	Группа Б:														
22	Станок токарно-винторезный	3	27	81		0.75	0.8/0.75	60.75	45.56			60.75	50.12	78.76	
23	Итого ШР-4	6	10-35	136		0.52		70.25	51.07	5	1.57	110.29	55.13	123.3	187.34
ШР-5															
	Группа А:														
24	Ножницы гильотинные	1	20	20		0.15	0.9/0.48	3	1.44						
25	Подъёмник	1	60	60		0.1	0.9/0.48	6	2.88						
26	Итого по группе А:	2	20-60	80				9	4.32			9	4.75	10.18	
	Группа Б:														
27	Пост электродуговой сварки	1	30	30		0.7	0.9/0.48	21	10.08			21	11.09	23.75	
28	Итого по ШР-5	4	20-60	110				30	14.4			30	15.84	33.93	51.54

Окончание таблицы 10.2

ШР-6														
	Группа А													
29	Станок шлифовальный	1	25	25		0.25	0.6/1.33	6.25	8.31					
30	Станок координатно-расточной	1	32	32		0.15	0.8/0.75	4.8	3.6					
31	Машина точечной сварки	1	42	42		0.1	0.9/0.48	4.2	2.02					
32	Итого по группе А	3	25-42	99		0.15		15.25	13.93			15.25	15.32	21.62
	Группа Б													
33	Станок горизонтально-фрезерный	1	22	22		0.6	0.8/0.75	13.2	9.9					
34	Автоматический дисковый отрезной станок	1	14	14		0.9	0.7/1.02	12.6	12.85					
35	Плоскошлифовальный станок	1	26	26		0.7	0.7/1.02	18.2	18.56					
36	Итого по группе Б:	3	14-26	62				44	41.31			44	45.44	63.25
37	Итого по ШР-6:	6	14-42	161		0.37		59.25	55.24	5	1.76	59.25	60.76	84.87
38	Итого по цеху:											738.62	442.05	860.8
39	Освещение цеха											13.5		
40	Итого по цеху с учётом освещения:											752.12	442.05	871.82

Определение расчётных, номинальных, пусковых и пиковых токов.

Расчетный ток отдельного электроприёмника :

, А

Так как электроприёмники инструментального цеха это станочные агрегаты, из различных приводов и двигателей, то в последствии принимаем для расчёта усреднённый $\cos \varphi, \eta$, для каждого электроприёмника.

$$\cos \varphi \cdot \eta = 0.85$$

Для заточного станка:

, А

Для электропечи сопротивления:

, А

, А

Для сварочных агрегатов ток рассчитывается аналогично электропечи.

Пусковой ток отдельно электроприёмника:

, А

Для заточного станка:

, А

Ток длительный для группы электроприёмников :

Для ШР-1

Пиковый ток группы электроприёмников:

, А

Для ШР-1:

, А

Условия выбора автоматических выключателей

По условию напряжения сети:

По условию электромагнитного расцепителя:

Для отдельного ЭП:

Для группы ЭП:

Выбор сечения проводников, производим из следующих условий:

, где : I_3 - ток тепловой вставки аппарата защиты.

K_3 – коэффициент защиты. Показывает кратность длительно допустимого тока проводника по отношению к току срабатывания защитного аппарата. Зависит от типа изоляции проводника, от типа помещения и от того требуется ли защита от перегрузок в данной сети, принимаем $K_3=1$.

$K_{прокл}$ - коэффициент прокладки, с помощью которого учитываются условия прокладки кабеля. При нормальных условиях (на открытом воздухе, один кабель) $K_{прокл}=1$.

Выбор аппарата защиты и проводника представим в таблице 10.3

Таблица 10.3 – Выбор аппаратов защиты и проводников.

