

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт химии и энергетики

(наименование института полностью)

Кафедра «Электроснабжение и электротехника»

(наименование)

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

(код и наименование направления подготовки/ специальности)

Электроснабжение

(направленность (профиль) / специализация)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Реконструкция системы электроснабжения объекта ФБУ «Удмуртский ЦСМ»

Обучающийся

И. В. Кирпиков

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

Д. Л. Спиридонов

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Тольятти 2022

Аннотация

Целью данной работы является реконструкция системы электроснабжения объекта ФБУ «Удмуртский ЦСМ».

Для решения поставленной задачи, в работе выполнен анализ исходных данных, на основании которого осуществлены необходимые обоснованные мероприятия по непосредственной реконструкции системы электроснабжения объекта ФБУ «Удмуртский ЦСМ».

На основе полученных результатов расчёта нагрузок потребителей, а также расчёта токов КЗ, в работе выбрана и обоснована реконструированная схема электроснабжения объекта проектирования.

На основе обоснования мероприятий по реконструкции объекта, в работе осуществлён выбор современных типов проводников электрических сетей, системы освещения, а также проведён выбор основного оборудования и его проверка в реконструированной системе электроснабжения объекта исследования.

Проанализированы и разработаны основные мероприятия для безопасного выполнения работ с последующим их внедрением на объекте исследования.

Обоснование всех указанных мероприятий по проектированию системы электроснабжения объекта ФБУ «Удмуртский ЦСМ» в работе подтверждено соответствующими техническими расчётами и проверками, в частности, выбором современных типов приведённого оборудования и проводников электрических сетей.

Содержание

Введение.....	4
1 Краткая характеристика объекта реконструкции	7
1.1 Общие сведения об объекте	7
1.2 Характеристика системы электроснабжения объекта.....	12
1.3 Требования, предъявляемые нормативными документами к системам электроснабжения	15
2 Реконструкция системы электроснабжения объекта	18
2.1 Разработка мероприятий по реконструкции системы электроснабжения объекта.....	18
2.2 Расчёт электрических нагрузок потребителей объекта	23
2.3 Реконструкция электрического освещения объекта	30
2.4 Выбор и проверка проводников	39
2.5 Расчёт токов короткого замыкания	50
2.6 Выбор и проверка электрических аппаратов	50
2.7 Выбор системы учёта и контроля электроэнергии.....	56
3 Разработка мероприятий по технике безопасности и охране труда	60
3.1 Мероприятия по охране труда	60
3.2 Мероприятия по охране окружающей среды.....	62
Заключение	64
Список используемых источников.....	70

Введение

В настоящей работе детально рассматривается и разрабатывается проект реконструкции системы электроснабжения объекта ФБУ «Удмуртский центр стандартизации и метрологии» (далее – ФБУ «Удмуртский ЦСМ»). Дата постройки 1955 год. Центр осуществляет полномочия Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в Удмуртской Республике в сфере технического регулирования и метрологии, включая стандартизацию, обеспечение единства измерений, оценку соответствия, испытания и информационное обеспечение заинтересованных лиц по вопросам технического регулирования и метрологии.

Известно, что системы электроснабжения современных центров стандартизации и метрологии, один из которых рассматривается в работе, относятся к энергоснабжению организаций сферы услуг и являются важным звеном экономики регионов и страны в целом.

Особенно важно с экономической точки зрения звено сферы услуг в промышленных зонах и регионах страны, потому что в таких регионах благодаря им обеспечивается значительное пополнение государственного бюджета.

Реконструкция системы электроснабжения данного ФБУ «Удмуртский ЦСМ» позволит реализовать нужную комплексную экономическую политику объекта путём повышения качества услуг с одной стороны и снижения оплаты и расходов – с другой. Данный аспект формируется с учётом всех известных технико-экономических составляющих и показателей [11].

Целью данной работы является реконструкция системы электроснабжения объекта ФБУ «Удмуртский ЦСМ».

Объектом исследования в данной работе является система электроснабжения объекта ФБУ «Удмуртский ЦСМ».

Предметом исследования являются схема электрических соединений системы электроснабжения объекта ФБУ «Удмуртский ЦСМ», а также элементы системы электроснабжения объекта исследования, а именно: электрические сети питающей и распределительной сети, система освещения и силовая сеть, электрические аппараты и оборудование всех рассматриваемых в работе номинальных классов напряжения.

Актуальность работы обусловлена требованиями нормативных документов к проектируемым, реконструируемым и модернизируемым системам электроснабжения объектов сферы услуг (в частности, ФБУ «Удмуртский ЦСМ»), которые выражаются в обеспечении необходимого уровня надёжности, экономичности и электробезопасности объектов и систем, находящихся на стадии проектирования, а также их необходимой модернизации и реконструкции [1,3,7].

Для качественной реализации указанной основной цели работы, в данной работе целесообразно и необходимо осуществить решение следующих основных поставленных задач, в частности:

- привести техническую характеристику сетей энергоснабжения объекта ФБУ «Удмуртский ЦСМ» с обоснованием необходимости проведения реконструкции сетей и оборудования системы электроснабжения объекта исследования;

- разработать мероприятия по реконструкции сетей энергоснабжения объекта ФБУ «Удмуртский ЦСМ», включающие модернизацию питающих кабельных линий системы электроснабжения объекта ФБУ «Удмуртский ЦСМ» путём замены устаревших кабельных линий марки АВВГ на современные кабели марки ВВГнг-LS, для чего провести расчёт электрических нагрузок, осуществить выбор сечения указанных кабельных линий, электрических аппаратов, рассчитать токи короткого замыкания, а также выбрать современный тип и модели системы учёта и контроля электроэнергии для применения на объекте исследования;

- разработать мероприятия по реконструкции электрической сети

освещения объекта ФБУ «Удмуртский ЦСМ», для чего провести расчёт электрических нагрузок, выбрать новые светодиодные источники освещения, модернизировать кабельные линии системы освещения, в целях безопасности внедрить систему TN-S согласно требованиям и нормам [1, гл.7.1];

– провести анализ опасных и вредных факторов при выполнении работ на объекте исследования, после чего, основываясь на полученных результатах проведённого анализа, разработать мероприятия по обеспечению безопасности жизнедеятельности при выполнении работ в системе электроснабжения объекта ФБУ «Удмуртский ЦСМ», в частности, электробезопасности, а также пожарной и экологической безопасности.

Работа представлена введением, тремя главами, в которых рассмотрены и решены основные задачи исследования, заключением и списком использованных источников.

Результатом работы является разработка мероприятий, позволяющим осуществить реконструкцию сетей энергоснабжения объекта ФБУ «Удмуртский ЦСМ», которая, в свою очередь, позволит значительно улучшить надёжность системы электроснабжения, электрических сетей и оборудования объекта исследования.

Выбор оптимальных технических решений по реконструкции объекта в работе проводится, исходя из нормативно–технических источников с использованием рекомендованной технической нормативной и учебной литературы и типовых проектов.

Работа выполняется согласно поставленным целям, задачам и исходным данным.

1 Краткая характеристика объекта реконструкции

1.1 Общие сведения об объекте

Как было указано ранее, в работе объектом исследования является система электроснабжения объекта ФБУ «Удмуртский ЦСМ».

В связи с развитием высоких современных технологий и научно-технического прогресса, введения в эксплуатацию новых промышленных объектов в современном обществе возникла острая необходимость в реконструкции объектов, построенных еще в середине 20 века.

Именно к такому типу объектов относится рассматриваемый в работе объект ФБУ «Удмуртский ЦСМ», и его прилегающая территория.

ФБУ «Удмуртский ЦСМ» территориально находится по следующему адресу: Республика Удмуртия, г. Ижевск, ул. 5-я Подлесная, д. 40а.

Предметом исследования является внешнее и внутреннее электроснабжение ФБУ «Удмуртский ЦСМ».

Основной технологический процесс проводится в двухэтажном главном корпусе, расположенном на территории ФБУ «Удмуртский ЦСМ». За главным корпусом имеются постройки, используемые для хозяйственных нужд (складирование и хранение материалов и приборов).

Перед главным корпусом ФБУ «Удмуртский ЦСМ» расположена площадка для проведения различных мероприятий.

На территории ФБУ «Удмуртский ЦСМ» также находится гаражи для хранения и обслуживания техники, проведения хозяйственных и технических работ, предусмотрена дорожка, которая ведет к выходу за территорию ФБУ «Удмуртский ЦСМ» и является вторым эвакуационным выходом с территории предприятия.

Также на территории ФБУ «Удмуртский ЦСМ» расположен корпус с проливной установкой. К нему, гаражу и к складским помещениям ведет

дорожка от главного корпуса, облагороженная зелеными насаждениями (деревьями).

Вся территория рассматриваемой в работе организации ФБУ «Удмуртский ЦСМ» обнесена забором.

По климатическим условиям ФБУ «Удмуртский ЦСМ» расположен в третьей климатической зоне (средняя температура января: -20... -18 °С, средняя температура июля: +16... +20 °С).

Грунт – суглинок (смесь глины и большого количества песка).

Время работы ФБУ «Удмуртский ЦСМ» с использованием максимальной нагрузки T_{\max} составляет 1900 часов, в течение года объект работает 365 дней.

Помещения объектов ФБУ «Удмуртский ЦСМ» не относятся к пожароопасным и взрывоопасным.

