

Инженерная школа энергетики

Направление подготовки 13.03.02 - Электроэнергетика и электротехника (бакалавриат)

Отделение Электроэнергетики и электротехники

Профиль Электрооборудование и электрохозяйство предприятий, организаций и учреждений

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Электроснабжение ремонтно-механического цеха птицефабрики “Томская”

УДК 621.31:665.632.013

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5Г4Б1	Паюсов Павел Владимирович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Однокопылов И.Г.	К.Т.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Мелик-Гайказян М.В.	к.э.н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Гуляев М.В.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

И. о. руководителя ОЭЭ ИШЭ	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Ивашутенко А.С.	К.Т.Н.		

Планируемые результаты обучения по ООП

Код результата	Результат обучения
Р 1	Применять соответствующие гуманитарные, социально-экономические, математические, естественно-научные и инженерные знания, компьютерные технологии для решения задач расчета и анализа <i>электрических устройств, объектов и систем.</i>
Р 2	Уметь формулировать задачи в области <i>электроэнергетики и электротехники</i> , анализировать и решать их с использованием всех требуемых и доступных ресурсов.
Р 3	Уметь проектировать <i>электроэнергетические и электротехнические системы и их компоненты.</i>
Р 4	Уметь планировать и проводить необходимые экспериментальные исследования, связанные с определением параметров, характеристик и состояния <i>электрооборудования, объектов и систем электроэнергетики и электротехники</i> , интерпретировать данные и делать выводы.
Р 5	Применять современные методы и инструменты практической инженерной деятельности при решении задач в области <i>электроэнергетики и электротехники.</i>
Р 6	Иметь практические знания принципов и технологий <i>электроэнергетической и электротехнической</i> отраслей, связанных с особенностью проблем, объектов и видов профессиональной деятельности профиля подготовки на предприятиях и в организациях – потенциальных работодателях.
Р 7	Использовать знания в области менеджмента для управления комплексной инженерной деятельностью в области <i>электроэнергетики и электротехники</i>
Р 8	Использовать навыки устной, письменной речи, в том числе на иностранном языке, компьютерные технологии для коммуникации, презентации, составления отчетов и обмена технической информацией в областях <i>электроэнергетики и электротехники.</i>
Р 9	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена или лидера команды, в том числе междисциплинарной, в области <i>электроэнергетики и электротехники.</i>
Р 10	Проявлять личную ответственность и приверженность нормам профессиональной этики и нормам ведения комплексной инженерной деятельности.
Р 11	Осуществлять комплексную инженерную деятельность в области <i>электроэнергетики и электротехники</i> с учетом правовых и культурных аспектов, вопросов охраны здоровья и безопасности жизнедеятельности.
Р 12	Быть заинтересованным в непрерывном обучении и совершенствовании своих знаний и качеств в области <i>электроэнергетики и электротехники.</i>

Инженерная школа энергетики

Отделение Электроэнергетики и электротехники

Направление подготовки 13.03.02 - Электроэнергетика и электротехника (бакалавриат)

Профиль Электрооборудование и электрохозяйство предприятий, организаций и учреждений

УТВЕРЖДАЮ:

И. о. руководителя ОЭЭ ИШЭ

_____ А.С. Ивашуенко
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-5Г4Б1	Паюсову Павлу Владимировичу

Тема работы:

Электроснабжение ремонтно-механического цеха птицефабрики “Томская”	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№ 3483/с от 06.05.2019г

Срок сдачи студентом выполненной работы:	31.05.2019г.
--	--------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Материалы преддипломной практики, техническая литература, техническая документация.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Введение; описание технологического процесса; обоснование и выбор системы электропривода; выбор элементов и расчет параметров силового канала регулируемого электропривода; расчет статических и динамических характеристик; безопасность и экологичность проекта; экономическая часть; заключение.
Перечень графического материала	Функциональная схема и имитационная модель электропривода Динамические характеристики электропривода Статические характеристики электродвигателя и электропривода Технико-экономические показатели.

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Мелик-Гайказян Мария Вигеновна
Социальная ответственность	Гуляев Милий Всеволодович
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
Заключение	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	05.04.2019г.
---	--------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Однокопылов И.Г.	к.т.н.		05.04.2018г.

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5Г4Б1	Паюсов Павел Владимирович		05.04.2019г.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Инженерная школа энергетики

Направление подготовки 13.03.02 - Электроэнергетика и электротехника (бакалавриат)

Отделение Электроэнергетики и электротехники

Профиль Электрооборудование и электрохозяйство предприятий, организаций и учреждений

Период выполнения весенний семестр 2018 /2019 учебного года

Форма представления работы:

Бакалаврская работа

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:	31.05.2019г.
--	--------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
23.05.2019	Основная часть	60
15.05.2019	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	20
17.05.2019	Социальная ответственность	20

СОСТАВИЛ:

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Однокопылов И.Г.	К.Т.Н.		

СОГЛАСОВАНО:

И. о. руководителя ОЭЭ ИШЭ

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

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 84 с., 21 рис., 37 табл., 32 источников, 6 прил.

Ключевые слова: ремонтно-механический цех, схема электроснабжения, линия, сеть, электроприемник, нагрузка, оборудование, защита, ток, напряжение.

Цель работы – проектирование схемы электроснабжения предприятия, выбор оборудования.

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

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

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

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

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	9
1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ.....	10
2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНОЙ НАГРУЗКИ РЕМОНТНО-МЕХАНИЧЕСКОГО ЦЕХА.....	14
2.1 Распределение приёмников по пунктам питания	14
2.2 Определение расчетной нагрузки цеха	14
3 ВЫБОР ЗАЩИТНЫХ АППАРАТОВ И СЕЧЕНИЙ ЛИНИЙ.....	21
4 ПОСТРОЕНИЕ ЭПЮРЫ ОТКЛОНЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ	28
5 РАСЧЕТ ТОКОВ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ В СЕТИ ДО 1000 В	35
6 ПОСТРОЕНИЕ КАРТЫ СЕЛЕКТИВНОСТИ ДЕЙСТВИЯ АППАРАТОВ ЗАЩИТЫ	38
7 ПРОВЕРКА ЦЕХОВОЙ СЕТИ ПО УСЛОВИЮ СРАБАТЫВАНИЯ ОТ ОДНОФАЗНОГО КЗ.....	40
ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСΟΣБЕРЕЖЕНИЕ»	43
8. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСΟΣБЕРЕЖЕНИЕ.....	44
8.1. SWOT-анализ работы ремонтно-механического цеха птицефабрики.....	44
8.2 Организация работ технического проекта	47
8.2.1. Структура работ в рамках технического проектирования.....	47
8.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ	48
8.3 Составление сметы технического проекта	52
8.3.1. Расчет материальных затрат	52
8.3.2 Полная заработная плата исполнителей	53
8.3.3 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	54
8.3.4. Накладные расходы.....	55
8.4. Формирование сметы затрат технического проекта.....	55
8.5. Определение ресурсоэффективности проекта	55
ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ».....	58
9. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	59

9.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	60
9.2. Производственная безопасность.....	61
9.2.1. Анализ выявленных вредных факторов.....	63
9.2.2 Анализ выявленных опасных факторов.....	68
9.3. Экологическая безопасность.....	72
9.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	73
9.4.1. Чрезвычайные ситуации. Основные причины и ликвидация последствий	73
9.4.2. Пожарная безопасность	74
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	76
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	77
ПРИЛОЖЕНИЕ 1	79
ПРИЛОЖЕНИЕ 2	80
ПРИЛОЖЕНИЕ 3	81
ПРИЛОЖЕНИЕ 4	82
ПРИЛОЖЕНИЕ 5	83
ПРИЛОЖЕНИЕ 6	84

ВВЕДЕНИЕ

Целью выпускной квалификационной работы является проектирование системы электроснабжения ремонтно-механического цеха птицефабрики "Томская", используя при проектировании реальные данные предприятия (генплан, план цеха, сведения об электрических нагрузках), детально проработать систему электроснабжения приемников в здании рассматриваемого цеха, сделать выводы.

Птицефабрика «Томская» основана в 1978 году, для выращивания птицы яичной породы. В то время птицефабрика считалась самой крупной в области, и снабжала всю Томскую область и соседние регионы диетическим яйцом.

За многие годы существования предприятие поменяло много направлений по выращиванию птицы. В 2010 году птицефабрика была обанкрочена, и деятельность была приостановлена почти на один год.

В июне 2011 года птицефабрика «Томская» вошла в состав группы компаний «Сибирская Аграрная Группа». В течении двух месяцев был набран основной штат специалистов и рабочих, из прежних сотрудников птицефабрики. 35 корпусов напольного содержания птицы возобновили свою работу, поголовье составило к концу года 900 тыс. бройлеров.

В октябре 2011 года стартовала масштабная реконструкция птичников. Начался монтаж оборудования для клеточного содержания бройлеров с автоматической системой кормления, пометоудаления, и выгрузки птицы на убой, а также светодиодным освещением в каждой клетке. Это позволило предприятию втрое увеличить количество бройлеров, содержащихся в каждом корпусе, и увеличить производство мяса.

В 2012 году полностью закончилась реконструкция всех корпусов с клеточным содержанием птицы, Поголовье увеличилось до 1,7 млн. голов бройлеров. Построен и запущен в эксплуатацию новый инкубатор, мощностью 22 млн. инкубационного яйца в год. Новый инкубатор оснащен самым современным бельгийским оборудованием, позволяющим значительно увеличить вывод цыплят, при этом снижая энергозатраты и трудозатраты на инкубацию.

В настоящее время максимальная мощность предприятия 36 тысяч тонн бройлеров в год.

На предприятии трудоустроено 1300 человек.

1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Таблица 1.1 – Сведения об электрических нагрузках, степени надежности и среде производственных помещений

Наименование объекта	Число смен	Категория ЭП	Среда	Установленная мощность, кВт
1 Корпуса напольного содержания птицы	3	I	Нормальная	138
2 Корпуса напольного содержания птицы	3	I	Нормальная	184
3 Корпуса напольного содержания птицы	3	I	Нормальная	184
4 Холодный хозяйственный склад	1	III	Нормальная	5
5 Корпуса напольного содержания птицы	3	I	Нормальная	184
6 Бригадный дом	1	III	Нормальная	10
7 Корпуса напольного содержания птицы	3	I	Нормальная	138
8 Корпуса напольного содержания птицы	3	I	Нормальная	138
9 Корпус клеточного содержания птицы	3	I	Нормальная	272
10 Корпуса напольного содержания птицы	3	I	Нормальная	138
11 Корпуса напольного содержания птицы	3	I	Нормальная	138
12 Корпуса напольного содержания птицы	3	I	Нормальная	138
13 Инкубатор	3	I	Нормальная	115
14 Хозяйственное помещение	1	III	Нормальная	20
15 Ремонтно-механический цех	1	III	Нормальная	–
16 Корпус клеточного содержания птицы	3	I	Нормальная	204
17 Корпус клеточного содержания птицы	3	I	Нормальная	204
18 Корпус клеточного содержания птицы	3	I	Нормальная	204
19 Столовая	2	III	Нормальная	100
20 Заводоуправление	2	III	Нормальная	85
21 Ветеринарный блок	1	II	Нормальная	25
22 Кормоцех	3	II	Нормальная	205
23 Склад сухих кормов	1	III	Нормальная	35
24 Склад строительных материалов	1	III	Нормальная	10
25 Хозяйственное помещение	1	III	Нормальная	15
26 Газовая котельная	3	I	Взрывоопасная	40
27 Насосная водоснабжения	3	I	Влажная	120
28 Проходная	3	III	Нормальная	5
29 Весовая	1	III	Нормальная	7
30 Убойный цех	2	I	Нормальная	240

Генплан предприятия представлен на рисунке 1.1.

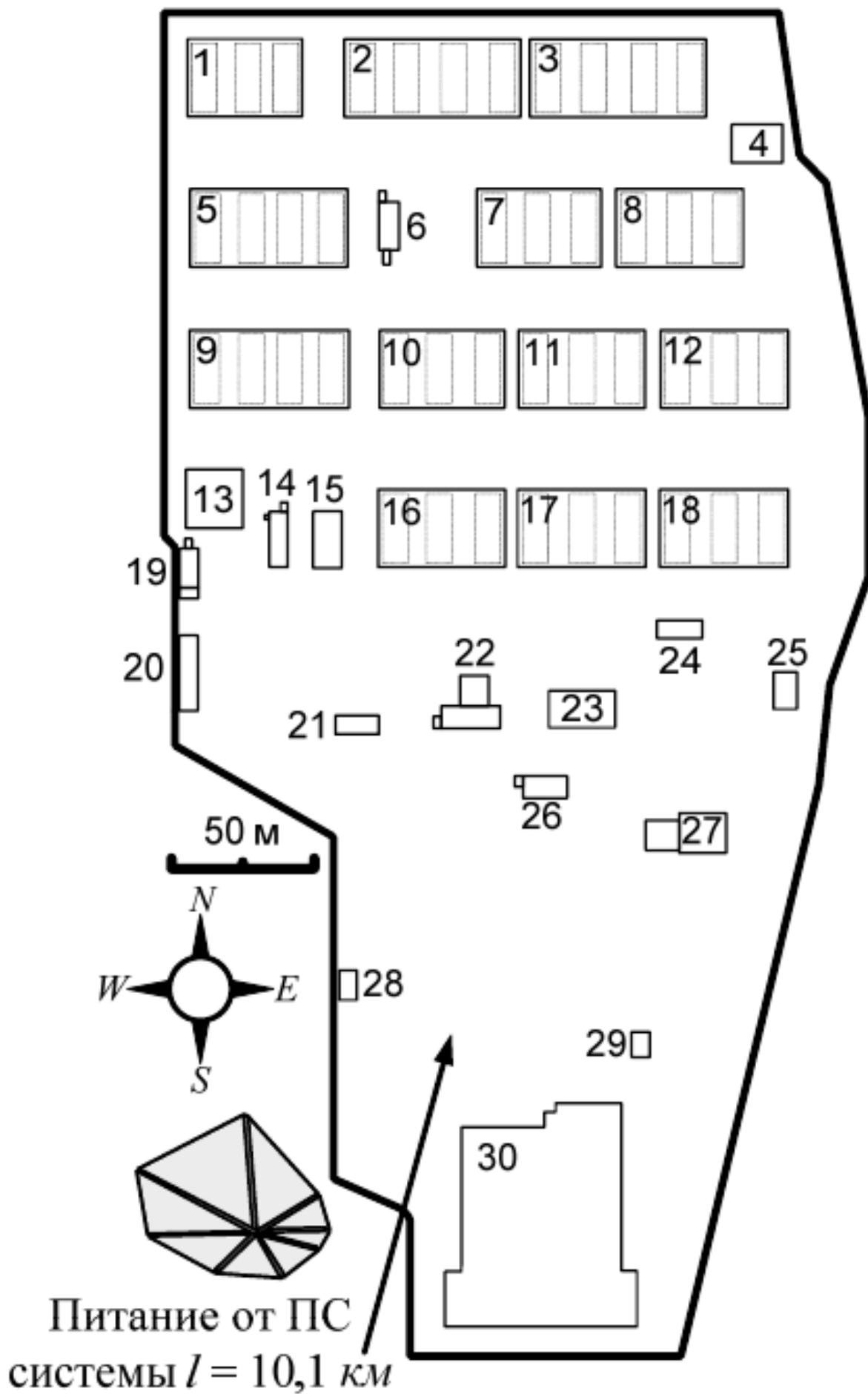


Рисунок 1.1 – Генплан предприятия

Таблица 1.2 – Сведения об электрических нагрузках ремонтно-механического цеха

Наименование	$P_{уст},$ кВт	$K_{исп}$	$\cos\varphi$	$\operatorname{tg}\varphi$	η	$K_{пуск}$	$I_{ном},$ А	$I_{пуск},$ А
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1 Подъемник ворот	5,2	0,10	0,45	1,98	0,89	5	19,7	98,6
2 Подъемник ворот	5,2	0,10	0,45	1,98	0,89	5	19,7	98,6
3 Тепловентилятор	7,3	0,75	0,80	0,75	0,89	7	15,6	109,0
4 Кран-балка ПВ = 25%	34,0	0,05	0,50	1,73	0,89	5	116,1	580,4
5 Кран-балка ПВ = 25%	34,0	0,05	0,50	1,73	0,89	5	116,1	580,4
6 Вытяжная вентиляция	12,0	0,75	0,80	1,17	0,89	7	25,6	179,2
7 Пресс- ножницы	9,0	0,25	0,65	0,75	0,89	5	23,6	118,2
8 Компрессор	18,8	0,65	0,80	0,33	0,89	5	40,1	200,6
9 Печь	25,0	0,80	0,95	0,33	0,95	–	42,1	–
10 Сушильный шкаф	21,0	0,80	0,95	1,17	0,95	–	35,4	–
11 Отрезной станок	24,0	0,18	0,65	1,17	0,89	5	63,0	315,2
12 Фрезерный станок	19,4	0,18	0,65	1,17	0,89	5	51,0	254,8
13 Токарный станок	17,9	0,18	0,65	1,17	0,89	5	47,0	235,1
14 Наждачный станок	4,2	0,18	0,65	1,17	0,89	5	11,0	55,2
15 Трубогибочный станок	15,0	0,18	0,65	1,17	0,89	5	39,4	197,0
16 Подъемник ворот	5,2	0,10	0,45	1,98	0,89	5	19,7	98,6
17 Тепловентилятор	7,3	0,75	0,80	0,75	0,89	7	15,6	109,0
18 Кран-балка ПВ = 25%	34,0	0,05	0,50	1,73	0,89	5	116,1	580,4
19 Сварочный агрегат ПВ = 60%	44,0	0,30	0,60	1,33	0,98	3	113,7	341,1
20 Сварочный трансформатор ПВ=40%	35,0	0,30	0,60	1,33	0,98	3	90,4	271,3
21 Приточная вентиляция	8,5	0,75	0,80	0,75	0,89	7	18,1	127,0
22 Сверлильный станок	2,8	0,18	0,65	1,17	0,89	5	7,4	36,8
23 Вытяжная вентиляция	12,0	0,75	0,80	0,75	0,89	7	25,6	179,2
24 Точильно-шлифовальный станок	5,5	0,18	0,65	1,17	0,89	5	14,4	72,2
25 Вертикально-сверлильный станок	5,3	0,18	0,65	1,17	0,89	5	13,9	69,6
26 Пресс гидравлический	12,0	0,25	0,65	1,17	0,89	5	31,5	157,6
27 Пресс гидравлический	14,7	0,25	0,65	1,17	0,89	5	38,6	193,0
28 Приточная вентиляция	8,5	0,75	0,80	0,75	0,89	7	18,1	127,0
29 Точильно-шлифовальный станок	5,5	0,18	0,65	1,17	0,89	5	14,4	72,2
30 Консольно-фрезерный станок	10,0	0,18	0,65	1,17	0,89	5	26,3	131,3
31 Консольно-фрезерный станок	10,0	0,18	0,65	1,17	0,89	5	26,3	131,3
32 Токарно-винторезный станок	7,5	0,18	0,65	1,17	0,89	5	19,7	98,5
33 Токарно-винторезный станок	7,5	0,18	0,65	1,17	0,85	5	20,6	103,1
34 Вытяжная вентиляция	12,0	0,75	0,80	0,75	0,85	7	26,8	187,7

План цеха с расположением электрического оборудования представлен на рисунке 1.2.

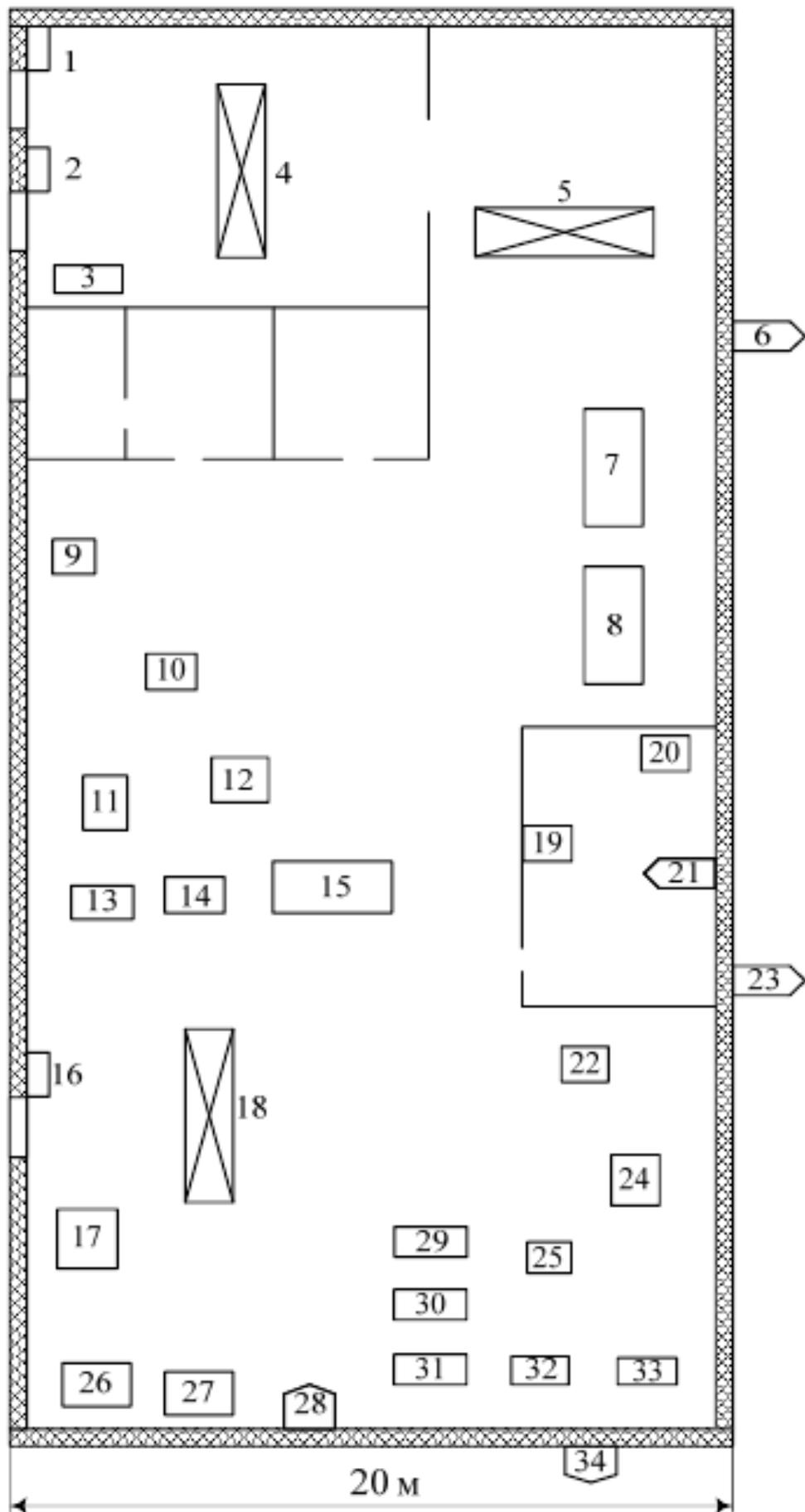


Рисунок 1.2 – Схема расположения электроприемников в здании ремонтно-механического цеха

2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНОЙ НАГРУЗКИ РЕМОНТНО-МЕХАНИЧЕСКОГО ЦЕХА

2.1 Распределение приёмников по пунктам питания

Распределение электроприемников по пунктам питания осуществляется путём подключения группы электроприёмников к соответствующему распределительному пункту.