№ На пл.	Назначение участка питающей линии		$I_{дл}, А$	$I_{пуск}, А$	Аппарат защиты	Способ	$I_{тепл\ расщ}, А$	$I_{эм\ расщ}, А$	Марка кабеля	Сечение выбранное по длительному	$I_{доп}, А$	K_3	$\frac{K_3 \cdot I_3}{K_{п}}$	Принятое сечение кабеля
	Начало участка	Конец участка												
1	2	3	4	5	6	7	10	11	12	13	14	15	16	17
2	КСРМ	ШР-1	428.227	752.9	ВА74-40	В стальных лотках	630	2520	АВВГ	240	465	1	465	(4x240)
3	ШР-1	Станок радиально-сверлильный	26.812	136.06	ВА57-35		40	240	АВВГ	2.5	30	1	30	(4x2.5)
4	ШР-1	Установка высокочастотная	91.162	430.38	ВА57-35		125	750	АВВГ	25	140	1	140	(4x25)
	ШР-1	Установка высокочастотная	91.162	430.38	ВА57-35		125	750	АВВГ	25	140	1	140	(4x25)
5	ШР-1	Электропечь	75.167	375.84	ВА57-35		100	600	АВВГ	16	100	1	100	(4x16)
6	ШР-1	Электропечь	75.167	375.84	ВА57-35		100	600	АВВГ	16	100	1	100	(4x16)
7	ШР-1	Электропечь	95.958	479.792	ВА57-35		125	750	АВВГ	25	140	1	140	(4x25)
8	КСРМ	ШР-2	125.98	463.79	ВА57-35		160	800	АВВГ	50	160	1	160	(4x50)
9	ШР-2	Станок заточной	48.261	241.307	ВА57-35		63	378	АВВГ	10	80	1	80	(4x10)
10	ШР-2	Станок заточной	48.261	241.307	ВА57-35		63	378	АВВГ	10	80	1	80	(4x10)
11	ШР-2	Станок плоскошлифовальный	39.88	199.414	ВА57-35		50	400	АВВГ	6	50	1	50	(4x6)
12	ШР-2	Станок плоскошлифовальный	39.88	199.414	ВА57-35		50	400	АВВГ	6	50	1	50	(4x6)
13	ШР-2	Станок пило-заточной	43.05	215.24	ВА57-35		63	378	АВВГ	10	80	1	80	(4x10)
14	ШР-2	Станок универсально-заточной	30.39	151.934	ВА57-35		40	320	АВВГ	4	41	1	41	(4x4)
15	ШР-2	Станок круглошлифовальный	36.084	180.422	ВА57-35		50	300	АВВГ	6	50	1	50	(4x6)
16	КСРМ	ШР-3	437.6	975.71	ВА74-40		625	1875	АВВГ	240	465	1	465	(4x240)
17	ШР-3	Станок вертикально-фрезерный	56.975	284.877	ВА57-35		80	480	АВВГ	10	80	1	80	(4x10)

