

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
**«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
Хакасский технический институт  
– филиал ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет»  
институт

Кафедра «Электроэнергетика»  
кафедра

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
\_\_\_\_\_ А.В. Коловский  
подпись      инициалы, фамилия  
«\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»  
место прохождения практики

Электроснабжение горизонта -300 ООО «Абазинский  
рудник»  
тема

Руководитель	_____	<u>доцент, к.э.н.</u>	<u>Н.В. Дулесова</u>
	подпись, дата	должность, ученая степень	инициалы, фамилия
Выпускник	_____		<u>Д.О. Зажигаев</u>
	подпись, дата		инициалы, фамилия
Нормоконтролер	_____		<u>И.А. Кычакова</u>
	подпись, дата		инициалы, фамилия

Абакан 2022

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
**«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
Хакасский технический институт  
– филиал ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет»  
институт

Кафедра «Электроэнергетика»  
кафедра

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
\_\_\_\_\_ А.В. Коловский  
подпись      инициалы, фамилия  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

**ЗАДАНИЕ  
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ  
в виде бакалаврской работы**

Студенту Зажигаеву Дмитрию Олеговичу

(фамилия, имя, отчество)

Группа ХЭн 18-01 (18-1) Направление 13.03.02 «Электроэнергетика и

электротех-ника»

(код) (наименование)

Тема выпускной квалификационной работы «Электроснабжение горизонта -300

ООО «Абазинский рудник»

Утверждена приказом по институту № 211 от 15.04.2022

Руководитель ВКР Н.В. Дулесова кафедра «Электроэнергетика»

(инициалы, фамилия, должность, ученое звание и место работы)

Исходные данные для ВКР План проектируемого объекта с указанием  
расположения сило- вых электроприемников, основных размеров; сведения об  
электрических нагрузках; сведения об источнике питания объекта.

Перечень разделов выпускной  
квалификационной работы:

### ВВЕДЕНИЕ

- 1 Аналитическая часть
  - 1.1 Характеристика объекта
  - 1.2 Электроснабжение ООО «Абазинский рудник»
  - 1.3 Электроснабжение действующей подземной части рудника
  - 1.4 Исходные данные электроприемников
- 2 Практическая часть
  - 2.1 Расчет электрических нагрузок
  - 2.2 Выбор мощностей и количества трансформаторов
  - 2.3 Выбор сечений проводников и жил кабелей для подключения ЭП
  - 2.4 Расчет защитных аппаратов
  - 2.5 Расчет токов короткого замыкания
    - 2.5.1 Расчет токов трехфазного к.з. в сети напряжением выше 1 кВ
    - 2.5.2 Расчет токов трехфазного к.з. в сети напряжением ниже 1 кВ
  - 2.6 Согласование кабельных линий и автоматов электроприемников
  - 2.7 Анализ качества напряжения
- 3 Обеспечение электроэнергией электроприемников горизонта -300
  - 3.1 Комплекс шахтового водоотлива
  - 3.2 Комплекс рудных конвейеров
    - 3.2.1 Освещение
    - 3.2.2 Нормы освещенности
    - 3.2.3 Источники питания освещения
    - 3.2.4 Типы светильников и их применение

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

Перечень обязательных листов графической части:

1. Однолинейная схема электроснабжения
2. Однолинейная схема электроснабжения низкой стороны
3. Горный план горизонта -300

Руководитель ВКР

Н. В. Дулесова

(подпись, инициалы и фамилия)

Задание принял к исполнению

Д. О. Зажиганов

(подпись, инициалы и фамилия студента)

«12» марта 2022 г.

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме Электроснабжение горизонта -300 ООО «Абазинский рудник» содержит 45 страниц текстового документа, 25 использованных источников, 3 листа графического материала, приложений нет.

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ НАГРУЗКИ, ОСВЕЩЕНИЕ, ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ, ПРОВЕРКА ОБОРУДОВАНИЯ, ТОК КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ.

Объект электроснабжения – горизонт -300 по добычи железной руды ООО «Абазинский рудник», г. Абаза.

Основной целью проектирования схемы электроснабжения является обеспечение качественной электроэнергией. Основная задача заключается в том чтобы разработать схему электроснабжения в соответствии с современными требованиями и нормами по безопасности и надежности.

В процессе проектирования были рассчитаны электрические нагрузки, проводились расчеты и выбор трансформаторов, кабельных линий и защитных аппаратов.

В результате проектирования была разработана система электроснабжения которая соответствует всем современным требованиям.

## **ABSTRACT**

Final qualifying work on the topic Power supply of the horizon -300 LLC «Abaza mine» contains 45 pages of a text document, 25 sources used, 3 sheets of graphic material, no applications.

**ELECTRICAL LOADS, LIGHTING, EQUIPMENT SELECTION, EQUIPMENT CHECK, SHORT CIRCUIT CURRENT.**

The object of power - horizon -300 for the extraction of iron ore LLC «Abaza mine», Abaza.

The main purpose of designing a power supply scheme is to provide high-quality electricity. The main task is to develop a power supply scheme in accordance with modern requirements and standards for safety and reliability.

During the design process, electrical loads were calculated, calculations were made and the selection of transformers, cable lines and protective devices was carried out.

As a result of the design, a power supply system was developed that meets all modern requirements.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	7
1 Аналитическая часть .....	8
1.1 Характеристика объекта.....	8
1.2 Электроснабжение ООО «Абазинский рудник».....	9
1.3 Электроснабжение действующей подземной части рудника.....	12
1.4 Исходные данные электроприемников .....	12
2 Практическая часть.....	15
2.1 Расчет электрических нагрузок.....	15
2.2 Выбор мощностей и количества трансформаторов.....	17
2.3 Выбор сечений проводников и жил кабелей для подключения ЭП.....	19
2.4 Расчет защитных аппаратов .....	22
2.5 Расчет токов короткого замыкания .....	24
2.5.1 Расчет токов трехфазного к.з. в сети напряжением выше 1 кВ .....	25
2.5.2 Расчет токов трехфазного к.з. в сети напряжением ниже 1 кВ .....	28
2.6 Согласование кабельных линий и автоматов электроприемников ..	30
2.7 Анализ качества напряжения .....	32
3 Обеспечение электроэнергией электроприемников горизонта -300	34
3.1 Комплекс шахтового водоотлива .....	35
3.2 Комплекс рудных конвейеров.....	36
3.3 Освещение.....	36
3.3.1 Нормы освещенности.....	36
3.3.2 Источники питания освещения .....	37
3.3.3 Типы светильников и их применение .....	38
3.3.4 Агрегат осветительный шахтовый АОШ.....	40
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	42
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	43

## ВВЕДЕНИЕ

Повышение уровня электрификации производственных объектов является актуальной темой в наше время. Различные факторы влияют на повышение требований к разрабатываемым схемам и оборудованию в плане надежности, безопасности, удобства эксплуатации и экономичности.

Предназначением систем электроснабжения промышленных предприятий является обеспечение питания промышленной нагрузки.

Электроснабжение любого предприятия должно быть надёжным, экономичным с возможностью загрузки на полную мощность.

Категория надежности электроснабжения какого-либо потребителя влияет на конфигурацию схемы его электроснабжения, количество источников питания и линий связи между ними и потребителями. Поэтому проектируемая система электроснабжения должна отвечать современным требованиям и являться актуально в долгосрочной перспективе. В противном случае, применение ненадежного электрооборудования и нерациональной конфигурации системы электроснабжения, может привести к потере устойчивости к различным факторам, способным спровоцировать аварию на производстве. Следовательно требуемое качество электроэнергии, не будет обеспечено.

Цель работы – разработка проекта системы электроснабжения горизонта рудника. Важной задачей является правильный расчет и проектирование системы электроснабжения, исходя из ее качества, надежности и безопасности.

# **1 Аналитическая часть**

## **1.1 Характеристика объекта**

Абазинское железорудное месторождение разрабатывается с 1957 года – до отметки 600 м открытым способом, а ниже – подземным способом. Полезным ископаемым является магнетитовая руда.

Отработка Абазинского железорудного месторождения ведётся в соответствии с проектной документацией, выполненной Сибирским филиалом «Гипроруда». В 1987 году институтом разработан «Проект реконструкции объектов Абазинского рудоуправления НПО «Сибруда» в связи с отработкой руды ниже горизонта +145 м» с проектной мощностью 3,5 млн. т/год. Проект прошёл экспертизу Минчермета СССР заключение №10/24 от 28.01.1988 г и утверждён министерством чёрной металлургии СССР Приказом № 97 от 01.02.88 г.

В 2017 году ООО «Первый горно-металлургический институт» (г. Екатеринбург 2017 г.), по заданию ООО «Абазинский рудник» разработана проектная документация «Техническое перевооружение отработки запасов участка Абазинского месторождения в этаже -95 м/-200 м при внедрении системы разработки подэтажного обрушения с использованием самоходной техники». Проект прошёл экспертизу промышленной безопасности в ООО «Маггеоэксперт» (г. Магнитогорск 2017 г., регистрационный № 048/16-ТП от 02.06.2017 г. Дата внесения сведений в реестр 22.08.2017 г. Рег. № 65-ТП-08129-2017 г.).

В 2018 году выполнен «Технический проект отработки запасов участка Абазинского месторождения в этаже -95/-200 м при внедрении системы разработки подэтажного обрушения с использованием самоходной техники», ООО «Абазинский рудник» г. Абаза 2018 г. (протокол согласования № 39/18-стп от 27.03.2018 г. ЦКР-ТПИ Роснедр г Москва.