Распределительные пункты устанавливаются по возможности в центре электрических нагрузок, подключенных к нему, чтобы расстояния до электроприемников было минимально. Это позволит избежать большой протяженности кабельных линий, и сократить потери в них.

Питание отдельных электроприемников и распределительных пунктов осуществляем по радиальным линиям, проложенным открыто на лотках по стенам. Принятая схема обеспечивает требуемую степень надежности питания приемников и требуемую по технологическим условиям гибкость и универсальность сети в отношении присоединения новых приемников и перемещения приемников по площади цеха.

В качестве распределительных пунктов принимаем пункты марки ПР11-7123. Данный пункт рассчитан на количество отходящих линий до двенадцати штук.

На рисунке 2.1 изображен план цеха с расположением распределительных пунктов и питаемых от них электроприемников.

2.2 Определение расчетной нагрузки цеха

Для правильного выбора сечений линий, коммутационных и защитных аппаратов произведем расчет электрических нагрузок рассматриваемого цеха. Для этого воспользуемся методом коэффициента максимума.

Паспортные мощности электроприемников с повторно-кратковременным режимом работы (ПКР) приводятся к $PВ = 100\%$, то есть к номинальной установленной мощности.

Кран-балка $PВ = 25\%$

$$P_{ном} = P \cdot \sqrt{PВ} = 34,0 \cdot \sqrt{0,25} = 17,000 \text{ кВт}$$

Сварочный агрегат $PВ = 60\%$

$$P_{ном} = P \cdot \sqrt{PВ} = 44,0 \cdot \sqrt{0,60} = 34,082 \text{ кВт}$$

Сварочный трансформатор $PВ = 40\%$

$$P_{ном} = P \cdot \sqrt{PВ} = 35,0 \cdot \sqrt{0,40} = 22,136 \text{ кВт}$$

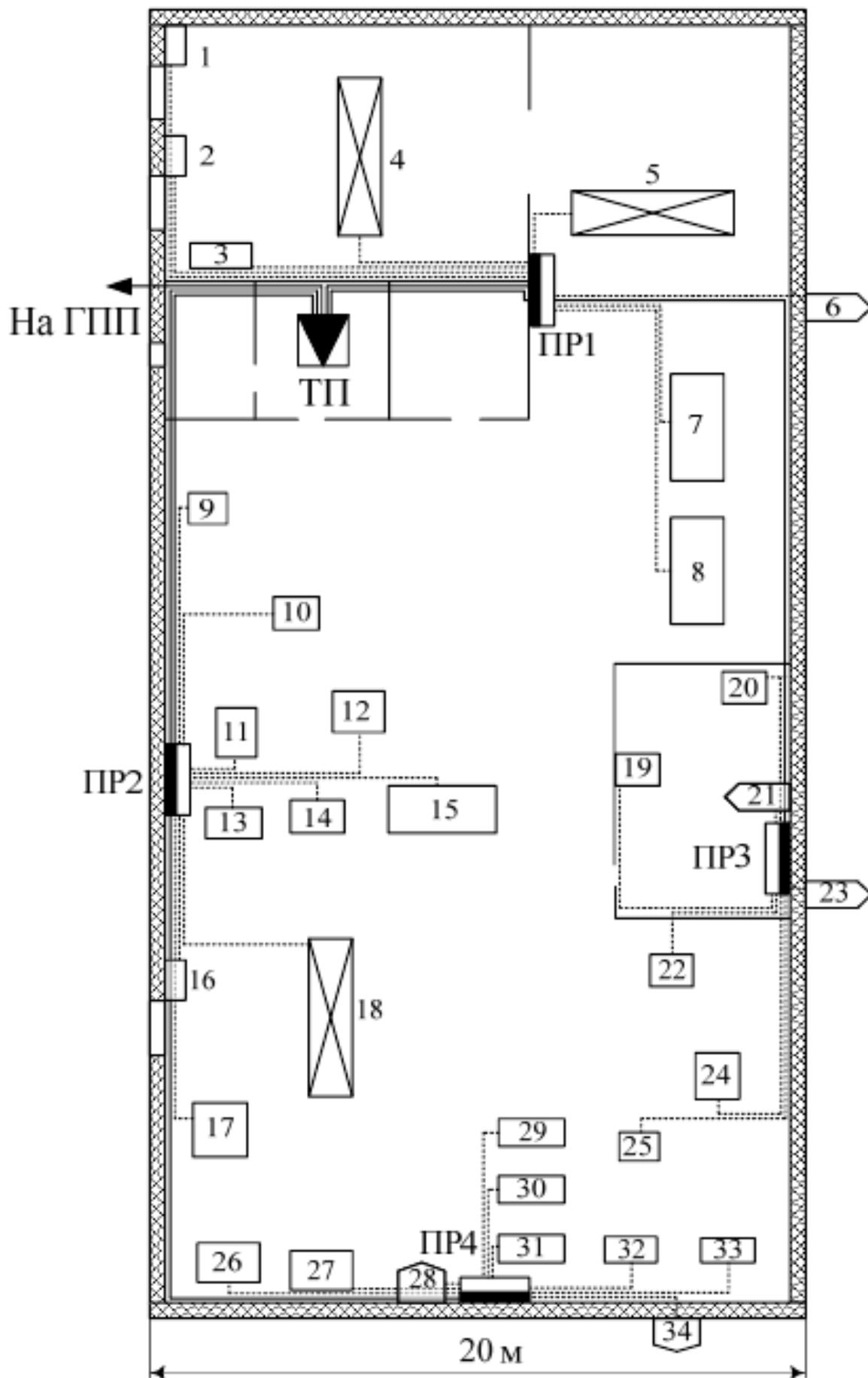


Рисунок 2.1 – Схема расположения распределительных пунктов в здании ремонтно-механического цеха

Для каждой группы определяется суммарная номинальная мощность электроприемников (на примере группы «А» ПР1)

$$P_{\text{НОМ.}\Sigma} = \sum_{i=1}^n P_{\text{НОМ.}i} = 10,4 + 34,0 + 9,0 = 53,4 \text{ кВт}$$

Коэффициент использования K_u , $\cos\varphi$, $\text{tg}\varphi$ для каждого электроприемника или группы электроприемников определяется по справочным данным [1, стр. 19, табл. 1.7].

Средняя активная и реактивная нагрузки за наиболее загруженную смену для электроприемников (на примере подъемных ворот)

$$P_{\text{СМ}} = K_u \cdot P_{\text{НОМ.}\Sigma} = 0,10 \cdot 10,4 = 1,0 \text{ кВт}$$

$$Q_{\text{СМ}} = P_{\text{СМ}} \cdot \text{tg}\varphi = 1,0 \cdot 1,98 = 2,1 \text{ кВАр}$$

где $P_{\text{НОМ}}$ – суммарная номинальная активная мощность электроприемников;

K_u – коэффициент использования активной мощности;

$\text{tg}\varphi$ – принимается по соответствующему значению коэффициента мощности.

Для каждой группы электроприемников подводится итог по среднесменной активной и реактивной нагрузке для всей группы (на примере группы «А»)

$$P_{\text{СМ}}^{\text{«А»}} = \sum_{i=1}^n P_{\text{СМ.}i} = 1,0 + 1,7 + 2,3 = 5,0 \text{ кВт},$$

$$Q_{\text{СМ}}^{\text{«А»}} = \sum_{i=1}^n Q_{\text{СМ.}i} = 2,1 + 2,9 + 2,6 = 6,7 \text{ кВАр}.$$

Диапазон величины модуля силовой сборки

$$m = \frac{P_{\text{НОМ.max}}}{P_{\text{НОМ.min}}} = \frac{17,0}{5,2} = 3,3 > 3.$$

Определение средневзвешенного коэффициента использования по группе

$$K_{u.\text{ср}} = \frac{P_{\text{СМ}}^{\text{«А»}}}{P_{\text{НОМ.}\Sigma}} = \frac{5,0}{53,4} = 0,09.$$

Средневзвешенное значение коэффициента реактивной мощности

$$\text{tg}\varphi_{\text{ср}} = \frac{Q_{\text{СМ}}^{\text{«А»}}}{P_{\text{СМ}}^{\text{«А»}}} = \frac{7,6}{5,0} = 1,53.$$

Для электроприемников группы «А» определим эффективное число электроприемников $n_{\text{э}}$

$$n_{\text{э}} = \frac{[P_{\text{НОМ.}\Sigma}]^2}{\sum P_{\text{НОМ}}^2} = \frac{53,4^2}{713,1} = 4,0 \text{ шт. принимаем } n_{\text{э}} = 4 \text{ шт.}$$

Коэффициент максимума активной мощности [2, стр. 28, табл. 2.1]

$$K_M = 3,34.$$

Коэффициент максимума реактивной мощности

$$K'_M = 1,1$$

Расчетная активная и реактивная мощности пункта

$$P_p^{A''} = K_M \cdot P_{CM}^{A''} = 3,34 \cdot 5,0 = 16,6 \text{ кВт},$$

$$Q_p^{A''} = K'_M \cdot Q_{CM}^{A''} = 1,1 \cdot 7,6 = 8,4 \text{ кВАр}.$$

С учетом того, что в группе "Б" количество приемников не превышает трех штук, расчетные активная и реактивная мощности рассчитываются по суммарной номинальной мощности приемников группы

$$P_p^{B''} = \sum_{i=1}^n P_{НОМ.i}^{B''} = 38,1 \text{ кВт},$$

$$Q_p^{B''} = \sum_{i=1}^n (P_{НОМ.i}^{B''} \cdot \operatorname{tg}\varphi_i) = 28,6 \text{ кВАр}.$$

Определяем активную, реактивную и полную расчетные мощности электроприемников пункта

$$P_p = P_p^{A''} + P_p^{B''} = 16,6 + 38,1 = 54,7 \text{ кВт},$$

$$Q_p = Q_p^{A''} + Q_p^{B''} = 8,4 + 28,6 = 37,0 \text{ кВАр},$$

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2} = \sqrt{54,7^2 + 37,0^2} = 66,1 \text{ кВА}.$$

Определение расчётного тока пункта

$$I_p = \frac{S_p}{\sqrt{3} \cdot U_{НОМ}} = \frac{66,1}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 100,4 \text{ А},$$

где $U_{НОМ}$ – номинальное напряжение электроприемников, В.

Номинальный ток самого мощного электроприемника пункта

$$I_{НОМ}^{\max} = \frac{P_{НОМ}}{\sqrt{3} \cdot U_{НОМ} \cdot \cos\varphi \cdot \eta} = \frac{34,0}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,50 \cdot 0,89} = 116,1 \text{ А},$$

где $P_{НОМ}$ – номинальная активная мощность электроприемника, кВт;

η – КПД электроприемника.

Пусковой ток самого мощного электроприемника пункта

$$I_{ПУСК}^{\max} = K_{ПУСК} \cdot I_{НОМ}^{\max} = 5 \cdot 116,1 = 580,4 \text{ А},$$

где $K_{ПУСК}$ – кратность пускового тока.

Пиковый ток пункта

$$I_{ПИК.П} = I_{ПУСК}^{\max} + (I_p - K_{ИМАХ} \cdot I_{НОМ}^{\max}) = 580,4 + (100,4 - 0,05 \cdot 116,1) = 675,0 \text{ А},$$

где $K_{и.маx}$ – коэффициент использования самого мощного электроприемника.

Номинальная нагрузка осветительных приемников цеха определяется по удельной плотности осветительной нагрузки и площади цеха

$$P_{н.о} = P_{уд.о} \cdot F_{ц} = 0,016 \cdot 780 = 12,5 \text{ кВт},$$

где $F_{ц} = 780 \text{ м}^2$ – площадь цеха;

$P_{уд.о} = 0,016 \text{ кВт/м}^2$ – удельная плотность осветительной нагрузки [1, стр. 22, табл. 1.11].

Расчетная нагрузка осветительных приемников цеха

$$P_{р.о} = K_{сo} \cdot P_{н.о} = 0,95 \cdot 12,5 = 11,9 \text{ кВт},$$

$$Q_{р.о} = P_{р.о} \cdot \text{tg}\varphi_o = 11,9 \cdot 0,33 = 3,9 \text{ кВАр},$$

где $K_{сo} = 0,95$ – коэффициент спроса для производственных зданий, состоящих из отдельных крупных пролетов [1, стр. 22, табл. 1.10];

$\text{tg}\varphi_o = 0,33$ – для люминесцентных ламп [1, стр. 16, табл. 1.7].

Определение расчётной нагрузки цеха с учетом освещения

$$\begin{aligned} S_p &= \sqrt{(P_p + P_{р.о})^2 + (Q_p + Q_{р.о})^2} = \\ &= \sqrt{(263,4 + 11,9)^2 + (155,6 + 3,9)^2} = 318,1 \text{ кВА}. \end{aligned}$$

Определение расчётного тока цеха

$$I_p = \frac{S_p}{\sqrt{3} \cdot U_{ном}} = \frac{318,1}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 483,3 \text{ А},$$

где $U_{ном}$ – номинальное напряжение электроприемников, В.

Определение пикового тока цеха

Расчетный ток самого мощного пункта цеха

$$I_p^{\text{max.ПР}} = 153,5 \text{ А}.$$

Пиковый ток самого мощного пункта цеха

$$I_{\text{пик}}^{\text{max.ПР}} = 728,1 \text{ А}.$$

Пиковый ток цеха

$$I_{\text{пик.ц}} = I_{\text{пик}}^{\text{max.ПР}} + I_p - I_p^{\text{max.ПР}} = 728,1 + 483,3 - 153,5 = 1058,0 \text{ А}.$$

Распределение электроприемников по пунктам питания и расчет электрических нагрузок по пунктам питания сведены в таблицу 2.1.

Таблица 2.1 – Определение расчетных нагрузок ремонтно-механического цеха по пунктам питания

Наименование узлов питания и групп ЭП	Количество ЭП, n	Установленная мощность		$m = P_{\text{ном. max}} / P_{\text{ном. min}}$	Коэффициент использования $K_{\text{и}}$	$\cos\varphi$	$\text{tg}\varphi$	Средняя нагрузка за смену		Эффективное число электроприемников $n_{\text{э}}$	Коэффициент максимума $K_{\text{м}}$	Максимальная нагрузка			$I_{\text{р}}$, А	$I_{\text{пик}}$, А
		$P_{\text{ном}}$, кВт	$\Sigma P_{\text{ном}}$, кВт					$P_{\text{см}} = K_{\text{и}} \cdot P_{\text{ном}}$, кВт	$Q_{\text{см}} = P_{\text{см}} \cdot \text{tg}\varphi$, кВтАр			$P_{\text{р}} = K_{\text{м}} \cdot P_{\text{см}}$, кВт	$Q_{\text{р}} = (1 \div 1,1) \cdot Q_{\text{см}}$, кВтАр	$S_{\text{р}} = \sqrt{P_{\text{р}}^2 + Q_{\text{р}}^2}$, кВА		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Шкаф распределительный ПР-1																
Электроприемники группы "А", $K_{\text{и}} < 0,6$																
1 Подъемник ворот	2	5,2 ÷ 5,2	10,4		0,10	0,45	1,98	1,0	2,1							
2 Кран-балка ПВ=25%	2	17,0 ÷ 17,0	34,0		0,05	0,50	1,73	1,7	2,9							
3 Пресс-ножницы	1	9,0 ÷ 9,0	9,0		0,25	0,65	1,17	2,3	2,6							
Итого по группе "А"	5	5,2 ÷ 17,0	53,4	>3	0,09	0,55	1,53	5,0	7,6	4	3,34	16,6	8,4	18,6		
Электроприемники группы "Б", $K_{\text{и}} \geq 0,6$																
4 Вентиляция, тепловентилятор	2	7,3 ÷ 12,0	19,3		0,75	0,80	0,75	14,5	10,9							
5 Компрессор	1	18,8 ÷ 18,8	18,8		0,65	0,80	0,75	12,2	9,2							
Итого по группе "Б"	3	7,3 ÷ 18,8	38,1		0,70	0,80	0,75	26,7	20,0			38,1	28,6	47,6		
Итого по ПР-1	8	5,2 ÷ 18,8	91,5		0,35	0,75	0,87	31,7	27,7			54,7	37,0	66,1	100,4	675,0
Шкаф распределительный ПР-2																
Электроприемники группы "А", $K_{\text{и}} < 0,6$																
1 Станки разные	5	4,2 ÷ 24,0	80,5		0,18	0,65	1,17	14,5	16,9							
2 Подъемник ворот	1	5,2 ÷ 5,2	5,2		0,10	0,45	1,98	0,5	1,0							
3 Кран-балка ПВ=25%	1	17,0 ÷ 17,0	17,0		0,05	0,50	1,73	0,9	1,5							
Итого по группе "А"	7	4,2 ÷ 24,2	102,7	>3	0,15	0,63	1,23	15,9	19,4	6	2,43	38,6	21,4	44,1		

Окончание таблицы 2.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Электроприемники группы "Б", $K_n \geq 0,6$																
4 Печь, сушильный шкаф	2	21,0 ÷ 25,0	46,0		0,80	0,95	0,33	36,8	12,1							
5 Тепловентилятор	1	7,3 ÷ 7,3	7,3		0,75	0,80	0,75	5,5	4,1							
Итого по группе "Б"	3	7,3 ÷ 25,0	53,3		0,79	0,93	0,38	42,3	16,2			53,3	20,6	57,1		
Итого по ПР-2	10	4,2 ÷ 25,0	156,0		0,37	0,85	0,61	58,1	35,6			91,9	42,0	101,0	153,5	728,1
Шкаф распределительный ПР-3																
Электроприемники группы "А", $K_n < 0,6$																
1 Сварочное оборудование	2	22,1 ÷ 34,1	56,2		0,30	0,60	1,33	16,9	22,5							
2 Станки разные	3	2,8 ÷ 5,5	13,6		0,18	0,65	1,17	2,4	2,9							
Итого по группе "А"	5	2,8 ÷ 34,1	69,8	>3	0,28	0,61	1,31	19,3	25,3	3	2,4	46,4	27,9	54,1		
Электроприемники группы "Б", $K_n \geq 0,6$																
3 Вентиляция	2	8,5 ÷ 12,0	20,5		0,75	0,80	0,75	15,4	11,5							
Итого по группе "Б"	2	8,5 ÷ 12,0	20,5		0,75	0,80	0,75	15,4	11,5			20,5	15,4	25,6		
Итого по ПР-3	7	2,8 ÷ 34,1	90,3		0,38	0,69	1,06	34,7	36,9			66,9	43,3	79,6	121,0	428,0
Шкаф распределительный ПР-4																
Электроприемники группы "А", $K_n < 0,6$																
1 Пресс гидравлический	2	12,0 ÷ 14,7	26,7		0,25	0,65	1,17	6,7	7,8							
2 Станки разные	5	5,5 ÷ 10,0	40,5		0,18	0,65	1,17	7,3	8,5							
Итого по группе "А"	7	5,5 ÷ 14,7	67,2	<3	0,21	0,65	1,17	14,0	16,3	7	2,11	29,4	18,0	34,5		
Электроприемники группы "Б", $K_n \geq 0,6$																
3 Вентиляция	2	8,5 ÷ 12,0	20,5		0,75	0,80	0,75	15,4	11,5							
Итого по группе "Б"	2	8,5 ÷ 12,0	20,5		0,75	0,80	0,75	15,4	11,5			20,5	15,4	25,6		
Итого по ПР-4	9	5,5 ÷ 14,7	87,7		0,33	0,73	0,95	29,3	27,9			49,9	33,3	60,0	91,2	274,6
Итого силовая нагрузка	34	2,8 ÷ 34,1	425,5		0,36	0,77	0,83	153,8	128,0			263,4	155,6	306,8		
Электрическое освещение			12,5	$K_{co} = 0,95$	0,95	0,33	11,9	3,9			11,9	3,9				
Итого по цеху	34	2,8 ÷ 34,1	438,0		0,38	0,78	0,80	165,7	131,9			275,3	159,5	318,1	483,3	1058,0

3 ВЫБОР ЗАЩИТНЫХ АППАРАТОВ И СЕЧЕНИЙ ЛИНИЙ

В качестве аппаратов защиты принимаем автоматические выключатели серии ВА с электромагнитным расцепителем для защиты линии от токов КЗ и тепловым для защиты от перегрузки.

Выбор сечений питающей линий производится по длительно допустимой токовой нагрузке из условия нагрева. Линии, питающие распределительные пункты, проверяются по допустимой потере напряжения. Сечения кабелей согласовываются с действием аппаратов защиты.

Для питания распределительных пунктов и отдельных электроприемников принимаем кабель марки АВВГ с прокладкой на лотках по стенам. Питание осуществляем по радиальным линиям.

Для дальнейшего расчета так же необходимо знать мощность трансформатора цеховой подстанции, а так же сечение кабельной линии, питающей данную подстанцию.

Примеры выбора аппаратуры и кабелей.

а) Выбор цехового трансформатора и линии, питающей подстанцию

На данном этапе работы предположим, что от подстанции питается только рассматриваемый цех

Расчетная мощность нагрузки подстанции

$$S_{p,PC} = 318,1 \text{ кВА.}$$

Так как цех относится к электроприемникам III категории, то принимаем однотрансформаторную подстанцию

$$S_{тр.расч} = \frac{S_{p,PC}}{\beta_{тр} \cdot n_{тр}} = \frac{318,1}{0,7 \cdot 1} = 454,5 \text{ кВА.}$$

По стандартному ряду номиналов мощностей принимаем трансформатор мощностью 400 кВА. Рассчитаем фактический коэффициент загрузки трансформатора

$$\beta_{тр.расч} = \frac{S_{p,PC}}{S_{тр} \cdot n_{тр}} = \frac{318,1}{400 \cdot 1} = 0,80$$

Параметры выбранного трансформатора приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Параметры трансформатора [1, стр. 157, табл. 7.3]

Тип	$S_{ном}$	$U_{вн}$	$U_{нн}$	P_{xx}	Q_{xx}	$P_{кз}$	$Q_{кз}$	U_k	I_{xx}
	МВА	кВ	кВ	кВт	кВАр	кВт	кВАр	%	%
ТМ-400/10	0,40	10,0	0,4	1,20	8,4	5,5	22,0	5,5	2,10

Кабель, питающий цеховую подстанцию выбирается по экономической плотности тока.

Расчетный ток на одну цепь

$$I_{расч} = \frac{n_{тр} \cdot S_{ном.тр}}{n_{ц} \cdot \sqrt{3} \cdot U_{ном}} = \frac{1 \cdot 400}{1 \cdot \sqrt{3} \cdot 10} = 23,1 \text{ А},$$

где $S_{ном.тр}$ – номинальная мощность цехового трансформатора, кВА;

$n_{тр}$ – количество трансформаторов, шт;

$n_{ц}$ – количество цепей питающей линии, шт.

Экономическое сечение при работе предприятия с $T_{max} > 5000$ час/год и питания кабелями с алюминиевыми жилами определяется для экономической плотности тока $j_{эк} = 1,2$ А/мм² [1, стр. 72, табл. 3.16]

$$F_{эк} = \frac{I_{расч}}{j_{эк}} = \frac{23,1}{1,2} = 19,2 \text{ мм}^2.$$

Намечаем кабель ближайшего стандартного сечения марки АВБбШв

$$F = 25 \text{ мм}^2 \text{ с } I_{доп} = 75 \text{ А. [1, стр. 66-68, табл. 3.6-3.9].}$$

Выбранное сечение проверяется по допустимой нагрузке из условий нагрева в нормальном режиме

$$I'_{доп} = K_{пр} \cdot I_{доп} = 1,00 \cdot 75 = 75,0 \text{ А} > I_{расч} = 23,1 \text{ А},$$

где $K_{пр} = 1,00$ – коэффициент прокладки при прокладке кабельных линий по эстакадам.