Продолжение Таблицы 10.3

18	ШР-3	Станок вертикально-фрезерный	56.975	284.87 7	BA57-35	В стальных лотках	80	480	АВВГ	10	80	1	80	(4x10)
19	ШР-3	Станок горизонтально-фрезерный	41.78	208.91	BA57-35		63	378	АВВГ	10	80	1	80	(4x10)
20	ШР-3	Станок горизонтально-фрезерный	41.78	208.91	BA57-35		63	378	АВВГ	10	80	1	80	(4x10)
21	ШР-3	Станок горизонтально-фрезерный	41.78	208.91	BA57-35		63	378	АВВГ	10	80	1	80	(4x10)
22	ШР-3	Станок расточной	130.23	651.15	BA57-35		200	1200	АВВГ	70	210	1	210	(4x70)
23	ШР-3	Станок шлифовальный	144.34	721.69	BA57-35		200	1200	АВВГ	70	210	1	210	(4x70)
24	КСРМ	ШР-4	187.36	466.78	BA57-35		250	1000	АВВГ	95	255	1	255	(4x95)
25	ШР-4	Пресс гидравлический	66.47	332.35 6	BA57-35		100	400	АВВГ	16	100	1	100	(4x16)
26	ШР-4	Станок вертикально-сверлильный	16.88	84.81	BA57-35		25	150	АВВГ	2.5	30	1	30	(4x2.5)
27	ШР-4	Станок вертикально-сверлильный	16.88	84.81	BA57-35		25	150	АВВГ	2.5	30	1	30	(4x2.5)
28	ШР-4	Станок токарно-винторезный	51.28	256.39	BA57-35		80	400	АВВГ	10	80	1	80	(4x10)
29	ШР-4	Станок токарно-винторезный	51.28	256.39	BA57-35		80	400	АВВГ	10	80	1	80	(4x10)
30	ШР-4	Станок токарно-винторезный	51.28	256.39	BA57-35		80	400	АВВГ	10	80	1	80	(4x10)
31	КСРМ	ШР-5	135.056	590.87	BA57-35		160	960	АВВГ	50	165	1	165	(4x50)
32	ШР-5	Ножницы гильотинные	33.76	168.82	BA57-35		50	300	АВВГ	6	50	1	50	(4x6)
33	ШР-5	Подъёмник	101.29	506.46	BA57-35		160	800	АВВГ	50	165	1	165	(4x50)
34	ШР-5	Пост электродуговой сварки	50.65	253.22 4	BA57-35		80	400	АВВГ	10	80	1	80	(4x10)
35	КСРМ	ШР-6	128.95	577.3	BA57-35		200	1000	АВВГ	70	210	1	210	(4x70)
36	ШР-6	Станок шлифовальный	63.31	316.53	BA57-35		80	480	АВВГ	10	80	1	80	(4x10)
37	ШР-6	Станок координатно-расточной	60.77	303.87	BA57-35		80	480	АВВГ	10	80	1	80	(4x10)
38	ШР-6	Машина точечной сварки	70.9	354.5	BA57-35		100	600	АВВГ	16	100	1	100	(4x16)
40	ШР-6	Станок горизонтально-фрезерный	55.71	278.55	BA57-35	80	480	АВВГ	10	80	1	80	(4x10)	
41	ШР-6	станок автоматический дисковый отрезной	30.39	151.93	BA57-35	40	240	АВВГ	2.5	30	1	30	(4x2.5)	

Окончание таблицы 10.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
42	ШР-6	Плоскошлифовальный станок	56.433	282.16 4	ВА57-35		80	320	АВВГ	10	80	1	80	(4x10)

Выбор распределительных пунктов.

Для размещения в помещении цеха принимаем распределительные пункты серии ПР, исполнение по степени защиты IP-54.

ШР-1: ПР24-5211, напольного исполнения, число присоединений 8, номинальный ток 630(700)А.

ШР-2: ПР11-3025, напольного исполнения, число присоединений 8, номинальный ток 225А.

ШР-3: ПР24-5211, напольного исполнения, число присоединений 8, номинальный ток 630(700)А.

ШР-4: ПР11-3098, напольного исполнения, число присоединений 8, номинальный ток 250А.

ШР-5: ПР11-3098, напольного исполнения, число присоединений 8, номинальный ток 225А.

ШР-6: ПР11-3025, напольного исполнения, число присоединений 8, номинальный ток 225А.

Выбор РУ низкого напряжения:

В качестве цеховой ЦРП, применим три сборных шкафа: Крупногабаритный сборно-разборный металлокорпус (КСРМ), Напольного исполнения, соединяемых между собой болтовым соединением.

Номинальный ток 3х630 А.

Выбор автоматического выключателя ТП.

Расчётный ток : $I_p = 1519, A$

Принимаем Автоматический выключатель серии: ВА57-43,

С номинальным током: $I_{НОМ} = 1600, A$, и кратностью – 3.

Выбор Автоматического выключателя на питания РУ НН.

Расчётные данные

$I_{ДП} = 1443, A, I_{тк} = 3379, A$

Принимаем Автоматический выключатель серии: ВА57-43,

С номинальным током: $I_{НОМ} = 1600, А$, и кратностью – 3.