Наименование объектов, расположенных на территории ФБУ «Удмуртский ЦСМ», с указанием их соответствующих размеров и площади, приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Наименование объектов, расположенных на территории ФБУ «Удмуртский ЦСМ»

№ п/п	Наименование объекта	Размеры объекта, м		Площадь объекта, м ²
		Длина, м	Ширина, м	
1	Гараж для хранения техники	30	10	300
2	Складские помещения материалов и приборов	20	5	100
3	Дорожка к складским помещениям материалов и приборов	12	2	24
4	Помещение с проливной установкой	20	9	180
5	Дорожка к гаражу и помещению с проливной установкой	50	2	100
6	Главный корпус (двухэтажное здание)	58	28	1624
7	Площадка перед входом в главный корпус	10	20	200

Продолжение таблицы 1

№ п/п	Наименование объекта	Размеры объекта, м		Площадь объекта, м ²
		Длина, м	Ширина, м	
8	Внутреннее пространство для хозяйственных нужд	43,4	20	868

План размещения указанных объектов на территории ФБУ «Удмуртский ЦСМ» показан на рисунке 1.

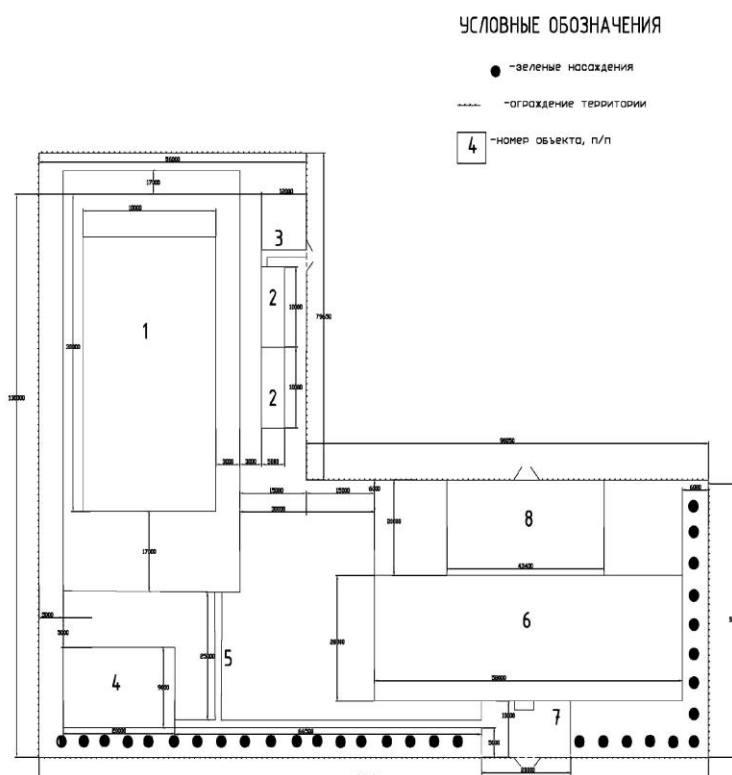


Рисунок 1 – План размещения объектов на территории ФБУ «Удмуртский ЦСМ»

Приведённые данные используются в работе далее для расчёта наружного освещения объектов, а также проверки выбранных проводников по допустимой потере напряжения, учитывая их длину.

Также в работе детально рассмотрена и разработана система электроснабжения главного корпуса (внутреннее электроснабжение).

Главный корпус ФБУ «Удмуртский ЦСМ» имеет прямоугольную форму размерами 28м x 58 м. На территории двухэтажного главного корпуса ФБУ «Удмуртский ЦСМ» располагаются комнаты секторов и отделов, лаборатории, подсобные помещения, кабинет директора, кабинет главного метролога, пост охраны, коридоры, санузлы, а также прочие объекты. Исходные данные помещений, расположенных на территории главного корпуса рассматриваемого ФБУ «Удмуртский ЦСМ», представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Исходные данные помещений, расположенных на территории главного корпуса ФБУ «Удмуртский ЦСМ»

№ п/п	Наименование помещения	Размеры		
		А, м	В, м	S, м ²
1 этаж				
1	Комната сектора ФХИ	15	10	150
2	Вестибюль	12	10	120
3	Комната сектора ТТИ	6	10	60
4	Комната сектора ТТИ	10	10	100
5	Комната сектора ТТИ	4	10	40
6	Комната сектора ФХИ	4	10	40
7	Щитовая	2	4	8
8	Техническое помещение	8	4	32
9	Архив	2	5	10
10	Отдел приема-выдачи приборов	12	6	72
11	Комната отдела МИ	12	10	120
12	Комната сектора ФХИ	6	12	72
13	Комната отдела ИГВ	6	12	72
14	Комната отдела ИГВ	10	12	120
15	Техническое помещение	4	10	40
16	Техническое помещение	6	5	30
17	Женский с/у	2	2	4
18	Женский с/у	2	3	6
19	Техническое помещение	6	5	30
20	Мужской с/у	2	2	4

Продолжение таблицы 2

№ п/п	Наименование помещения	Размеры		
		А, м	В, м	S, м ²
21	Мужской с/у	2	3	6
22	Комната отдела МИ	5	6	30
23	Комната отдела МИ	3	7	21
24	Комната отдела МИ	3	7	21
25	Коридор 1 этажа	3	58	174
2 этаж				
26	Комната отдела РЭМИ	12	5	60
27	Комната отдела РЭМИ	12	5	60
28	Комната отдела РЭМИ	12	6	72
29	Бухгалтерия	12	5	60
30	Отдел охраны труда	12	5	60
31	Кабинет главного метролога	12	5	60
32	Кабинет директора	12	5	60
33	Отдел кадров	12	6	72
34	Планово-экономический отдел, сектор информации	12	12	144
35	Женский с/у	2	12	24
36	Мужской с/у	2	12	24
37	Коридор 2 этажа	3	58	174
38	Актовый зал	8	35	280
Прочие потребители				
39	Вентиляция и кондиционирование (тех. помещение)	-	-	-

План размещения указанных объектов на территории главного корпуса ФБУ «Удмуртский ЦСМ» показан на рисунке 2.

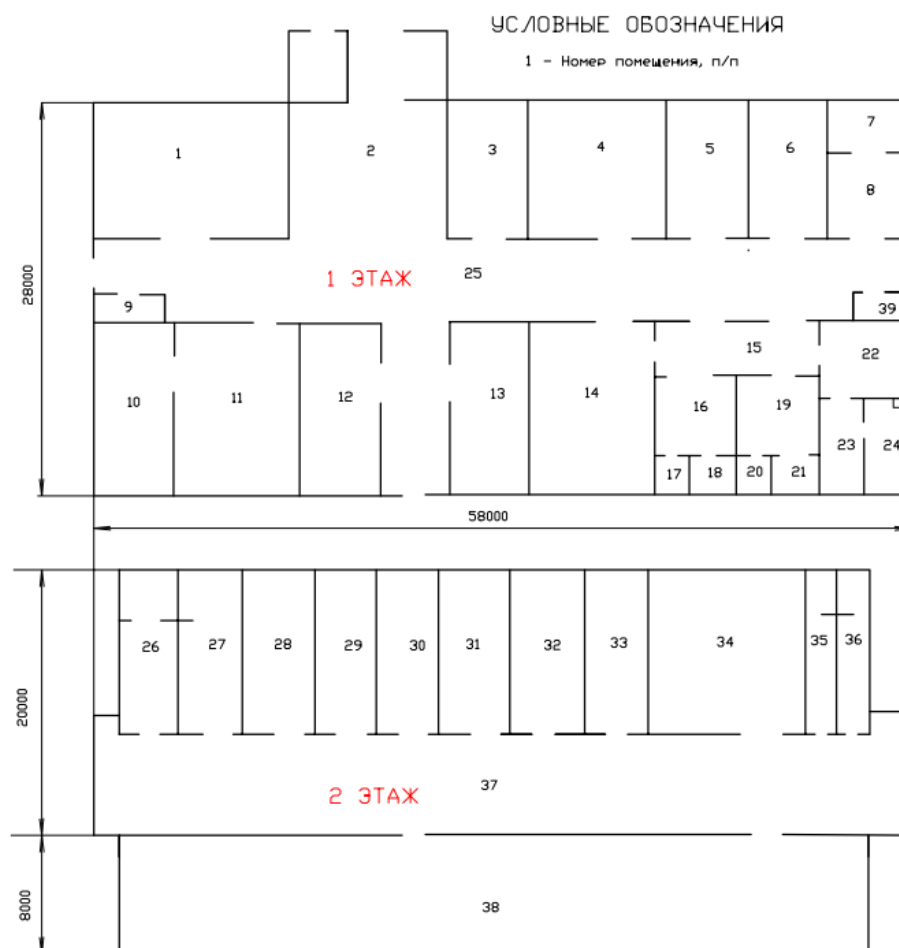


Рисунок 2 – План размещения объектов на территории главного корпуса
ФБУ «Удмуртский ЦСМ»

Далее приведем характеристику системы электроснабжения объекта.

1.2 Характеристика системы электроснабжения объекта

Рассматриваемое в работе ФБУ «Удмуртский ЦСМ» относится ко II категории надежности. Согласно действующим требованиям питание электроприёмников II категории надежности должно осуществляться от двух независимых источников с соблюдением условий резервирования [13].

Источником питания ФБУ «Удмуртский ЦСМ» является двухтрансформаторная ТП-10/0,4 кВ, которая, в свою очередь, питает

главный распределительный щит (ГРЩ) ФБУ «Удмуртский ЦСМ», находящийся в главном корпусе организации.