Выбранное сечение проходит по результатам проверок. Оставляем ранее намеченный кабель.

б) Выбор отходящего выключателя подстанции

Расчетный ток нагрузки подстанции

$$I_{р.ЛС} = \frac{S_{р.ЛС}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном}} = \frac{318,1}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 483,3 \text{ А}.$$

Номинальный ток трансформатора подстанции

$$I_{ном.тр} = \frac{S_{ном.тр}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном}} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 607,7 \text{ А}.$$

Ток послеаварийного режима трансформаторов подстанции

$$I_{н/ав.тр} = 1,4 \cdot I_{ном.тр} = 1,4 \cdot 607,7 = 850,8 \text{ А}.$$

Пиковый ток подстанции

$$I_{пик.ЛС} = I_{пик}^{max.ПР} + I_{р.ЛС} - I_{р}^{max.ПР} = 728,1 + 483,3 - 153,5 = 1182,4 \text{ А}.$$

Намечаем к установке автомат марки ВА83 – 41 с параметрами $I_{ном.ав} = 1000$ А, $I_{тепл} = 1000$ А [3, стр. 87, табл. П.2.3].

– проверка намеченного автомата по нагреву расчетным током

$$I_{тепл} = 1000 \text{ А} > 1,1 \cdot I_{р.ЛС} = 1,1 \cdot 607,7 = 668,5 \text{ А}.$$

– проверка намеченного автомата по нагреву послеаварийным током

$$I_{пер} = 2 \cdot I_{менл} = 2 \cdot 1000 = 2000,0 \text{ A} > I_{n/ав.мр} = 850,8 \text{ A}.$$

– проверка намеченного автомата по условию перегрузки пиковым током

$$1,25 \cdot I_{пик.ПС} = 1,25 \cdot 1182,4 = 1477,9 \text{ A}.$$

Коэффициент кратности тока срабатывания уставки

$$K = \frac{1,25 \cdot I_{пик.ПС}}{I_{менл}} = \frac{1477,9}{1000} = 1,5, \text{ принимаем } K = 2,0$$

Номинальный ток срабатывания уставки в зоне КЗ

$$I_{э.о} = K \cdot I_{менл} = 2,0 \cdot 1000 = 2000,0 \text{ A} > 1,25 \cdot I_{пик.ПС} = 1477,9 \text{ A}.$$

Принятый автомат проходит по результатам проверок.

в) Участок ТП – ПР1

Расчетный и пиковый ток нагрузки ПР1

$$I_p = 100,4 \text{ A}, \quad I_{пик} = 675,0 \text{ A}.$$

Намечаем к установке автомат марки: ВА74 – 40 с параметрами $I_{ном.ав} = 800 \text{ A}$, $I_{тепл} = 190 \text{ A}$ [3, стр. 87, табл. П.2.3].

– проверка намеченного автомата по нагреву расчетным током

$$I_{менл} = 190 \text{ A} > 1,1 \cdot I_p = 1,1 \cdot 100,4 = 110,4 \text{ A}.$$

– проверка намеченного автомата по условию перегрузки пиковым током

$$1,25 \cdot I_{пик} = 1,25 \cdot 675,0 = 843,7 \text{ A}.$$

Коэффициент кратности тока срабатывания уставки

$$K = \frac{1,25 \cdot I_{пик}}{I_{менл}} = \frac{843,7}{190} = 4,4, \text{ принимаем } K = 6,0$$

Номинальный ток срабатывания уставки в зоне КЗ

$$I_{э.о} = K \cdot I_{менл} = 6,0 \cdot 190 = 1140,0 \text{ A} > 1,25 \cdot I_{пик} = 843,7 \text{ A}.$$

Принятый автомат проходит по результатам проверок.

Намечаем выбор кабеля марки АВВГ – 1 (4 х 120) $I_{доп} = 200 \text{ A}$ [1, стр. 66-68, табл. 3.6-3.9].

– проверка намеченного кабеля по нагреву расчетным током

$$I_{доп} = 200 \text{ A} > I_p = 110,4 \text{ A}.$$

– согласование с действием аппарата защиты

$$I_{доп} = 200 \text{ A} > \frac{K_3 \cdot I_3}{K_{прокл}} = \frac{1,00 \cdot 190}{1} = 190,0 \text{ A}.$$

где I_3 – ток уставки срабатывания защитного аппарата, А;

$K_{прокл}$ – поправочный коэффициент на условие прокладки;

K_3 – кратность защиты.

– проверка по допустимой потере напряжения

$$\Delta U_{p\%} = \Delta U_{p\%} \cdot I_p \cdot l = 0,117 \cdot 100,4 \cdot 0,007 = 0,08 \% < 5 \%,$$

где l – длина рассматриваемой линии, км,

5% – допустимое значение потерь напряжения,

ΔU_0 – потеря напряжения в трехфазных сетях 380 В [3, стр. 91, табл. П.2.11],
% / (А·км).

Принятый кабель проходит по результатам проверок.

г) Участок ПР1 – подъемник ворот

Номинальный и пусковой ток нагрузки ПР1

$$I_{ном} = 19,7 \text{ А}, \quad I_{пуск} = 98,6 \text{ А}.$$

Намечаем к установке автомат марки: ВА13 – 29 с параметрами $I_{ном.ав} = 63$ А, $I_{тепл} = 25$ А [3, стр. 87, табл. П.2.3].

– проверка намеченного автомата по нагреву номинальным током

$$I_{тепл} = 25 \text{ А} > 1,1 \cdot I_{ном} = 1,1 \cdot 19,7 = 21,7 \text{ А}.$$

– проверка намеченного автомата по условию перегрузки пусковым током

$$1,5 \cdot I_{пуск} = 1,5 \cdot 98,6 = 148,0 \text{ А}.$$

Коэффициент кратности тока срабатывания уставки

$$K = \frac{1,5 \cdot I_{пуск}}{I_{тепл}} = \frac{148,0}{25} = 5,9, \text{ принимаем } K = 6,0$$

Номинальный ток срабатывания уставки в зоне КЗ

$$I_{э.о} = K \cdot I_{тепл} = 6,0 \cdot 25 = 150,0 \text{ А} > 1,5 \cdot I_{пуск} = 148,0 \text{ А}.$$

Принятый автомат проходит по результатам проверок.

Намечаем выбор кабеля марки АВВГ – 1 (4 х 4) $I_{доп} = 35$ А [1, стр. 66-68, табл. 3.6-3.9].

– проверка намеченного кабеля по нагреву расчетным током

$$I_{доп} = 35 \text{ А} > I_{ном} = 21,7 \text{ А}.$$

– согласование с действием аппарата защиты

$$I_{доп} = 35 \text{ А} > \frac{K_3 \cdot I_3}{K_{прокл}} = \frac{1,00 \cdot 25}{1} = 25,0 \text{ А}.$$

Принятый кабель проходит по результатам проверок.

Так как расчет по выбору аппаратов защиты и кабельных линий для всех распределительных пунктов и электроприемников аналогичен, то остальные расчеты сведем в таблицу 3.1 (для распределительных пунктов) и таблицу 3.2 (для отдельных электроприемников).

Таблица 3.1 – Выбор марки и сечений проводников питающей сети, аппаратов защиты

Участок	$\frac{I_p}{I_{лик}}$	$1,1 \cdot I_p$	$1,25 \cdot I_{лик}$	Автомат			Способ прокладки	K_3	$K_{пр}$	$\frac{K_3 \cdot I_3}{K_{пр}}$	Кабель		L	cosφ	ΔU ₀	ΔU _p
				К	$\frac{I_{менл}}{I_{3,0}}$	Тип					I _{доп}	Марка				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Отходящий выключатель ТП	$\frac{607,7}{1182,4}$	668,5	1477,9	2,0	$\frac{1000}{2000,0}$	ВА83 – 41	На лотках	–	–	–	–	–	–	–	–	–
ТП – ПР1	$\frac{100,4}{675,0}$	110,4	843,7	6,0	$\frac{190}{1140,0}$	ВА74 – 40		1,00	1	190	200	АВВГ – 1(4 x 120)	0,007	0,75	0,117	0,08
ТП – ПР2	$\frac{153,5}{728,1}$	168,8	910,1	6,0	$\frac{190}{1140}$	ВА74 – 40		1,00	1	190	200	АВВГ – 1(4 x 120)	0,018	0,85	0,123	0,34
ТП – ПР3	$\frac{121,0}{428,0}$	133,1	535,0	5,0	$\frac{190}{950}$	ВА74 – 40		1,00	1	190	200	АВВГ – 1(4 x 120)	0,030	0,69	0,109	0,40
ТП – ПР4	$\frac{91,2}{274,6}$	100,3	343,2	4,0	$\frac{130}{520}$	ВА74 – 40		1,00	1	130	140	АВВГ – 1(4 x 70)	0,044	0,73	0,169	0,68

Таблица 3.2 – Выбор распределительных пунктов, автоматов и кабелей

Приемник	$P_{ном}$	$I_{ном}$	$I_{пуск}$	$1,1 \cdot I_{ном}$	$1,25 \cdot I_{пуск}$	Автомат				$K_{пр}$	K_3	$\frac{K_3 \cdot I_3}{K_{пр}}$	Кабель	
	кВт					А	А	А	А				А	А
	К	$I_{тепл}$	$I_{э.о}$	Тип	–	А	А	–	–	–	А	А	–	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
ПР – 1 ПР11 – 7123														
Подъемник ворот	5,2	19,7	98,6	21,7	148,0	6,0	25,0	150,0	ВА13 – 29	1,0	1,00	25	27	АВВГ – 1(4 x 4)
Тепловентилятор	7,3	15,6	109,0	17,1	163,6	12,0	20,0	240,0	ВА13 – 29	1,0	1,00	20	27	АВВГ – 1(4 x 4)
Кран-балка ПВ=25%	34,0	116,1	580,4	127,7	870,6	6,0	160,0	960,0	ВА57 – 35	1,0	1,00	160	170	АВВГ – 1(4 x 95)
Вытяжная вентиляция	12,0	25,6	179,2	28,2	268,9	12,0	31,5	378,0	ВА13 – 29	1,0	1,00	31,5	32	АВВГ – 1(4 x 6)
Пресс-ножницы	9,0	23,6	118,2	26,0	177,3	6,0	31,5	189,0	ВА13 – 29	1,0	1,00	31,5	32	АВВГ – 1(4 x 6)
Компрессор	18,8	40,1	200,6	44,1	300,9	12,0	50,0	600,0	ВА13 – 29	1,0	1,00	50,0	60	АВВГ – 1(4 x 16)
ПР – 2 ПР11 – 7123														
Печь	25,0	42,1	–	46,3	–	–	50,0	–	ВА13 – 29	1,0	1,00	50,0	60	АВВГ – 1(4 x 16)
Сушильный шкаф	21,0	35,4	–	38,9	–	–	40,0	–	ВА13 – 29	1,0	1,00	40,0	42	АВВГ – 1(4 x 10)
Отрезной станок	24,0	63,0	315,2	69,3	472,7	6,0	80,0	480,0	ВА57 – 35	1,0	1,00	80,0	90	АВВГ – 1(4 x 35)
Фрезерный станок	19,4	51,0	254,8	56,0	382,1	12,0	63,0	756,0	ВА13 – 29	1,0	1,00	63,0	75	АВВГ – 1(4 x 25)
Токарный станок	17,9	47,0	235,1	51,7	352,6	6,0	63,0	378,0	ВА13 – 29	1,0	1,00	63,0	75	АВВГ – 1(4 x 25)
Наждачный станок	4,2	11,0	55,2	12,1	82,7	12,0	12,5	150,0	ВА13 – 29	1,0	1,00	12,5	27	АВВГ – 1(4 x 4)
Трубогибочный станок	15,0	39,4	197,0	43,3	295,5	6,0	50,0	300,0	ВА13 – 29	1,0	1,00	50,0	60	АВВГ – 1(4 x 16)
Подъемник ворот	5,2	19,7	98,6	21,7	148,0	6,0	25,0	150,0	ВА13 – 29	1,0	1,00	25,0	27	АВВГ – 1(4 x 4)
Тепловентилятор	7,3	15,6	109,0	17,1	163,6	12,0	20,0	240,0	ВА13 – 29	1,0	1,00	20,0	27	АВВГ – 1(4 x 4)
Кран-балка ПВ=25%	34,0	116,1	580,4	127,7	870,6	6,0	160,0	960,0	ВА57 – 35	1,0	1,00	160,0	170	АВВГ – 1(4 x 95)

Окончание таблицы 3.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
ПР – 3 ПР11 – 7123														
Сварочный агрегат ПВ=60%	44,0	113,7	341,1	125,1	511,6	4,0	160,0	640,0	BA57 – 35	1,0	1,00	160,0	170	ABBГ – 1(4 x 95)
Сварочный трансформатор ПВ=40%	35,0	90,4	271,3	99,5	407,0	5,0	100,0	500,0	BA57 – 35	1,0	1,00	100,0	110	ABBГ – 1(4 x 50)
Приточная вентиляция	8,5	18,1	127,0	20,0	190,5	12,0	16,0	192,0	BA13 – 29	1,0	1,00	16,0	27	ABBГ – 1(4 x 4)
Сверлильный станок	2,8	7,4	36,8	8,1	55,2	6,0	10,0	60,0	BA13 – 29	1,0	1,00	10,0	27	ABBГ – 1(4 x 4)
Вытяжная вентиляция	12,0	25,6	179,2	28,2	268,9	12,0	31,5	378,0	BA13 – 29	1,0	1,00	31,5	32	ABBГ – 1(4 x 6)
Точильно-шлифовальный станок	5,5	14,4	72,2	15,9	108,3	12,0	16,0	192,0	BA13 – 29	1,0	1,00	16,0	27	ABBГ – 1(4 x 4)
Вертикально-сверлильный станок	5,3	13,9	69,6	15,3	104,4	12,0	16,0	192,0	BA13 – 29	1,0	1,00	16,0	27	ABBГ – 1(4 x 4)
ПР – 4 ПР11 – 7123														
Пресс гидравлический	12,0	31,5	157,6	34,7	236,4	6,0	40,0	240,0	BA13 – 29	1,0	1,00	40,0	42	ABBГ – 1(4 x 10)
Пресс гидравлический	14,7	38,6	193,0	42,5	289,6	6,0	50,0	300,0	BA13 – 29	1,0	1,00	50,0	60	ABBГ – 1(4 x 16)
Приточная вентиляция	8,5	18,1	127,0	20,0	190,5	12,0	25,0	300,0	BA13 – 29	1,0	1,00	25,0	27	ABBГ – 1(4 x 4)
Точильно-шлифовальный станок	5,5	14,4	72,2	15,9	108,3	12,0	16,0	192,0	BA13 – 29	1,0	1,00	16,0	27	ABBГ – 1(4 x 4)
Консольно-фрезерный станок	10,0	26,3	131,3	28,9	197,0	12,0	31,5	378,0	BA13 – 29	1,0	1,00	31,5	32	ABBГ – 1(4 x 6)
Токарно-винторезный станок	7,5	20,6	103,1	22,7	154,7	12,0	25,0	300,0	BA13 – 29	1,0	1,00	25,0	27	ABBГ – 1(4 x 4)
Вытяжная вентиляция	12,0	26,8	187,7	29,5	281,5	12,0	31,5	378,0	BA13 – 29	1,0	1,00	31,5	32	ABBГ – 1(4 x 6)

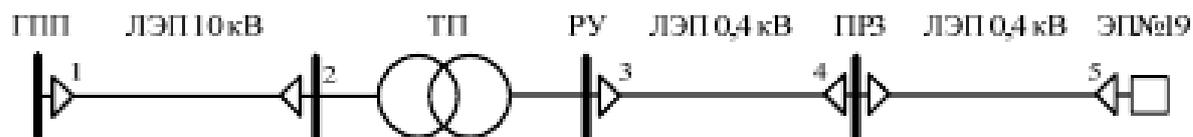
4 ПОСТРОЕНИЕ ЭПЮРЫ ОТКЛОНЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ

В соответствии с этим ГОСТ для силовых сетей промышленных предприятий отклонение напряжений не должен превышать $\pm 5\%$ от номинального значения. На шинах 6-10 кВ подстанции, к которой присоединены распределительные сети, напряжение должно поддерживаться не ниже 105% номинального в период наибольших нагрузок и не выше 100% номинального в период наименьших нагрузок этих сетей.

Рассмотрим цепочку ГПП – ТП – РУ – ЭП №19.

Расчетные данные приемника №19

$$P_{\text{НОМ}} = 44,0 \text{ кВт}; \quad Q_{\text{НОМ}} = 58,7 \text{ кВАр}; \quad S_{\text{НОМ}} = 73,3 \text{ кВА}.$$



АВБбШв – 1(3 х 25)	ТМ-400/10	АВВГ – 1(4 х 120)	АВВГ – 1(4 х 195)
l = 60,6 м	S _{НОМ} = 0,40 МВА	l = 30,3 м	l = 60,6 м
r ₀ = 1,240 мОм/м	U _к = 5,5 %	r ₀ = 0,258 мОм/м	r ₀ = 0,326 мОм/м
x ₀ = 0,099 мОм/м	P _{кз} = 5,5 кВт	x ₀ = 0,060 мОм/м	x ₀ = 0,060 мОм/м
n _ц = 1 шт	n _{тр} = 1 шт	n _ц = 1 шт	n _ц = 1 шт

Рисунок 4.1 – Расчетная схема

Расчет максимального режима нагрузки

Участок 1-2

Активное и реактивное сопротивление участка 1-2

$$R_{12} = \frac{r_{12} \cdot l_{12}}{n_{\text{ц}}} = \frac{1,240 \cdot 60,6}{1} \cdot 10^{-3} = 0,075 \text{ Ом},$$

$$X_{12} = \frac{x_{12} \cdot l_{12}}{n_{\text{ц}}} = \frac{0,099 \cdot 60,6}{1} \cdot 10^{-3} = 0,006 \text{ Ом}.$$

Активная и реактивная мощности, протекающие по участку 1-2

$$P_{12} = \sum P_{\text{ц.ТП}} = 275,3 \text{ кВт},$$

$$Q_{12} = \sum Q_{\text{ц.ТП}} = 159,5 \text{ кВАр}.$$

Потеря напряжения на участке 1-2

$$\Delta U_{12,\%} = \frac{P_{12} \cdot R_{12} + Q_{12} \cdot X_{12}}{10 \cdot U_1^2} = \frac{275,3 \cdot 0,075 + 159,5 \cdot 0,006}{10 \cdot 10,0^2} = 0,022 \text{ \%}.$$

Потеря напряжения на участке 1-2 в именованных единицах

$$\Delta U_{12} = \Delta U_{12,\%} \cdot \frac{U_1}{100\%} = 0,022 \cdot \frac{10000}{100} = 2,2 \text{ В.}$$

Фактическое значение напряжения в конце участка 1-2

$$U_2 = U_1 - \Delta U_{12} = 10000 - 2,2 = 9997,8 \text{ В.}$$

Участок 2-3

Активная и реактивная составляющая значения напряжения короткого замыкания трансформатора

$$U_a = \frac{\Delta P_{кз} \cdot 100\%}{S_{\text{НОМ.тр}}} = \frac{5,5 \cdot 100}{400} = 1,375,$$

$$U_p = \sqrt{U_k^2 + U_a^2} = \sqrt{5,5^2 + 1,375^2} = 5,325$$

Коэффициент загрузки трансформатора

$$\beta = \frac{P_{12}}{n_{\text{тр}} \cdot S_{\text{НОМ.тр}}} = \frac{275,3}{1 \cdot 400} = 0,688.$$

Потери активной и реактивной мощности в трансформаторе

$$\Delta P_{\text{тр}} = n_{\text{тр}} \cdot (\Delta P_{\text{xx}} + \beta^2 \cdot \Delta P_{\text{кз}}) = 1 \cdot (1,20 + 0,69^2 \cdot 5,5) = 3,8 \text{ кВт},$$

$$\Delta Q_{\text{тр}} = n_{\text{тр}} \cdot (\Delta Q_{\text{xx}} + \beta^2 \cdot \Delta Q_{\text{кз}}) = 1 \cdot (8,4 + 0,69^2 \cdot 22,0) = 18,8 \text{ кВАр}.$$

Активная, реактивная и полная мощности, протекающие по участку 2-3

$$P_{23} = P_{12} - \Delta P_{\text{тр}} = 275,3 - 3,8 = 271 \text{ кВт},$$

$$Q_{23} = Q_{12} - \Delta Q_{\text{тр}} = 159,5 - 18,8 = 140,6 \text{ кВАр}.$$

$$S_{23} = \sqrt{P_{23}^2 + Q_{23}^2} = \sqrt{271,5^2 + 140,6^2} = 305,7 \text{ кВА}.$$

Коэффициент мощности на участке 2-3

$$\cos\varphi = \frac{P_{23}}{S_{23}} = \frac{271,5}{305,7} = 0,888,$$

$$\sin\varphi = \frac{Q_{23}}{S_{23}} = \frac{140,6}{305,7} = 0,460$$

Потеря напряжения на участке 2-3

$$\begin{aligned} \Delta U_{23,\%} &= \beta \cdot (U_a \cdot \cos\varphi + U_p \cdot \sin\varphi) + \frac{\beta^2}{200} \cdot (U_a \cdot \sin\varphi - U_p \cdot \cos\varphi) \\ &= 0,688 \cdot (1,375 \cdot 0,888 + 5,325 \cdot 0,460) + \frac{0,688^2}{200} \\ &\quad \cdot (1,375 \cdot 0,460 - 5,325 \cdot 0,888) = 2,516 \%. \end{aligned}$$

Потеря напряжения на участке 2-3 в именованных единицах

$$\Delta U_{23} = \Delta U_{23,\%} \cdot \frac{U_2}{100\%} = 2,516 \cdot \frac{9997,8}{100} = 251,6 \text{ В.}$$

Фактическое значение напряжения в конце участка 2-3

$$U_3 = U_2 - \Delta U_{23} = 9997,8 - 251,6 = 9746,3 \text{ В.}$$

Фактическое значение напряжения в конце участка 2-3 с учетом коэффициента трансформации

$$U_3^{\text{HH}} = U_3 = 400 \cdot \frac{9746,3}{10000} = 389,9 \text{ В.}$$

Участок 3-4

Активное и реактивное сопротивление участка 3-4

$$R_{34} = \frac{r_{34} \cdot l_{34}}{n_{\text{ц}}} = \frac{0,258 \cdot 30,3}{1} \cdot 10^{-3} = 0,0078 \text{ Ом,}$$

$$X_{34} = \frac{x_{34} \cdot l_{34}}{n_{\text{ц}}} = \frac{0,060 \cdot 30,3}{1} \cdot 10^{-3} = 0,0018 \text{ Ом.}$$

Активная и реактивная мощности, протекающие по участку 3-4

$$P_{34} = P_{\text{ПР}} = 66,9 \text{ кВт,} \quad Q_{34} = Q_{\text{ПР}} = 43,3 \text{ кВар.}$$

Потеря напряжения на участке 3-4

$$\Delta U_{34,\%} = \frac{P_{34} \cdot R_{34} + Q_{34} \cdot X_{34}}{10 \cdot U_3^2} = \frac{66,9 \cdot 0,0078 + 43,3 \cdot 0,0018}{10 \cdot 0,390^2} = 0,396 \text{ \%}.$$

Потеря напряжения на участке 3-4 в именованных единицах

$$\Delta U_{34} = \Delta U_{34,\%} \cdot \frac{U_3}{100\%} = 0,396 \cdot \frac{389,9}{100} = 1,5 \text{ В.}$$

Фактическое значение напряжения в конце участка 3-4

$$U_4 = U_3 - \Delta U_{34} = 389 - 1,5 = 388,3 \text{ В.}$$

Участок 4-5

Активное и реактивное сопротивление участка 4-5

$$R_{45} = \frac{r_{45} \cdot l_{45}}{n_{\text{ц}}} = \frac{0,326 \cdot 8,6}{1} \cdot 10^{-3} = 0,003 \text{ Ом,}$$

$$X_{45} = \frac{x_{45} \cdot l_{45}}{n_{\text{ц}}} = \frac{0,060 \cdot 8,6}{1} \cdot 10^{-3} = 0,001 \text{ Ом.}$$

Активная и реактивная мощности, протекающие по участку 4-5

$$P_{45} = P_{\text{НОМ}} = 44,0 \text{ кВт,} \quad Q_{45} = Q_{\text{НОМ}} = 58,7 \text{ кВар.}$$

Потеря напряжения на участке 4-5

$$\Delta U_{45,\%} = \frac{P_{45} \cdot R_{45} + Q_{45} \cdot X_{45}}{10 \cdot U_4^2} = \frac{44,0 \cdot 0,003 + 58,7 \cdot 0,001}{10 \cdot 0,388^2} = 0,103 \text{ \%}.$$

Потеря напряжения на участке 4-5 в именованных единицах

$$\Delta U_{45} = \Delta U_{45,\%} \cdot \frac{U_4}{100\%} = 0,103 \cdot \frac{388,3}{100} = 0,4 \text{ В.}$$

Фактическое значение напряжения в конце участка 4-5

$$U_5 = U_4 - \Delta U_{45} = 388,3 - 0,4 = 387,9 \text{ В.}$$

Расчет минимального режима нагрузки

Участок 1-2

Активное и реактивное сопротивление участка 1-2

$$R_{12} = 0,075 \text{ Ом}, \quad X_{12} = 0,006 \text{ Ом.}$$

Активная и реактивная мощности, протекающие по участку 1-2

$$P_{\min 12} = K_{\min} \cdot P_{\max 12} = 0,750 \cdot 275,3 = 206,5 \text{ кВт},$$

$$Q_{\min 12} = K_{\min} \cdot Q_{\max 12} = 0,750 \cdot 159,5 = 119,6 \text{ кВАр},$$

где K_{\min} – коэффициент минимума нагрузки (по графику нагрузки).