Выбор проводника:

В качестве проводника от РУ-НН до ЦРП цеха, применяем параллельное подключение четырёх кабелей марки: АСБ (3х240)

С допустимым током : $I_{ДОП} = 4 \times 440, А$

Выбор Трансформаторов напряжения:

Для установки на ТП-3, со стороны низкого напряжения принимаем трансформаторы напряжения марки: НОС-0.5. класс точности 1, максимальная мощность 200 ВА.

Выбор трансформатора тока 0.4 кВ.

Трансформаторы тока выбираются по:

1. Номинальному напряжению.
2. Номинальному первичному и вторичному току.
3. Роду установки.
4. Классу точности.
5. Вторичной нагрузке.

Трансформаторы тока на устанавливаются на отходящих линиях – фазах А и

С.

Таблица 10.4 - Выбор трансформаторов тока вводных ячеек

Расчётные данные	Каталожные данные
$U = 0.4 \text{ кВ}$	$U = 0.4 \text{ кВ}$
$I_{\text{раб}} = 1443 \text{ А}$	$I_{\text{НОМ}} = 1500 \text{ А}$
$I_{\text{уд}} = 32.9 \text{ кА}$	$I_{\text{уд}} = 81 \text{ кА}$
$B_{\text{к}} = 21.68 \text{ кА}^2 \times \text{с}$	$I_{\text{тер}}^2 \times t_{\text{тер}} = 992.25 \text{ кА}^2 \times \text{с}$

Принимаем трансформатор тока типа: ТШЛ-0.4-1, коэффициент трансформатора 1600/5.

Данные трансформатора приняты с каталожных данных компании производителя ООО «Фирма КРЭС». Интернет сайт: www.kers.su

Рисунок 10.2 – Схема электроснабжения инструментального цеха.

Инв. № подл.	Подп. и дата				Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	
	Подп. и дата							
Инв. № подл.	Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата	ДП.ФЮРА.731.0000.011.ПЗ		
	Разраб.	Петлин А.А.						
	Пров.	Кабышев А.В.				Лит	Лист	Листов
	Т. контр.						77	3
	Н. контр.					НИТПУ ИнЭО Гр.3-9301/06		
Утв.								
11.Расчёт токов КЗ в сети ниже 1000 В.								

11. Расчет токов КЗ в сети ниже 1000 В.

Расчет токов КЗ в сетях напряжением ниже 1000 В, в сравнении с расчетом токов КЗ в сетях напряжением выше 1000 В, обладает следующими особенностями:

1. Мощность системы принимаем бесконечной, следовательно, напряжение на шинах цеховой ТП при КЗ считается неизменным;
2. Расчет ведем в именованных единицах;
3. Напряжение принимаем на 5 % выше номинального напряжения сети (при $U_{\text{ном.с.}}=0,38$ кВ принимаем $U=1,05 \cdot U_{\text{ном.с.}}=0,4$ кВ);
4. При расчете токов КЗ учитываем активные и индуктивные сопротивления до точки КЗ всех элементов сети.

Расчётная схема токов КЗ.

Рисунок 11.1 – Расчётная схема токов КЗ.

Рисунок 11.2 Схема замещения токов КЗ.

Таблица 11.1 – Активное и индуктивное сопротивление сети .

Обозначение	Наименование	Длина, м	Сопротивление, мОм	
			X	R
ТП-3	ТМН-1000/100		8.5	2
QF-1	ВА57-43 1600 А		0.08	0.08

ТТ	ТШЛ-0.4-1		0.03	0.02
QF-2	ВА57-43 1600 А		0.08	0.08
ТТ	ТШЛ-0.4-1		0.03	0.02
КЛ1	АСБ 4(3x240)	30	0.98	0.44
QF-3	ВА57-35 200 А		0.5	0.4
ТТ	ТШЛ-0.4-1		0.67	0.42
КЛ2	АВВГ (4x70)	32	2	14.3
QF-3	ВА57-35, 80А		2	2.4
КЛ-3	АВВГ (4x10)	11	3.4	34.32

Приведённое сопротивление до точки КЗ, определяется как:

Где R_{Σ} , X_{Σ} - суммарные сопротивление элементов сети до точки КЗ.