В 2019 году для добычи руды на Абазинском железорудном месторождении ООО «Абазинский рудник» с использованием самоходного

оборудования для восполнения выбывающих мощностей в отметках -95/-185м руководство ООО «Абазинский рудник» поручило разработать документацию «Документация на техническое перевооружение».

Схема транспортировки и выдачи рудной массы руды на Абазинском руднике для восполнения выбывающих мощностей в отметках -185/-310 м, с использованием существующих вскрывающих выработок».

Горные работы ведутся ООО «Абазинским рудник» на основании лицензии на пользование недрами АБН № 00652 ТЭ с целевым назначением и видами работ на право добычи железных руд на Абазинском железорудном месторождении. Лицензия зарегистрирована МПР России Федеральным агентством по недропользованию под № 5348 от 06.06.2016 г. Дата окончания действия лицензии 31.12.2050 г.

## **1.2 Электроснабжение ООО «Абазинский рудник»**

Электроснабжение объектов ООО «Абазинский рудник» осуществляется от двух независимых источников

Снабжение электрической энергией потребителей ООО «Абазинский рудник», расположенных на промышленной площадке шахты, осуществляется Гарантирующим поставщиком ОАО «Хакасэнерго» согласно Договору энергоснабжения № 52470 от 27.12.2013 г.

Внешнее электроснабжение ПС-12 «Абаза–220 кВ» осуществляется по двум ЛЭП 220 кВ Д–41 (со стороны Аскиза) и Д–42 (со стороны Ак–Довурака). ПС–12 имеет два трансформатора 220/35/6 кВ мощностью 20 000 кВА и 25 000 кВА, две системы шин с секционным выключателем.

Между ПС–12 и ПС–42П имеются две соединительные линии связи 35 кВ Т–49 и Т–50 сечением АС–400.

ОРУ 35 кВ ТЭЦ–ПС–42П, получает питание:

– со стороны ПС–12 по стороне 35 кВ через линии 35 кВ Т–49, Т–50 (ОАО «Хакасэнерго»);

– от генераторов ТЭЦ по стороне 6 кВ через трансформаторы №3Т, №4Т 35/6 кВ. (ООО «Абаза–Энерго»).

Электроснабжение промплощадки шахты ООО «Абазинский рудник» осуществляется от ПС–42П по двухцепной ВЛ 35 кВ Т–59, Т–60 сечением АС–95, протяженностью 3,1 км.

На промплощадке установлены две понизительные подстанции 35/6 кВ ПС–43П и ПС–44П, в которых имеется по два трансформатора, две системы шин, с секционными выключателями по сторонам 35 кВ и 6 кВ, что обеспечивает резервирование и бесперебойное питание потребителей от двух независимых источников электроснабжения.

Между ООО «Абазинский рудник» и «Хакасэнерго» подписан Акт согласования технологической и аварийной брони электроснабжения потребителя электрической энергии (мощности) от 14.07.2014 в случае возникновения аварийных электроэнергетических режимов.



### 1.3 Электроснабжение действующей подземной части рудника

Действующие подстанции подземного рудника запитаны от ПС-43 двумя вводами с разных секций шин.

Установлено, что максимально допустимый ток линии определяется участками, выполненными кабелем 2(ААШВ 3х240) и составляет 718А.

Фактическая расчётная токовая нагрузка линии в послеаварийном режиме составляет 661 А.

Такими образом, резерв по нагрузке составляет:

$$\Delta I = 718A - 661A = 57A.$$

Что является недостаточным для подключения проектной нагрузки, а также необходимого запаса по мощности.

### 1.4 Исходные данные электроприемников

Таблица 1.1 – Исходные данные электроприемников

№	Наименование ЭП	U <sub>ном</sub> , кВ	ПВ, %	P <sub>пасп.дв</sub> , кВт
1	2	3	4	5
1	Насосная станция участкового водоотлива 4 рудного тела	0,38	100	110
2	Насосная станция участкового водоотлива 5 рудного тела	0,38	100	110
3	Насосная станция главного участкового водоотлива	6	100	630
4	Основной конвейер	0,66	100	500
5	Конвейер 4 рудного тела	0,66	100	250
6	Конвейер 5 рудного тела	0,66	100	250
7	Вибропитатель 4 рудного тела (ВДПУ)	0,38	40	30
8	Вибропитатель 4 рудного тела (ВДПУ)	0,38	40	30
9	Вибропитатель 5 рудного тела (ВДПУ)	0,38	40	30
10	Вибропитатель 5 рудного тела (ВДПУ)	0,38	40	30

Таблица 1.2 – Технические характеристики электродвигателей.

№	Наименование ЭП	$P_{уст}$ , кВт	Марка электродвигателя	$P_{пасп.дв}$ , кВт	$n_{ном}$ , об/мин	КПД, $\eta_{да}$ , %
1	2	3	4	5	6	7
1	Насосная станция участкового водоотлива 4 рудного тела	110	4АМ280S-2	110	3000	94
2	Насосная станция участкового водоотлива 5 рудного тела	110	4АМ280S-2	110	3000	94
3	Насосная станция главного участкового водоотлива	630	ВАО4-560М4	630	1500	95
4	Основной конвейер	500	АДРЧ-500-8У1	500	750	95
5	Конвейер 4 рудного тела	250	ВАО2-315М4	250	1500	94
6	Конвейер 5 рудного тела	250	ВАО2-315М4	250	1500	94
7	Вибропитатель 4 рудного тела (ВДПУ)	30	4А180М2-У3	30	3000	91
8	Вибропитатель 4 рудного тела (ВДПУ)	30	4А180М2-У3	30	3000	91
9	Вибропитатель 5 рудного тела (ВДПУ)	30	4А180М2-У3	30	3000	91
10	Вибропитатель 5 рудного тела (ВДПУ)	30	4А180М2-У3	30	3000	91

Таблица 1.3 – Электрические нагрузки горизонта -300.

№	Наименование ЭП	$P_{ном}$ , кВт	ПВ, %	$Kи$	$\cos\varphi$	$tg\varphi$	Число фаз
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Насосная станция участкового водоотлива 4 рудного тела	117	100	0,75	0,8	0,75	3
2	Насосная станция участкового водоотлива 5 рудного тела	117	100	0,75	0,8	0,75	3
3	Насосная станция главного участкового водоотлива	670	100	0,9	0,85	0,62	3
4	Основной конвейер	532	100	0,7	0,75	0,88	3
5	Конвейер 4 рудного тела	266	100	0,7	0,75	0,88	3
6	Конвейер 5 рудного тела	266	100	0,7	0,75	0,88	3
7	Вибропитатель 4 рудного тела	32	40	0,6	0,65	1,17	3
8	Вибропитатель 4 рудного тела	32	40	0,6	0,65	1,17	3
9	Вибропитатель 5 рудного тела	32	40	0,6	0,65	1,17	3
10	Вибропитатель 5 рудного тела	32	40	0,6	0,65	1,17	3