Потеря напряжения на участке 1-2

$$\Delta U_{12,\%} = \frac{P_{\min 12} \cdot R_{12} + Q_{\min 12} \cdot X_{12}}{10 \cdot U_1^2} = \frac{206,5 \cdot 0,075 + 119,6 \cdot 0,006}{10 \cdot 10,0^2} = 0,016 \text{ \%}.$$

Потеря напряжения на участке 1-2 в именованных единицах

$$\Delta U_{12} = \Delta U_{12,\%} \cdot \frac{U_1}{100\%} = 0,016 \cdot \frac{10000}{100} = 1,6 \text{ В.}$$

Фактическое значение напряжения в конце участка 1-2

$$U_2 = U_1 - \Delta U_{12} = 10000 - 1,6 = 9998,4 \text{ В.}$$

Участок 2-3

Активная и реактивная составляющая значения напряжения короткого замыкания трансформатора

$$U_a = 1,375, \quad U_p = 5,325$$

Коэффициент загрузки трансформатора

$$\beta = \frac{P_{\min 12}}{n_{\text{тр}} \cdot S_{\text{ном.тр}}} = \frac{206,5}{1 \cdot 400} = 0,516.$$

Потери активной и реактивной мощности в трансформаторе

$$\Delta P_{\text{тр}} = n_{\text{тр}} \cdot (\Delta P_{\text{xx}} + \beta^2 \cdot \Delta P_{\text{кз}}) = 1 \cdot (1,20 + 0,52^2 \cdot 5,5) = 2,7 \text{ кВт},$$

$$\Delta Q_{\text{тр}} = n_{\text{тр}} \cdot (\Delta Q_{\text{xx}} + \beta^2 \cdot \Delta Q_{\text{кз}}) = 1 \cdot (8,40 + 0,52^2 \cdot 22,0) = 14,3 \text{ кВАр}.$$

Активная, реактивная и полная мощности, протекающие по участку 2-3

$$P_{\min 23} = P_{\min 12} - \Delta P_{\text{тр}} = 206,5 - 2,7 = 203,8 \text{ кВт},$$

$$Q_{\min 23} = Q_{\min 12} - \Delta Q_{\text{тр}} = 119,6 - 14,3 = 105,3 \text{ кВАр}.$$

$$S_{\min 23} = \sqrt{P_{\min 23}^2 + Q_{\min 23}^2} = \sqrt{203,8^2 + 105,3^2} = 229,4 \text{ кВА.}$$

Коэффициент мощности на участке 2-3

$$\cos\varphi = \frac{P_{\min 23}}{S_{\min 23}} = \frac{203,8}{229,4} = 0,888,$$

$$\sin\varphi = \frac{Q_{\min 23}}{S_{\min 23}} = \frac{105,3}{229,4} = 0,459,$$

Потеря напряжения на участке 2-3

$$\begin{aligned} \Delta U_{23,\%} &= \beta \cdot (U_a \cdot \cos\varphi + U_p \cdot \sin\varphi) + \frac{\beta^2}{200} \cdot (U_a \cdot \sin\varphi - U_p \cdot \cos\varphi) \\ &= 0,516 \cdot (1,375 \cdot 0,888 + 5,325 \cdot 0,459) + \frac{0,516^2}{200} \\ &\quad \cdot (1,375 \cdot 0,459 - 5,325 \cdot 0,888) = 1,887 \%. \end{aligned}$$

Потеря напряжения на участке 2-3 в именованных единицах

$$\Delta U_{23} = \Delta U_{23,\%} \cdot \frac{U_2}{100\%} = 1,887 \cdot \frac{9998,4}{100} = 188,7 \text{ В.}$$

Фактическое значение напряжения в конце участка 2-3

$$U_3 = U_2 - \Delta U_{23} = 9998,4 - 188,7 = 9809,7 \text{ В.}$$

Фактическое значение напряжения в конце участка 2-3 с учетом коэффициента трансформации

$$U_3^{\text{нн}} = U_3 = 400 \cdot \frac{9809,7}{10000} = 392,4 \text{ В.}$$

Участок 3-4

Активное и реактивное сопротивление участка 3-4

$$R_{34} = 0,0078 \text{ Ом}, \quad X_{34} = 0,0018 \text{ Ом.}$$

Активная и реактивная мощности, протекающие по участку 1-2

$$P_{\min 34} = K_{\min} \cdot P_{\max 34} = 0,750 \cdot 66,9 = 50,1 \text{ кВт},$$

$$Q_{\min 34} = K_{\min} \cdot Q_{\max 34} = 0,750 \cdot 43,3 = 32,4 \text{ кВАр},$$

где K_{\min} – коэффициент минимума нагрузки (по графику нагрузки).

Потеря напряжения на участке 3-4

$$\Delta U_{34,\%} = \frac{P_{\min 34} \cdot R_{34} + Q_{\min 34} \cdot X_{34}}{10 \cdot U_3^2} = \frac{50,1 \cdot 0,0078 + 32,4 \cdot 0,0018}{10 \cdot 0,392^2} = 0,293 \%.$$

Потеря напряжения на участке 3-4 в именованных единицах

$$\Delta U_{34} = \Delta U_{34,\%} \cdot \frac{U_3}{100\%} = 0,293 \cdot \frac{392,4}{100} = 1,2 \text{ В.}$$

Фактическое значение напряжения в конце участка 3-4

$$U_4 = U_3 - \Delta U_{34} = 392,4 - 1,2 = 391,2 \text{ В.}$$

Участок 4-5

Активное и реактивное сопротивление участка 4-5

$$R_{45} = 0,003 \text{ Ом}, \quad X_{45} = 0,001 \text{ Ом.}$$

Активная и реактивная мощности, протекающие по участку 4-5

$$P_{45} = P_{\text{ном}} = 44,0 \text{ кВт}, \quad Q_{45} = Q_{\text{ном}} = 58,7 \text{ кВАр.}$$

Потеря напряжения на участке 4-5

$$\Delta U_{45,\%} = \frac{P_{\text{min}45} \cdot R_{45} + Q_{\text{min}45} \cdot X_{45}}{10 \cdot U_4^2} = \frac{44,0 \cdot 0,003 + 58,7 \cdot 0,001}{10 \cdot 0,391^2} = 0,101 \text{ \%}.$$

Потеря напряжения на участке 4-5 в именованных единицах

$$\Delta U_{45} = \Delta U_{45,\%} \cdot \frac{U_4}{100\%} = 0,101 \cdot \frac{391,2}{100} = 0,4 \text{ В.}$$

Фактическое значение напряжения в конце участка 4-5

$$U_5 = U_4 - \Delta U_{45} = 391,2 - 0,4 = 390,8 \text{ В.}$$

Результаты расчетов для наглядности сведем в таблицу 4.1.

Таблица 4.1 – Расчётные данные для построения эпюры отклонений напряжения

Максимальный режим загрузки				
Участок	1-2	2-3	3-4	4-5
P _i , кВт	275,3	271,5	66,9	44,0
Q _i , кВАр	159,5	140,6	43,3	58,7
S _i , кВА	318,1	305,7	79,6	73,3
R _i , Ом	0,075	–	0,008	0,003
X _i , Ом	0,006	–	0,002	0,001
cosφ	–	0,888	–	–
sinφ	–	0,460	–	–
β _г	–	0,688	–	–
U _a , %	–	1,375	–	–
U _p , %	–	5,325	–	–
ΔU _i , %	0,022	2,516	0,396	0,103
ΔU _i , В	2,2	251,6	1,5	0,4
Σ = 3,036 %				
Минимальный режим загрузки				
Участок	1-2	2-3	3-4	4-5
P _i , кВт	206,5	203,8	50,1	44,0
Q _i , кВАр	119,6	105,3	32,4	58,7
S _i , кВА	238,6	229,4	59,7	73,3
R _i , Ом	0,075	–	0,0078	0,003
X _i , Ом	0,006	–	0,0018	0,001
cosφ	–	0,888	–	–
sinφ	–	0,459	–	–
β _г	–	0,516	–	–
U _a , %	–	1,375	–	–
U _p , %	–	5,325	–	–
ΔU _i , %	0,016	1,887	0,293	0,101
ΔU _i , В	1,6	188,7	1,2	0,4
Σ = 2,297 %				

По результатам расчетов строим эюру отклонения напряжения. Эюра представлена на рисунке 4.2.

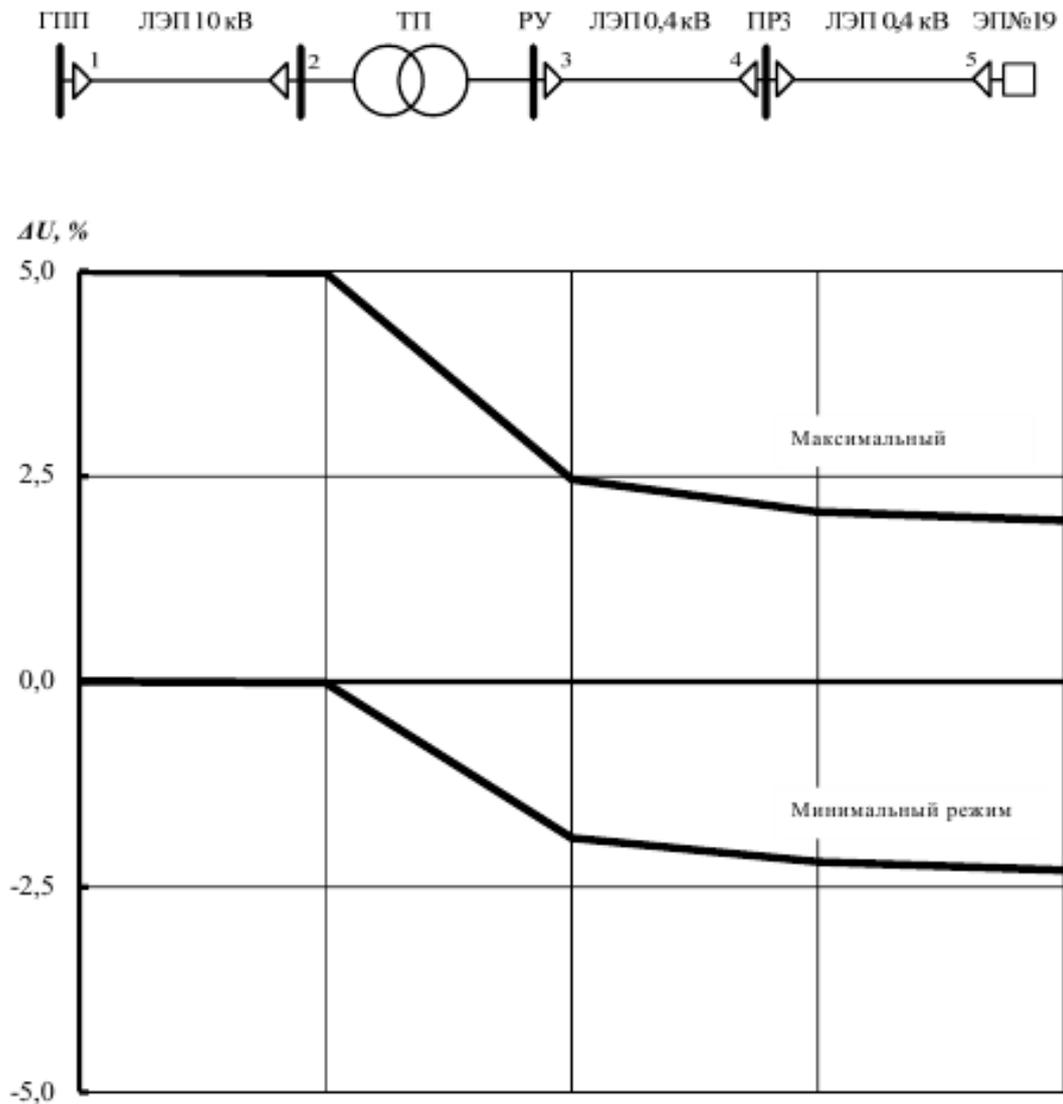


Рисунок 4.2 – Эюры отклонений напряжения

Из эюр отклонений напряжения видно, что потеря напряжения в линиях соответствует норме и принятые сечения пригодны для эксплуатации.

5 РАСЧЕТ ТОКОВ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ В СЕТИ ДО 1000 В

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

- напряжение на шинах ЦТП считается неизменным при КЗ в сети до 1000 В;
- при расчете токов КЗ учитываем активные и индуктивные сопротивления до точки КЗ всех элементов сети;
- расчет ведем в именованных единицах;
- напряжение принимаем на 5% выше номинального напряжения сети.

Расчет токов КЗ ведем для участка ТП – ПРЗ – ЭП №19.

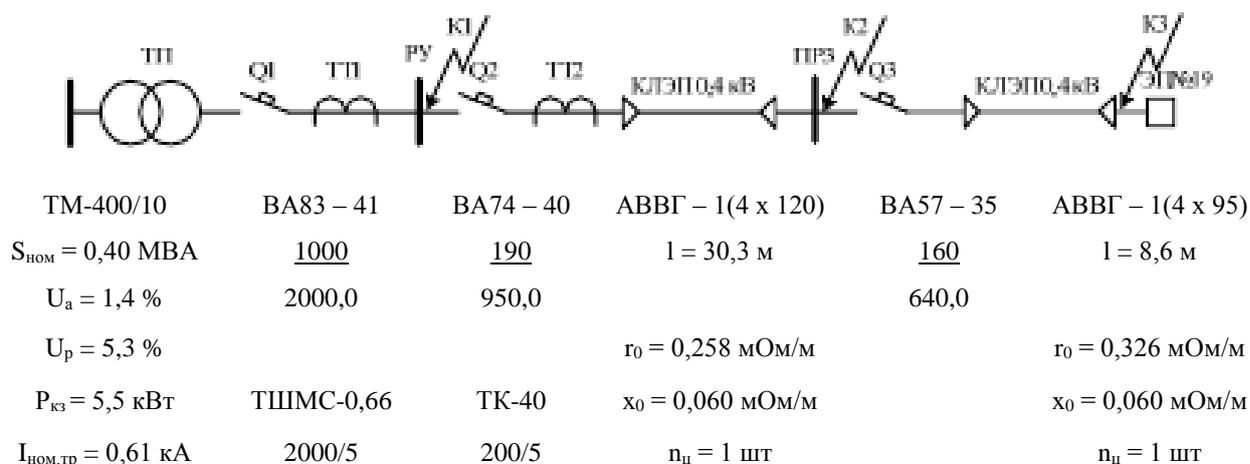


Рисунок 5.1 – Расчетная схема

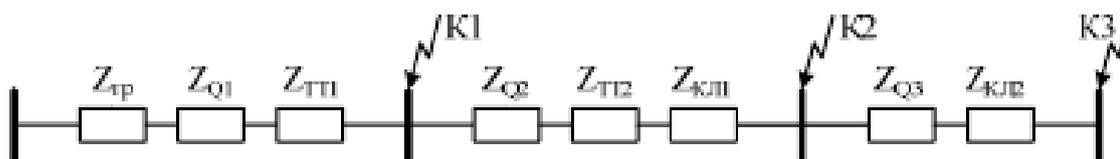


Рисунок 5.2 – Схема замещения

Сопротивления элементов.

Трансформаторы

$$R_{\text{тр}} = \frac{U_a}{100} \cdot \frac{U_{\text{ном}}^2}{S_{\text{ном.тр}}} = \frac{1,375}{100} \cdot \frac{400^2}{400} = 5,5 \text{ мОм},$$

$$X_{\text{тр}} = \frac{U_p}{100} \cdot \frac{U_{\text{ном}}^2}{S_{\text{ном.тр}}} = \frac{5,325}{100} \cdot \frac{400^2}{400} = 21,3 \text{ мОм},$$

Сопротивление катушек максимального тока автоматов при номинальных токах больше 1000 А не учитываются, поэтому, сопротивление автомата Q1 не учитываем.

Автоматы Q2, Q3

$$R_{Q2} = 0,36 \text{ мОм}, \quad X_{Q2} = 0,28 \text{ мОм},$$

$$R_{Q3} = 0,74 \text{ мОм}, \quad X_{Q3} = 0,55 \text{ мОм}.$$

Сопротивления первичной обмотки трансформаторов тока с коэффициентом трансформации $>1000/5$ не учитывается, по этому, сопротивление трансформатора тока ТТ1 не учитываем.

Трансформатор тока ТТ2

$$R_{ТТ2} = 0,42 \text{ мОм}, \quad X_{ТТ2} = 0,67 \text{ мОм}.$$

Кабельная линия КЛ1

$$R_{КЛ1} = \frac{r_o \cdot l}{n_{ц}} = \frac{0,258 \cdot 30,3}{1} = 7,8 \text{ мОм},$$

$$X_{КЛ1} = \frac{x_o \cdot l}{n_{ц}} = \frac{0,060 \cdot 30,3}{1} = 1,8 \text{ мОм},$$

Кабельная линия КЛ2

$$R_{КЛ2} = \frac{r_o \cdot l}{n_{ц}} = \frac{0,326 \cdot 8,6}{1} = 2,8 \text{ мОм},$$

$$X_{КЛ2} = \frac{x_o \cdot l}{n_{ц}} = \frac{0,060 \cdot 8,6}{1} = 0,5 \text{ мОм},$$

Расчет тока короткого замыкания для точки К1.

Полное сопротивление до точки К1

$$Z_{К1} = Z_{тр} = \sqrt{R_{тр}^2 + X_{тр}^2} = \sqrt{5,5^2 + 21,3^2} = 22,0 \text{ мОм}.$$

Ток короткого замыкания в точке К1

$$I_{К1} = \frac{U_{ном}}{\sqrt{3} \cdot Z_{К1}} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 22,0} = 10,5 \text{ кА}.$$

Постоянная времени

$$T_{a1} = \frac{X_{рез1}}{\omega \cdot R_{рез1}} = \frac{21,3}{314 \cdot 5,5} = 0,0123 \text{ с}.$$

Ударный коэффициент

$$k_{уд1} = 1 + e^{-0,01/T_{a1}} = 1 + e^{-0,01/0,0123} = 1,445.$$

Ударный ток короткого замыкания в точке К1

$$i_{уд,К1} = \sqrt{2} \cdot k_{уд1} \cdot I_{К1} = \sqrt{2} \cdot 1,445 \cdot 10,5 = 21,4 \text{ кА}.$$

Расчет тока короткого замыкания для точки К2.

Полное сопротивление до точки К2

$$Z_{K2} = \sqrt{(R_{тр} + R_{Q2} + R_{ТТ2} + R_{кл1})^2 + (X_{тр} + X_{Q2} + X_{ТТ2} + X_{кл1})^2}$$

$$= \sqrt{(5,5 + 0,36 + 0,42 + 7,8)^2 + (21,3 + 0,28 + 0,67 + 1,8)^2} = 27,9 \text{ мОм.}$$

Ток короткого замыкания в точке К2

$$I_{K2} = \frac{U_{ном}}{\sqrt{3} \cdot Z_{K2}} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 27,9} = 8,3 \text{ кА.}$$

Постоянная времени

$$T_{a2} = \frac{X_{рез2}}{\omega \cdot R_{рез2}} = \frac{24,1}{314 \cdot 14,1} = 0,0054 \text{ с.}$$

Ударный коэффициент

$$k_{уд2} = 1 + e^{-0,01/T_{a2}} = 1 + e^{-0,01/0,0054} = 1,159.$$

Ударный ток короткого замыкания в точке К2

$$i_{уд.к2} = \sqrt{2} \cdot k_{уд2} \cdot I_{K2} = \sqrt{2} \cdot 1,159 \cdot 8,3 = 13,6 \text{ кА.}$$

Расчет тока короткого замыкания для точки К3.

Полное сопротивление до точки К3

$$Z_{K3} = \sqrt{(R_{тр} + R_{Q2} + R_{ТТ2} + R_{кл1} + R_{Q3} + R_{кл2})^2 + (X_{тр} + X_{Q2} + X_{ТТ2} + X_{кл1} + X_{Q3} + X_{кл2})^2}$$

$$= \sqrt{(5,5 + 0,36 + 0,42 + 7,8 + 0,74 + 2,8)^2 + (21,3 + 0,28 + 0,67 + 1,8 + 0,55 + 0,5)^2}$$

$$= 30,7 \text{ мОм.}$$

Ток короткого замыкания в точке К3

$$I_{K3} = \frac{U_{ном}}{\sqrt{3} \cdot Z_{K3}} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 30,7} = 7,5 \text{ кА.}$$

Постоянная времени

$$T_{a3} = \frac{X_{рез3}}{\omega \cdot R_{рез3}} = \frac{25,1}{314 \cdot 17,7} = 0,0045 \text{ с.}$$

Ударный коэффициент

$$k_{уд3} = 1 + e^{-0,01/T_{a3}} = 1 + e^{-0,01/0,0045} = 1,110.$$

Ударный ток короткого замыкания в точке К3

$$i_{уд.к3} = \sqrt{2} \cdot k_{уд3} \cdot I_{K3} = \sqrt{2} \cdot 1,110 \cdot 7,5 = 11,8 \text{ кА.}$$

Для наглядности результаты расчетов сведем в таблицу 5.1.