Для точки К1:

Действующее значение тока КЗ в точке 1:

Ударный ток КЗ определяется по формуле:

Где, $K_{уд} = 1$ - ударный коэффициент.

Результаты расчётов токов КЗ сведём в таблицу:

Таблица – Результаты расчётов токов КЗ.

Точка КЗ	Z_{Σ} , МОм	I_K , кА	K_y	I_y , кА
К1	8.862	26.06	1	36.85
К2	10.05	22.97	1	32.45

К3	21.93	10.22	1	14.89
К4	57.46	4.02	1	5.68

Инв. № подл.	Подп. и дата				Инв. № дубл.	Взам. инв. №				Подп. и дата	
	Подп. и дата					Взам. инв. №					
					ДП.ФЮРА.371.0000.011.ПЗ						
		Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата			Лит	Лист	Листов
		Разраб.	Петлин А.А.								
		Пров.	Кабышев А.В.							80	2
		Т. контр.							НИТПУ ИнЭО Гр.3-9301/06		
		Н. контр.									
		Утв.							12. Построение карты селективности действия аппаратов защиты		

12. Построение карты селективности действия аппаратов защиты.

По результатам расчетов токов короткого замыкания и вышеприведенным расчетам построим карту селективности действия аппаратов защиты на рассматриваемом участке цеховой сети.

Карта селективности предоставлена ниже на рисунке.

Рисунок 12.1 – Карта селективности аппаратов защиты.

Где: 1- Токовая характеристика плоскошлифовального станка.

2 – Токовая характеристика АВ QF4 ВА57-35 80А.

3 – Токовая характеристика ШР-6.

4 – Токовая характеристика АВ QF3 ВА57-35 200А.

5- Токовая характеристика одной секции шин цеховой ЦРП.

6 – Токовая характеристика АВ QF2 ВА57-43 1600А

Из рисунка видно, что защитные аппараты выбраны правильно и обеспечат селективное (избирательное) отключение поврежденного участка электрической распределительной сети.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.	Петлин А.А.			
Пров.	Кабышев А.В.			
Т. контр.				
Н. контр.				
Утв.				

ДП.ФЮРА.371.0000.011.ПЗ			
13.Расчёт и построение эпюр отклонения напряжения.	Лит	Лист	Листов
		83	8
	НИТПУ ИнЭО Гр.3-9301/06		

13. Расчет и построение эюр отклонения напряжения.

Согласно ГОСТ 13109-97 отклонение напряжения является одним из основных показателей качества электроэнергии.

В соответствии с этим ГОСТ для силовых сетей промышленных предприятий отклонение напряжений не должен превышать $\pm 5\%$ от номинального значения. На шинах 10 кВ подстанции, к которой присоединены распределительные сети, напряжение должно поддерживаться не ниже 10.5 кВ, в период наименьших нагрузок этих сетей.

Расчет цеховой сети по условиям допустимых потерь напряжения и построение эюры отклонения напряжения выполняем для цепочки линий от шин ЦРП до зажимов одного наиболее удаленного ЭП №23 ($P = 26$ кВт) для режимов максимальных и минимальных нагрузок, а также для послеаварийного режима.

Расчёт максимального режима нагрузки:

Активная реактивная мощность на участке 1-2:

Активная и реактивная мощность протекающая по участку 1-2:

Потеря напряжение на участке 1-2:

Потеря напряжения на участке 1-2 в именованных единицах:

Фактическое значение напряжение на конце участка:

Участок 2-3:

Активная и реактивная составляющая значения напряжения короткого замыкания трансформатора:

Коэффициент загрузки трансформатора:

Потери активной и реактивной мощности в трансформаторе:

Активная, реактивная и полная мощность на участке 2-3:

Коэффициенты мощности на участке 2-3:

Потеря напряжения на участке 2-3:

Потеря напряжения в именованных единицах:

Фактическое значение напряжение в конце участка 2-3:

Фактическое значение напряжение в конце участка 2-3, с учётом коэффициента трансформации:

Участок 3-4:

Активная реактивная мощность на участке 3-4:

Активная и реактивная мощность протекающая по участку 1-2:

Потеря напряжение на участке 3-4:

Потеря напряжения на участке 3-4 в именованных единицах:

Фактическое значение напряжение на конце участка:

Активная реактивная мощность на участке 4-5:

Активная и реактивная мощность протекающая по участку 4-5:

Потеря напряжение на участке 4-5:

Потеря напряжения на участке 4-5 в именованных единицах:

Фактическое значение напряжение на конце участка:

Участок 5-6:

Активная реактивная мощность на участке 5-6:

Активная и реактивная мощность протекающая по участку 5-6:

Потеря напряжение на участке 5-6:

Потеря напряжения на участке 5-6 в именованных единицах:

Фактическое значение напряжение на конце участка:

Таблица 13.1 - Расчетные данные для построения эпюры отклонений напряжения

Максимальный режим нагрузки					
1	2	3	4	5	6
Участок	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6
P_i , кВт	375	367.5	252	60.76	18.2
Q_i , кВАр	709.5	638.64	162.8	84.87	18.56
S_i , кВА	802.6	736.83	300	104.4	26
R_i , Ом	0.975	-	0,88	0,0143	0.034
X_i , Ом	0,221	-	1.96	0,002	0.003
$\cos\varphi$	-	0,35	-	-	
$\sin\varphi$	-	0,87	-	-	
$\beta_{гр}$	-	0,35	-	-	
U_a , %	-	1,16	-	-	
U_p , %	-	6.5	-	-	
ΔU_i , %	0,474	2,14	0.35	0,69	0.445
ΔU_i , В	49.77	223.63	1.36	2.68	1.82
Минимальный режим нагрузки					

Участок	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6
P_i , кВт	281.5	275.63	189	26,25	13.65
Q_i , кВАр	567.6	510.9	130.24	48,44	14.85
S_i , кВА		580.52	134,11	55,09	20.17
R_i , Ом	0.975	–	0,88	0,004	0.034

Продолжение таблицы 13.1

1	2	3	4	5	6
X_i , Ом	0,221	–	1.96	0,001	0.003
$\cos\varphi$	-	0,35	-	-	
$\sin\varphi$	-	0,87	-	-	
$\beta_{тр}$		0.281			
U_a , %		1.16			
U_p , %		6.4			
ΔU_i , %	0.363	1.717	0.275	0.51	0.33
ΔU_i , В	38.115	179.615	1.076	2.01	1.3
Послеаварийный режим					
Участок	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6
P_i , кВт	750	735	504	121.52	27.3
Q_i , кВАр	1419.2	1277.28	325.6	169.76	29.7
S_i , кВА	1605.19	1473.66	600.03	208.77	40.34
R_i , Ом	0.975		0,88	0,004	0.034
X_i , Ом	0,221		1.96	0,001	0.003
$\cos\varphi$		0.53			

$\sin\phi$		0.85			
$\beta_{тр}$		1.33			
$U_a, \%$		1.16			
$U_p, \%$		6.4			
$\Delta U_i, \%$	0.985	2.8	0.5	0.6	0.9

Окончание таблицы 13.1

$\Delta U_i, В$	103.43	291.1	2.024	2.34	3.6
-----------------	--------	-------	-------	------	-----

Рисунок 13.1 – Эпюра отклонения напряжения.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА

«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-9301/06	<i>Петлин Андрей Алексеевич</i>

Институт	Энергетический	Кафедра	ЭПП
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

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая	Подпись	Дата
------------------	------------	---------------	----------------	-------------

		степень, звание		
Старший преподаватель	Кузьмина Н.Г.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-9301/06	Петлин А.А.		

Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
Инв. № подл.	Лит	Лист	Листов
		9218	9

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Петлин А.А.		
Пров.		Кабышев А.В.		
		Кузьмина Н.Г.		