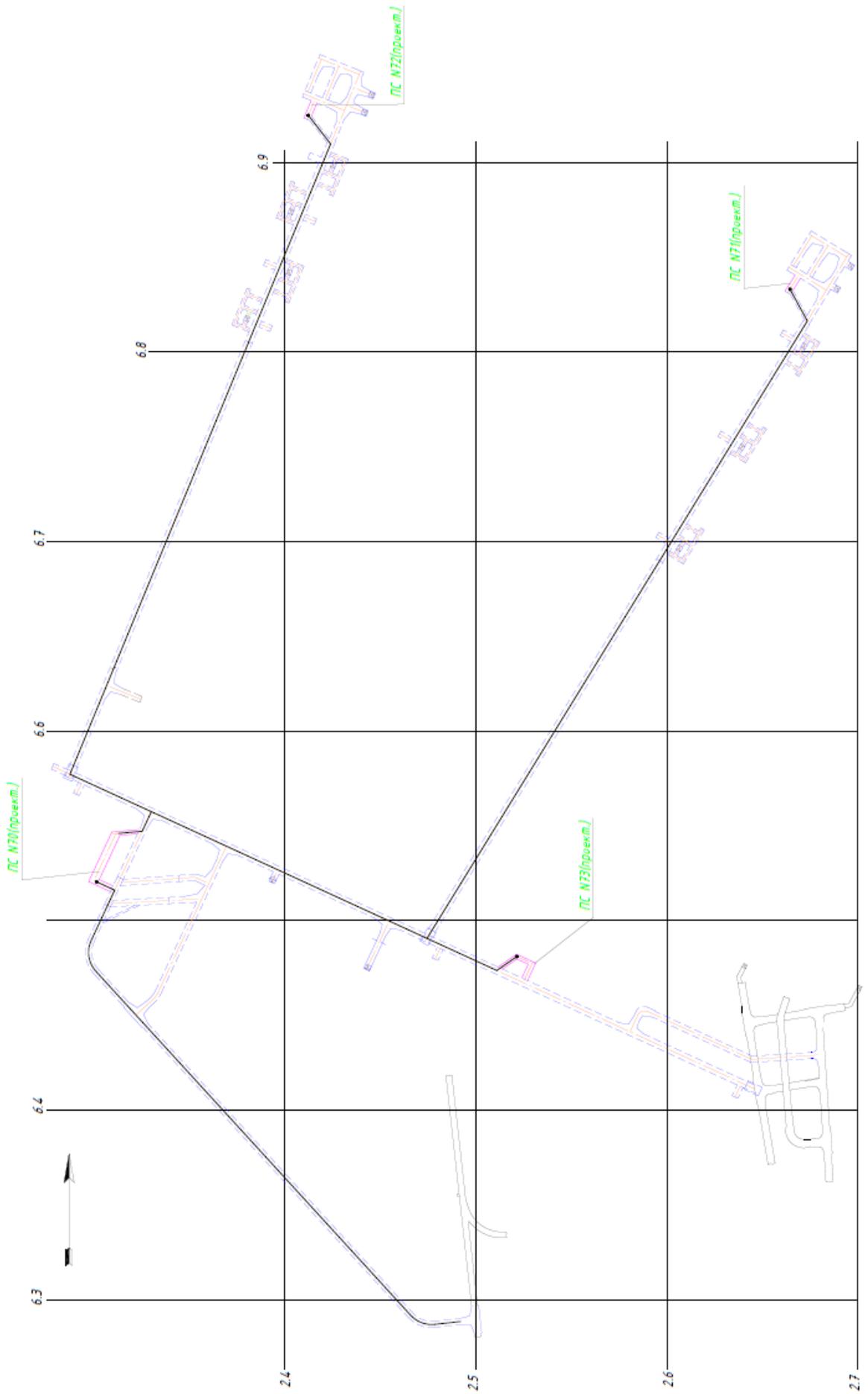


Рисунок 1.2 – План горизонта -300

## 2 Практическая часть

### 2.1 Расчет электрических нагрузок

Таблица 2.1 – Расчет электрических нагрузок

№ ЭП на ген. Плане	Наименование ЭП	Рном, кВт	Ки	cosφ	tgφ	ПВ, %	Ррасч, кВт	Qрасч, кВАр	Срасч, кВА	Iрасч, А	Кп	Iпуск, А	Uном, В
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	13
1	Насосная станция участкового водоотлива 4 рудного тела	117,00	0,75	0,8	0,75	100	100,00	75,00	125,00	189,92	5,00	949,59	380
2	Насосная станция участкового водоотлива 5 рудного тела	117,00	0,75	0,8	0,75	100	100,00	75,00	125,00	189,92	5,00	949,59	380
3	Насосная станция главного участкового водоотлива	670,00	0,90	0,85	0,62	100	603,00	373,86	709,49	68,271	5,00	341,355	6000
4	Основной конвейер	532,00	0,70	0,75	0,88	100	425,00	374,00	566,13	473,70	5,00	2368,51	690
5	Конвейер 4 рудного тела	266,00	0,70	0,75	0,88	100	212,00	186,56	282,40	236,29	5,00	1181,47	690
6	Конвейер 5 рудного тела	266,00	0,70	0,75	0,88	100	212,00	186,56	282,40	236,29	5,00	1181,47	690
7	Вибропитатель 4 рудного тела (ВДПУ)	32,00	0,60	0,65	1,17	40	20,00	23,40	30,78	46,77	5,00	233,85	380
8	Вибропитатель 4 рудного тела (ВДПУ)	32,00	0,60	0,65	1,17	40	20,00	23,40	30,78	46,77	5,00	233,85	380
9	Вибропитатель 5 рудного тела (ВДПУ)	32,00	0,60	0,65	1,17	40	20,00	23,40	30,78	46,77	5,00	233,85	380
10	Вибропитатель 5 рудного тела (ВДПУ)	32,00	0,60	0,65	1,17	40	20,00	23,40	30,78	46,77	5,00	233,85	380

Таблица 2.2 – Расчет электрических нагрузок горизонта

Исходные данные	Исходные данные				Расчетные величины				Эффективные число ЭП	Коэффициент корректировки напряжения $K_p$	Расчетная мощность			Расчетный ток, А
	Количество ЭП, шт.	Номинальная мощность, кВт	Коэффициент реактивной	Коэффициент использования $K_n$	$K_n \cdot P_{ном}$	$K_n \cdot P_{ном} \cdot \text{tg } \varphi$	$n^2 \cdot d_{ном}$	Эффективные число ЭП			активная, кВт	реактив ная, квар	полная, кВА	
<b>ПС-70 Секция шин I</b>														
Насос ГВ	1	670,00	0,90	0,85	603,00	373,71	448900,00							
Итого по ПС		670,00	0,90	0,85	603,00	373,71	448900,00	1	1,00	603	374	709	68	
<b>ПС-70</b>														
Привод конвейера V р.т.	1	266,00	0,70	0,75	186,20	164,21	70756,00							
Итого по ПС-70	2	266,00	0,70	0,75	186,20	164,21	70756,00	1	1,14	212	187	283	27	
<b>ПС-71</b>														
Насос уч. Водоотлива IV р.т.	1	117,00	0,75	0,80	87,75	65,81	13689,00							
ВДПУ	2	32,00	0,60	0,65	38,40	44,89	2048,00							
Итого по ПС-71	3	181,00	0,70	0,75	126,15	110,71	15737,00	2	1,14	144	126	191	18	
<b>ПС-72</b>														
Насос уч. Водоотлива V р.т.	1	117,00	0,75	0,80	87,75	65,81	13689,00							
ВДПУ	2	32,00	0,60	0,65	38,40	44,89	2048,00							
Итого по ПС-72	3	181,00	0,70	0,75	126,15	110,71	15737,00	2	1,14	144	126	191	18	
<b>ПС-73</b>														
Привод осн. конвейера	1	532,00	0,70	0,75	372,40	328,43	283024,00	1	1,14	425	374	566	54	
Привод конвейера IV р.т.	1	266,00	0,70	0,75	186,20	164,21	70756,00	1	1,14	212	187	283	27	
Итого по ПС-73	2	798,00	0,70	0,75	558,60	492,64	353780,00	2	1,14	637	562	849	82	
<b>Итого:</b>	10									1740	1375	2217	213	

## 2.2 Выбор мощностей и количества трансформаторов

Таблица 2.3 – Нагрузки подстанций.

Наименование ПС	Расчетная нагрузка		
	кВт	кВар	кВА
	$P_p$	$Q_p$	$S_p$
1	2	3	4
ПС-70	212	187	283
ПС-71	144	126	191
ПС-72	144	126	191
ПС-73	637	562	849

Таблица 2.4 – Расчетные номинальные мощности трансформаторов.

Наименование ПС	Расчетная номинальная мощность	Марка	Номинальная мощность тр-ра
	$S_{н.т.}$ , кВА		$S_{ном.т.}$ , кВА
1	2	3	4
ПС-70	151	КТСВП-250/6	250
ПС-71	103	КТСВП-250/6	250
ПС-72	103	КТСВП-250/6	250
ПС-73 (привод осн. конвейера)	304	КТСВП-630/6	630
ПС-73 (привод конвейера 4 р.т.)	151	КТСВП-250/6	250

Предварительно по расчетной нагрузке выбираем КТСВП (комплектная трансформаторная силовая взрывозащищенная подстанция).

КТСВП имеет взрывозащищенное исполнение с видом взрывозащиты «взрывонепроницаемая оболочка» и выполнением искробезопасных цепей дистанционного управления.

КТСВП обеспечивает:

- оперативное местное отключение с помощью кнопок, установленных

на двери взрывозащищенной оболочки;

- оперативное дистанционное включение и отключение отходящих линий;

- защиту от токов перегрузки и защиту асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором от пусковых токов недопустимой продолжительности;

- защиту от токов короткого замыкания;

- защиту минимального напряжения;

- возможность подключения контактов реле внешних дополнительных устройств защиты и контроля (газовой защиты, аппаратуры контроля воздуха);

- защиту от потери управляемости при замыкании или обрыве жил дистанционного управления;

- электрическую блокировку против подачи напряжения на отходящее присоединение с сопротивлением изоляции относительно земли менее нормированных значений, а также на отходящее присоединение, отключенное защитой от токов К.З.;

- проверку исправности максимальной токовой защиты (МТЗ) и блокировочного реле утечки (БРУ);

- измерение величины тока и напряжения в силовых цепях;

- местную (световую) сигнализацию о включенном и отключенном положении выключателя;

- сигнализацию о срабатывании максимальной токовой защиты (МТЗ) и блокировочного реле утечки (БРУ).

Таблица 2.5 – Каталожные данные КТСВП для каждой подстанции.

Наименование ПС	Кол-во	Марка	$S_{ном.т.}$ , кВА	$\Delta P_x$ , кВт	$\Delta P_k$ , кВт	$U_k$ , %	$I_x$ , %
1	2	3	4	5	6	7	8
ПС-70	1	КТСВП-250/6	250	0,82	3,43	2,57	1,8
ПС-71	2	КТСВП-250/6	250	0,82	3,43	2,57	1,8
ПС-72	2	КТСВП-250/6	250	0,82	3,43	2,57	1,8
ПС-73 (привод осн. конвейера)	1	КТСВП-630/6	630	2,1	4,4	3,5	1,3
ПС-73 (привод конвейера 4 р.т.)	1	КТСВП-250/6	250	0,82	3,43	2,57	1,8

## 2.3 Выбор сечений проводов и жил кабелей для подключения ЭП

Таблица 2.6 – Выбор сечений кабельных линий 6 кВ

Наименование ЭП	Расчетный ток $I_p$ , А	Допустимый ток кабеля, А	Сечение основной жилы $S$ , мм <sup>2</sup>	Марка, сечение кабеля	Длина участка, м	Индуктивное сопротивление, Ом/км	Активное сопротивление, Ом/км
1	2	3	4	5	6	7	8
ПС-70 (Насос ГВ)	68	82	25	СБШв-6 3x25	60	0,091	0,74
ПС-70 КТСВП-250/6/0,69 (Привод конвейера 5 р.т.)	27	47	10	СБШв-6 3x10	20	0,11	1,84
ПС-71 КТСВП-250/6/0,4 (Насос уч. Водоотлива 4 р.т., ВДПУ)	18	27	10	СБШв-6 3x10	690	0,11	1,84
ПС-72 КТСВП-250/6/0,4 (Насос уч. Водоотлива 5 р.т., ВДПУ)	18	27	10	СБШв-6 3x10	540	0,11	1,84
ПС-73 КТСВП-630/6/0,69 (Привод осн. конвейера)	54	82	16	СБШв-6 3x16	295	0,102	1,15
ПС-73 КТСВП-250/6/0,69 (Привод конвейера 4 р.т.)	27	47	10	СБШв-6 3x10	295	0,11	1,84

Кабели СБШв предназначены для передачи и распределения электрической энергии в стационарных установках в электрических сетях на напряжение до 10 кВ частотой 50 Гц. Кабели предназначены для эксплуатации в макроклиматических районах с умеренным и холодным

климатом. Кабели предназначены для прокладки в сырых помещениях, частично затапливаемых при наличии среды со средней и высокой коррозионной активностью, если существует опасность механических повреждений в ходе эксплуатации. Кабели предназначены для прокладки во взрывоопасных зонах и в шахтах.