Таблица 5.1 – Результаты расчёта токов короткого замыкания

Точка КЗ	Z_{Σ} , мОм	$k_{уд}$	T_a , сек	I_k , кА	$i_{уд}$, кА
К1	22,0	1,445	0,0123	10,5	21,4
К2	27,9	1,159	0,0054	8,3	13,6
К3	30,7	1,110	0,0045	7,5	11,8

6 ПОСТРОЕНИЕ КАРТЫ СЕЛЕКТИВНОСТИ ДЕЙСТВИЯ АППАРАТОВ ЗАЩИТЫ

Карта селективности действия аппаратов защиты строится в логарифмической системе координат и служит для проверки правильности выбора аппаратов защиты. На карту селективности наносятся:

- номинальный и пусковой токи электроприёмника;
- расчётный и пиковый ток силового распределительного шкафа;
- расчётный и пиковый ток вводного распределительного устройства (при его наличии);
- расчётный и пиковый ток подстанции;
- характеристики защитных аппаратов;
- значения токов короткого замыкания в сети 0,4 кВ.

Данные нагрузки и аппаратов защиты для построения карты селективности сведены в таблицу 6.1.

Таблица 6.1 – Данные нагрузки и аппаратов защиты для построения карты селективности

Узел нагрузки	ТП	ПРЗ	Сварочный агрегат №19
Расчетный ток I_m , А	607,7	121,0	–
Пиковый ток $I_{пик}$, А	1182,4	428,0	–
Номинальный ток $I_{ном}$, А	–	–	113,7
Пусковой ток $I_{пуск}$, А	–	–	341,1
Ток КЗ I_k , А	10497,3	8276,9	7515,4
Тип аппарата	ВА – 41	ВА74 – 40	ВА57 – 35
Условия срабатывания по току			
– при перегрузке $I_{ном.расц}$, А	1000	190	160,0
– при КЗ $I_{кз}$, А	2000,0	950,0	640,0
Условия срабатывания по времени, с	0,1	0,02	0,02

Карта селективности представлена на рисунке 6.1.

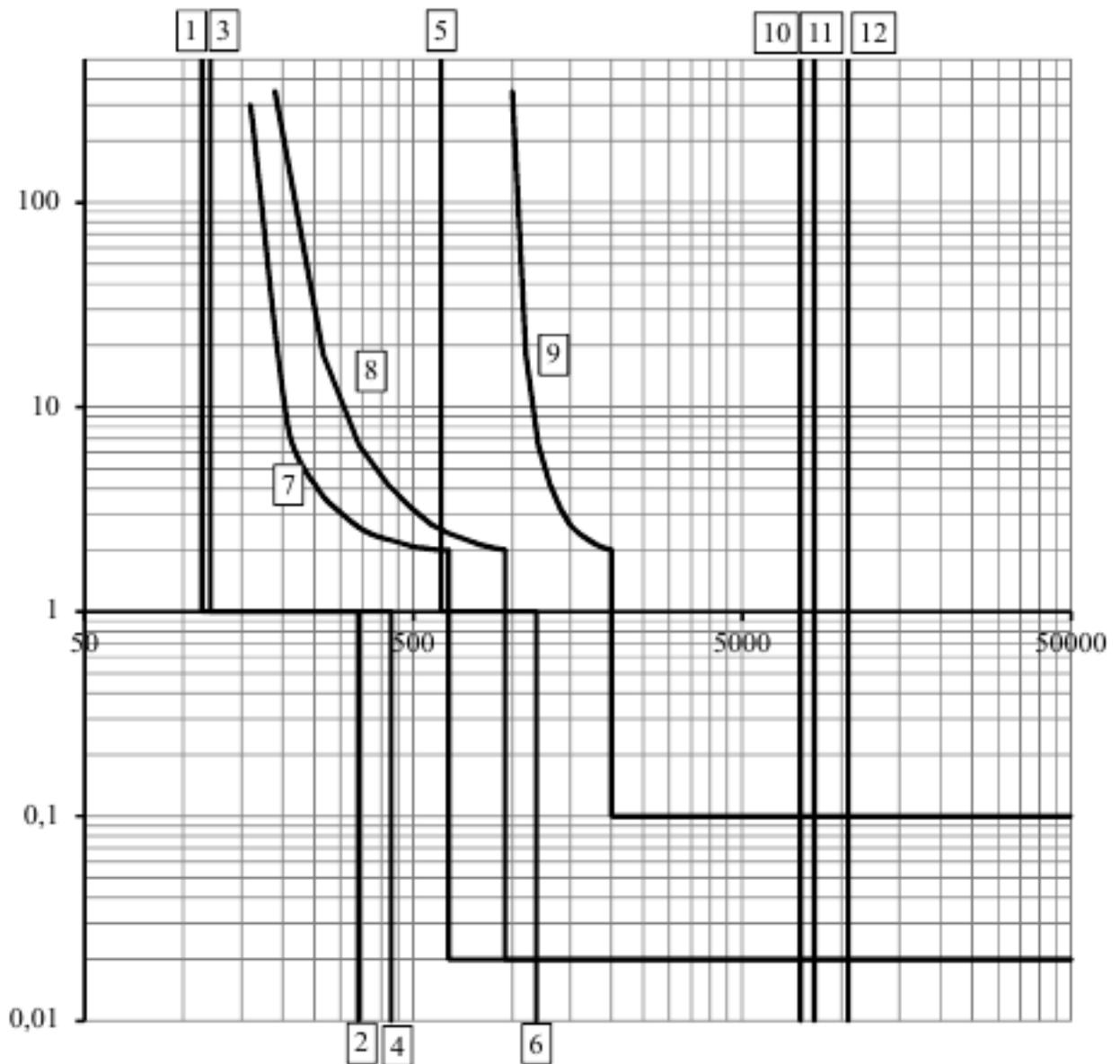


Рисунок 6.1 – Карта селективности действия аппаратов защиты

1 – номинальный ток электроприемника; 2 – пусковой ток электроприемника;
 3 – расчетный ток ПР; 4 – пиковый ток ПР; 5 – расчетный ток ТП; 6 – пиковый ток ТП; 7 – автомат электроприемника; 8 – автомат ПР; 9 – автомат ТП; 10 – КЗ в точке К3; 11 – КЗ в точке К2; 12 – КЗ в точке К1.

7 ПРОВЕРКА ЦЕХОВОЙ СЕТИ ПО УСЛОВИЮ СРАБАТЫВАНИЯ ОТ ОДНОФАЗНОГО КЗ

Обеспечение отключения аппаратами защиты токов трехфазного КЗ не является гарантией отключения однофазного КЗ, по той причине, что токи однофазного короткого замыкания в несколько раз меньше токов трехфазного КЗ. В сети напряжения 0,4 кВ необходимо быстрое отключение повреждения. Это достигается высокой проводимостью петли фаза ноль.

Расчет токов КЗ ведем для участка ТП – ПРЗ – ЭП №19



ТМ-400/10 $Z_{тр} = 56,0 \text{ мОм}$	ВА83 – 41 $\frac{1000}{2000,0}$	ВА74 – 40 $\frac{190}{950,0}$	АВВГ – 1(4 x 120) $l = 30,3 \text{ м}$ $r_{\phi} = 0,258 \text{ мОм/м}$ $r_n = 0,620 \text{ мОм/м}$ $x' = 0,600 \text{ мОм/м}$ $n_{ц} = 1 \text{ шт}$	ВА57 – 35 $\frac{160}{640,0}$	АВВГ – 1(4 x 95) $l = 8,6 \text{ м}$ $r_{\phi} = 0,326 \text{ мОм/м}$ $r_n = 0,780 \text{ мОм/м}$ $x' = 0,600 \text{ мОм/м}$ $n_{ц} = 1 \text{ шт}$
	ТШМС-0,66 2000/5	ТК-40 200/5			

Рисунок 7.1 – Расчетная схема

Сопротивления элементов.

Сопротивление трансформатора току однофазного замыкания на корпус [2, стр. 60, табл. 4.6]

$$\frac{Z_{тр}}{3} = \frac{56,0}{3} = 18,7 \text{ мОм.}$$

Сопротивление катушек максимального тока автоматов при номинальных токах больше 1000 А не учитываются, по этому, сопротивление автомата Q1 не учитываем.

Автоматы Q2, Q3

$$R_{Q2} = 0,36 \text{ мОм,} \quad X_{Q2} = 0,28 \text{ мОм,}$$

$$R_{Q3} = 0,74 \text{ мОм,} \quad X_{Q3} = 0,55 \text{ мОм.}$$

Сопротивления первичной обмотки трансформаторов тока с коэффициентом трансформации >1000/5 не учитывается, поэтому, сопротивление трансформатора тока ТТ1 не учитываем.

Трансформатор тока ТТ2

$$R_{ТТ2} = 0,42 \text{ мОм,} \quad X_{ТТ2} = 0,67 \text{ мОм.}$$

Кабельная линия КЛ1

активное сопротивление основных проводников

$$R_{\phi 1} = \frac{r_{\phi} \cdot l}{n_{ц}} = \frac{0,258 \cdot 30,3}{1} = 7,8 \text{ мОм,}$$

активное сопротивление нулевого проводника [1, стр. 143, табл. 6.22]

$$R_{H1} = \frac{r_H \cdot l}{n_{\text{ц}}} = \frac{0,620 \cdot 30,3}{1} = 18,8 \text{ мОм},$$

внешнее индуктивное сопротивление петли фаза-ноль [2, стр. 61]

$$X'_1 = \frac{x' \cdot l}{n_{\text{ц}}} = \frac{0,600 \cdot 30,3}{1} = 18,2 \text{ мОм},$$

Кабельная линия КЛ2

активное сопротивление основных проводников

$$R_{\phi 2} = \frac{r_{\phi} \cdot l}{n_{\text{ц}}} = \frac{0,326 \cdot 8,6}{1} = 2,8 \text{ мОм},$$

активное сопротивление нулевого проводника [1, стр. 143, табл. 6.22]

$$R_{H2} = \frac{r_H \cdot l}{n_{\text{ц}}} = \frac{0,780 \cdot 8,6}{1} = 6,7 \text{ мОм},$$

внешнее индуктивное сопротивление петли фаза-ноль [2, стр. 61]

$$X'_2 = \frac{x' \cdot l}{n_{\text{ц}}} = \frac{0,600 \cdot 8,6}{1} = 5,2 \text{ мОм},$$

Сопротивление дуги в точке КЗ [2, стр. 61]

$$R_d = 0,03 \text{ мОм}.$$

Сопротивление питающей системы [2, стр. 61]

$$X_c = 3,2 \text{ мОм}.$$

Внутреннее индуктивное сопротивление проводов зануления X'' учитывается только для проводов выполненных из стали [2, стр. 61].

Для расчета тока однофазного КЗ рекомендуется упрощенная формула

$$I_K^{(1)} = \frac{U_{\phi}}{\frac{Z_{\text{тр}}}{3} + Z_n},$$

где U_{ϕ} – фазное напряжение сети, В.

Расчет тока короткого замыкания для точки К1.

Сопротивление петли фаза ноль до точки К1

$$Z_{n1} = \sqrt{R_d^2 + X_c^2} = \sqrt{0,03^2 + 3,2^2} = 3,2 \text{ мОм}.$$

Ток короткого замыкания в точке К1

$$I_K^{(1)} = \frac{U_{\phi}}{\frac{Z_{\text{тр}}}{3} + Z_n} = \frac{220}{18,7 + 3,2} = 10,1 \text{ кА}.$$

Проверка условия

$$I_{K1}^{(1)} = 10,1 \text{ кА} > 3 \cdot I_{\text{ном.расц}} = 3 \cdot 1,000 = 3,0 \text{ кА},$$

следовательно, в случае однофазного КЗ в точке К1 автомат, защищающий отходящую линию на ТП, должен безотказно сработать.

Расчет тока короткого замыкания для точки К2.

Сопротивление петли фаза ноль до точки К2

$$\begin{aligned} Z_{n2} &= \sqrt{(R_d + R_{Q2} + R_{TT2} + R_{\phi1} + R_{H1})^2 + (X_c + X_{Q2} + X_{TT2} + X'_1)^2} \\ &= \sqrt{(0,03 + 0,36 + 0,42 + 7,82 + 18,8)^2 + (3,2 + 0,28 + 0,67 + 18,2)^2} \\ &= 35,4 \text{ мОм.} \end{aligned}$$

Ток короткого замыкания в точке К2

$$I_{K2}^{(1)} = \frac{U_{\phi}}{\frac{Z_{тр}}{3} + Z_n} = \frac{220}{18,7 + 35,4} = 4,1 \text{ кА.}$$

Проверка условия

$$I_{K2}^{(1)} = 4,1 \text{ кА} > 3 \cdot I_{ном.расц} = 3 \cdot 0,190 = 0,6 \text{ кА,}$$

следовательно, в случае однофазного КЗ в точке К2 автомат, защищающий отходящую линию на ТП, должен безотказно сработать.

Расчет тока короткого замыкания для точки К3.

Сопротивление петли фаза ноль до точки К3

$$\begin{aligned} Z_{n3} &= \sqrt{(R_d + R_{Q2} + R_{TT2} + R_{\phi1} + R_{H1} + R_{Q3} + R_{\phi2} + R_{H2})^2 + (X_c + X_{Q2} + X_{TT2} + X'_1 + X_{Q3} + X'_2)^2} \\ &= \sqrt{(0,03 + 0,36 + 0,42 + 7,82 + 18,8 + 0,74 + 2,8 + 6,7)^2 + (3,2 + 0,28 + 0,67 + 18,2 + 0,55 + 5,2)^2} \\ &= 47,0 \text{ мОм.} \end{aligned}$$

Ток короткого замыкания в точке К3

$$I_{K3}^{(1)} = \frac{U_{\phi}}{\frac{Z_{тр}}{3} + Z_n} = \frac{220}{18,7 + 47,0} = 3,3 \text{ кА.}$$

Проверка условия

$$I_{K3}^{(1)} = 3,3 \text{ кА} > 3 \cdot I_{ном.расц} = 3 \cdot 0,160 = 0,5 \text{ кА,}$$

следовательно, в случае однофазного КЗ в точке К3 автомат, защищающий отходящую линию на ТП, должен безотказно сработать.

Для наглядности результаты расчетов сведем в таблицу 7.1.

Таблица 7.1 – Результаты расчёта токов короткого замыкания

Точка КЗ	Z_{Σ} , мОм	I_k , кА	$3 \cdot I_{ном.расц}$, кА
К1	3,2	10,1	3,0
К2	35,4	4,07	0,57
К3	47,0	3,35	0,48

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-5Г4Б1	Паюсов Павлу Владимировичу

Школа	Инженерная школа энергетики	Отделение	Отделение электроэнергетики и электротехники
Уровень образования	Бакалавриат	Направление	13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

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

1. Стоимость затрат технического проекта (ТП)	Материальные затраты определяются согласно прейскурантам. Заработная плата определяется исходя из тарифных ставок и коэффициентов, зависящих от различных условий: организация, регион. Страховые отчисления определяются согласно Федеральному закону от 24.07.2009 №212-ФЗ.
2. Продолжительность выполнения ТП	По приблизительной оценке, продолжительность ТП составляет 91 рабочий день

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка потенциала и перспективности реализации технического проекта (ТП) с позиции ресурсоэффективности	Потенциал и перспективность реализации ТП оценивается проведением SWOT-анализа, а ресурсоэффективность ТП с помощью интегральной оценки ресурсоэффективности.
2. Планирование графика работ по реализации ТП	При составлении графика работ по реализации ТП используется оценка трудоемкости работ для каждого исполнителя. По полученным данным составляется ленточная диаграмма Ганта.
3. Составление сметы ТП	При составлении сметы ТП используется следующая группировка затрат по статьям: - затраты на оборудование; - полная заработная плата исполнителей; - отчисления во внебюджетные страховые фонды; - накладные расходы .

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей);

Диаграмма Ганта

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Мелик-Гайказян Мария Вигеновна	к.э.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5Г4Б1	Паюсов Павел Владимирович		

8. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Целью данного раздела является обоснование целесообразности проектирования и создания технологического проекта, выполняемого в рамках выпускной квалификационной работы, при этом рассматриваются планово-временные и материальные показатели процесса проектирования.

Достижение цели обеспечивается решением задач:

- оценка технологического проекта при помощи SWOT-анализа;
- расчет затрат на проведение проектной работы;
- планирование проектно-конструкторских работ;
- определение ресурсосберегающей эффективности проекта.

8.1. SWOT-анализ работы ремонтно-механического цеха птицефабрики

SWOT-анализ является инструментом стратегического менеджмента. Он представляет собой комплексное исследование технического проекта. [14] SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

Для проведения SWOT-анализа составляется матрица SWOT, в которую записываются слабые и сильные стороны проекта, а также возможности и угрозы.

При составлении матрицы SWOT удобно использовать следующие обозначения: С – сильные стороны проекта; Сл – слабые стороны проекта; В – возможности; У – угрозы.

Матрица SWOT приведена в таблице 8.1

Таблица 8.1. Матрица SWOT

	Сильные стороны проекта: С1. Высокая энергоэффективность и энергосбережение технологии С2. Экологичность технологии С3. Повышение безопасности производства С4. Снижение затрат на содержание и обслуживание	Слабые стороны проекта: Сл1. Высокая цена на оборудование и комплектующие Сл2. Отсутствие квалифицированного персонала Сл3. Большой срок поставки оборудования и комплектующих
Возможности: В1. Автоматизация технологического процесса В2. Энерго и	В1 С1С2С3С4 В2 С1С3С4	В1 Сл1Сл2Сл3 В2 Сл1Сл3

Продолжение таблицы 8.1.

В3. Сокращение рабочих площадей В4. Повышение износостойкости деталей электрооборудования ремонтно-механического цеха	В3 С2С3С4 В4 С1С2С4	В3 Сл2 В4 Сл1Сл3
Угрозы: У1. Отсутствие спроса на технологию производства У2. Развитая конкуренция технологии производства У3. Введение дополнительных государственных требований к стандартизации и сертификации продукции У4. Риск несвоевременной поставки оборудования	У1 С4 У2 С4	У1 Сл3 У2 Сл3 У3 Сл2 У4 Сл3

На основании матрицы SWOT строятся интерактивные матрицы возможностей и угроз, позволяющие оценить эффективность проекта, а также надежность его реализации.

При построении интерактивных матриц используются следующие обозначения:

«+» - сильное соответствие;

«-» - слабое соответствие.

Анализ интерактивных таблиц приведен в таблицах 8.2 и 8.3.

Таблица 8.2. Интерактивная матрица возможностей.

Возможности	Сильные стороны проекта			
	С1	С2	С3	С4
В1	+	+	+	+
В2	+	-	+	+
В3	-	+	+	+
В4	+	+	-	+
Возможности	Слабые стороны проекта			
	Сл1	Сл2	Сл3	-
В1	+	+	+	
В2	+	-	+	
В3	-	+	-	
В4	+	-	+	

Таблица 8.3. Интерактивная матрица угроз

Угрозы	Сильные стороны проекта			
	С1	С2	С3	С4
У1	-	-	-	+
У2	-	-	-	+
У3	-	-	-	-
У4	-	-	-	-
Угрозы	Слабые стороны проекта			
	Сл1	Сл2	Сл3	-
У1	-	-	+	
У2	-	-	+	
У3	-	+	-	
У4	-	-	+	

В результате проведения SWOT-анализа были рассмотрены сильные и слабые стороны технического проекта. Вследствие автоматизации технологического процесса повышается безопасность производства. Как слабую сторону проекта, можно отметить рост конкуренции, появление схожих технологий.

Анализ интерактивных матриц, приведенных в таблицах 8.2 и 8.3, показывает соответствие сильных сторон с возможностями, нежели с угрозами. Кроме того, угрозы имеют низкие вероятности, что говорит о высокой надежности проекта.

8.2 Организация работ технического проекта

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках технического проектирования;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения проектирования системы электроснабжения птицефабрики.

Номерам этапов соответствуют следующие виды выполняемых работ, представленные в таблице 8.4.

Таблица 8.4. Перечень этапов работ и распределение исполнителей.

Основные этапы	№ работы	Содержание работ	Исполнитель
Составление технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель
Выбор направления технического проектирования	2	Подбор и изучение материалов по теме	Дипломник
Теоретические и экспериментальные исследования	3	Определение расчётной нагрузки ремонтно-механического цеха	Дипломник
	4	Выбор защитных аппаратов и сечений линий	Дипломник
	5	Построение эпюры отклонения напряжений	Дипломник
	6	Расчёт токов короткого замыкания в сети до 1000В	Руководитель, Дипломник
	7	Построение карты селективности действия аппаратов защиты	Руководитель, Дипломник
	8	Проверка цеховых сетей 0,4 кВ по условию срабатывания защиты от однофазного КЗ	Руководитель, Дипломник
Оформление отчета по техническому проектированию и защита ВКР	9	Составление пояснительной записки	Дипломник
	10	Проверка и защита выпускной квалификационной работы	Руководитель, Дипломник

8.2.1. Структура работ в рамках технического проектирования

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

Номерам этапов соответствуют следующие виды выполняемых работ, представленные в таблице 8.4.:

№1 – Составление и утверждение технического задания - выбор направления исследований научным руководителем и составление плана работ;

№2 – Подбор и изучение материалов по теме - ознакомление с предметом работы, изучение первичных источников информации об объекте исследования;

№3 – Определение расчётной нагрузки ремонтно-механического цеха - расчет электрических нагрузок методом упорядоченных диаграмм;

№4 – Выбор защитных аппаратов и сечений линий - выбор автоматических выключателей для защиты от токов КЗ и перегрузки, выбор сечений питающей линии из учёта длительно допустимой токовой нагрузки;

№5 – Построение эпюры отклонения напряжений - построение эпюры в соответствии с ГОСТом для силовых сетей промышленных предприятий, где указано допустимое превышение от номинального значения;

№6 – Расчёт токов короткого замыкания в сети до 1000В - построение расчётной схемы и схемы замещения для расчёта токов КЗ;

№7 – Построение карты селективности действия аппаратов защиты - построение карты в логарифмической системе координат для проверки правильности выбора аппаратов защиты;

№8 – Проверка цеховых сетей 0,4 кВ по условию срабатывания защиты от однофазного КЗ – составление расчётной схемы для расчёта токов КЗ.

№9 – Составление пояснительной записки - оформление результатов проектной деятельности;

№10 – Проверка и защита выпускной квалификационной работы - окончательная проверка руководителем, устранение недочетов дипломником, подготовка презентации, размещение пояснительной записки в электронно-библиотечной системе ТПУ, защита выпускной квалификационной работы.

8.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования.

Трудоемкость выполнения технического проектирования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения

ожидаемого значения трудоемкости $t_{ожі}$ используется следующая формула [14]:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxi}}{5} \quad (1)$$

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

t_{mini} – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

t_{maxi} – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Результаты продолжительности выполнения работ приведены в таблице 8.5.