На стороне низкого напряжения ПС-10/0,4 кВ для всего ГРЩ ФБУ «Удмуртский ЦСМ» предусмотрен один автомат ввода.

Питающая сеть 0,38/0,22 кВ обеспечивает питанием ГРЩ ФБУ «Удмуртский ЦСМ» кабельной линией по радиальной схеме от шин низкого напряжения ТП-10/0,4 кВ.

Питающие сети объекта ФБУ «Удмуртский ЦСМ», которые рассматриваются далее, выполнены кабелями с алюминиевыми жилами марки АВВГ открыто по металлоконструкциям, либо в кабель-каналах. Данные линии устарели технически и нуждаются в реконструкции, так как в последнее время часто случаются поломки и выходы из строя кабельных линий, и наблюдается значительная потеря надёжности.

Далее от шин 0,4 кВ ГРЩ получают питание вводные щитки потребителей ФБУ «Удмуртский ЦСМ» (силовая, осветительная и компьютерная нагрузка): для силовой нагрузки ФБУ «Удмуртский ЦСМ» – это щитки распределительные силовые (ЩРС), для осветительной нагрузки – это щитки рабочего (ЩРО) и аварийного (ЩАО) освещения, для питания компьютерных сетей используются щитки распределительные компьютерные (ЩРК).

Во всех вводных щитках потребителей (ЩРС, ЩРК, ЩРО, ЩАО) предусматривается установка линейных автоматов.

От указанных щитков выполняется распределение электроэнергии по конечным потребителям главного корпуса ФБУ «Удмуртский ЦСМ», а именно: розеточным группам и электроприёмникам (от ЩРС), розеточным группам, предназначенным для питания компьютерной техники (от ЩРБ), осветительным устройствам (от ЩРО и ЩАО).

Все линии питающей и распределительной сети объекта защищены автоматическими выключателями марки АВ, которые устарели технически и

нуждаются в замене, так как в последнее время часто случаются поломки и выходы из строя данных выключателей.

В помещениях объекта предусмотрены следующие виды искусственного освещения: рабочее, эвакуационно – аварийное, ремонтное.

Напряжение ремонтного освещения равно 12 В, остальных видов освещения 220 В. Питание всех видов электроосвещения предусмотрено от щитов рабочего и аварийного освещения.

Эвакуационно – аварийное освещение спроектировано по путям эвакуации из здания, световые указатели указывают направление движения к выходу из здания.

Световые указатели «Выход» со встроенными аккумуляторами устанавливаются над выходами из помещений и подключаются к сети аварийного электроосвещения.

Подключение указателей «Выход» предусмотрено с использованием отдельных групп щитов аварийного освещения.

Установка выключателей в этих группах исключается. Нормируемые значения освещенности и типы светильников приняты и соответствуют нормативным документам [4,6].

Значения освещенности для помещений объекта, в основном, приняты в диапазоне 200 – 750 лк.

Для освещения помещений приняты светильники с люминесцентными (газоразрядными) лампами устаревшего типа. В рабочих комнатах, коридорах в вспомогательных помещениях установлены светильники типа ЛВО 13-4x18 с отражающей решеткой ЭПРА.

Данный тип светильника обеспечивает освещение в основном и аварийном режимах эксплуатации при переключении сети питания.

Светильники укомплектованы электронным пускорегулирующим аппаратом.

Во вспомогательных помещениях применены встроенные светильники с люминесцентными лампами мощностью 36 Вт. Рассеиватель светильника

выполнен из полимерного материала, закрепленного к корпусу защелками. Степень защиты указанного светильника – IP65.

Магистральные и групповые сети освещения объекта выполнены по радиальной схеме кабелями с алюминиевыми жилами марки АВВГ с защитой автоматами марки АВ. Данные линии и автоматы устарели технически и физически изношены, поэтому они нуждаются в реконструкции путём замены их на новые марки. Сети освещения внутри помещений объекта проложены за подвесным потолком по лоткам, в штрабе, гофре. Обслуживание светильников осуществляется при высоте подвеса до 5 м с лестниц-стремянков.

1.3 Требования, предъявляемые нормативными документами к системам электроснабжения

Известно, что обеспечение требуемых качеств электроэнергии, а также надежности и экономичности при передаче электроэнергии потребителям в энергосистеме, являются основными задачами в современных системах электроснабжения [1,4].

Также известно, что в современных системах электроснабжения отечественной электроэнергетики, важнейшими элементами являются источники питания объектов электроснабжения, которые, получая электроэнергию из энергосистемы, понижают и непосредственно распределяют её между потребителями, таким образом, являясь связующим звеном между источниками и потребителями электроэнергии в замкнутом цикле её передачи и распределения по классической схеме [5].

Поэтому в случае сбоев и аварий на источниках питания объектов электроснабжения, равно как и несоответствия поставляемой потребителям электроэнергии по нормам и качеству, все участники технологического процесса будут нести весомые технические и экономические убытки [6].

Такой подход категорически недопустим требованиями нормативных

документов, которые предписывают обеспечить бесперебойным питанием электроэнергией потребителей, основываясь на их категории надёжности и назначении [1,6].

Следовательно, к системам электроснабжения объектов предъявляются жёсткие требования как в плане надёжности, так и по экономичности, а также безопасности работ и экологической безопасности согласно [1-8].

Наибольшее распространение в качестве источника питания систем электроснабжения гражданских объектов в современной энергетике получили понижающие трансформаторные подстанции.

Любая понизительная подстанция энергосистемы представляет собой совокупность силовых трансформаторов (как правило – один или два) и распределительных устройств, которых столько, сколько классов напряжения присутствует на понизительной подстанции (как правило, не менее двух).

В распределительных устройствах высшего (РУ ВН) и низшего (РУ НН) напряжений всех типов трансформаторных подстанций должны быть обязательно установлены коммутационные и защитные электрические аппараты, аппараты защиты от атмосферных (внешних) и коммутационных (внутренних) перенапряжений, а также устройства заземления и молниезащиты.

Связь между элементами на понижающих подстанциях осуществляется с помощью сетей разного назначения и устройства [2,3].

К сетям систем электроснабжения объектов относятся воздушные, кабельные линии различных классов напряжения, а также шинопроводы.

Каждый тип сетей имеет свои преимущества и недостатки, поэтому применяется в каждой конкретной ситуации на основании, технических и экономических критериев выбора.

Известно, что к системам электроснабжения всех типов и классов напряжения предъявляются требования по надёжности, качеству и экономичности электроснабжения [1,5].

Для этой цели используют как отключающую коммутационную аппаратуру, так и отдельные устройства релейной защиты и автоматики, выполняющие роль «сигнализатора» повреждений.

Качество поставляемой электроэнергии имеет одно из основных значений в системах электроснабжения [4].

Нормы и критерии электроэнергии находятся в довольно жёстких числовых рамках, что позволяет эффективно контролировать данный цикл в целом.

Выводы по разделу 1.

В результате выполнения раздела, приведён исходный анализ системы электроснабжения объекта ФБУ «Удмуртский ЦСМ», с детальным рассмотрением основных технических, экономических и организационных характеристик объекта проектирования.

Проведён анализ технического состояния системы электроснабжения объекта реконструкции. Рассмотрена исходная схема электрических соединений на объекте. Рассмотрены и систематизированы исходные марки кабелей и электрических аппаратов питающей и распределительной сети объекта ФБУ «Удмуртский ЦСМ», а также вводные распределительные устройства и распределительные щиты силовой и осветительной сети объекта реконструкции.

На основании приведённых исходных данных, а также нормативных сведений и источников, в разделе обоснована необходимость и целесообразность разработки качественного проекта реконструкции системы электроснабжения объекта. Поставленные задачи решаются далее.

2 Реконструкция системы электроснабжения объекта

2.1 Разработка мероприятий по реконструкции системы электроснабжения объекта

Известно, что в реконструированной схеме электрических соединений ФБУ «Удмуртский ЦСМ» должны быть соблюдены условия надёжности и необходимого резервирования согласно основным требованиям [13].

Все это позволит повысить надёжность работы электрооборудования и электроснабжения потребителей, снизить риск аварий, увеличить срок действия основного оборудования путем оптимизации его использования, решать вопросы технического учета электроэнергии, оперативно управлять электрооборудованием, как в нормальном, так и в аварийном режиме, снизить время на ликвидацию аварий.

Практические мероприятия проводятся по реконструкции электрических сетей, технологического оборудования, распределительных пунктов путём замены устаревшего и изношенного оборудования на новое, современное, имеющее значительный «запас прочности» и улучшенные показатели надёжности и экономичности, отвечающие современным требованиям [13].

Исходя из анализа исходной схемы электроснабжения с учётом требований нормативных документов, в работе предлагается внедрить следующие основные технические мероприятия для реконструкции системы электроснабжения объекта ФБУ «Удмуртский ЦСМ», которые наиболее целесообразны в данном случае, а именно:

– применение двухлучевой радиальной схемы, которая показана на рисунке 3. Как было указано ранее, ГРЩ от питающей ТП-10/0,4 кВ получает питание одной кабельной линией, что не отвечает требованиям [3,7,13] по надёжности электроснабжения для питания потребителей второй категории надёжности, к которой относится ФБУ «Удмуртский ЦСМ». Поэтому в работе в схеме внешнего электроснабжения ГРЩ ФБУ «Удмуртский ЦСМ»

от питающей ТП-10/0,4, в результате проведения реконструкции, применяется двухлучевая радиальная схема. Такая схема полностью отвечает требованиям [3,7,13] по надёжности электроснабжения.