ДП.ФЮРА.371.0000.011.ПЗ

15.ФИНАНСОВЫЙ
МЕНЕДЖМЕНТ,
РЕСУРСООБЪЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.

Лит Лист Листов
9218 9
НИТПУ ИнЭО
Гр.3-9301/06

15. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.

Целью дипломного проекта является проектирование электроснабжения завода по производству электротермического оборудования, г. Бийск. Что непосредственно включает в себя : Определение наиболее рациональной схемы внешнего электроснабжения , основанное на технико-экономическом сравнении вариантов схемы питания предприятия. В технико-экономическом сравнении по укрупнённым данным рассматривается экономически и технически правильный выбор напряжения сети, марку и сечение токоведущих частей, и тип и количество трансформаторов . При этом так же учитываются годовые потери электроэнергии в силовой части внешнего электроснабжения. Затраты на обслуживание и амортизационные отчисления..

Основным решающим фактором о принятии схемы является минимум годовых приведенных затрат, в состав которых входят капитальные вложения и ежегодные эксплуатационные расходы.

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.

Так же в данном проекте рассматриваются затраты на научную работу. Решение о проектировании электроснабжения принимается на основе технико-экономического обоснования.

На основе утвержденного технико-экономического обоснования заказчик заключает договор с проектной организацией на проектирование и выдает ей задание, которое содержит:

Генплан предприятия;

Расположение источника питания;

Сведения об электрических нагрузках;

План размещения электроприёмников на корпусах;

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

13.1 Расчёт затрат на научно-исследовательскую работу

В проектировании электроснабжения завода по производству электротермического оборудования принимали участие два инженерных работника: руководитель, инженер. Произведем распределение занятости исполнителей проекта по этапам проектирования. Результаты представим в таблице 15.1.

Таблица 15.1 -Распределение занятости исполнителей проекта.

№	Перечень выполненных работ	Исполнители	Прод-сть, дн.	СЗП, руб.	ЗП, руб.
1	Ознакомление с производственной документацией. Постановка задачи работникам	Рук-ль проекта	3	1809,4	5428,1
		Инженер	8	1041,2	8329,9
2	Расчет электрических нагрузок по цеху	Инженер	8	1041,2	8329,9
3	Расчет электрических нагрузок по предприятию	Инженер	8	1041,2	8329,9
4	Построение картограммы нагрузок и определение ЦЭН	Инженер	2	1041,2	2082,5
5	Выбор трансформаторов цеховых подстанций. Технико-экономический расчет компенсирующих устройств	Рук-ль проекта	1	1809,4	1809,4
		Инженер	6	1041,2	6247,4
6	Выбор трансформаторов ГПП. Технико-экономический расчет внешнего электроснабжения	Инженер	4	1041,2	4165,0
7	Расчет внутризаводской сети предприятия	Инженер	6	1041,2	6247,4
8	Расчет токов короткого замыкания в сети выше 1000 В.	Инженер	3	1041,2	3123,7
9	Выбор электрооборудования в сети выше 1000 В	Инженер	4	1041,2	4165,0
10	Расчет схемы электроснабжения цеха	Рук-ль проекта	1	1809,4	1809,4
		Инженер	6	1041,2	6247,4
11	Расчет токов короткого замыкания в сети ниже 1000 В	Инженер	3	1041,2	3123,7
12	Расчет молниезащиты	Инженер	3	1041,2	3123,7
13	Расчет релейной защиты и автоматики	Инженер	4	1041,2	4165,0
14	Расчет эпюры отклонений напряжения	Инженер	2	1041,2	2082,5
15	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и экономия	Инженер	2	1041,2	2082,5
16	Социальная ответственность	Инженер	2	1041,2	2082,5
17	Составление расчетно-пояснительной записки	Рук-ль проекта	1	1809,4	1809,4
		Инженер	15	1041,2	15618,6
18	Чертежные работы	Рук-ль проекта	1	1809,4	1809,4
		Инженер	12	1041,2	12494,9
Итого по каждой должности		Рук-ль проекта	7	1809,4	12665,5
		Инженер	98	1041,2	102041,3

Затраты на разработку проекта

где $I_{зп}$ – заработная плата;

$I_{мат}$ – материальные затраты;

$I_{ам}$ – амортизация компьютерной техники;

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

$I_{пр}$ – прочие затраты;

$I_{накл}$ – накладные расходы.