Таблица 8.5. Расчет продолжительности работ, чел. - дни

№ работ	Содержание работ	Исполнитель	Минимально возможная трудоемкость	Максимально возможная трудоемкость	Ожидаемая трудоемкость
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель	1	1	1
2	Подбор и изучение материалов по теме	Дипломник	8	10	9
3	Определение расчётной нагрузки ремонтно-механического цеха	Дипломник	10	12	11
4	Выбор защитных аппаратов и сечений линий	Дипломник	8	10	9
5	Построение эпюры	Дипломник	8	10	9

	отклонения напряжений				
6	Расчёт токов короткого замыкания в сети до 1000В	Руководитель	1	1	1
		Дипломник	11	13	12
7	Построение карты селективности действия аппаратов защиты	Руководитель	1	1	1
		Дипломник	12	14	13
8	Проверка цеховых сетей 0,4 кВ по условию срабатывания защиты от однофазного КЗ	Руководитель	1	1	1
		Дипломник	11	13	12
9	Составление пояснительной записки	Дипломник	8	12	10
10	Проверка и защита выпускной квалификационной работы	Руководитель	1	3	2
		Дипломник	4	6	5

№ работ	Вид работ	Исполнители	T _{рi} , раб. дн	Продолжительность выполнения работ											
				Февр.	Март			Апрель			Май			Июнь	
				3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
1	Составление и утверждение технического задания	Р	1	-											
2	Подбор и изучение материалов по теме	Д	9	—											
3	Определение расчётной нагрузки ремонтно-механического цеха	Д	11		—										
4	Выбор защитных аппаратов и сечений линий	Д	9			—									
5	Построение эпюры отклонения напряжений	Д	9				—								
6	Расчёт токов короткого замыкания в сети до 1000В	Д	12					—							
		Р	1						-						
7	Построение карты селективности действия аппаратов защиты	Д	13							—					
		Р	1								-				
8	Проверка цеховых сетей 0,4 кВ по условию срабатывания защиты от однофазного КЗ	Д	12								—				
		Р	1										-		
9	Составление пояснительной записки	Д	10										—		
10	Проверка и защита выпускной квалификационной работы	Д	5											—	
		Р	2											- -	

Исходя из составленной диаграммы, можно сделать вывод, что продолжительность работ занимает 11 декад, начиная с третьей декады февраля, заканчивая первой декадой июня. Продолжительность выполнения технического проекта составит 91 день. Из них:

- 90 дней – продолжительность выполнения работ дипломника;
- 6 дней – продолжительность выполнения работ руководителя;

8.3 Составление сметы технического проекта

При планировании сметы технического проекта (ТП) должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования сметы ТП используется группировка затрат по следующим статьям:

- затраты на канцелярские принадлежности, флеш-карту, услуги типографии;
- полная заработная плата исполнителей ТП;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы.

Материальные затраты на комплектующие, провода, шлейфы и т.д. не рассчитываются, так как они укомплектованы вместе с оборудованием.

8.3.1. Расчет материальных затрат

В материальные затраты включаются затраты на канцелярские принадлежности, информационные носители (флеш-карты), картриджи и т.п.

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{\text{расх}i}, \quad (2)$$

где m – количество видов материальных ресурсов;

$N_{\text{расх}i}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию (натур.ед.);

C_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./натур.ед.);

Значения цен на материальные ресурсы установлены по данным, размещенным на сайте канцелярского магазина ТД «Канцелярский мир».

Привлечение сторонней организации «GRAFEX» для типографических работ.

Таблица 8.7. – Материальные затраты

Наименование	Количество, шт	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, руб.
Бумага (200 листов)	1	320	320
Ручка	1	30	30
Брошюровка	1	50	50
Калькулятор	1	220	220
Линейка	1	40	40
Печать листов в типографии	200	1.7	340
Итого			1000

8.3.2 Полная заработная плата исполнителей

В этом разделе рассчитывается основная и дополнительная заработная плата всех исполнителей, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок.

Полная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{полн}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}} \quad (3)$$

где $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата, руб.;

$Z_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата, руб.

Основная заработная плата исполнителей рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_{\text{р}} \quad (4)$$

где $Z_{\text{дн}}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.;

$T_{\text{р}}$ – продолжительность работ, выполняемых работником, раб. дн.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{тс}} + Z_{\text{р.к.}}}{F_{\text{д}}} \quad (5)$$

где $Z_{\text{тс}}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$Z_{\text{р.к.}}$ – доплата с учетом районного коэффициента (30 %), руб.;

$F_{\text{д}}$ – количество рабочих дней в месяце (26 при 6 – дневной рабочей неделе), раб. дн.

Расчет основной заработной платы приведен в таблице 8.8.

Таблица 8.8 - Расчет основной заработной платы

Исполнители	Оклад, руб.	Районная доплата, руб.	Месячная зарплата, руб.	Среднедневная заработная плата, руб.	Кол-во дней	Основная заработная плата руб.
Руководитель	33 664	10 099	43 763	1 683	6	10 098
Дипломник	12 300	3 690	15 990	615	90	55 350

Оклад руководителя и дипломника указан в положении об оплате труда. [14]

Дополнительная заработная плата составляет 12 – 15% от основной. Расчет дополнительной и полной заработной платы приведен в таблице 8.9.

Таблица 8.9 – Расчет дополнительной и полной заработной платы

Исполнители	Коэф. доплаты	Основная заработная плата руб	Дополнительная заработная плата руб	Полная заработная плата, руб.
Руководитель	0,15	10 098	1 512	11 600
Дипломник	0,12	55 350	6 650	62 000
Итого		65 448	8 156	73 600

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн} \quad (6)$$

8.3.3 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$Z_{внеб} = k_{внеб} \cdot (Z_{осн} + Z_{доп}) \quad (7)$$

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

В соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30,2 %.

Отчисления во внебюджетные страховые фонды составят:

$$Z_{внеб} = 0,302 \cdot 73,6 = 22,2 \text{ тыс. руб.}$$

8.3.4. Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не включенные в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергия, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д.

$$Z_{\text{накл}} = (\text{затраты на тех.проект}) \cdot k_{\text{нр}},$$

Величина коэффициента накладных расходов принимается в размере 16% от итоговых затрат на технический проект.

8.4. Формирование сметы затрат технического проекта

Рассчитанная величина затрат технического проекта является основой для формирования затрат проекта, который при заключении договора с заказчиком защищается организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку технической продукции [14].

Определение затрат на технический проект приведен в таблице 8.10.

Таблица 8.10 – Смета затрат технического проекта.

Наименование статьи	Сумма, тыс.руб.	Структура затрат, %
1. Материальные затраты ТП	1,0	0,8
2. Затраты по полной заработной плате исполнителей темы	73,6	63,9
3. Отчисления во внебюджетные фонды	22,2	19,3
4. Накладные расходы	18,2	16,0
5. Итого	115,0	100,0

В ходе выполнения данного параграфа была рассчитана продолжительность выполнения технического проекта, которая составляет 90 раб. дней для инженера и 6 для руководителя. Составлен календарный график выполнения работ. Смета затрат на разработку технического проекта составляет 115,0 тыс. руб, из которых более половины (64 %) составляют затраты на оплату труда. Все результаты проекта оказались ожидаемы и могут быть реализованы

8.5. Определение ресурсоэффективности проекта

Определение ресурсоэффективности проекта можно оценить с помощью интегрального критерия ресурсоэффективности [14]:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i \quad (8)$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности;

a_i - весовой коэффициент разработки;

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

Для оценки ресурсоэффективности проекта были подобраны критерии эффективности такие как:

-повышение производительности труда работников цеха осуществляется путем обновления единиц электрооборудования;

- удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей) – возможность диспетчеризации позволяет сократить количество осмотров системы за период эксплуатации;

- надежность – сокращение поломок электрооборудования и аварийных ситуаций путём своевременного проведения технического осмотра и текущего ремонта;

- уровень шума – использование работниками беруш и специальных наушников;

- безопасность – избежание случаев поражения человека электрическим током, путём оснащения цеха основными и дополнительными средствами защиты для работы с электроустановками до 1000В.

Критерии ресурсоэффективности и их количественные характеристики приведены в таблице 8.11.

Таблица 8.11 – Сравнительная оценка характеристик проекта.

Критерии	Весовой коэффициент	Балльная оценка разработки
1. Повышение производительности труда пользователя	0,20	4
2. Удобство в эксплуатации	0,15	5
3. Энергоэкономичность	0,20	5
4. Надежность	0,20	5
5. Уровень шума	0,10	4
6. Безопасность	0,15	5
Итого:	1,00	

Интегральный показатель ресурсоэффективности:

$$I_{pi} = 4 \cdot 0.2 + 5 \cdot 0.15 + 5 \cdot 0.2 + 5 \cdot 0.2 + 4 \cdot 0.1 + 5 \cdot 0.15 = 4.7$$

Показатель ресурсоэффективности проекта имеет достаточно высокое значение (по 5-балльной шкале) 4.7, что говорит об эффективности использования технического проекта. Высокие баллы надежности и помехоустойчивости позволяют судить о надежности системы.

В данном разделе выпускной квалификационной работы были рассмотрены, раскрыты и рассчитаны следующие вопросы:

- в результате проведения SWOT-анализа были выявлены как сильные, так и слабые стороны технического проекта. В итоге следует, что данный технический проект имеет такое преимущество, как высокая безопасность производства, которое обеспечит повышение производительности, безопасности и экономичности технического производства;

- при планировании технических работ была составлена ленточная диаграмма Ганта. Данная диаграмма позволяет оптимально спланировать время работы исполнителей проекта (руководителя и дипломника);

- составление сметы технического проекта позволило оценить первоначальную сумму затрат на реализацию технического проекта.

- оценка ресурсоэффективности проекта, проведенная по интегральному показателю, дала довольно высокий результат (4.7 по 5-балльной шкале), что говорит об эффективности реализации технического проекта.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-5Г4Б1	Паюсову Павлу Владимировичу

Школа	Инженерная школа энергетики (ИШЭ)	Отделение	Отделение электроэнергетики и электротехники
Уровень образования	Бакалавриат	Направление	13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования.	Система электроснабжения ремонтно-механического цеха птицефабрики Томская
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.	Рассмотреть специальные правовые нормы трудового законодательства; организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.
2. Производственная безопасность	<p>1) Проанализировать потенциально возможные вредные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> – неудовлетворительный микроклимат – повышенный уровень шума на рабочем месте; – повышенный уровень вибрации на рабочем месте; – недостаточная освещенность рабочей зоны. <p>2) Проанализировать потенциально возможные опасные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> – поражения электрическим током; – механические травмы вследствие движения машин и производственного материала. <p>3) Разработать мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов</p>
2. Экологическая безопасность	<ul style="list-style-type: none"> – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы, утилизация компьютерной техники и периферийных устройств); – решение по обеспечению экологической безопасности.
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	<ul style="list-style-type: none"> – Анализ возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий. – Пожаровзрывоопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель отделения общетехнических дисциплин	Гуляев Милий Всеволодович			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5Г4Б1	Паюсов Павел Владимирович		

9. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Введение

Объектом исследования в данной работе является рабочее место электромонтера, которым является ремонтно-механический цех Птицефабрики «Томская».

В рассматриваемом цехе имеется большое количество оборудования различного назначения (сварочное оборудование, станки, подъемники, кран-балки, прессы...). Данное оборудование создает опасные и вредные факторы. Необходимо строго соблюдать технику безопасности и применять различные меры для обеспечения безопасности рабочего персонала.

В данном разделе дипломной работы проанализируем условия труда с точки зрения наличия возможности появления опасных и вредных факторов и их воздействие на работающих, рассмотрим мероприятия по технике безопасности и производственной санитарии, а также мероприятия по противопожарной профилактике на рабочем месте сотрудника предприятия, обслуживающего электрооборудование ремонтно-механического цеха.

Рабочим местом персонала является та зона обслуживания или ремонта, в которой персонал проводит более 50% рабочего времени.

При разработке мероприятий более детально на инженерном уровне обратим внимание на расчет системы искусственного освещения цеха. Выявим возможные причины возникновения пожаров и учтем эффективные меры борьбы с ними. Приведем ряд оборудования для пожаротушения.

Также рассмотрим ряд аспектов по охране окружающей среды.

Уделим внимание безопасности в чрезвычайных ситуациях и правовым и организационным вопросам обеспечения безопасности.

9.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Под вредными условиями труда следует понимать присутствие на производстве таких факторов, которые наносят ущерб здоровью работников. То есть на рабочих местах не соблюдены определенные гигиенические требования, что может оказывать отрицательное воздействие на дееспособность служащих, а также на здоровье их возможных детей.

Работникам предприятия приходится часто выполнять различные операции, сопряженные с прямым риском здоровью (вредные условия труда). Какие сферы деятельности и специальности связаны с вредными условиями труда, указывается в Постановлении Правительства РФ от 29.03.2002 г. №188 «Об утверждении списков производств, профессий и должностей с вредными условиями труда, работа в которых дает право гражданам, занятым на работах с химическим оружием, на меры социальной поддержки» [37], Федеральный закон РФ от 28.12.2013 г. №426-ФЗ «Об специальной оценке условий труда» [38].

Люди, работающие на вредных производствах, обеспечиваются льготами и компенсациями, Трудовой кодекс РФ, ст. 165 «Случаи предоставления гарантий и компенсаций».

Компенсация за вредные условия труда и ее размер устанавливаются на основании статей Трудового кодекса, коллективного договора или иных внутренних документов предприятия.

Грамотная социальная политика - ключ к успеху предприятия, ведь эффективность работы напрямую зависит от эмоционального комфорта и позитивного настроения коллектива.

Эффективная социальная политика и ответственные, партнерские отношения со своими работниками, являются важнейшими факторами долгосрочного устойчивого развития компании. Максимальная безопасность производства и забота о благосостоянии сотрудников были и остаются основными составляющими социальных программ.

Ежегодно на социальные программы предприятие выделяет средства. Сюда входит:

- организация санаторно-курортного лечения, оздоровление работников и их детей;
- оказание медицинских услуг;
- развитие корпоративного спорта и культурно-массовой деятельности;
- материальное поощрение работников к юбилеям и знаменательным датам;
- материальная помощь работникам, нуждающимся в дополнительной социальной поддержке;
- единовременные компенсационные выплаты увольняющимся работникам в связи с выходом на пенсию;
- пенсионные социальные программы, предусматривающие досрочное оформление пенсии работникам;
- выплаты ежеквартальной материальной помощи для частичного покрытия расходов по квартплате, коммунальным услугам, приобретению угля на зимний период, а также единовременной материальной помощи на оплату медикаментов и т.д.

Сотрудники предприятия имеют ряд социальных гарантий, а также спектр финансовых льгот, таких как социальное страхование, кредитование, материнские выплаты. Предусмотрено бесплатное обучение в ВУЗах, регулярное повышение квалификации.

К организационным мероприятиям, обеспечивающим, безопасность работ электромонтера согласно Межотраслевым правилам по охране труда относятся:

- инструктаж;
- оформление работ нарядом, распоряжением или перечнем работ, выполняемых в порядке текущей эксплуатации;
- допуск к работе;
- надзор во время работы;
- оформление перерыва в работе, перевода на другое место, окончание работы.

9.2. Производственная безопасность

Перечень опасных и вредных производственных факторов, характерные для ремонтно-механического цеха представим в таблице 8.1.

Таблица 9.1 – Опасные и вредные производственные факторы при выполнении работ в рассматриваемом цехе

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-74)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
<p>Виды работ:</p> <p>1. Техническое обслуживание;</p> <p>2. Осмотры электрооборудования и электроаппаратуры;</p> <p>3. Испытания</p> <p>4. Текущий ремонт и капитальный ремонт электрооборудования и электроаппаратуры</p> <p>Источники факторов:</p> <p>1. Электрооборудование и электроаппаратура</p> <p>2. Станки различного назначения</p> <p>3. Сварочные аппараты</p> <p>4. Кран-балка и др.</p>	<p>1. Недостаточная освещенность рабочей зоны;</p> <p>2. Повышенный уровень электромагнитных излучений;</p> <p>3. Повышенный уровень шума на рабочем месте;</p> <p>4. Повышенный уровень вибрации;</p> <p>5. Отклонение показателей микроклимата.</p>	<p>1. Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки, материалы;</p> <p>2. Поражение электрическим током;</p> <p>3. Пожаровзрывоопасность.</p>	<p>1. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ [14]</p> <p>2. ПУЭ [15]</p> <p>3. Приказ №328 [16]</p> <p>4. ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ [17]</p> <p>5. ПОТ Р М-016-2001 [18]</p> <p>6. РД 153-34.0-03.150-00 [19]</p> <p>7. ГОСТ 12.2.003-91 [20]</p> <p>8. СанПиН 2.2.4.548-96 [21]</p> <p>9. ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ [22]</p> <p>10. СНиП 41-01-2003 [23]</p> <p>11. ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ [24]</p> <p>12. ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ [25]</p> <p>13. СН 2.2.4/2.1.8.556 [26]</p> <p>14. СанПиН 2.2.4.1191-03 [27]</p> <p>15. СП 51.13330.2011 [28]</p> <p>16. ГОСТ 17.1.3.13-86 [29]</p> <p>17. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 [30]</p> <p>18. ГН 2.2.5.2308-07 [31]</p> <p>19. ГОСТ Р 22.0.07-95 [32]</p> <p>20. ФЗ № 68-ФЗ [33]</p> <p>21. ГОСТ Р 22.3.03-94 [34]</p> <p>22. ФЗ №213-ФЗ [35]</p> <p>23. РД 153-34.0-03.301-00 [36]</p> <p>24. ПП №188 [37]</p> <p>25. ФЗ №426-ФЗ [38]</p>

9.2.1. Анализ выявленных вредных факторов

Отклонение показателей микроклимата

Для обеспечения нормальных условий труда персонала немаловажную роль играет микроклимат, т.е. факторы производственной среды, влияющие на физическое и эмоциональное состояние человеческого организма.

Производственные процессы могут сопровождаться выделением вредных газов, паров, пыли или избыточного тепла, вследствие чего воздух в помещении претерпевает некоторые изменения, которые могут вредно отражаться на здоровье работающих.

Нормы производственного микроклимата установлены системой стандартов безопасности труда СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» [21].

Показателями, характеризующими микроклимат, являются:

- температура воздуха;
- относительная влажность воздуха;
- скорость движения воздуха;
- интенсивность теплового излучения.

Человек постоянно находится в процессе теплового взаимодействия с окружающей средой. Для того чтобы физиологические процессы в его организме протекали нормально, тепло должно отводиться в окружающую среду. В условиях у человека не возникает беспокоящих его тепловых ощущений – перегрева или переохлаждения.

Оптимальные показатели микроклимата распространяются на всю рабочую зону, допустимые показатели устанавливаются дифференцировано для постоянных и непостоянных рабочих мест. Оптимальные и допустимые показатели температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне рассматриваемого цеха, указаны в таблице 9.2 [21].

Таблица 9.2 – Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	IIa (175-232)	19-21	18-22	60-40	0,2
Теплый	IIa (175-232)	20-22	19-23	60-40	0,2

Допустимые макроклиматические условия установлены по критериям допустимого теплового и функционального состояния человека на период восьми часовой рабочей смены. Они не вызывают повреждений или нарушений состояния здоровья, но могут приводить к возникновению общих и локальных ощущений теплового дискомфорта, напряжению механизмов терморегуляции, ухудшению самочувствия и понижению работоспособности. Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах должны соответствовать значениям, приведенные в таблице 9.3 [21].

Таблица 9.3 – Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С		Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с	
		Диапазон ниже оптим. вел.	Диапазон выше оптим. вел.			Для диапазона темпер. воздуха ниже оптим. вел., не более	Для диапазона темпер. воздуха выше оптим. вел., не более
Холодный	Па (175-232)	17-18,9	21,1-23	16-24	15-75	0,1	0,3
Теплый	Па (175-232)	18-19,9	22,1-27	17-28	15-75	0,1	0,4

Допустимые величины интенсивности теплового облучения работающих на рабочих местах от производственных источников, нагретых до темного свечения (материалов, изделий и др.) должны соответствовать значениям, приведенным в таблице 9.4 [21].

Таблица 9.4 – Допустимые величины интенсивности теплового облучения поверхности тела работающих от производственных источников

Облучаемая поверхность тела, %	Интенсивность теплового облучения, Вт/м ² , не более
50 и более	35
25-50	70
не более 25	100

Допустимые величины интенсивности теплового облучения работающих от источников излучения, нагретых до белого и красного свечения (раскаленный или расплавленный металл, стекло, пламя и др.) не должны превышать 140 Вт/м². При этом облучению не должно подвергаться более 25 % поверхности тела и обязательным является использование средств индивидуальной защиты, в том числе средств защиты лица и глаз.

Мероприятия по созданию условий для нормальной терморегуляции организма:

1. Механизация и автоматизация производств.
2. Теплоизоляция и экранизация.
3. Естественная и искусственная вентиляция производственных помещений.
4. Рациональный питьевой режим, кратковременные перерывы в работе, спецодежда.
5. Вентиляция и отопление.

Согласно ГОСТ 12.1.005-88 [22] В рассматриваемом цехе используются малоопасные вредные вещества (ПДК>10 мг/м³). Основной мерой борьбы с вредными веществами является применение системы вентиляции.

Нормы производственной вентиляции установлены согласно СНиП 41-01-2003 «Отопление, вентиляция и кондиционирование» [23].

На рабочем месте предусматривается искусственная приточно-вытяжная общеобменная вентиляция с расходом воздуха на одного работающего не менее 60 м³/ч.

Условия труда на рабочем месте соответствуют допустимым согласно СОУТ-18г.

Повышенный уровень шума на рабочем месте

В производственных условиях разнообразные машины, аппараты и механизмы являются агрегатами динамически неуравновешенными. Для рассматриваемого цеха такими аппаратами являются компрессоры, станки различного назначения, сварочные трансформаторы и трансформаторы на трансформаторных подстанциях.

Длительное систематическое воздействие шума на организм человека приводит к следующим негативным последствиям:

- снижает производительность труда;
- снижает чувствительность слуха;
- количество ошибок возрастает;
- нарушает артериальное давление и ритм сердечной деятельности.

Характеристикой постоянного шума на рабочих местах являются уровни звукового давления. Для ориентировочной оценки (например, при проверке органами надзора, выявлении необходимости осуществления мер по шумоглушению и др.) допускается в качестве характеристики постоянного широкополосного шума на рабочих местах принимать уровень звука значение которого приведено в ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ «Шум. Общие требования безопасности» [24].

Допустимый уровень звукового давления 75 дБ в октавных полосах со среднегеометрической частотой 1000 Гц и уровень звука 80 дБА для ремонтно-механического цеха [24].

В механических устройствах часто причинами не допустимого шума являются износ подшипников, неточная сборка деталей при ремонтах и т. п. Поэтому в процессе эксплуатации всех видов машин и механизмов следует точно выполнять все требования Правил технической эксплуатации.

ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ. «Средства и методы защиты от шума. Квалификация» [25]. предусматривает следующие меры для снижения уровня шума:

1. Устройство кратковременных перерывов в работе.
2. Установка в помещениях звукопоглощающих конструкций и экранов.
3. Качественное изготовление деталей станков и машин.
4. Звукоизоляция ограждающих конструкций.
5. Укрытия в кожухи источников шума.
6. Применение средств индивидуальной защиты (беруши, протишумные наушники, шлемофоны и др.).

Условия труда на рабочем месте соответствуют допустимым согласно СОУТ-18г.

Повышенный уровень вибрации

Гигиеническое нормирование вибраций регламентирует параметры производственной вибрации и правила работы с виброопасными механизмами и оборудованием СН 2.2.4/2.1.8.556 «Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий» [26].

Физические вибрации характеризуются частотой (Гц, 1/с), амплитудой виброперемещения (м), виброскоростью и виброускорением.