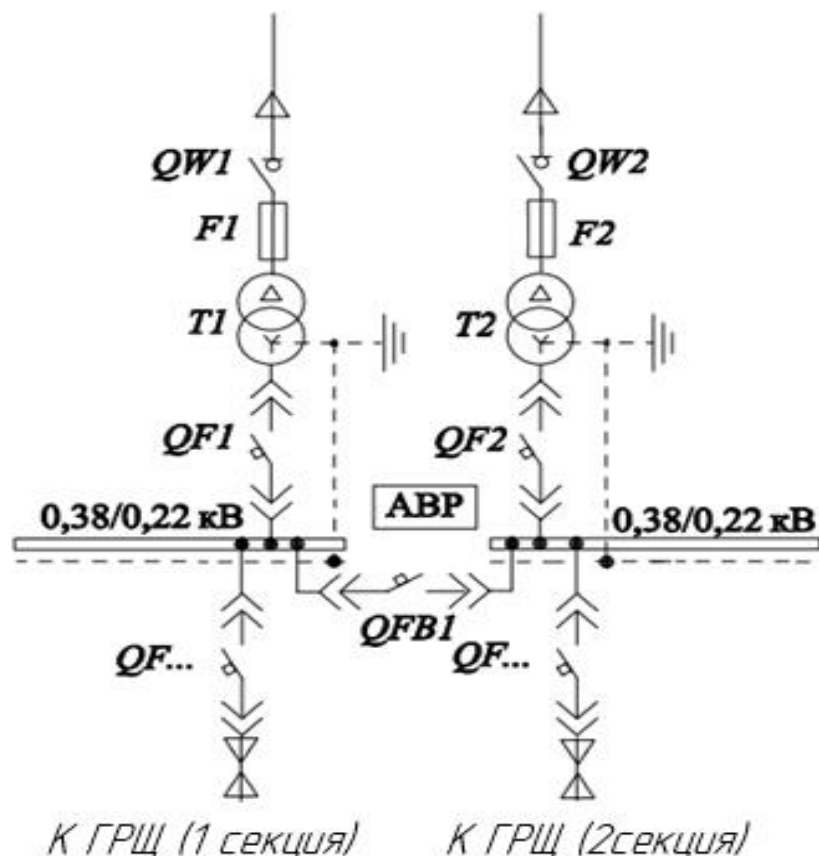


Рисунок 3 – Схема внешнего электроснабжения ГРЩ ФБУ «Удмуртский ЦСМ» от ПС-10/0,4 кВ (двухлучевая радиальная схема)

– применения двухлучевой схемы без АВР, которая показана на рисунке 4. Для питания щитков потребителей, относящихся ко второй категории надёжности, в результате проведения реконструкции, применяется двухлучевая схема без АВР. При этом каждая группа потребителей второй категории надёжности питается двумя кабельными линиями от разных секций шин ГРЩ, так как они требуют двух независимых источников питания согласно [13];

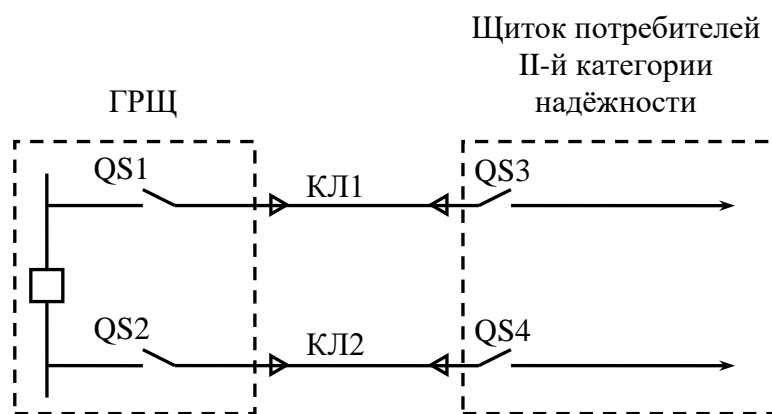


Рисунок 4 – Двухлучевая схема без АВР для питания щитков потребителей второй категории надёжности

- непосредственная реконструкция питающих кабельных линий системы электроснабжения объекта ФБУ «Удмуртский ЦСМ» с заменой устаревших кабельных линий, на современные марки;

- реконструкция осветительных сетей, с заменой устаревших источников освещения (ламп) на новые, современные типы (светодиодные лампы), а также замена устаревших кабельных линий системы освещения, на современные марки;

- замена аппаратов защиты на современные типы и марки (в частности, автоматических выключателей), в связи с описанной выше модернизацией силовой и осветительной сетей.

В работе проводится исследование практического внедрения в систему электроснабжения основных мероприятий по реконструкции системы электроснабжения объекта ФБУ «Удмуртский ЦСМ», приведённых в работе ранее. Следовательно, в работе планируется реконструкция схемы электрических соединений, а также электрических сетей и аппаратов системы электроснабжения силовой и осветительных сетей объекта проектирования.

Принятая в работе схема электроснабжения в результате проведения реконструкции объекта, обеспечивает бесперебойное питание силовой и

осветительной сети объекта ФБУ «Удмуртский ЦСМ» и необходимую надёжность потребителей объекта реконструкции, а также экономичность передачи электроэнергии и безопасность людей согласно требований [4,7,10].

Схема электроснабжения питающей и распределительной силовой сети объекта ФБУ «Удмуртский ЦСМ», после внедрения изменений в схеме электрических соединений, а также выбора соответствующего оборудования (проводников и аппаратов защиты силовой и осветительной сети объекта), необходимого для проведения указанных мероприятий по реконструкции, приводится в графической части работы.

Известно, что электрические принципиальные схемы выполняются в трёхлинейном либо однолинейном исполнении. Как правило, принципиальные электрические схемы систем электроснабжения выполняются в однолинейном исполнении. Принципиальная схема изображается всегда для нормального режима работы электрической сети. На электрических принципиальных схемах системы внешнего и внутреннего электроснабжения ФБУ «Удмуртский ЦСМ» должны быть показаны следующие элементы:

- принятая схема электроснабжения с учётом резервирования элементов (при необходимости);
- номинальные напряжения на участках сети (в нормальном режиме работы);
- трансформаторы и источники питания;
- электрические аппараты;
- кабельные линии;
- щитки (главный распределительный, силовые, осветительные и др.);
- прочие устройства и механизмы.

Сечения и марки кабельных линий, а также электрические аппараты, выбраны в пятом разделе работы.

Однолинейная электрическая схема внешнего электроснабжения рассматриваемой ФБУ «Удмуртский ЦСМ» показана на рисунке 5. Данная схема также более детально приведена в графической части работы.

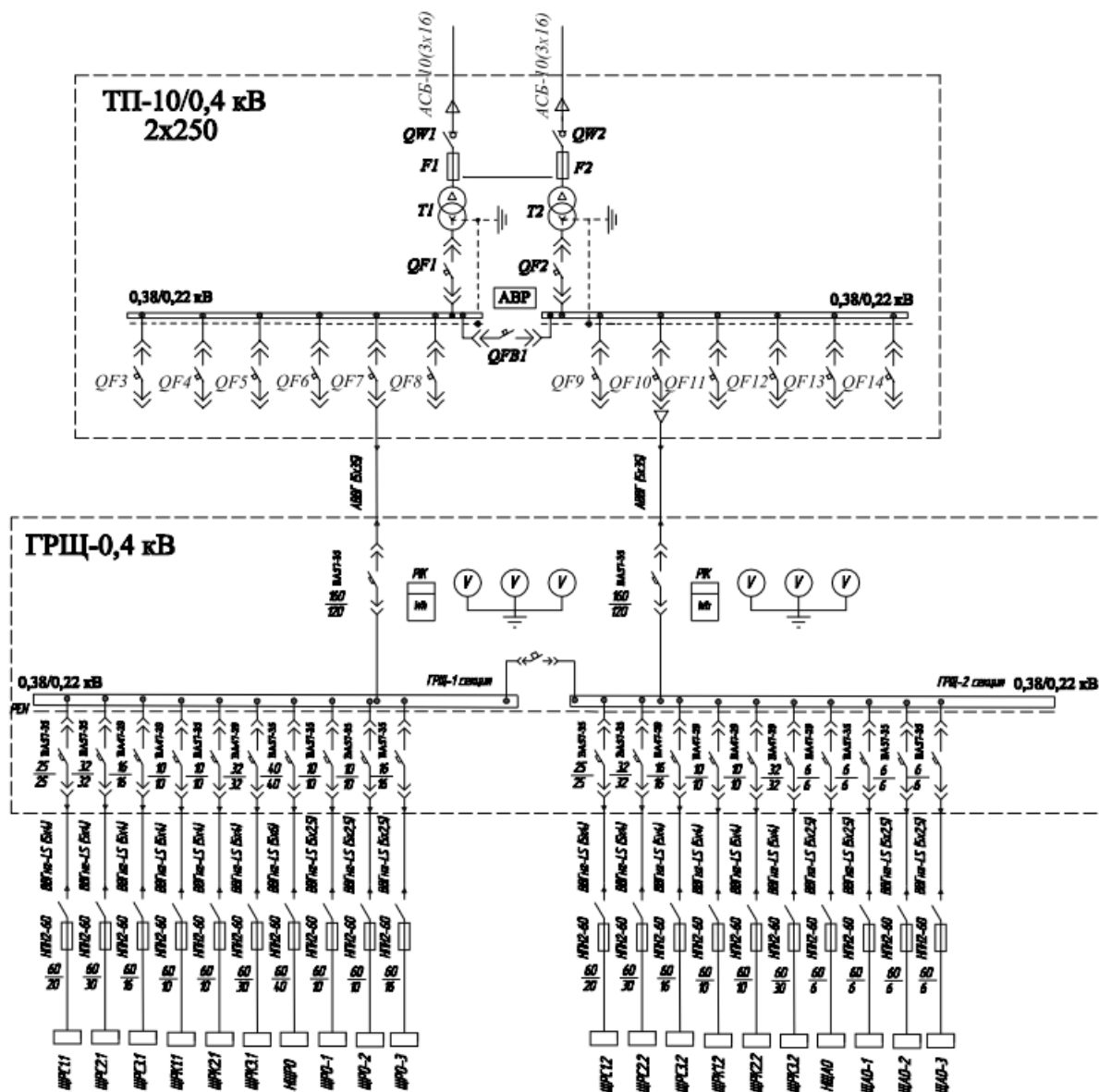


Рисунок 5 – Реконструированная электрическая принципиальная схема внешнего электроснабжения ФБУ «Удмуртский ЦСМ»