Таблица 2.7 – Выбор сечений кабельных линий 0,4 и 0,69 кВ

Наименование ЭП	Расчетный ток $I_p$ , А	Допустимый ток кабеля, А	Сечение основной жилы $S$ , мм <sup>2</sup>	Марка, сечение кабеля	Длина участка, м	Индуктивное сопротивление, Ом/км	Активное сопротивление, Ом/км
1	2	3	4	5	6	7	8
1. Насосная станция участкового водоотлива 4 рудного тела	190	220	95	ВЭБВнг(А)-FRLS-ХЛ 3х95мк/25(РЕ)-0,66	25	0,06	0,326
2. Насосная станция участкового водоотлива 5 рудного тела	190	220	95	ВЭБВнг(А)-FRLS-ХЛ 3х95мк/25(РЕ)-0,66	25	0,06	0,326
3. Основной конвейер	474	590	240	ВЭБВнг(А)-FRLS-ХЛ 3х240мк/25(РЕ)-1	150	0,058	0,129
4. Конвейер 4 рудного тела	236	305	150	ВЭБВнг(А)-FRLS-ХЛ 3х150мк/25(РЕ)-1	65	0,059	0,206
5. Конвейер 5 рудного тела	236	305	150	ВЭБВнг(А)-FRLS-ХЛ 3х150мк/25(РЕ)-1	100	0,059	0,206
6. Вибропитатель 4 рудного тела (ВДПУ)	46,77	55	10	ВЭБВнг(А)-FRLS-ХЛ 3х10мк/25(РЕ)-0,66	101	0,073	3,1
7. Вибропитатель 4 рудного тела (ВДПУ)	46,77	55	10	ВЭБВнг(А)-FRLS-ХЛ 3х10мк/25(РЕ)-0,66	101	0,073	3,1
8. Вибропитатель 5 рудного тела (ВДПУ)	46,77	55	10	ВЭБВнг(А)-FRLS-ХЛ 3х10мк/25(РЕ)-0,66	108	0,073	3,1
9. Вибропитатель 5 рудного тела (ВДПУ)	46,77	55	10	ВЭБВнг(А)-FRLS-ХЛ 3х10мк/25(РЕ)-0,66	108	0,073	3,1

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14  
**В Э Б Шв нг(A) - FR LS - ХЛ 3 х 70 МК /25 (N) -1**

<p><b>① ТОКОПРОВОДЯЩАЯ ЖИЛА</b>  <b>Без обозначения</b> - медная  <b>А</b> - алюминиевая 1 или 2 класс.</p>	<p><b>④ БРОНЯ</b>  <b>Б</b> - стальные оцинкованные ленты  <b>Ба</b> - алюминиевые ленты  <b>К</b> - повив из стальных оцинкованных проволок</p>	<p><b>⑦ ОГНЕСТОЙКОСТЬ</b>  <b>FR</b> - кабели огнестойкие</p>	<p><b>⑫ СЕЧЕНИЕ ЭКРАНА</b>          Указывается только для кабелей с экраном из медных проволок.</p>
<p><b>② ИЗОЛЯЦИЯ</b>  <b>В</b> - поливинилхлоридный пластикат  <b>Пв</b> - сшитый полиэтилен  <b>П</b> - полимерная композиция не содержащая галогенов</p>	<p><b>⑤ ОБОЛОЧКА</b>  <b>В</b> - поливинилхлоридный пластикат  <b>П</b> - полимерная композиция не содержащая галогенов  <b>Шв*</b> - поливинилхлоридный пластикат  <b>Шп*</b> - полиэтилен          *для бронированных кабелей</p>	<p><b>⑧ ИСПОЛНЕНИЕ В ЧАСТИ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ</b>  <b>«LSLTx»</b> - с пониженным дымо- и газовыделением (Low Smoke) с низкой токсичностью продуктов горения (Low Toxic);  <b>«LS»</b> - с пониженным дымо- и газовыделением (Low Smoke);  <b>«HF»</b> - не содержащий галогенов (Halogen Free)</p>	<p><b>⑫ ТИП ТОКОПРОВОДЯЩЕЙ ЖИЛЫ</b>  <b>ок</b> - однопроволочная круглая  <b>МК</b> - многопроволочная круглая  <b>МС</b> - многопроволочная секторная</p>
<p><b>③ ЭКРАН</b>  <b>Без обозначения</b> - для кабелей на напряжение 3 кВ  <b>Э</b> - из медной фольги или медных проволок</p>	<p><b>⑥ ПОКАЗАТЕЛЬ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ</b>  <b>нг(A)</b> - не распространяет горение при групповой прокладке</p>	<p><b>⑨ ХОЛОДОСТОЙКОСТЬ</b></p>	<p><b>⑬ ЦВЕТОВАЯ МАРКИРОВКА ЖИЛ</b>  <b>N</b> - нулевая жила синего цвета  <b>PE</b> - жила заземления зелено-желтого цвета</p>
		<p><b>⑩ КОЛИЧЕСТВО ЖИЛ</b></p>	<p><b>⑭ НАПРЯЖЕНИЕ</b>          0,66 кВ, 1 кВ, 3 кВ</p>
		<p><b>⑪ СЕЧЕНИЕ ЖИЛ</b></p>	

Рисунок 2.1 – Расшифровка марки кабелей

## 2.4 Расчет защитных аппаратов

Таблица 2.8 – Выбор автоматов для электроприемников 0,4 и 0,69 кВ

№	$I_p, A$	Расчетный ток $1,0 \cdot 1,25 \cdot I_p, A$	$I_{ном.з}, A$	$I_{расч}, A$	$I_{пуск}, A$	Расчетный ток отсечки, $1,2 \cdot I_{пуск}, A$	$K_o$	$I_{ном.то}, A$	Тип автомата	Отключающая способность, $I_{откл}, kA$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	190	237,5	250	200	950	1140	7	2240	ВА51-35М2	20
2	190	237,5	250	200	950	1140	7	2240	ВА51-35М2	20
3	474	592,5	630	500	2370	2844	7	5600	ВА-99	35
4	236	295	320	250	1180	1416	7	2800	ВА51-35М3	20
5	236	295	320	250	1180	1416	7	2800	ВА51-35М3	50
6	46,77	58,46	80	50	233,85	280,62	7	560	ВА51-35М1	20
7	46,77	58,46	80	50	233,85	280,62	7	560	ВА51-35М1	20
8	46,77	58,46	80	50	233,85	280,62	7	560	ВА51-35М1	20
9	46,77	58,46	80	50	233,85	280,62	7	560	ВА51-35М1	20

Для кабелей 6 кВ питающих КТСВП и Насос ГВ, были выбраны вакуумные выключатели типа: ВВУ-СЭЩ-П9-6-20/1000 УХЛ5.1 (Выключатель вакуумный; унифицированный; тип провода – пружинно-моторный). Технические характеристики выключателя представлены в таблице 2.9.

Таблица 2.9 – Технические характеристики выключателя ВВУ-СЭЩ-П9-6-20/1000 УХЛ5.1

Характеристика, размерность	Нормируемая величина
	ВВУ-СЭЩ-П9-6-20/1000 УХЛ5.1
1	2
Номинальное напряжение, кВ	6
Номинальный ток, А	1000
Номинальный ток отключения, кА	20
Номинальные токи включения <ul style="list-style-type: none"> <li>• Эффективное значение периодической составляющей;</li> <li>• Амплитудное значение</li> </ul>	20 51
Собственное время включения, с, не более	0,05
Собственное время отключения, с, не более	0,03
Полное время отключения, с, не более	0,05
Средняя скорость подвижных контактов камеры дугогасительной вакуумной при включении, м/с	0,4-1,0
Средняя скорость подвижных контактов камеры дугогасительной вакуумной при отключении, м/с	1,0-2,0
Максимальный статический момент при включении, Нм, не более	90
Время заводки включающей пружины привода, с, не более	10
Номинальное напряжение электродвигателя (М) заводки рабочих пружин привода, В	100
Диапазон изменения питающего напряжения в процентах от $U_{ном}$ , на зажимах электродвигателя (М)	85-110
Номинальное напряжение цепей управления, В	100
Диапазон изменения питающего напряжения в процентах от $U_{ном}$ , при: <ul style="list-style-type: none"> <li>• включении переменным током</li> <li>• отключении переменным током</li> </ul>	85-105 65-120