1) Расчет зарплаты

а) Месячная зарплата руководителя проекта

.

где $ЗП_0$ – месячный оклад;

K_1 – коэффициент, учитывающий отпуск (10% от $ЗП_0$);

K_2 – районный коэффициент (1,3).

Зарплата руководителя с учетом фактически отработанных дней

где n – количество отработанных дней по факту.

б) Месячная зарплата инженера

Зарплата инженера с учетом фактически отработанных дней

в) Итого ФЗП сотрудников

Расчет ФЗП приведен в таблице 15.2 .

Таблица 15.2– Расчет ФЗП

Должность	$ЗП_0, руб$	Д,ру	K_1	K_2	$I_{зп}^{мес}, руб$	Средняя	n	ФЗП,руб
-----------	-------------	------	-------	-------	---------------------	---------	---	---------

		б				за 1 день.		
Профессор,1бр	27000	2500	1.16	1.3	43966	2093.6	7	14655.33
Инженер,10р	14500	-	1.16	1.3	21866	1041.2	98	102041.3
итого	41500	-	-	-	65832.4			116696.6 3

2) Материальные затраты

Таблица 15.3 – Затраты на материалы

Материалы	Количество	Цена за единицу.	И _м , руб
Флэш память	1	822,0	822,0
Упаковка бумаги А4 500 листов	2	165,0	330,0
Канцтовары	–	647,0	647,0
Картридж для принтера	1	2700,0	2700,0
Итого И _{мат} , руб	–	–	4499,0

Таблица 15.4 – Амортизация основных фондов

Оборудование	Стоимость, руб	Количество	Т _э , дней	И _{ам} , руб
Компьютер	21100	1	49	566.5
Принтер	4200	1	10	23
Итого И _{ам} , руб	–	–	–	589.5

Таблица 15.5 – Калькуляция сметной стоимости на выполнение проекта

№ статьи	Наименование статей расхода	Сумма, руб.
1	ФЗП	116696,63
2	Материалы $I_{\text{Мат}}$	4499,0
3	Амортизация основных фондов $I_{\text{ам}}$	589,5
4	Социальные отчисления $I_{\text{со}}$	35009,0
5	Прочие расходы $I_{\text{пр}}$	15679,4
6	Накладные расходы $I_{\text{н}}$	233393,26
Цена проекта $K_{\text{пр}}$, руб		405866,79

Технико-экономическое сравнения вариантов, схемы внешнего электроснабжения, было приведено выше в разделе 6.

В ходе технико-экономического сравнения вариантов электроснабжения были рассмотрены схемы :

1. Двух-цепная линия ЛЭП 35кВ и ГПП с двумя трансформаторами ТМН 4000/35. Результаты приведённых затрат приведены в таблице 15.6.

Таблица 15.6 – Приведённые затраты вариант №1

№ П/П	Вид затрат	Цена, тыс. руб.
1	Стоимость строительства ЛЭП 35,кВ	1883
2	Стоимость трансформаторов	1786
3	Итого	3669

2. Двух-цепная кабельная линия 10 кВ с ЦРП закрытого типа.

Результаты приведённых затрат приведены в таблице 15.7.

Таблица 15.7 – Приведённые затраты вариант №2

№ П/П	Вид затрат	Цена, тыс. руб.
1	Стоимость строительство КЛ	3054
2	Итого	3054

По результатам технико-экономического сравнения выбора силового эл. оборудования двух классов напряжений делаем вывод, что экономически обоснованным является решение об установке схемы ЦРП с кабельной линией 10 кВ и ЗРУ отходящих линий