Помимо электрической схемы внешнего электроснабжения рассматриваемого ФБУ «Удмуртский ЦСМ», в работе внесены необходимые изменения в принципиальные схемы распределительной сети внутреннего электроснабжения силовых и компьютерных сетей, а также рабочего освещения главного корпуса ФБУ «Удмуртский ЦСМ» [13]. Данные

мероприятия по реконструкции распределительной сети исследуются в работе далее. Указанные принципиальные схемы также приведены в графической части данной работы.

2.2 Расчёт электрических нагрузок потребителей объекта

Согласно приведённым и обоснованным ранее мероприятиям по реконструкции схемы электрических соединений системы электроснабжения объекта ФБУ «Удмуртский ЦСМ», осуществляемую путём внедрения основных положений нормативных документов, в работе необходимо провести расчёт электрических нагрузок системы электроснабжения объекта исследования, на основании чего далее провести выбор и проверку электрических сетей, аппаратов и проводников.

Основой для расчёта электрических нагрузок системы электроснабжения объекта ФБУ «Удмуртский ЦСМ» является проектная установленная номинальная нагрузка потребителей, которая принимается равной расчётной активной нагрузке.

В работе проводится расчёт нагрузок потребителей объекта ФБУ «Удмуртский ЦСМ», который включает непосредственное определение расчетных силовой, осветительной и суммарной нагрузок по методу коэффициента спроса.

Известно, что суммарная электрическая нагрузка систем электроснабжения состоит из суммы силовой и осветительной нагрузок [4,7].

Для внешнего электроснабжения рассматриваемой ФБУ «Удмуртский ЦСМ» значение суммарной активной нагрузки на вводе рассчитывается так:

$$P_{\Sigma} = P_{\text{сил}} + P_{\text{осв}}, \text{ кВт}, \quad (1)$$

где $P_{\text{сил}}$ – суммарная активная силовая нагрузка, кВт;

$P_{\text{осв}}$ – суммарная активная осветительная нагрузка, кВт.

В условиях данного ФБУ «Удмуртский ЦСМ» силовая нагрузка будет приходиться только на помещение главного корпуса, а осветительная нагрузка состоит из освещения главного корпуса и наружного освещения.

То есть в данной работе выражение (1) примет вид

$$P_{\Sigma} = P_{\text{сил.гл.к}} + P_{\text{осв.гл.к}} + P_{\text{осв.н}}, \text{ кВт}, \quad (2)$$

где $P_{\text{сил.гл.к}}$ – суммарная активная силовая нагрузка главного корпуса, кВт;

$P_{\text{осв.гл.к}}$ – суммарная активная осветительная нагрузка главного корпуса, кВт;

$P_{\text{осв.н}}$ – суммарная активная осветительная нагрузка наружного освещения, кВт.

Для внешнего электроснабжения рассматриваемой ФБУ «Удмуртский ЦСМ» значение суммарной реактивной нагрузки на вводе рассчитывается таким образом:

$$Q_{\Sigma} = Q_{\text{сил.гл.к}} + Q_{\text{осв.гл.к}} + Q_{\text{осв.н}}, \text{ кВАр}, \quad (3)$$

где $Q_{\text{сил.гл.к}}$ – суммарная реактивная силовая нагрузка главного корпуса, кВАр;

$Q_{\text{осв.гл.к}}$ – суммарная реактивная осветительная нагрузка главного корпуса, кВАр;

$Q_{\text{осв.н}}$ – суммарная реактивная осветительная нагрузка наружного освещения, кВАр.

Для внешнего электроснабжения рассматриваемого ФБУ «Удмуртский ЦСМ» значение суммарной полной нагрузки на вводе рассчитывается таким образом:

$$S_{\Sigma} = \sqrt{P_{\Sigma}^2 + Q_{\Sigma}^2}, \text{кВА.} \quad (4)$$

где P_{Σ} - суммарная активная нагрузка

Q_{Σ} - суммарная реактивная нагрузка

Проводится расчет суммарных силовых электрических нагрузок главного корпуса ФБУ «Удмуртский ЦСМ», включая силовую нагрузку и нагрузку компьютерной сети.

В работе нагрузки розеточных групп, если не известны точные нагрузки, либо они носят временный характер, приняты согласно положений [17]:

– для силовых розеток (ЩРС): 0,6 кВт на одну розетку (во всех помещениях ФБУ «Удмуртский ЦСМ» используются по две розетки на розеточную группу, т.е. $0,6 \cdot 2 = 1,2$ кВт);

– для компьютерных розеток (ЩРК): 0,4 кВт на одну розеточную группу (т.е. на одно рабочее место).

Исходными данными для расчёта электрических нагрузок потребителей служит установленная (паспортная) мощность оборудования и значения коэффициентов спроса и активной мощности, которые принимаются по [1,2].

Расположение розеточных групп определяется, исходя из специфики помещений.

Значение расчётных нагрузок потребителей главного корпуса ФБУ «Удмуртский ЦСМ» определяется так:

$$P_{\text{расч.}} = K_c P_{\text{уст.}}, \text{кВт,} \quad (5)$$

$$Q_{\text{расч.}} = P_{\text{расч.}} \cdot \text{tg}\varphi, \text{квар,} \quad (6)$$

$$S_{\text{расч.}} = \sqrt{P_{\text{расч.}}^2 + Q_{\text{расч.}}^2}, \text{кВА,} \quad (7)$$

$$I_{\text{расч}} = \frac{S_{\text{расч}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}}}, A, \quad (8)$$

где $P_{\text{уст}}$ – установленная (паспортная) активная мощность потребителей, кВт;

K_c – коэффициент спроса [2];

$\text{tg } \varphi$ – коэффициент реактивной мощности, соответствующий значению коэффициента активной мощности $\text{cos } \varphi$ [2];

$U_{\text{ном}}$ – номинальное напряжение электрической сети, кВ.

Согласно положений [16], силовые, осветительные и компьютерные потребители должны быть разделены, что должно быть учтено при расчётах и проверках.

Поэтому в данном подразделе проводится расчёт нагрузок силовых щитков (ЩРС) и компьютерных щитков (ЩРК), а в следующем – расчёт нагрузок осветительной сети (ЩО).

Расчёт проводится на примере силовых потребителей комнаты сектора ФХИ. Расчётная активная мощность

$$P_{\text{расч.}} = 0,36 \cdot 0,6 = 0,22 \text{ кВт.}$$

Расчётная реактивная мощность

$$Q_{\text{р.1}} = 0,22 \cdot 0,48 = 0,11 \text{ квар.}$$

Расчётная полная мощность

$$S_{\text{р.1}} = \sqrt{0,22^2 + 0,11^2} = 0,24 \text{ кВА.}$$

Расчётный ток

$$I_{\text{расч}} = \frac{0,24}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 0,37 \text{ A.}$$

Аналогично определены расчетные нагрузки остальных потребителей главного корпуса ФБУ «Удмуртский ЦСМ» и результаты приведены в таблице 3.

Таблица 3 - Расчет нагрузок силовых и компьютерных потребителей главного корпуса ФБУ «Удмуртский ЦСМ»

Наименование	$P_{\text{уст.}}$, кВт	K_c	$\cos \varphi$	$\text{tg } \varphi$	$P_{\text{расч.}}$, кВт	$Q_{\text{расч.}}$, кВАр	$S_{\text{расч.}}$, кВА	$I_{\text{расч.}}$, А
1 этаж								
Комната сектора ФХИ								
Силовые потребители	0,36	0,60	0,90	0,48	0,22	0,11	0,24	0,37
Компьютерные потребители	2,4	0,80	0,90	0,48	1,92	0,92	2,12	3,28
Вестибюль								
Силовые потребители	0,24	0,60	0,90	0,48	0,14	0,07	0,16	0,24
Кабинет директора								
Силовые потребители	0,24	0,85	0,75	0,88	0,2	0,18	0,27	0,41
Компьютерные потребители	1,2	0,80	0,90	0,48	0,96	0,46	1,06	1,64
Комната сектора ФХИ								
Силовые потребители	0,48	0,60	0,85	0,62	0,29	0,18	0,34	0,52
Комната сектора ГТИ								
Силовые потребители	3,8	0,72	0,76	0,86	2,74	2,35	3,61	5,56
Комната приема-выдачи приборов								
Силовые потребители	0,24	0,60	0,90	0,48	0,14	0,07	0,16	0,24
Компьютерные потребители	0,4	0,80	0,90	0,48	0,32	0,15	0,35	0,55
Комната отдела МИ								
Силовые потребители	1,5	0,78	0,91	0,45	1,17	0,53	1,28	1,97
Комната отдела РЭМИ								
Силовые потребители	0,48	0,85	0,75	0,88	0,41	0,36	0,54	0,84
Компьютерные потребители	1,2	0,80	0,90	0,48	0,96	0,46	1,06	1,64
Комната отдела МИ								
Силовые потребители	0,36	0,85	0,75	0,88	0,31	0,27	0,17	0,26
Компьютерные потребители	2,4	0,80	0,90	0,48	1,92	0,92	2,12	3,28
Комната сектора ФХИ								
Силовые потребители	0,36	0,85	0,75	0,88	0,31	0,27	0,17	0,26
Компьютерные потребители	1,2	0,80	0,90	0,48	0,96	0,46	1,06	1,64
Комната отдела ИГВ								
Силовые потребители	0,36	0,85	0,75	0,88	0,31	0,27	0,17	0,26
Компьютерные потребители	1,2	0,80	0,90	0,48	0,96	0,46	1,06	1,64