## 2.5 Расчет токов короткого замыкания

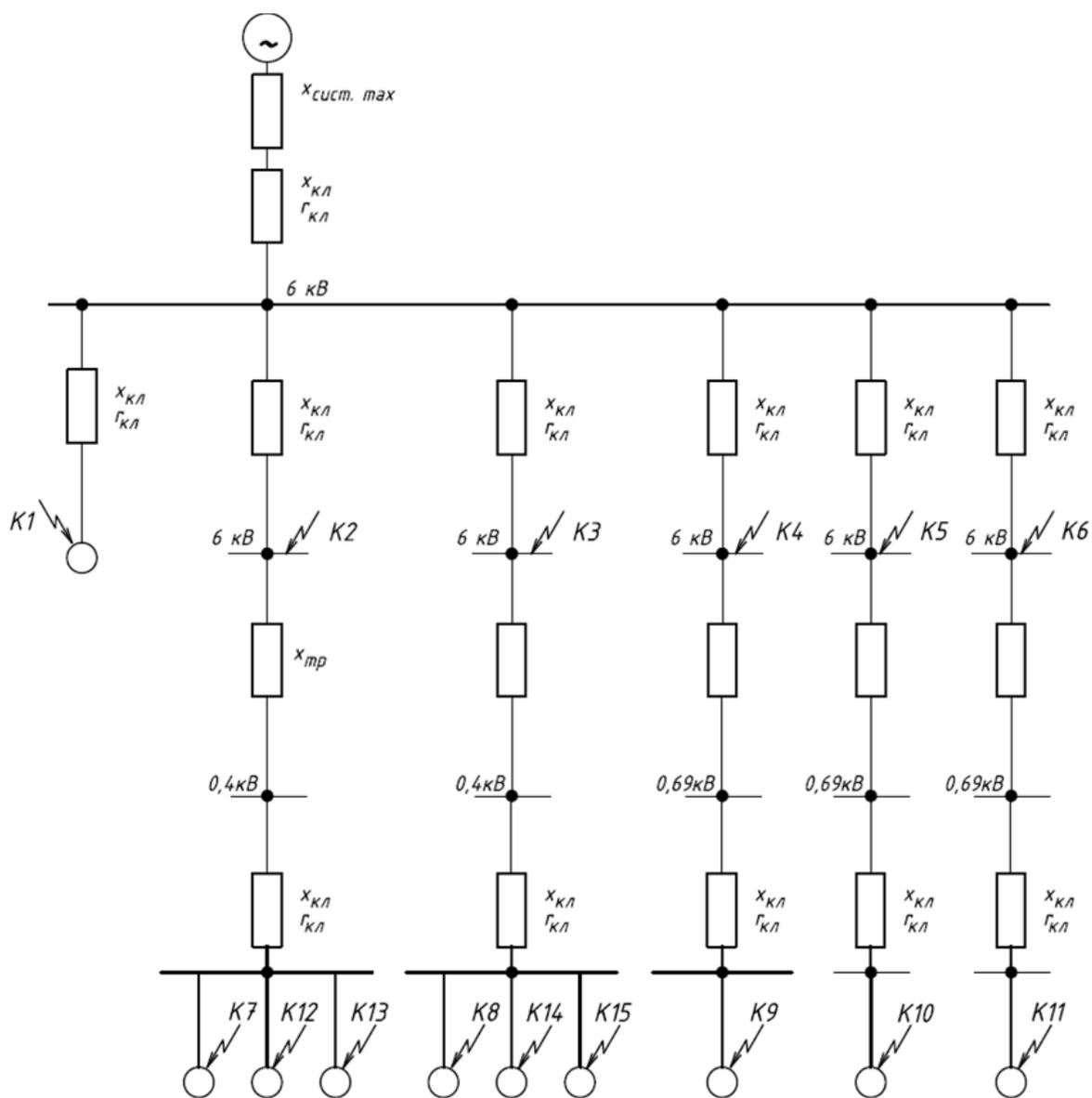


Рисунок 2.2 – Расчетная схема

## 2.5.1 Расчет токов трехфазного к.з. в сети напряжением выше 1 кВ

### ПС-70 (НС ГВ)

$$x_{л1} = 0,006 \text{ Ом}$$

$$r_{л1} = 0,04 \text{ Ом}$$

$$x_c = 0,19 \text{ Ом}$$

$$\text{Где } S_c = 1,7 * 20 * 6,3 = 214 \text{ МВА}$$

$$x_{\Sigma K1} = 0,2 \text{ Ом}$$

$$r_{\Sigma K1} = r_{л} = 0,04 \text{ Ом}$$

$$I_{K1} = 18 \text{ кА}$$

$$I_{уд K1} = 64,8 \text{ кА}$$

### ПС-70 (КТСВП-250/6/0,69)

$$x_{л2} = 0,002 \text{ Ом}$$

$$r_{л2} = 0,04 \text{ Ом}$$

$$x_c = 0,19 \text{ Ом}$$

$$\text{Где } S_c = 1,7 * 20 * 6,3 = 214 \text{ МВА}$$

$$x_{\Sigma K2} = 0,2 \text{ Ом}$$

$$r_{\Sigma K2} = r_{л2} = 0,04 \text{ Ом}$$

$$I_{K2} = 18 \text{ кА}$$

$$I_{уд K2} = 64,8 \text{ кА}$$

### **ПС-71 ( КТСВП-250/6/0,4 )**

$$X_{Л3} = 0,08 \text{ Ом}$$

$$r_{Л3} = 1,27 \text{ Ом}$$

$$X_c = 0,19 \text{ Ом}$$

$$\text{Где } S_c = 1,7 * 20 * 6,3 = 214 \text{ МВА}$$

$$X_{\Sigma K3} = 0,27 \text{ Ом}$$

$$r_{\Sigma K3} = r_{Л3} = 1,27 \text{ Ом}$$

$$I_{K3} = 2,9 \text{ кА}$$

$$I_{уд K3} = 7,4 \text{ кА}$$

### **ПС-72 ( КТСВП-250/6/0,4 )**

$$X_{Л4} = 0,06 \text{ Ом}$$

$$r_{Л4} = 1 \text{ Ом}$$

$$X_c = 0,19 \text{ Ом}$$

$$\text{Где } S_c = 1,7 * 20 * 6,3 = 214 \text{ МВА}$$

$$X_{\Sigma K4} = 0,25 \text{ Ом}$$

$$r_{\Sigma K4} = r_{Л4} = 1 \text{ Ом}$$

$$I_{K4} = 3,6 \text{ кА}$$

$$I_{уд K4} = 9,16 \text{ кА}$$

### **ПС-73 ( КТСВП-630/6/0,69 )**

$$X_{Л5} = 0,03 \text{ Ом}$$

$$r_{Л5} = 0,34 \text{ Ом}$$

$$X_c = 0,19 \text{ Ом}$$

$$\text{Где } S_c = 1,7 * 20 * 6,3 = 214 \text{ МВА}$$

$$X_{\Sigma K5} = 0,22 \text{ Ом}$$

$$r_{\Sigma K5} = r_{Л5} = 0,34 \text{ Ом}$$

$$I_{K5} = 21,7 \text{ кА}$$

$$I_{уд K5} = 55,24 \text{ кА}$$

### **ПС-73 ( КТСВП-250/6/0,69 )**

$$X_{Л6} = 0,032 \text{ Ом}$$

$$r_{Л6} = 0,53 \text{ Ом}$$

$$X_c = 0,19 \text{ Ом}$$

$$\text{Где } S_c = 1,7 * 20 * 6,3 = 214 \text{ МВА}$$

$$X_{\Sigma K6} = 0,22 \text{ Ом}$$

$$r_{\Sigma K6} = r_{Л6} = 0,53 \text{ Ом}$$

$$I_{K6} = 6,43 \text{ кА}$$

$$I_{уд K6} = 16,37 \text{ кА}$$

## 2.5.2 Расчет токов трехфазного к.з. в сети напряжением ниже 1 кВ

Приведенное сопротивление системы:

$$x_c = 0,11 \text{ Ом}$$

Приведенные сопротивления кабельной линии:

$$x_{л5} = 0,006 \text{ Ом}$$

$$r_{л5} = 0,033 \text{ Ом}$$

Определяем сопротивление трансформатора:

$$x_{тр1} = 8,96 \text{ мОм}$$

$$r_{тр1} = 12,5 \text{ мОм}$$

Рассчитаем сопротивление и ток КЗ в точке КЗ на вводе низшего напряжения цеховой подстанции:

$$x_{\Sigma К7} = 12,62 \text{ мОм}$$

$$r_{\Sigma К7} = 8,99 \text{ мОм}$$

$$x_{\Sigma К7} / r_{\Sigma К7} = 1,4 \text{ следовательно, } K_{уд} = 1,1$$

$$I_{К7} = 15,19 \text{ кА}$$

$$I_{уд К7} = 23,63 \text{ кА}$$

Для остальных расчетов аналогично (таблица 2.9)

Таблица 2.9 – Расчет токов трехфазного к.з.