Таблица 9.5 – Предельно допустимые значения вибрации рабочих мест

Вид вибрации: Технологическая	Среднегеометрические частоты, Гц.					
	2	4	8	16	32,5	63
Предельно допустимые значения виброскорости, дБ	108	99	93	92	92	92
Предельно допустимые значения виброускорения, дБ	103	100	100	106	112	110

Вибрацию в рассматриваемом цехе можно наблюдать при работе большинства оборудования. Для снижения уровня вибрации производится тщательное наблюдение за узлами оборудования, и в случае необходимости, настройка оборудования и замена изношенных частей установки, виброизоляция, применение динамических виброгасителей, уравнивание, балансировка, жесткое присоединение агрегата к фундаменту большой массы. Применение средств индивидуальной защиты: рукавицы с прокладкой на ладонной поверхности и обувь на толстой мягкой подошве.

Условия труда на рабочем месте соответствуют допустимым согласно СОУТ-18г.

Повышенный уровень электромагнитных излучений

Нормирование ЭМП промышленной частоты осуществляется по предельно допустимым уровням напряженности электрического и магнитного поля частотой 50 Гц в зависимости от времени пребывания в нем СанПиН 2.2.4.1191-03 «Электромагнитные поля в производственных условиях» [27].

Источники электромагнитных полей являются ВЛЭП, кабели, трансформаторы, шинопроводы, устройства защиты и автоматики, и др.

Предельно допустимый уровень напряженности ЭП на рабочем месте в течение всей смены устанавливается равным 5 кВ/м. При напряженности свыше 20 до 25 кВ/м допустимое время пребывания в ЭП составляет 10 мин. Пребывание в ЭП с напряженностью более 25 кВ/м без применения средств защиты не допускается. Напряженность магнитного поля в соответствии с предельно допустимым уровнем на рабочем месте не должна превышать 8 кА/м [27].

К основным методам защиты относятся:

- выбор рациональных режимов работы оборудования;
- ограничение места и времени нахождения работающих в ЭМП;
- защита расстоянием;
- рациональное размещение в рабочем помещении оборудования;
- уменьшение мощности источника излучений;
- использование поглощающих или отражающих экранов;

Применение средств индивидуальной защиты: специальная одежда, выполненная из металлизированной ткани, очки с латунной сеткой вместо стекла, очки со стеклом, покрытым слоем полупроводникового материала, специальные каски и шлемы.

Условия труда на рабочем месте соответствуют допустимым согласно СОУТ-18г.

Недостаточная освещенность рабочей зоны

К современному производственному освещению предъявляют высокие требования гигиенического и технико-экономического характера. Правильно спроектированное и выполненное освещение обеспечивает высокий уровень работоспособности, оказывает положительное психологическое воздействие на рабочих, содействует повышению производительности труда.

Искусственное освещение в производственных помещениях должно удовлетворять нормам СП 52.13330.2011 «Естественное и искусственное освещение» [28].

Для безопасного продолжения работы или выхода людей из помещений при внезапном отключении, должно быть предусмотрено аварийное освещение. Длительное снижение напряжения у наиболее удаленной лампы не должно быть более 5%. Питание аварийного освещения должно быть надежным и от независимого источника. Для аварийного освещения должны применяться светильники, отличающиеся от светильников рабочего освещения типом или размером, или на них должны быть нанесены специальные знаки [28].

В цехе предусмотрено четыре системы освещения: общее, аварийное, эвакуационное и ремонтное. Норма освещенности для рассматриваемого цеха приведена в таблице 9.6 [28].

Таблица 9.6 – Норма освещенности для рассматриваемого цеха

Разряд зрительной работы	Характеристика	Подразряд	Наименьший объект различения, мм	Освещённость (комбинированная система), Лк	Освещённость (общая система), Лк
IV	Средней точности	в	0,5-1,0	400	200

Вдоль всех главных коридоров, лестничным клеткам и над пожарным краном, предусмотрены эвакуационные светильники, показывающие выход. Данные светильники оборудованы аккумуляторными батареями и приборами автоматики, так что при исчезновении напряжения в сети, автоматически включаются с помощью собственного источника питания.

Ремонтное освещение предусматривается в технических помещениях, и осуществлено переносными светильниками напряжением питания 36 В. Светильники подключаются с помощью штепсельной розетки, которая размещена в отдельном корпусе вместе с трансформатором 220/36В.

Условия труда на рабочем месте соответствуют допустимым согласно СОУТ-18г.

9.2.2 Анализ выявленных опасных факторов

Поражение электрическим током

Настоящий стандарт ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. «Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов» [14] устанавливает предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов, протекающих через тело человека, предназначенные для проектирования способов и средств защиты людей, при взаимодействии их с электроустановками производственного и бытового назначения постоянного и переменного тока частотой 50 и 400 Гц, ПУЭ [15], Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 24 июля 2013 г. № 328 н «Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок» [16].

По опасности поражения электрическим током ремонтно-механический цех птицефабрики Томская относится к помещению с повышенной опасностью. В цехе отсутствует токопроводящая пыль и влажность, но есть возможность одновременного прикосновения человека к металлоконструкциям здания, имеющего соединение с землей, технологическим аппаратам и механизмам с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования (открытым проводящим частям), с другой [15].

Для обеспечения защиты от случайного прикосновения к токоведущим частям необходимо применять следующие способы и средства [16]:

- защитные оболочки;
- защитные ограждения (временные или стационарные);
- безопасное расположение токоведущих частей;
- изоляцию токоведущих частей (рабочую, дополнительную, усиленную, двойную);
- изоляцию рабочего места;
- малое напряжение;
- защитное отключение;
- предупредительную сигнализацию, блокировку, знаки безопасности.

Для обеспечения защиты от поражения электрическим током при прикосновении к металлическим нетоковедущим частям, которые могут оказаться под напряжением в результате повреждения изоляции, применяют следующие способы [16]:

- защитное заземление;
- зануление;
- выравнивание потенциала;
- систему защитных проводов;
- защитное отключение;
- изоляцию нетоковедущих частей;
- электрическое разделение сети;
- малое напряжение;
- контроль изоляции;
- компенсация токов замыкания на землю;
- средства индивидуальной защиты.

Технические способы и средства применяют отдельно или в сочетании друг с другом так, чтобы обеспечивалась оптимальная защита.

Трансформаторную подстанцию, питающую цех, необходимо обеспечить защитными средствами.

1. Для работы с электроустановками выше 1000 В применяются [16].

Основные защитные средства:

- изолирующие штанги, изолирующие и электроизмерительные клещи, указатели напряжения, устройства и приспособления для ремонтных работ;
- изолирующие устройства и приспособления для работ на ВЛ с непосредственным прикосновением электромонтера к токоведущим частям (изолирующие лестницы, площадки, изолирующие тяги, канаты, корзины телескопических вышек, кабины для работы у провода и др.).

Дополнительные защитные средства:

- диэлектрические перчатки;
- диэлектрические боты;
- диэлектрические ковры;
- индивидуальные экранирующие комплекты;
- изолирующие подставки и накладки;
- диэлектрические колпаки;
- переносные заземления;
- оградительные устройства;
- плакаты и знаки безопасности.

1. Для работы с электроустановками ниже 1000 В применяются [16]:

Основные защитные средства:

- изолирующие и электроизмерительные клещи;
- указатели напряжения;
- диэлектрические перчатки;
- слесарно-монтажный инструмент с изолирующими рукоятками.

Дополнительные защитные средства:

- диэлектрические боты;
- диэлектрические ковры;
- переносные заземления;
- изолирующие подставки и накладки;
- оградительные устройства;
- плакаты и знаки безопасности.

Каждая подстанция должна иметь комплект предупредительных плакатов.

На рабочем месте дежурного персонала находится полный комплект рабочих инструкций и инструкций по технике безопасности [16]:

1. Должностная инструкция дежурного данного района обслуживания.

2. Инструкция по производству оперативных переключений на подстанции данного района.

3. Инструкция действий оперативного персонала в случае аварии.

4. Инструкция по отысканию однофазных замыканий на землю в данном районе подстанций.

5. Инструкция дежурного персонала по технике безопасности.

6. Оперативный журнал.
7. Журнал производства работ.
8. Журнал телефонограмм.
9. Журнал закороток.

На подстанции имеется список лиц административно – технического персонала утвержденный главным энергетиком предприятия, имеющих право единоличного осмотра подстанций [16].

Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования

Безопасные условия работы обеспечиваются правильной организацией работ, постоянным надзором за работающими со стороны производителя работ и соблюдением рабочими техники безопасности и регламентируются ПОТ Р М-016-2001 [18]; РД 153-34.0-03.150-00 «Межотраслевыми правилами по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок» [19].

Правила распространяются на работников организаций независимо от форм собственности и организационно-правовых форм и других физических лиц, занятых техническим обслуживанием электроустановок, проводящих в них оперативные переключения, организующих и выполняющих строительные, монтажные, наладочные, ремонтные работы, испытания и измерения [19].

В рассматриваемом цехе большая доля вероятности получить механическую травму, так как используется большое количество оборудования. При необходимости принимаются меры для уменьшения вероятности травмирования персонала - предупредительные плакаты, ограждения, сигнализация [19].

Настоящий стандарт ГОСТ 12.2.003-91 [20] распространяется на производственное оборудование, применяемое во всех отраслях народного хозяйства, и устанавливает общие требования безопасности, являющиеся основой для установления требований безопасности в стандартах, технических условиях, эксплуатационных и других конструкторских документах на производственное оборудование конкретных групп, видов, моделей (марок).

Каждый технологический комплекс и автономно используемое производственное оборудование должны укомплектовываться эксплуатационной документацией, содержащей требования (правила), предотвращающие возникновение опасных ситуаций при монтаже (демонтаже), вводе в эксплуатацию и эксплуатации [20].

Материалы конструкции производственного оборудования не должны оказывать опасное и вредное воздействие на организм человека на всех заданных режимах работы и предусмотренных условиях эксплуатации, а также создавать пожаровзрывоопасные ситуации [20].

Части производственного оборудования (в том числе трубопроводы гидро-, паро-, пневмосистем, предохранительные клапаны, кабели и др.), механическое повреждение которых может вызвать возникновение опасности, должны быть защищены ограждениями или расположены так, чтобы предотвратить их случайное повреждение работающими или средствами технического обслуживания [20].

Полное или частичное прекращение энергоснабжения и последующее его восстановление, а также повреждение цепи управления энергоснабжением не должны приводить к возниканию опасных ситуаций, в том числе:

- самопроизвольному пуску при восстановлении энергоснабжения;
- невыполнению уже выданной команды на останов;
- падению и выбрасыванию подвижных частей производственного оборудования и закрепленных на нем предметов (например, заготовок, инструмента и т.д.);
- снижению эффективности защитных устройств.

Требования к средствам защиты, входящим в конструкцию, и сигнальным устройствам [20].

Конструкция средств защиты должна обеспечивать возможность контроля выполнения ими своего назначения до начала и (или) в процессе функционирования производственного оборудования.

Средства защиты должны выполнять свое назначение непрерывно в процессе функционирования производственного оборудования или при возникании опасной ситуации.

Действие средств защиты не должно прекращаться раньше, чем закончится действие соответствующего опасного или вредного производственного фактора. Отказ одного из средств защиты или его элемента не должен приводить к прекращению нормального функционирования других средств защиты.

Производственное оборудование, в состав которого входят средства защиты, требующие их включения до начала функционирования производственного оборудования и (или) выключения после окончания его функционирования, должно иметь устройства, обеспечивающие такую последовательность.

Конструкция и расположение средств защиты не должны ограничивать технологические возможности производственного оборудования и должны обеспечивать удобство эксплуатации и технического обслуживания.

Сигнальные устройства, предупреждающие об опасности, должны быть выполнены и расположены так, чтобы их сигналы были хорошо различимы и слышны в производственной обстановке всеми лицами, которым угрожает опасность.

Части производственного оборудования, представляющие опасность, должны быть окрашены в сигнальные цвета и обозначены соответствующим знаком безопасности в соответствии с действующими стандартами.

9.3. Экологическая безопасность

Влияние электрических сетей на окружающую среду определяется воздействием электрического поля, использованием земельных ресурсов, нарушением природных ландшафтов.

Для исключения влияния на окружающую среду возможных сбросов трансформаторного масла при авариях с маслонаполненным оборудованием, на подстанциях предусматриваются маслоприемники, аварийные маслостоки и закрытые маслосборники.

Мероприятия по экологической безопасности регламентируются ГОСТ 17.1.3.13-86. «Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных вод от загрязнений» [29], СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03.

«Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов» [30], ГН 2.2.5.2308-07. «Ориентировочный безопасный уровень воздействия (ОБУВ) вредных веществ в воздухе рабочей зоны» [31].

Для работающих на промышленных предприятиях, непосредственной окружающей средой является воздух рабочей зоны.

Для предприятия устанавливается санитарно-защитная зона в соответствии с санитарной классификацией предприятия, 1000 м [30].

Охрана окружающей среды на предприятии предусматривает мероприятия предотвращающие загрязнение воздушного бассейна. С этой целью загрязненный воздух, удаляемый из производственных помещений, пропускается через специальные очистительные фильтрующие и обезвреживающие устройства, которые обеспечивают вытяжному воздуху то же качество, что и на входе.

В самом цехе не образуются сточные воды. Сточные воды появляются в результате мойки оборудования и текущей уборки и специальными сливами отводятся в технологическую канализационную сеть. Предварительная обработка этой воды перед выливанием в общие сети достигается отведением в бассейн для нейтрализации.

В процессе деятельности различных подразделений предприятия образуются твердые промышленные отходы (металлический лом, стружка, пластмассы). Отходы, которые в дальнейшем могут быть использованы в производстве (чаще всего такими отходами оказывается лом цветных металлов) собираются, складываются и по мере их накопления отправляются на переработку. Отходы, не подлежащие переработке и дальнейшему использованию, выносятся на свалки. Твердые отходы, которые представляет вторичная упаковка, может сортироваться и отправляться на переработку на картонажно-бумажные фабрики.

Сохранение природы является для предприятия одной из приоритетных задач. Регулярно разрабатываются и внедряются новые проекты, позволяющие сберечь окружающую среду. В структуру компании входит отдел экологии с собственными аккредитованными лабораториями, отслеживающими состояние воды и воздуха, как на территории предприятия, так и за его пределами.

В целях общего улучшения состояния окружающей среды мероприятиями по обеспечению благоприятных условий жизни населения предусматривается:

1. Озеленение и благоустройство территории предприятия;
2. Содержание дорог, тротуаров и прилегающих озелененных территорий в соответствии с санитарными требованиями;
3. Ликвидация несанкционированных свалок отходов;
4. Создание и обустройство санитарно-защитной зоны предприятия.

9.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

94.1. Чрезвычайные ситуации. Основные причины и ликвидация последствий

Мероприятия по безопасности и защите населения и территорий регламентируются ГОСТ Р 22.0.07-95 «Безопасность в ЧС. Источники техногенных ЧС. Классификация и номенклатура поражающих факторов и их параметров» [32], ФЗ от 21.12.1994 г. № 68-ФЗ «О защите населения и территорий от ЧС природного и техногенного характера» [33], ГОСТ Р 22.3.03-94.

«Безопасность в ЧС. Защита населения. Основные положения» [34].

К чрезвычайным ситуациям относятся военные действия, аварии, катастрофы, пожары, стихийные бедствия. К стихийным бедствиям обычно относят землетрясения, наводнения, селевые потоки, оползни и др. [32].

Основные причины возникновения чрезвычайных ситуаций:

- результат стихийных бедствий;
- воздействие внешних природных факторов, приводящих к старению материалов;
- технико-производственные дефекты сооружений;
- нарушение правил эксплуатации сооружений и технологических процессов;
- нарушение правил техники безопасности при ведении работ и во время технологических процессов.

К чрезвычайным ситуациям в рассматриваемом цехе можно отнести нарушения бесперебойности электроснабжения. В случае возникновения выхода из строя одной из двух кабельных линий, электроснабжение цеха будет обеспечивать вторая кабельная линия.

Для повышения устойчивости к ЧС предусмотрены различные меры [33]:

1. Для обеспечения бесперебойной работы в случае ЧС предусмотрено питание от двух источников электроэнергии, удаленных на такое расстояние, чтобы исключить возможность разрушения их в военное время одним ядерным ударом, а в мирное время – стихийным бедствием или аварией, а также имеются резервные источники питания.

2. В целях снижения опасности взрыва применяют вентиляционные установки, автоматическая сигнализация, систематически контролируется температура узлов электрооборудования. На каждом этаже предприятия установлена радиоточка для оповещения людей о пожаре или другой ЧС.

3. От прямых ударов молнии установлена молниезащита.

Молниеприемниками служат неизолированные стержневые молниеотводы. В качестве токоотводов используют наружные вертикальные стальные конструкции (пожарные лестницы). По каждому этажу проложены стальные пояса из полосовой стали, к которым присоединяются токоотводы, все металлические конструкции и оборудование. Каждый токоотвод такого устройства присоединен к замкнутому контуру, уложенному по периметру здания.

4. В качестве профилактики от сезонных вспышек вируса гриппа регулярно проводится вакцинация работающих.

5. Для снижения вероятности пожара предусмотрена автоматическая пожарная сигнализация. На случай возникновения пожара предусмотрены первичные средства пожаротушения.

Ликвидация последствий стихийных бедствий организуется, как правило, под руководством специально создаваемых чрезвычайных комиссий. Для непосредственного осуществления мероприятий гражданской обороны (ГО) и проведения спасательных и неотложных аварийно-восстановительных работ на всех объектах формируются службы ГО.

На сводные отряды, помимо спасения людей, возлагаются неотложные аварийно-восстановительные работы, тушение пожаров, обеззараживание участков местности, транспорта, техники.

Важным условием быстрой ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций является соблюдение общественного порядка. Персонал, находящийся на территории предприятия должен проявлять высокую дисциплину, организованность, спокойствие, не поддаваться панике. Для этого на предприятии несколько раз в году производятся теоретическая подготовка и практические тренинги.

9.4.2. Пожарная безопасность

Основы противопожарной защиты определяются Федеральным законом от 22.07.2013 г. №213-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [35].

Основной причиной пожаров на предприятиях является нарушение технологического режима. Пожарная опасность электроустановок обусловлена наличием горючих изоляционных материалов.

На предприятии на основе типовых правил пожарной безопасности для промышленных предприятий разрабатываются объектовые и цеховые противопожарные инструкции. Ответственность за соблюдения необходимого противопожарного режима и своевременное выполнение противопожарных мероприятий возлагается на начальника цеха.

По пожарной и взрывопожарной опасности помещения производственного и складского назначения независимо от их функционального назначения подразделяются на следующие категории НПБ 105-03 «Определение категорий, зданий и наружных установок по

взрывопожарной и пожарной опасности»:

- 1) повышенная взрывопожароопасность (А);
- 2) взрывопожароопасность (Б);
- 3) пожароопасность (В1 - В4);
- 4) умеренная пожароопасность (Г);
- 5) пониженная пожароопасность (Д).

Рассматриваемый цех относится к категории В по пожарной опасности помещения производственного и складского назначения.

Пожарная техника в зависимости от назначения и области применения подразделяется на следующие типы [35]:

- 1) первичные средства пожаротушения;
- 2) мобильные средства пожаротушения;
- 3) установки пожаротушения;
- 4) средства пожарной автоматики;
- 5) пожарное оборудование;
- 6) средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре;
- 7) пожарный инструмент (механизированный и немеханизированный);
- 8) пожарные сигнализация, связь и оповещение.

Для локализации небольших загораний обслуживающий персонал до прибытия передвижных средств пожаротушения должен использовать первичные средства пожаротушения, находящиеся на пожарных щитах. Первичные средства размещаются вблизи мест наиболее вероятного их применения, на виду, в безопасности при пожаре месте, с обеспечением к ним свободного доступа.

В помещении цеха устанавливается пожарный инвентарь, согласно РД 153- 34.0-03.301-00 [36] такие первичные средства пожаротушения, как:

- углекислотные огнетушители ОУ-2 и ОУ-5 (2шт);
- порошковые огнетушители ОП-5 (1шт);
- пожарный щит;
- пожароводное оборудование (ПК).

На предприятии используется система автоматической пожарной безопасности, основанная на датчиках различных видов (дымовые, тепловые, датчики пламени). В случае возникновения пожара, срабатывает система оповещения, подается световой и звуковой сигнал об опасности.

На площадках предприятия устанавливаются пожарные щиты, оснащенные первичными средствами пожаротушения.

Запрещение курения в неустановленных местах и производства огневых работ в пожароопасных помещениях.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Целью работы было осуществление электроснабжения всех электроприёмников ремонтно-механического цеха птицефабрики "Томская". Первым этапом для достижения цели было определение расчетной электрической нагрузки цеха «методом упорядоченных диаграмм». Для этого электроприёмники цеха были разбиты по распределительным пунктам.

Далее было определено число и мощность цеховых трансформаторов. Подстанция запитана трёхжильными кабелями с алюминиевыми жилами марки АВБбШв, с прокладкой по эстакадам.

Следующим этапом было осуществление электроснабжения цеха. Электроприёмники цеха запитываются от распределительных шкафов четырехжильными кабелями с алюминиевыми жилами марки АВВГ, с прокладкой по лоткам. Защита электроприемников и кабельных линий осуществляется автоматическими выключателями марки ВА.

Карта селективности, построенная по результатам выбора аппаратов защиты показала, что селективность обеспечивается. А эпюра отклонения напряжения, построенная для максимального и минимального режимов, показала, что во всех режимах работы у электроприёмников поддерживается напряжение в допустимых пределах и выбранные сечения пригодны для эксплуатации.

В разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» выполнен технический проект и решены следующие задачи:

- в результате проведения SWOT-анализа были выявлены сильные и слабые стороны выбора технического проекта. Установлено, что технический проект имеет несколько важных преимуществ, обеспечивающих повышение производительности, безопасности экономичности технического производства.

- при планировании технических работ был разработан график занятости для двух исполнителей, составлена ленточная диаграмма Ганта, позволяющая оптимально скоординировать работу исполнителя.

- составление сметы технического проекта позволило оценить первоначальную сумму затрат на реализацию технического проекта.

- оценка ресурсоэффективности проекта, проведенная по интегральному показателю, дала высокий результат (4,6 по 5-балльной шкале), что говорит об эффективности реализации технического проекта.