Продолжение таблицы 3

Комната отдела ИГВ								
Силовые потребители	0,6	0,60	0,90	0,48	0,36	0,17	0,40	0,61
Техническое помещение								
Силовые потребители	5,0	0,60	0,90	0,48	3,0	1,44	3,32	5,12
Женский с/у								
Силовые потребители	2,2	0,60	0,90	0,48	1,32	0,63	1,46	2,25
Техническое помещение								
Силовые потребители	5,0	0,60	0,90	0,48	3,0	1,44	3,32	5,12
Мужской с/у								
Силовые потребители	2,2	0,60	0,90	0,48	1,32	0,63	1,46	2,25
Комната сектора ГТИ								
Силовые потребители	10,0	0,60	0,90	0,48	6,0	2,88	6,65	10,24
Комната отдела МИ								
Наименование	$P_{уст.},$ <i>кВт</i>	K_c	$\cos \varphi$	$tg \varphi$	$P_{расч.},$ <i>кВт</i>	$Q_{расч.},$ <i>кВАр</i>	$S_{расч.},$ <i>кВА</i>	$I_{расч.},$ <i>А</i>
Силовые потребители	9,0	0,60	0,90	0,48	5,4	2,59	5,98	9,22
Итого 1 этаж								
Силовые потребители	42,42	0,60	0,90	0,48	26,64	14,44	29,7	45,74
Компьютерные потребители	10,0	0,80	0,90	0,48	8,64	4,14	9,54	14,76
Итого 1 этаж	52,42	-	-	-	35,28	18,58	39,87	61,34
2 этаж								
Комната отдела РЭМИ								
Силовые потребители	0,24	0,85	0,75	0,88	0,20	0,18	0,27	0,27
Компьютерные потребители	1,6	0,80	0,90	0,48	1,28	0,61	1,42	2,18
Комната отдела РЭМИ								
Силовые потребители	0,24	0,85	0,75	0,88	0,20	0,18	0,27	0,27
Компьютерные потребители	1,6	0,80	0,90	0,48	1,28	0,61	1,42	2,18
Комната отдела РЭМИ								
Силовые потребители	0,24	0,85	0,75	0,88	0,20	0,18	0,27	0,27
Компьютерные потребители	1,6	0,80	0,90	0,48	1,28	0,61	1,42	2,18
Бухгалтерия								
Силовые потребители	0,24	0,85	0,75	0,88	0,20	0,18	0,27	0,27
Компьютерные потребители	1,6	0,80	0,90	0,48	1,28	0,61	1,42	2,18
Отдел охраны труда								
Силовые потребители	0,24	0,85	0,75	0,88	0,20	0,18	0,27	0,27
Компьютерные потребители	1,6	0,80	0,90	0,48	1,28	0,61	1,42	2,18
Кабинет главного метролога								
Силовые потребители	0,24	0,85	0,75	0,88	0,20	0,18	0,27	0,27
Компьютерные потребители	1,6	0,80	0,90	0,48	1,28	0,61	1,42	2,18
Кабинет директора								
Силовые потребители	0,24	0,85	0,75	0,88	0,20	0,18	0,27	0,27
Компьютерные потребители	1,6	0,80	0,90	0,48	1,28	0,61	1,42	2,18
Отдел кадров								
Силовые потребители	0,24	0,85	0,75	0,88	0,20	0,18	0,27	0,27
Компьютерные потребители	1,6	0,80	0,90	0,48	1,28	0,61	1,42	2,18

Продолжение таблицы 3

Планово-экономический отдел, сектор информации								
Силовые потребители	0,24	0,85	0,75	0,88	0,20	0,18	0,27	0,27
Компьютерные потребители	2,0	0,80	0,90	0,48	1,6	0,77	1,77	2,73
Женский с/у								
Силовые потребители	2,2	0,60	0,90	0,48	1,32	0,63	1,46	2,25
Мужской с/у								
Силовые потребители	2,2	0,60	0,90	0,48	1,32	0,63	1,46	2,25
Актный зал								
Силовые потребители	2,2	0,60	0,90	0,48	1,32	0,63	1,46	2,25
Компьютерные потребители	2,0	0,80	0,90	0,48	1,6	0,77	1,77	2,73
Итого 2 этаж								
Силовые потребители	8,76	0,60	0,90	0,48	5,76	3,51	6,75	10,38
Компьютерные потребители	18,4	0,80	0,90	0,48	14,72	7,03	16,31	25,1
Итого 2 этаж	27,16	-	-	-	20,48	10,54	23,03	35,44
Наименование	$P_{уст.}$, $кВт$	K_c	$\cos \varphi$	$tg \varphi$	$P_{расч.}$, $кВт$	$Q_{расч.}$, $кВАр$	$S_{расч.}$, $кВА$	$I_{расч.}$, A
Вентиляция и кондиционирование (тех. помещение)								
Силовые потребители	12,0	0,60	0,90	0,48	7,2	3,46	7,98	12,29
Всего потребителей по главному корпусу ФБУ «Удмуртский ЦСМ»								
Итого силовых потребителей	63,18	0,72	0,75	0,88	39,6	34,85	52,75	79,92
Итого компьютерных потребителей по главному корпусу ФБУ «Удмуртский ЦСМ»	28,4	0,80	0,90	0,48	23,36	11,33	25,96	39,33
Итого силовых и компьютерных потребителей по главному корпусу ФБУ «Удмуртский	91,58	-	-	-	62,96	46,18	78,71	119,25

Полученные в работе результаты расчёта электрических нагрузок потребителей системы электроснабжения объекта ФБУ «Удмуртский ЦСМ» используются в работе далее при выборе и проверке электрических аппаратов и проводников реконструированной системы электроснабжения объекта исследования.

Все поставленные задачи решаются в работе далее.

2.3 Реконструкция электрического освещения объекта

«Расчёт электрического освещения объекта ФБУ «Удмуртский ЦСМ» состоит из светотехнического и электротехнического расчётов» [7,8].

Реконструкция электрической сети освещения объекта ФБУ «Удмуртский ЦСМ» в работе предполагает [4]:

- замену устаревших источников освещения (ламп) газоразрядного и галогенного типов на светодиодные лампы. Для этого в работе выбираются и применяются инновационные светодиодные лампы, которые заменили устаревшие и неэффективные лампы, использовавшиеся ранее;

- замену устаревших кабелей питающей и распределительной осветительной сети с алюминиевыми жилами на новые кабели марки с негорючей изоляцией ВВГнг-LS с медными жилами;

- замену устаревших автоматических выключателей для защиты и коммутации питающей и распределительной осветительной сети новые автоматы современного типа.

Для освещения основных помещений объекта ФБУ «Удмуртский ЦСМ» принимаются следующие системы освещения [2,4]:

- рабочее освещение, которое обеспечивает нормированную освещенность во всех точках рабочей поверхности, соответствующее качество и равномерность освещения. Рабочее освещение включается только при выполнении работ в данном помещении;

- дежурное освещение, которое предназначено для наблюдения на объекте в ночное время с минимальной освещенностью. Светильники указанного дежурного освещения выделяются отдельно из числа светильников общего освещения;

- аварийное освещение, которое предназначено для эвакуации людей из помещений в случае возникновения аварийных ситуаций, пожара или стихийных бедствий.

Освещение объекта в работе выполняется с применением

светодиодных источников света с использованием светильников со степенью защиты IP65, которые характеризуются полной защитой от влаги, пыли и пара по [7].

Применение такой степени защиты особенно важно в помещениях, где присутствует высокая влажность и испарения вследствие проливной установки в помещении объекта ФБУ «Удмуртский ЦСМ» [2,4].

При расчёте и проверках используется методика [7,8].

«Оптимальное расстояние между светильниками определяется следующим образом» [7]:

$$\lambda_c \cdot H_p \leq L \leq \lambda_э \cdot H_p, \quad (9)$$

где H_p – «расчётная высота подвеса светильника, м» [7,8];

$\lambda_c, \lambda_э$ – «относительные светотехнические и энергетические выгоднейшие расстояния между светильниками, м» [7,8].

«Расчётная высота подвеса выбранного типа светильника» [7]:

$$H_p = H_o - h_{св} - h_{раб}, \quad (10)$$

где H_o – «высота помещения, м» [7,8];

$h_{св}$ – «высота свеса светильника, м» [7,8];

$h_{раб}$ – «высота освещаемой рабочей поверхности от пола, м» [7,8].