Точка КЗ	Кабель между ПС и электроприемником №:	L, м	$\gamma_0$ , Ом/км	$\chi_0$ , Ом/км	Rкл, МОм	Xкл, МОм	R, МОм	X, МОм	Z, МОм	Ikз, кА	Ky	iуд, кА
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
K7	ПС-71	25	0,326	0,060	0,033	0,006	8,99	12,62	15,49	15,19	1,1	23,63
K8	ПС-72	25	0,326	0,060	0,033	0,006	8,99	12,62	15,49	15,19	1,1	23,63
K9	ПС-73	150	0,129	0,058	0,232	0,104	5,53	26,18	26,76	15,17	1,1	23,59
K10	ПС-73	65	0,206	0,059	0,161	0,046	9,38	59,06	59,80	3,93	1,1	6,12
K11	ПС-70	100	0,206	0,059	0,247	0,071	9,21	12,68	15,67	25,90	1,1	40,29
K12	ПС-71	101	3,100	0,073	1,262	0,030	10,22	12,64	16,26	14,47	1,1	22,52
K13	ПС-71	101	3,100	0,073	1,262	0,030	10,22	12,64	16,26	14,47	1,1	22,52
K14	ПС-72	108	3,100	0,073	1,350	0,032	10,31	12,64	16,31	14,42	1,1	22,44
K15	ПС-72	108	3,100	0,073	1,350	0,032	10,31	12,64	16,31	14,42	1,1	22,44

## 2.6 Согласование кабельных линий и автоматов электроприемников

Согласование производится по условию  $I_{расч} \leq I_{расц} \leq$  допустимый ток кабеля.

Таблица 2.11 – согласование КЛ и автоматов электроприемников

№ ЭП	$I_p, A$	Допустимый ток кабеля, A	Марка сечения	$I_{ном}$	$I_{расц}$	Тип выключателя
1	2	3	4	5	6	7
1	190	220	ВЭБВнг(А)-FRLS-ХЛ 3x95мк/25(PE)-0,66	250	200	ВА51-35М2
2	190	220	ВЭБВнг(А)-FRLS-ХЛ 3x95мк/25(PE)-0,66	250	200	ВА51-35М2
3	474	590	ВЭБВнг(А)-FRLS-ХЛ 3x240мк/25(PE)-1	630	500	ВА-99
4	236	305	ВЭБВнг(А)-FRLS-ХЛ 3x150мк/25(PE)-1	350	250	ВА51-35М3
5	236	305	ВЭБВнг(А)-FRLS-ХЛ 3x150мк/25(PE)-1	350	250	ВА51-35М3
6	46,77	55	ВЭБВнг(А)-FRLS-ХЛ 3x10мк/25(PE)0,66-	80	50	ВА51-35М1
7	46,77	55	ВЭБВнг(А)-FRLS-ХЛ 3x10мк/25(PE)0,66	80	50	ВА51-35М1
8	46,77	55	ВЭБВнг(А)-FRLS-ХЛ 3x10мк/25(PE)0,66	80	50	ВА51-35М1
9	46,77	55	ВЭБВнг(А)-FRLS-ХЛ 3x10мк/25(PE)0,66	80	50	ВА51-35М1

Произведем проверку защитных аппаратов на отключающую способность.

Проверка на отключающую способность осуществляется по выражению:

$$I_{откл} \geq I_{кз}$$

Таблица 2.12 – Проверка автоматических выключателей

Место установки	Тип автоматического выключателя	Предельная отключающая способность, кА	Номер точки к.з.	$I_{кз}^{(3)}$ , кА
1	2	3	4	5
1	ВА51-35М2	20	К7	15,19
2	ВА51-35М2	20	К8	15,19
3	ВА-99	35	К9	15,17
4	ВА51-35М3	20	К10	3,93
5	ВА51-35М3	50	К11	25,90
6	ВА51-35М1	20	К12	14,47
7	ВА51-35М1	20	К13	14,47
8	ВА51-35М1	20	К15	14,42
9	ВА51-35М1	20	К1	14,42

Все автоматы проходят по отключающей способности к токам КЗ.

## 2.7 Анализ качества напряжения

Таблица 2.13 - Анализ качества напряжения

Режим	Участок		L, км	Ip, А	S, кВА	Sг, кВА	Ua, %	Uк, %	Up, %	ΔU, %	ΔU, В	U, В	Отклонение U, %
	Участок	сopf											
МаксимaльнЫЙ	1-2		2	18							35	6275	2,750
	Участок	сopf	β	ΔPкз, кВт	S, кВА	Sг, кВА	Ua, %	Uк, %	Up, %	ΔU, %	ΔU, В	Uвн, В	Отклонение U, %
	2-3	0,75	0,66	3,43	191	250	1,372	2,57	2,17	1,23	74	6201	235,64
	Участок		L, км	Ip, А							ΔU, %	U, В	Отклонение U, %
	2-3		0,69	18						0,16	0,61	235,03	-2,416
	Участок		L, км	Ip, А							ΔU, %	U, В	Отклонение U, %
	4-5		0,101	46,77						0,12	0,46	234,57	-2,424
	Участок		L, км	Ip, А							ΔU, %	U, В	Отклонение U, %
	1-2		2	3,815						0,175	17,5	5982,5	-0,175
	Участок	сopf	β	ΔPкз, кВт	S, кВА	Sг, кВА	Ua, %	Uк, %	Up, %	ΔU, %	ΔU, В	Uвн, В	Отклонение U, %
2-3	0,75	0,66	3,43	95,50	250	1,372	2,57	2,17	0,62	37,00	5945,50	225,93	
Участок		L, км	Ip, А							ΔU, %	U, В	Отклонение U, %	
2-3		0,69	9						0,08	0,30	225,63	-2,573	
Участок		L, км	Ip, А							ΔU, %	U, В	Отклонение U, %	
4-5		0,101	23,385						0,060	0,23	225,40	-2,577	
Участок		L, км	Ip, А							ΔU, %	U, В	Отклонение U, %	
1-2		2	18						0,7	70	6230	3,833	
Участок	сopf	β	ΔPкз, кВт	S, кВА	Sг, кВА	Ua, %	Uк, %	Up, %	ΔU, %	ΔU, В	Uвн, В	Отклонение U, %	
2-3	0,75	0,66	3,43	47,75	250	1,372	4,5	4,29	2,47	147,98	6082,02	231,12	
Участок		L, км	Ip, А							ΔU, %	U, В	Отклонение U, %	
2-3		0,69	18						0,16	0,61	230,51	-1,495	
Участок		L, км	Ip, А							ΔU, %	U, В	Отклонение U, %	
4-5		0,101	46,77						0,12	0,46	230,05	-1,499	