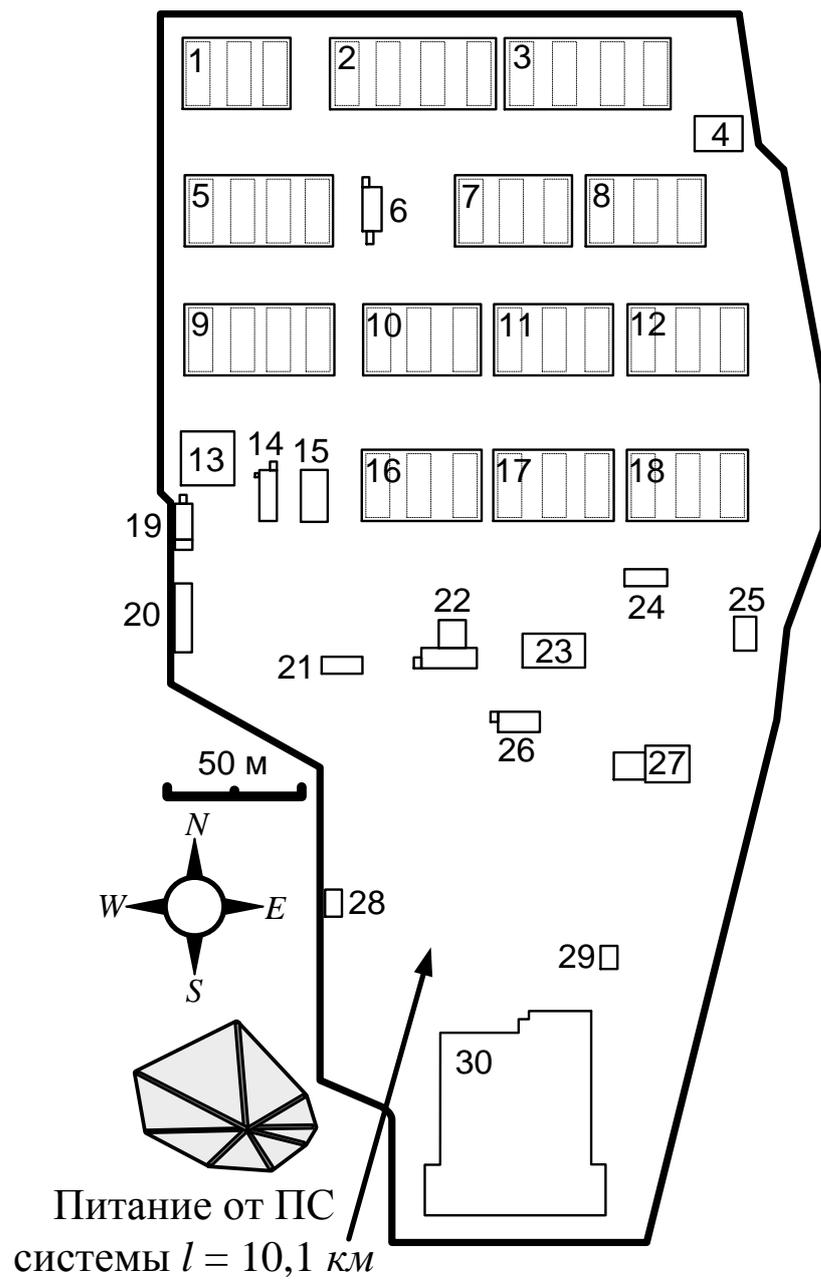
В разделе «Социальная ответственность» произведен анализ опасных и вредных факторов на предприятии, техника безопасности, производственная санитария и пожарная безопасность. Так же был произведен расчет искусственного освещения цеха.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Кабышев А.В., Обухов С.Г. Расчет и проектирование систем электроснабжения объектов и установок: Учеб. пособие – Томск: Изд-во ТПУ 2006.
2. Мельников М.А. Внутрицеховое электроснабжение: Учеб. пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2002.
3. Гаврилин А.И., Обухов С.Г., Озга А.И., Электроснабжение промышленных предприятий. Методические указания к выполнению выпускной работы бакалавра, Томск, ТПУ, 2001.
4. Барченко Т.Н., Закиров Р.И., Электроснабжение промышленных предприятий. Учебное пособие к курсовому проекту, Томск, ТПИ, 1988.
5. Климова Г.Н. Специальные вопросы электроснабжения промышленных предприятий: учебное пособие/ Г.Н. Климова, А.В. Кабышев – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009.
6. Справочник по проектированию электроэнергетических сетей / под ред. Д.Л. Файбисовича. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2005.
7. Крючков И.П. и др. Электрическая часть электростанций и подстанций: Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования. Учеб. пособ. 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергия, 1978.
8. Коновалова Л.Л., Рожкова Л.Д. Электроснабжение промышленных предприятий и установок: Учеб. пособ. – М.: Энергоатомиздат, 1989.
9. Ополева Г.Н. Схемы и подстанции электроснабжения: Справочник: Учеб. пособ. – ФОРУМ:ИНФРА-М, 2006.
10. Молниезащита электроустановок систем электроснабжения: учебное пособие /А.В. Кабышев. - Томск: Изд-во ТПУ, 2006
11. Мельников М.А. Релейная защита и автоматика элементов систем электроснабжения промышленных предприятий: Учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2004. - 178 с.
12. Копьев В.Н. Релейная защита основного электрооборудования электростанций и подстанций. Вопросы проектирования: Учебное пособие. 2-е изд., испр. и доп.– Томск: Изд. ЭЛТИ ТПУ, 2005. - 107 с.
13. Борисова Л.М., Гершанович Е.А. Экономика энергетики: учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2006.
14. Коршунова Л. А., Кузьмина Н. Г. Техничко-экономическое обоснование инновационного проекта. Методические указания по выполнению экономического раздела ВКР для студентов энергетических специальностей всех форм обучения. – Томск: Изд-во ТПУ, 2012.
15. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов: (Вторая редакция) / М-возкон. РФ, М-во фин. РФ, ГК по стр-ву, архит. и жил. политике; рук. авт. кол.: Коссов В.В., Лившиц В.Н., Шахназаров А.Г. - М.: ОАО "НПО "Изд-во "Экономика", 2000.
16. ГОСТ 12.1.038-82 (2001) ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов.
17. Правила устройства электроустановок / Минэнерго СССР. – 7-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1985.

18. Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 24 июля 2013 г. № 328н “Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок”
19. ГОСТ 12.1.005-88 (2001) ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
20. СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
21. СНиП 41-01-2003 Отопление, вентиляция и кондиционирование.
22. ГОСТ 12.1.012 – 90 ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования.
23. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.556 – 96 Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий.
24. ГОСТ 12.1.003-83 (1999) ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.
25. ГОСТ 12.1.002-84 (1999) ССБТ. Электрические поля промышленной частоты. Допустимые уровни напряженности и требования к проведению контроля на рабочих местах.
26. СП.52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение.
27. Безопасность жизнедеятельности. Расчёт искусственного освещения. Методические указания к выполнению индивидуальных заданий для студентов дневного и заочного обучения всех специальностей. – Томск: Изд. ТПУ, 2001.
28. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности
29. Правила пожарной безопасности для энергетических предприятий. РД 153-34.0-03.301-00. ВППБ 01-02-95.
30. ГОСТ 17.0.001-86 Охране окружающей среды. Основные положения.
31. ГОСТ 17.2.1.01-86 Атмосфера.
32. ГОСТ 17.11.02-86 Гидросфера.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1



ПРИЛОЖЕНИЕ 2

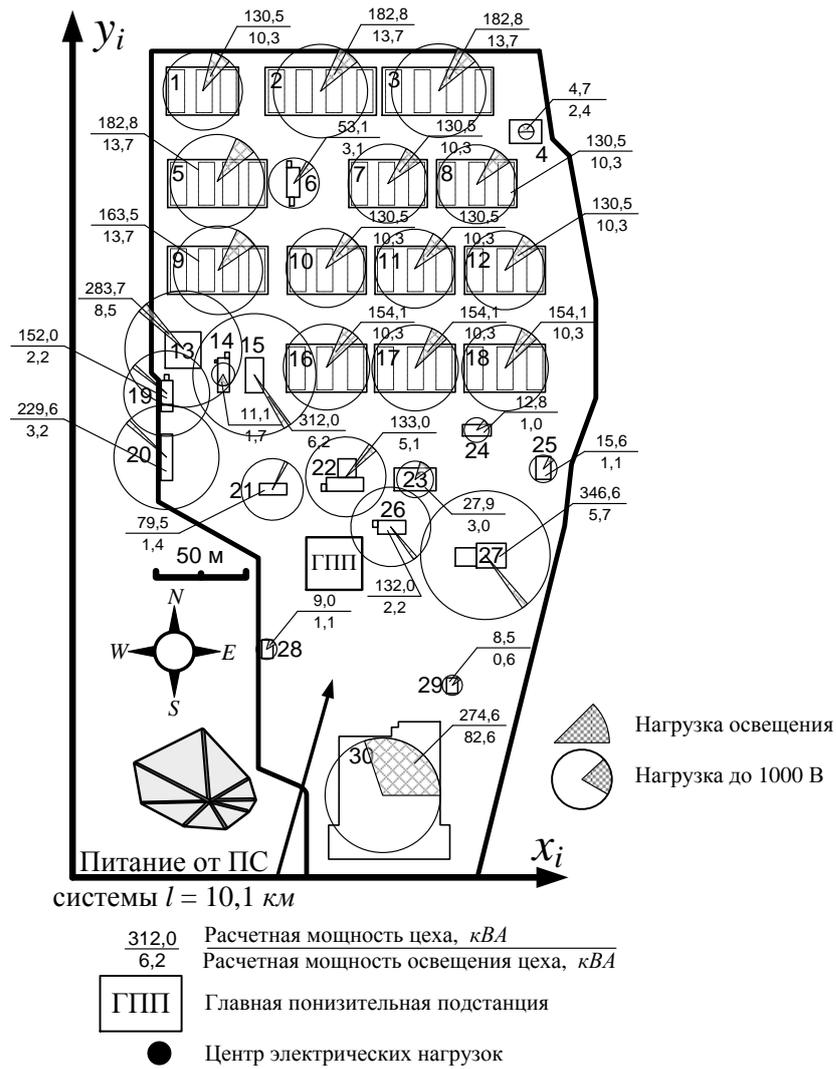


Рисунок 2 – Картограмма нагрузок

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

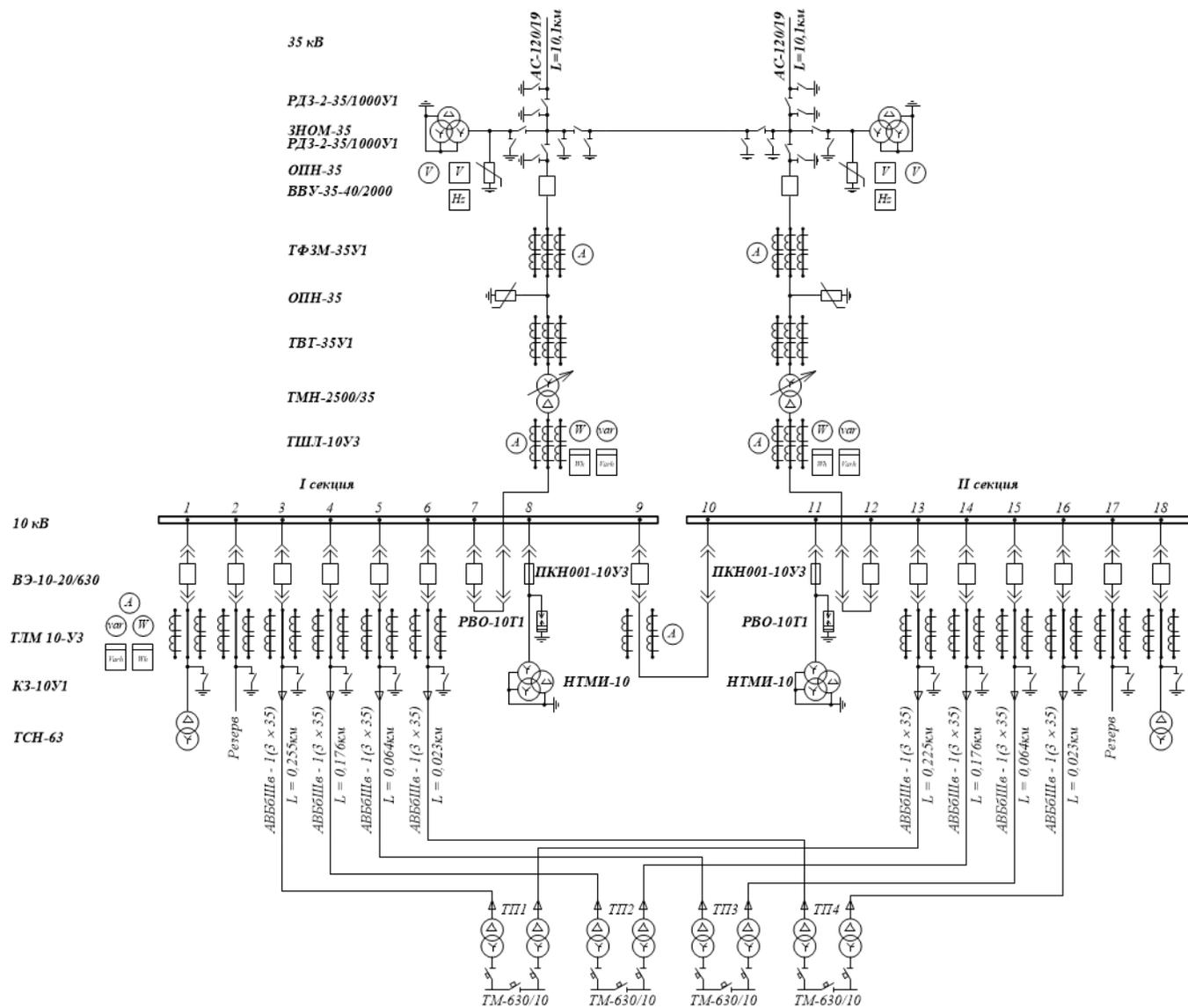
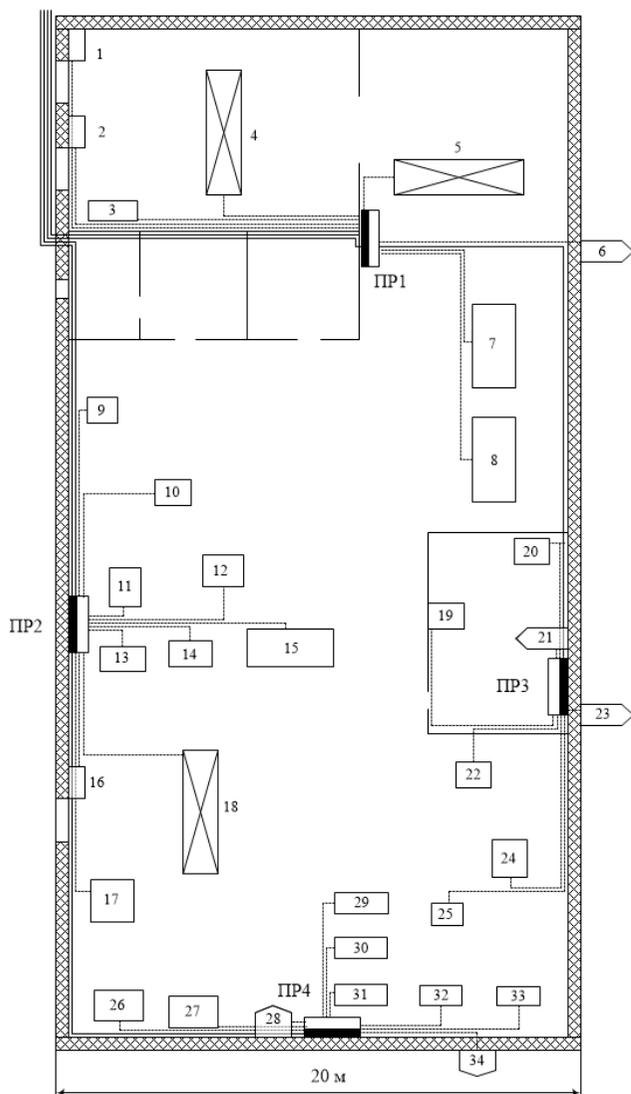


Рисунок 3 – Схема электрическая принципиальная

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

От ТПЗ



Ведомость нагрузок РП и характеристика питающих линий

Наименование электроприемника	$P_{уст}$ кВт	L м	Марка кабеля	Способ прокладки	Номер по плану
ПР1: ПР11-7123					
Подъемник ворот	5,2	18,5	АВВГ – (4 × 4)	лотки	1
Подъемник ворот	5,2	13,7	АВВГ – (4 × 4)	лотки	2
Тепловентилятор	7,3	8,5	АВВГ – (4 × 4)	лотки	3
Кран-балка ПВ=25%	34,0	5,9	АВВГ – (4 × 95)	лотки	4
Кран-балка ПВ=25%	34,0	2,4	АВВГ – (4 × 95)	лотки	5
Вытяжная вентиляция	12,0	7,6	АВВГ – (4 × 6)	лотки	6
Пресс-ножницы	9,0	7,0	АВВГ – (4 × 6)	лотки	7
Компрессор	18,8	11,3	АВВГ – (4 × 16)	лотки	8

Схема силовой сети цеха

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

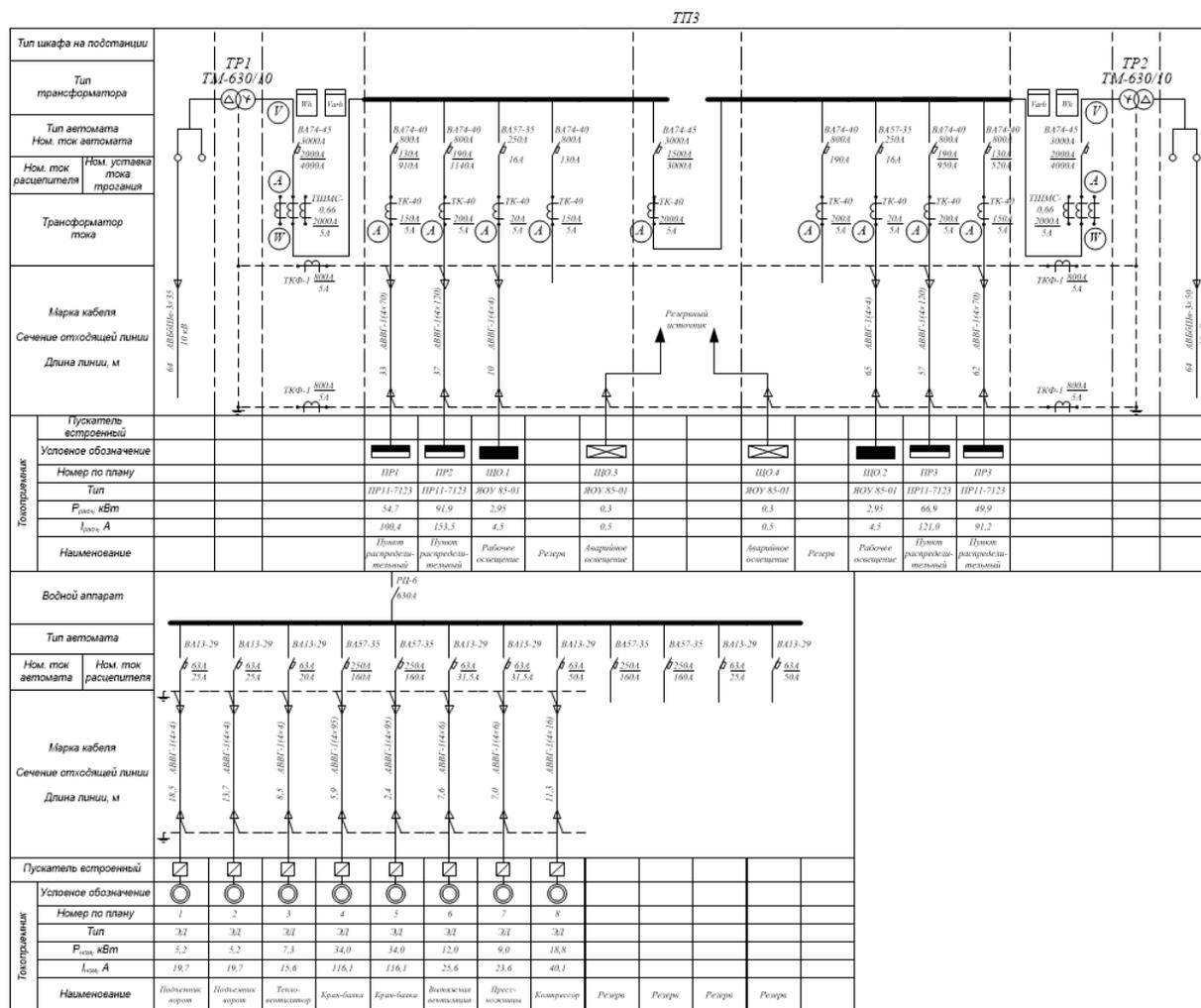
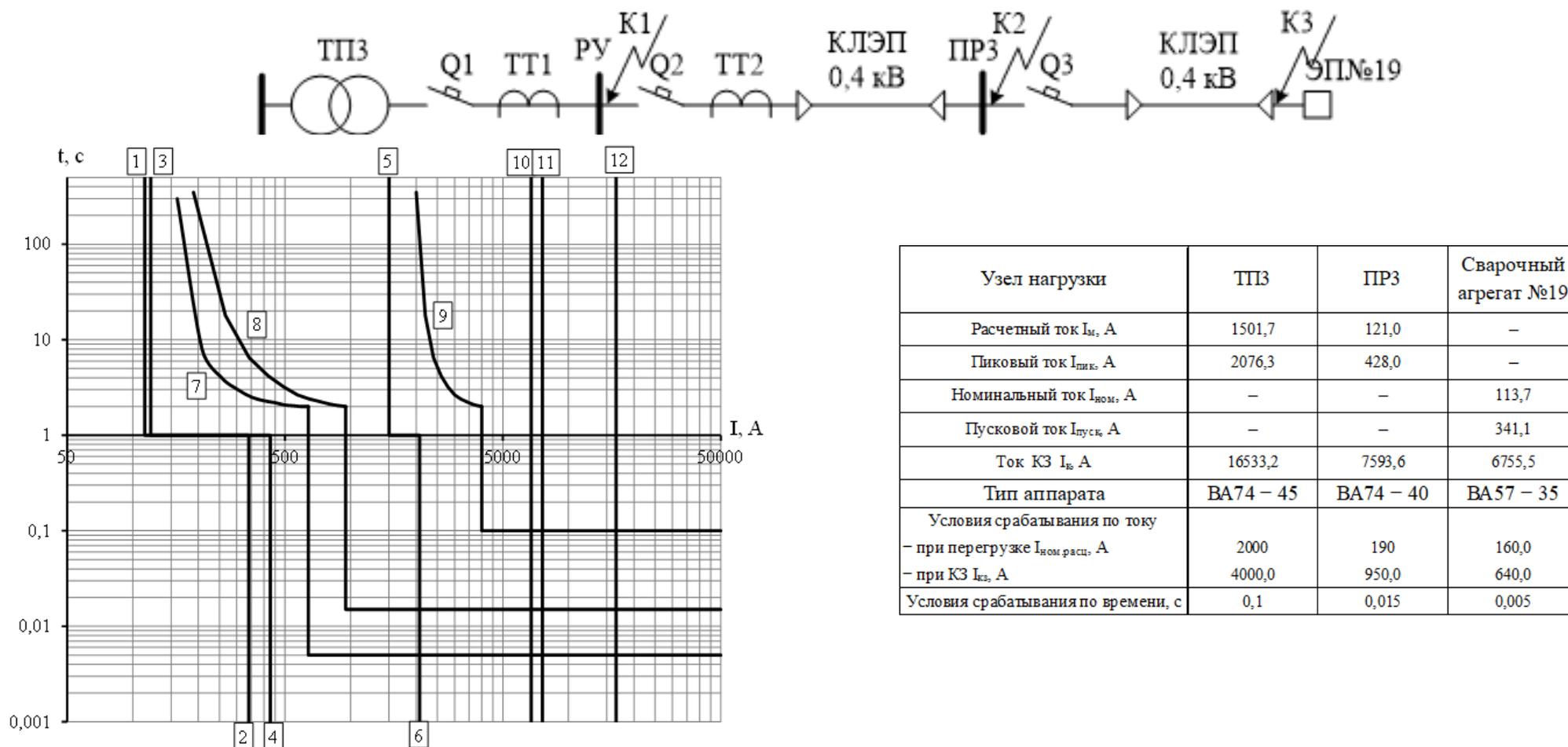


Рисунок 5 – Принципиальная однолинейная схема питания цеховых электроприемников

ПРИЛОЖЕНИЕ 6



Эюра отклонения напряжения. Карта селективности