«По рассчитанному значению L , длине A и ширине B помещения определяют число светильников по длине помещения, шт.» [7]:

$$N_A = \frac{A - 2l_A}{L} + 1. \quad (11)$$

«Число светильников по ширине помещения, шт.» [7]:

$$N_B = \frac{B - 2l_B}{L} + 1. \quad (12)$$

«Общее число светильников, шт.» [7]:

$$N_{\Sigma} = N_A \cdot N_B. \quad (13)$$

«Действительное расстояние между светильниками и рядами» [7]

$$L_A = \frac{A}{N_A - a}. \quad (14)$$

$$L_B = \frac{B}{N_B - a}. \quad (15)$$

«Расчёт освещения проводится методом коэффициента использования светового потока» [7]

$$\Phi = \frac{E_n \cdot S \cdot K_z \cdot Z}{N \cdot \eta_u}, \quad (16)$$

где E_n - «заданная минимальная освещенность, лк» [7,8];

K_z - «коэффициент запаса ($K_z=1,15$ для светодиодных ламп)» [7,8];

S - «освещаемая площадь, м²» [7,8];

Z - «коэффициент неравномерности, равный 1,1 - 1,2» [7,8];

N - «общее количество светильников, шт.» [7,8];

η_u - «коэффициент использования светового потока» [7]

«Для определения справочного коэффициента использования светового потока в относительных единицах, необходимо найти индекс

помещения согласно» [7]

$$i = \frac{A \cdot B}{H_p (A + B)}. \quad (17)$$

«Далее, пользуясь справочными материалами, выбирается стандартный тип лампы со световым потоком» [7]. В работе для освещения помещений объекта ФБУ «Удмуртский ЦСМ» применяются инновационные светодиодные лампы [7].

«Отклонение расчетного светового потока от светового потока выбранного источника света рассчитывается так» [7]:

$$\Delta\Phi = \frac{\Phi_{ис} - \Phi}{\Phi} \cdot 100\%. \quad (18)$$

Расчет освещения люминесцентными и светодиодными лампами методом коэффициента использования светового потока можно проводить в другом порядке. Сначала выбирается тип светильника, мощность и световой поток лампы которого известен. Затем определяется расчетный световой поток для всего освещаемого объекта и количество светильников (делением расчетного светового потока на световой поток лампы одного светильника). Полученное количество светильников равномерно размещается на освещаемой площади объекта. Для расчёта наружного освещения ФБУ «Удмуртский ЦСМ» уточняются нормы освещённости согласно [8,9].

Освещенности на рабочих поверхностях и прилегающих к ним площадях территории ФБУ «Удмуртский ЦСМ» должны приниматься не ниже величин, указанных в таблице 4.

Таблица 4 – Нормы минимальной освещенности для объектов ФБУ «Удмуртский ЦСМ»

Наименование объекта	Размеры объекта, м		Площадь объекта, м ²	Средняя освещенность, не менее, E_n , лк
	Длина, м	Ширина, м		
Гараж для хранения техники	30	10	300	400
Дорожки (суммарная длина)	50	2	100	200
Складские помещения материалов и приборов	20	5	100	400
Дорожка к складским помещениям материалов и приборов	12	2	24	25
Помещение с проливной установкой	24	15	360	500
Главный корпус (по периметру)	69,5	34,35	1564,18	15
Площадка перед входом в главный корпус	10	20	200	20
Внутреннее пространство для хозяйственных нужд	43,4	20	868	20

Светотехнический расчёт наружного освещения объектов ФБУ «Удмуртский ЦСМ» выполнен и результаты приведены в таблице 5.

Также согласно требованиям [8] необходимо предусмотреть аварийное освещение.

Светильники аварийного освещения выбираются из числа светильников общего освещения таким образом, чтобы их мощность и освещённость была не менее 10% от рабочего освещения.

При этом в реконструированной схеме электрических соединений предусматривается их автоматическое включение (ЩАО) от другой секции сборных шин ГРЩ.

Таблица 5 – Светотехнический расчёт наружного освещения объектов ФБУ «Удмуртский ЦСМ»

Наименование объекта	Размеры объекта		Ен, лк	Результаты расчёта освещения					
	Длина, м	Ширина, м		Тип светильника	Мощность свет-ка, кВт	Кол-во рядов, шт.	Кол-во свет-в в ряду, шт.	Кол-во свет-в, шт.	Суммарная мощность осв-я, кВт
Гараж	30	10	400	ДО15-120-001 Kosmos 750	0,117	5	3	15	1,76
Складские помещения приборов	20	5	400			3	5	15	1,76
Дорожка к складским помещениям	12	2	25			1	2	2	0,23
Помещение с проливной установкой	20	9	500			2	10	20	2,34
Дорожка к гаражу и помещению с проливной установкой	50	2	25	ДО15-120-001 Kosmos 750	0,12	1	2	2	0,23
Главный корпус (освещение по периметру)	58	28	15			2	2	4	0,47
Площадка перед входом в главный корпус	10	20	20			1	2	2	0,23
Внутреннее пространство для хоз. нужд	43,4	20	10			1	3	3	0,35
Аварийное освещение (ЩАО)	-	-	-			-	-	18	2,1
Всего наружного освещения	-	-	-			-	-	-	9,47

Для наружного освещения ФБУ «Удмуртский ЦСМ» расчётная реактивная нагрузка с учётом выбранных источников света

$$Q_{осв.н} = P_{осв.н} \cdot \operatorname{tg}\varphi, \text{ квар}, \quad (19)$$

где $\operatorname{tg}\varphi$ - коэффициент реактивной мощности выбранных источников.

$$Q_{осв.н}=9,47 \cdot 0,33=3,31 \text{ квар.}$$

Полная расчётная нагрузка наружного освещения ФБУ «Удмуртский ЦСМ»

$$S_{осв.н} = \sqrt{P_{осв.н}^2 + Q_{осв.н}^2}, \text{ кВА.} \quad (20)$$

$$S_{осв.н} = \sqrt{9,47^2 + 3,31^2} = 10,03 \text{ кВА}$$

Аналогично рассчитывается внутреннее освещение главного корпуса ФБУ «Удмуртский ЦСМ» и результаты приводятся в таблице 6.

Для внутреннего освещения главного корпуса ФБУ «Удмуртский ЦСМ» выбраны светильники светодиодные, встраиваемые (13Вт 895Лм IP20 круг белый d125 DN027B G2 LED9/NW 13W 220-240V D125 RU Philips).

Выбирается вид монтажа светильников внутреннего освещения – встраиваемый в подвесной потолок.

Таблица 6 – Результаты светотехнического расчёта внутреннего освещения главного корпуса ФБУ «Удмуртский ЦСМ»

Объект	Размеры объекта		Ен, лк	Результаты расчёта освещения						
	Длина, м	Ширина, м		Тип светильника	Мощность светил., кВт	Кол-во рядов, шт.	Кол-во свет-в в ряду, шт.	Кол-во свет-в, шт.	$P_{осв}$, кВт	$I_{осв}$, А
Комната сектора ФХИ	15	10	750	LED 865	0,013	9	11	99	1,29	1,98
Вестибюль	12	10	300		0,013	8	10	80	1,04	1,6
Комната сектора ГТИ	6	10	500		0,013	4	10	40	0,52	0,8
Комната сектора ГТИ	10	10	500		0,013	6	10	60	0,78	1,2
Комната сектора ГТИ	4	10	500		0,013	3	10	30	0,39	0,6
Комната сектора ГТИ	4	10	500		0,013	3	8	24	0,31	0,48

Продолжение таблицы 6

Объект	Размеры объекта		Ен, лк	Результаты расчёта освещения						
	Дли-на, м	Шири-на, м		Тип свети-льника	Мощ-ность светил., кВт	Кол-во рядов, шт.	Кол-во свет-в в ряду, шт.	Кол-во свет-в, шт.	$P_{осв}$, кВт	$I_{осв}$, А
Щитовая	2	4	300		0,013	2	5	10	0,13	0,2
Техническое помещение	8	4	300		0,013	2	5	10	0,13	0,2
4,59				7,06						
Архив	2	5	300	LED 865	0,013	2	6	12	0,16	0,24
Комната отдела МИ	12	6	500		0,013	8	8	64	0,83	1,28
Комната отдела МИ	12	10	400		0,013	8	11	88	1,14	1,76
Комната сектора ФХИ	6	12	500		0,013	5	11	55	0,72	1,11
Комната отдела ИГВ	6	12	500		0,013	6	14	55	0,72	1,11
Комната отдела ИГВ	10	12	750		0,013	8	10	80	1,04	1,6
Коридор	4	10	200		0,013	3	7	21	0,27	0,42
Техническое помещение	6	5	200		0,013	3	5	15	0,19	0,3
Женский с/у	2	2	200		0,013	1	2	2	0,03	0,04
Женский с/у	2	3	200		0,013	1	3	3	0,04	0,06
Техническое помещение	6	5	200		0,013	3	5	15	0,19	0,3
Мужской с/у	2	2	200		0,013	1	2	2	0,03	0,04
Мужской с/у	2	3	200		0,013	1	3	3	0,04	0,06
Комната отдела МИ	5	6	500		0,013	3	5	15	0,19	0,3
Комната отдела МИ	3	7	500		0,013	2	4	8	0,11	0,16
Комната отдела МИ	3	7	500		0,013	2	4	8	0,11	0,16
Коридор 1 этажа	6	58	200	0,013	2	26	52	0,68	1,04	
6,49				9,98						
Комната отдела РЭМИ	12	5	750	LED 865	0,013	6	8	48	0,62	0,96
Комната отдела РЭМИ	12	5	750		0,013	6	8	48	0,62	0,96