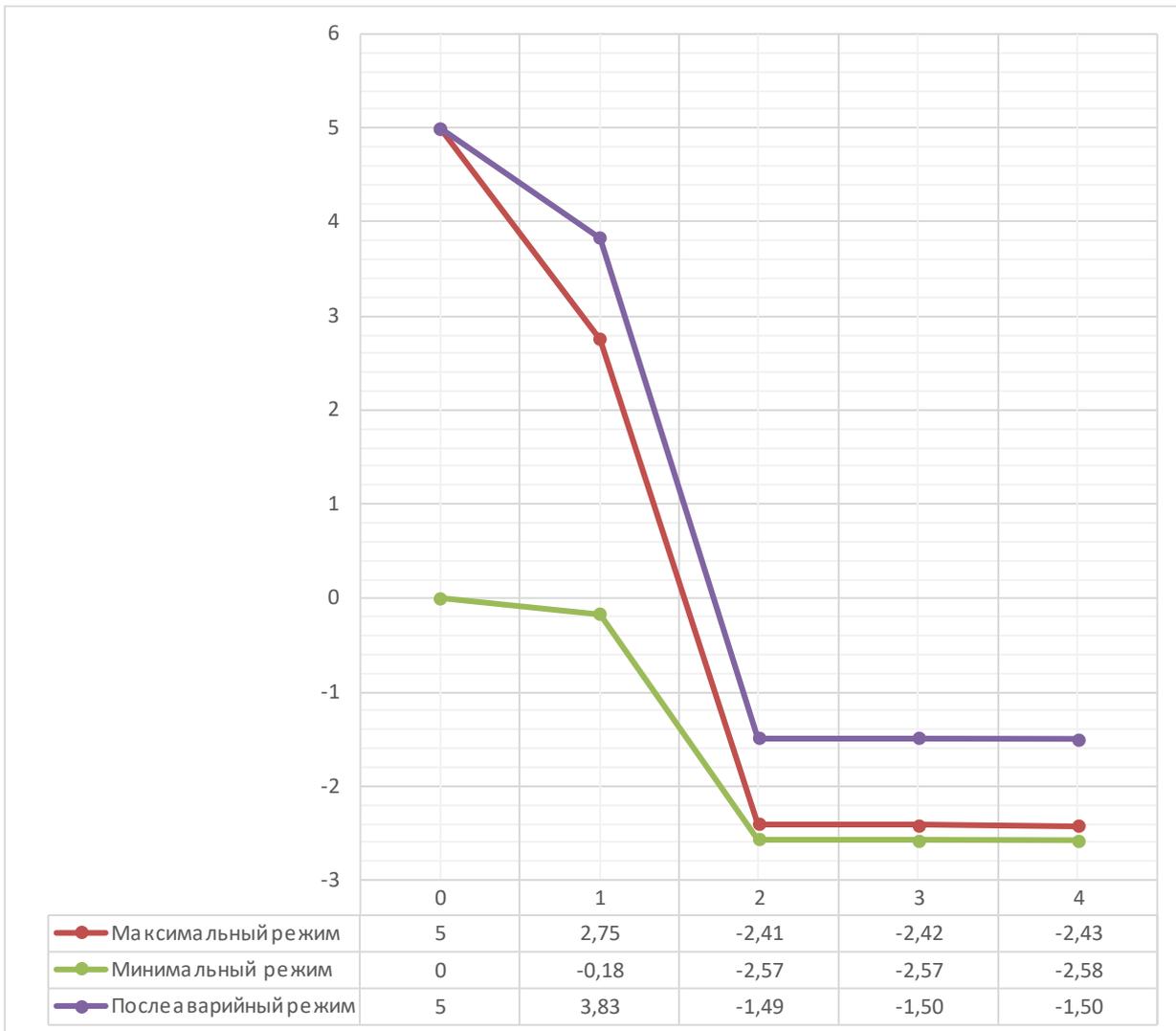


Рисунок 2.2 – Эпюры отклонений напряжения для ЭП

### 3. Обеспечение электроэнергией электроприемников горизонта

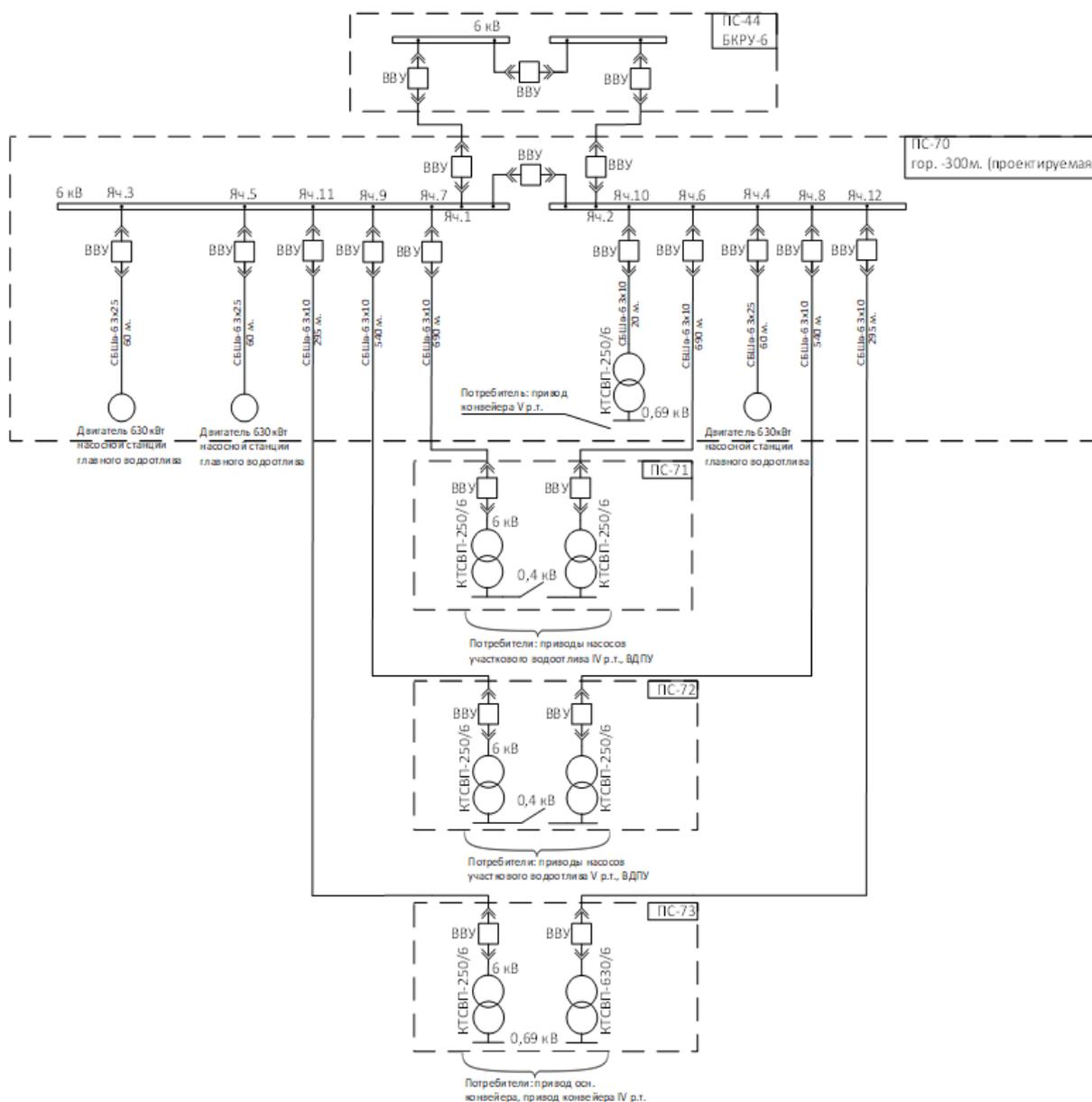


Рисунок 3.1 – Схема электроснабжения горизонта -300

Проектируемая ПС-70 является Основным узлом распределения электрической мощности для проектируемых объектов на уровне 6 кВ. Подстанция выполнена на базе комплектных стационарных распределительных устройств 6 кВ. Подстанция образует две секции шин с вводными и отходящими ячейками.

Проектируемая ПС-70 запитана двумя кабелями с разных секций шин БКРУ-6 ПС-44.

ПС-70 предназначена для питания подстанций приводов рудных конвейеров (ПС-73 и ПС-70); питания подстанций участковых водоотливных установок и ВДПУ 4 и 5 рудных тел (ПС-71 и ПС-72 соответственно).

### **3.1 Комплекс шахтового водоотлива**

Насосные станции участкового водоотлива 4 и 5 рудного тела имеют идентичное технологическое оборудование: два насосных агрегата ЦНС(К) 105-196 с электродвигателями мощностью 110 кВт и напряжением питания 0,4 кВ.

Один насосный агрегат в работе, второй в резерве. В случае необходимости подключения в работу второго насосного агрегата вместе с первым

Насосные станции 4 и 5 рудных тел получают питание от ПС-71 и ПС-72 соответственно.

Питание 6 кВ ПС-71 и ПС-72 получают от разных секций шин ПС-70 двумя кабельными линиями каждая.

Насосная станции главного участкового водоотлива имеет три насосных агрегата ЦНСК 500-240 с электродвигателями мощностью 630 кВт и напряжением питания 6 кВ. Один насосный агрегат в работе, второй в резерве, третий в ремонте. Насосная станция главного участкового водоотлива получает питание от ПС-70.

## **3.2 Комплекс рудных конвейеров**

Комплекс рудных конвейеров используется для транспортировки руды, доставленной с подэтажей 4 и 5 рудного тела.

Рудный конвейерный комплекс состоит из трех конвейеров: конвейера 4-го рудного тела, конвейера 5-го и основного конвейера. Привод основного конвейера имеет мощность 500 кВт. Привода конвейеров 4 и 5 рудных тел имеют мощность 250 кВт. Все конвейеры питаются напряжением - 0,69 кВ. От ПС-70 запитан конвейер 5 рудного тела. Основной конвейер и конвейер 4 рудного тела получает питание от отдельной ПС-73, в основном конвейерном штреке.

Загрузка конвейеров 4 и 5 рудных тел осуществляется вибропитателями типа «ВДПУ-4 (Сибирячка).

Вибропитатель типа ВДПУ-4 оснащен приводом мощностью 30кВт и запитаны напряжением 0,4 кВ.

Вибропитатели 4 рудного тел получают питание от ПС-71, вибропитатели 5 рудного тела от ПС-72.

## **3.3 Освещение**

### **3.3.1 Нормы освещенности**

Напряжение сети общего освещения 127 В, 50 Гц.

Нормы освещенности горных выработок и камер электрооборудования приняты в соответствии с требованиями ФНиП ПБ и приведены в табл. 3.1

Таблица 3.1 – Нормы освещенности производственных помещений

Наименование	Нормируемая освещенность, Лк
Насосная станция главного участкового водоотлива	75
ПС-70	75
Насосная станция участкового водоотлива 4 рудного тела	75
ПС-71	75
Насосная станция участкового водоотлива 5 рудного тела	75
ПС-72	75
ПС-73	75
Основной конвейерный штрек	5
Конвейерный штрек 4 рудного тела	5
Конвейерный штрек 5 рудного тела	5

### 3.3.2 Источники питания освещения

Питание светильников главной участковой насосной станции, а также ПС-70 будет выполнено от РУНН трансформатора, расположенного в ПС-70. Питание светильников основного конвейерного штреха будет выполнено от агрегата осветительного шахтного АОШ-5, расположенного в ПС-70.

Питание светильников участковой насосной 4-го рудного тела, а также ПС-71 будет выполнено от РУНН трансформатора, расположенного в ПС-71. Питание светильников конвейерного штреха 4-го рудного тела будет выполнено от агрегата осветительного шахтного АОШ-5, расположенного в ПС-71.

Питание светильников участковой насосной 5-го рудного тела, а также ПС-72 будет выполнено от РУНН трансформатора, расположенного в ПС-72. Питание светильников конвейерного штреха 5-го рудного тела будет выполнено от агрегата осветительного шахтного АОШ-5, расположенного в ПС-72.

### 3.3.3 Тип светильников и их применение

Для освещения горных выработок и электротехнических камер используются светодиодные светильники «Астарта» СДР24Н-2200М-П.

Типы светильников соответствуют условиям среды, назначению и характеру производимых работ.

Рудничный светодиодный светильник «Астарта» СДР24Н-2200М-П, предназначен для общего освещения подземных выработок и шахт не опасных по пыли и газу, а так же иных производственных площадок, регламентирующим применение рудничного нормального оборудования на опасных производственных объектах.

Крепление светодиодного светильника подвесное на крюк. Корпус светильника выполнен из алюминиевого сплава литьем под давлением, защитная сетка стальная, сварная. Предусмотрены два кабельных ввода для прокладки транзитного кабеля. Внутри корпуса светодиодного светильника установлен источник питания (драйвер) и светодиодный модуль. Жаропрочное, ударопрочное стекло.

Светодиодный модуль собран на светодиодах CREE в виде пирамиды, драйвер (источник питания) Mean Well. Срок службы диодного модуля 100 тыс. часов.

Технические характеристики светильника «Астарта» СДР24Н-2200М-П, представлены в таблице 3.2, изображение светильника см. рисунок 3.2.

Таблица 3.2 – Технические характеристики светильника «Астарта»  
СДР24Н-2200М-П

Параметры	Характеристика
Кривая силы света (КСС)	Равномерная М
Номинальное напряжение питания переменного тока, В	127...370
Мощность, Вт	18
Световой поток, лм	2200
Цветовая температура, К	5000
Индекс цветопередачи, Ra	>80
Коэффициент мощности, Pf	0,95
Коэффициент пульсации светового потока, %	<1
Температура эксплуатации, °С	от -50 до +50
Степень защиты светильника от пыли и влаги	IP54
Светодиоды	CREE™
Марка источника питания	Mean Well™
Срок службы, час	100000
Масса, кг	3,0
Размер, мм ШхДхВ	240/240/295
Гарантийный срок службы, лет	5



Рисунок 3.2 – Светильник «Астарта» СДР24Н-2200М-П

### **3.3.4 Агрегат осветительный шахтный АОШ-5**

Аппарат осветительный шахтный АОШ-5 предназначен для питания по двухканальной схеме сетей освещения, цепей сигнализации и других электроприемников напряжением 127/220В и 36В в шахтах, рудниках и других предприятиях, не опасных в отношении взрыва газа, пара или пыли.

Аппарат состоит из металлического сварного корпуса и двух дверец. На передней стенке корпуса расположена панель световой индикации и управления, защищенная от внешних воздействий защитным козырьком. На торцах корпуса смонтированы кабельные вводы для вводов кабеля диаметром 10-24мм.

Технические характеристики АОШ-5, представлены в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Технические характеристики АОШ-5

Параметры	Характеристика
Исполнение	РН
Номинальное напряжение силовой цепи, В	380/660
Номинальное выходное напряжение, В	127/220
Номинальная мощность, кВт	5
Частота переменного тока в сети, Гц	50
По степени защиты оболочки по ГОСТ 14254-96 (МЭК 529-89)	54
Климатическое по ГОСТ 15150-69	УХЛ5
Габариты, мм	670x570x400
Масса, кг	75



Рисунок 3.3 – АОШ-5

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результатом данной бакалаврской работы является разработка проекта по электроснабжению подземной части рудодобывающего предприятия ООО «Абазинский рудник». Система проектировалась с учетом современных требований к системам и особенностей предприятий данного типа.

В аналитической части дана характеристика объекта проектирования, произведен анализ действующей системы электроснабжения предприятия указаны исходные данные потребителей.

В практической части были рассчитаны нагрузки проектируемой подземной части предприятия, выбраны трансформаторы, кабеля, выключатели.

Были рассчитаны токи короткого замыкания и произведена проверка защитных аппаратов по отключающей способности.

Анализ качества напряжения показал, что отклонения напряжения лежат в допустимых пределах.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Герасименко, А. А. Передача и распределение электрической энергии: учебное пособие / А. А. Герасименко, В. Т. Федин. – Ростов-н/Д: Феникс; Красноярск: Издательские проекты, 2006. – 720 с.
2. Дипломное проектирование по специальности 140211.65 «Электроснабжение»: учеб. пособие / Л. Л. Латушкина, А. Д. Макаревич, А. С. Горопов, А. Н. Туликов ; Сиб. федер. ун-т, ХТИ – филиал СФУ. – Абакан : Ред.-изд. сектор ХТИ – филиала СФУ, 2012. – 232 с.
3. Киреева, Э.А. Электроснабжение и электрооборудование цехов промышленных предприятий: Учебное пособие / Э.А. Киреева. - М.: КноРус, 2013. - 368 с.
4. Коробов, Г.В. Электроснабжение. Курсовое проектирование: Учебное пособие / Г.В. Коробов, В.В. Картавцев, Н.А. Черемисинова. - СПб.: Лань, 2011. - 192 с.
5. Козловская, В. Б. Электрическое освещение : справочник / В. Б. Козловская, В. Н. Радкевич, В. Н. Сацукевич. – Минск : Техноперспектива, 2007. – 253 с.
6. Конюхова, Е.А. Электроснабжение объектов: Учебное пособие для среднего профессионального образования / Е.А. Конюхова. - М.: ИЦ Академия, 2013. – 320 с.
7. Кудрин, Б.И. Электроснабжение: Учебник для студентов учреждений высшего профессионального образования / Б.И. Кудрин. - М.: ИЦ Академия, 2012. - 352 с.
8. Мукаев, А. И. Управление энергосбережением и повышение энергетической эффективности в организациях и учреждениях бюджетной сферы : Практическое пособие / А.И. Мукаев – Фаменское: ИПК ТЭК, 2011. – 212 с.
9. НТП ЭПП-94. Нормы технологического проектирования. Проектирование электроснабжения промышленных предприятий. М.: АООТ

ОТК ЗВНИ ПКИ Тяжпромэлектропроект, 1994 (1-я редакция). – 78 с.

10. Пособие к «Указаниям по расчету электрических нагрузок». - М.: Всероссийский научно-исследовательский, проектно-конструкторский институт Тяжпромэлектропроект, 1993 (2-я редакция). – 86 с.

11. Правила устройства электроустановок. - 7-е издание. - СПб.: Издательство ДЕАН, 2013. – 701 с.

12. РД 153-34.0-20.527-98 Руководящие указания по расчету токов короткого замыкания и выбору электрооборудования; дата введ. 23.03.1998. – М.: Издательство МЭИ, 2013. – 131 с.

13. РТМ 36.18.32.4-92. Указания по расчету электрических нагрузок; дата введ. 01.01.1993. – М.: ВНИПИ Тяжпромэлектропроект, 2007. – 27 с.

14. СП 31-110-2003 Проектирование и монтаж электроустановок жилых и общественных зданий; дата введ. 01.01.2004. – М. : ВНИПИ Тяжпромэлектропроект, 2011. – 65 с.

15. Справочная книга для проектирования электрического освещения / Под. ред. Г. М. Кнорринга. – Л.: Энергия, 1976. – 380 с.

16. Справочник по электроснабжению и электрооборудованию: В 2 т. т 2. Электрооборудование / Под общ. ред. А. А. Федорова. – М.: Энергоатомиздат, 2007. – 602 с.

17. Справочник электрика / Под ред. Э. А. Киреевой и С. А. Цырука. – М. : Колос, 2007. – 464 с.

18. Сибикин, Ю.Д. Электроснабжение: Учебное пособие / Ю.Д. Сибикин, М.Ю. Сибикин. - М.: РадиоСофт, 2013. – 328 с.

19. Филатов, И.В. Электроснабжение осветительных установок: учебное пособие / И. В. Филатов, Е. В. Гурнина. Издательство московского государственного открытого университета. – М. 2009. – 321 с.

20. Хромченко, Г. Е. Проектирование кабельных сетей и проводок / Г. Е. Хромченко, П.И. Анастасиев, Е.З. Бранзбург, А.В. Коляда. - М.: Энергия, 2010. – 397 с.

21. Шеховцов, В. П. Расчет и проектирование схем электроснабжения.

Методическое пособие для курсового проектирования. – М.: ФОРУМ: ИНФРА–М, 2010. – 214 с.

22. Электротехнический справочник : в 4 т. Т. 3. Производство, передача и распределение электрической энергии / Под общ. ред. профессоров МЭИ В. Г. Герасимова и др. (гл. ред. А. И. Попов). – 12-е изд., стер. – М. : Издательство МЭИ, 2012. – 966 с.

23. Электротехнический справочник : в 4 т. Т. 4. Использование электрической энергии / Под общ. ред. профессоров МЭИ В. Г. Герасимова и др. (гл. ред. А. И. Попов). – 11-е изд., стер. – М. : Издательство МЭИ, 2014. – 704 с.

24. Электротехнический справочник: в 3-х т. Т. 2. Электротехнические устройства/Под. общ. ред. Проф. МЭИ В. Г. Герасимова, П. Г. Грудинского, Л. А. Жукова и др. – 8-е изд., испр. и доп. – М.: Энергоиздат, 2011. – 658 с.: ил.

25. Электротехнический справочник: в 4 т. Т. 2. Электротехнические устройства и изделия / Под общ. ред. профессоров МЭИ В.Г. Герасимова и др. – 10-е изд. – М.: Издательство МЭИ, 2012. – 988 с.

Бакалаврская работа выполнена мной самостоятельно. Использованные в работе материалы и концепции из опубликованной научной литературы и других источников имеют ссылки на них.

Отпечатано в 1 экземпляре.

Библиография 25 наименований.

Электронный экземпляр сдан на кафедру.

\_\_\_\_\_  
(дата)

\_\_\_\_\_  
(подпись)

Зажигаев Д.О.  
(ФИО)

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
**«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
Хакасский технический институт  
– филиал ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет»  
институт

Кафедра «Электроэнергетика»  
кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

Коловский А.В. Коловский  
подпись инициалы, фамилия

«05» июля 2022 г.

## БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»  
место прохождения практики

Электроснабжение горизонта -300 ООО «Абазинский  
рудник»  
тема

Руководитель Дулесова 05.07.22 доцент, к.э.н. Н.В. Дулесова  
подпись, дата должность, ученая степень инициалы, фамилия

Выпускник Зажигаев 05.07.22  
подпись, дата инициалы, фамилия

Нормоконтролер Кычакова 05.07.22  
подпись, дата инициалы, фамилия

Абакан 2022