Продолжение таблицы 6

Объект	Размеры объекта		Ен, лк	Результаты расчёта освещения						
	Длина, м	Ширина, м		Тип светильника	Мощность светил., кВт	Кол-во рядов, шт.	Кол-во свет-в в ряду, шт.	Кол-во свет-в, шт.	$P_{осв}$, кВт	$I_{осв}$, А
Комната отдела РЭМИ	12	6	750	LED 865	0,013	8	8	48	0,62	0,96
Бухгалтерия	12	5	500		0,013	6	8	48	0,62	0,96
Отдел охраны труда	12	5	500		0,013	6	8	48	0,62	0,96
Кабинет главного метролога	12	5	500		0,013	6	8	48	0,62	0,96
Кабинет директора	12	5	500		0,013	6	8	48	0,62	0,96
Отдел кадров	12	6	500		0,013	7	8	56	0,73	1,12
Планово-экономический отдел, отдел информации	12	12	500		0,013	10	12	120	1,56	2,0
Женский с/у	2	12	200		0,013	2	10	20	0,26	0,4
Мужской с/у	2	12	200		0,013	2	10	20	0,26	0,4
Коридор 2 этажа	8	58	200		0,013	3	22	66	0,86	1,32
Актовый зал	8	58	400		0,013	3	22	66	0,86	1,32
Всего ЦРО-3									8,61	13,28
Всего рабочего освещения									19,69	30,29
Аварийное освещение									1,97	3,03
Всего осветительной активной нагрузки по главному корпусу									21,66	-
Всего осветительной реактивной нагрузки по главному корпусу									7,15	-
Всего осветительной полной нагрузки по главному корпусу									22,81	35,09

С учётом суммарных нагрузок главного корпуса ФБУ «Удмуртский ЦСМ», после расчёта нагрузки наружного и внутреннего освещения, определяется суммарная нагрузка внешнего электроснабжения ФБУ «Удмуртский ЦСМ» (нагрузка на вводе ГРЩ)

$$P_{\Sigma} = 62,96 + 21,66 + 9,47 = 94,09 \text{ кВт}$$

$$Q_{\Sigma} = 46,18 + 10,69 + 3,31 = 60,18 \text{ кВАр}$$

$$S_{\Sigma} = \sqrt{94,09^2 + 60,18^2} = 111,69 \text{ кВА}$$

На основании полученных результатов, а также с учётом схемы электрических соединений объекта реконструкции, полученной в работе, далее в работе проводится выбор и проверка кабельных линий и электрических аппаратов системы электроснабжения ФБУ «Удмуртский ЦСМ».

2.4 Выбор и проверка проводников

Проводится выбор и проверка сечения проводников напряжением 0,38/0,22 кВ системы электроснабжения объекта ФБУ «Удмуртский ЦСМ», полученные в результате реконструкции.

Проводится выбор питающих кабельных линий силовых потребителей объекта ФБУ «Удмуртский ЦСМ», обусловленный несоответствием сечений и марок кабельных линий, которые установлены на объекте сегодня, современным требованиям нормативных документов.

Проводится выбор кабельных линий для питания системы внешнего электроснабжения ФБУ «Удмуртский ЦСМ».

В работе выбору подлежат следующие кабельные линии:

– питающей сети – кабельная линия с использованием двух силовых кабелей, питающая ГРЩ ФБУ «Удмуртский ЦСМ» от ТП-10/0,4 кВ;

– распределительной сети – современные негорючие кабельные линии марки ВВГнг-LS с использованием двух силовых кабелей для питания силовых потребителей II категорий электроснабжения по радиальной схеме. Все перечисленные кабели выбираются пятижильными, что связано с рекомендованным [2] режимом заземления нейтрали – TN-S.

Для каждой линии, учитывая значение расчётного тока I_p по табл.1.3.16 [3] для принятой марки кабеля (ВВГнг-LS) и способа его прокладки выбирается сечение с учетом условия:

$$I_{\text{доп}} \geq I_p, \quad (21)$$

где $I_{\text{доп}}$ – длительно – допустимый ток выбранного кабеля [1].

После выбора кабеля, его необходимо проверить по току нормального режима с учётом коэффициента экранирования (если кабелей будет два и более), а также по току послеаварийного режима с учётом коэффициента перегрузки.

Помимо этого, согласно требованиям [4], обязательным условием является проведение непосредственного расчёта потери напряжения, ΔU , %, для выбранного сечения кабельных линий

$$\Delta U\% = \frac{S_p \cdot l \cdot (r_0 \cdot \cos \varphi + x_0 \cdot \sin \varphi)}{U_n^2} \cdot 100, \quad (22)$$

где S_p – значение расчётной полной нагрузки линии, кВА;

l – длина кабельной линии, км.

Полученное значение потерь напряжения в кабельной линии в нормальном режиме работы проверяется по допустимой потере напряжения:

$$U_n \geq U_p, \quad (23)$$

где U_n , U_p – соответственно, нормируемое и расчётное значение потерь напряжения в линии [1].

Проводится расчёт и выбор кабельной линии, питающей ГРЩ ФБУ «Удмуртский ЦСМ» от ТП-10/0,4 кВ.

В данной линии предусмотрены два силовых кабеля, питающих две секции сборных шин ГРЩ по радиальной схеме электроснабжения (для потребителей II категории надёжности, которые преобладают в схеме электроснабжения ФБУ «Удмуртский ЦСМ»).

Рабочий ток линии в нормальном режиме определён при расчёте электрических нагрузок и равен 169,22 А.

Принимается для прокладки два кабеля с алюминиевыми жилами марки АВВГ 5х120, $F=120 \text{ мм}^2$, $I_{дон} = 256 \text{ А}$. Сечение данной марки кабеля выбрано по табл.1.3.16. [2].

Так как в данной кабельной линии – два силовых кабеля, следовательно, они будут взаимно влиять друг на друга, поэтому в нормальном режиме работы принимается коэффициент близости, равный 0,9.

Проверка по току нормального режима выполняется

$$256 \cdot 0,9 = 230\text{А} \geq 169,22\text{А}$$

Так как в данной линии – два силовых кабеля, питающих потребитель II категории надёжности, сечение следует проверить по послеаварийному режиму, приняв коэффициент резервирования, равным 1,35 [16]:

$$I_{ав.р} = 1,35 \cdot 169,5\text{А} = 228,84\text{А}$$

Проверка по условиям послеаварийного режима выполняется

$$230\text{А} \geq 228,83\text{А}$$

Выбранный ранее кабель марки АВВГ 5х120, $F=120 \text{ мм}^2$, $I_{дон} = 256 \text{ А}$ удовлетворяют условиям выбора и проверки.

Окончательно принимается 2 силовых кабеля марки АВВГ 5х120 в кабельной линии, питающей ГРЩ ФБУ «Удмуртский ЦСМ» от ТП-10/0,4 кВ.

Аналогичные расчеты проведены для линий распределительной сети внешнего электроснабжения напряжением 0,38/0,22 кВ и результаты представлены в таблице 7.

При этом в работе принимается по условиям согласования проводников и аппаратов в системе электроснабжения (селективности), рекомендованное минимальное сечение кабелей с медными жилами для питания вводных щитков силовой и компьютерной нагрузки распределительной сети внешнего электроснабжения напряжением 0,38/0,22 кВ – не менее 4 мм², для питания вводных щитков освещения – не менее 2,5 мм² [1].

Таблица 7 – Результаты выбора кабельных линий внешней системы электроснабжения ФБУ «Удмуртский ЦСМ»

Наименование	Количество кабелей, <i>n</i> , шт	Расчетный ток участка, I_p^H / I_p^{a6} , А	Кабель	
			$I'_{дон}$, А	Марка кабеля
ГРЩ	2	169,22/228,84	256	АВВГ 5х120
Силовая нагрузка главного корпуса				
ЩРС1	2	13,6/18,37	32,8	ВВГнг-LS 5х4
ЩРС2	2	21,54/29,08	32,8	ВВГнг-LS 5х4
ЩРС3	2	7,98/10,77	32,8	ВВГнг-LS 5х4
Компьютерная нагрузка главного корпуса				
ЩРК1	2	5,12/6,91	32,8	ВВГнг-LS 5х4
ЩРК2	2	6,18/8,39	32,8	ВВГнг-LS 5х4
ЩРК3	2	19,31/26,07	32,8	ВВГнг-LS 5х4
Осветительная нагрузка главного корпуса				
ЩРО1	1	7,06/-	27,6	ВВГнг-LS 5х2,5
ЩРО2	1	9,88/-	27,6	ВВГнг-LS 5х2,5
ЩРО3	1	13,28/-	27,6	ВВГнг-LS 5х2,5
ЩАО1	1	0,71/-	27,6	ВВГнг-LS 5х2,5
ЩАО2	1	1,00/-	27,6	ВВГнг-LS 5х2,5
ЩАО3	1	1,33/-	27,6	ВВГнг-LS 5х2,5
Наружное освещение территории				
НЩРО	1	39,03/-	48,6	ВВГнг-LS 5х6
НЩАО	1	3,90/-	27,6	ВВГнг-LS 5х2,5

Выбор кабельных линий и аппаратов защиты к потребителям главного корпуса ФБУ «Удмуртский ЦСМ» проведено аналогично и результаты приведены в таблице 8.

При этом в работе принимается по условиям согласования проводников и аппаратов в системе электроснабжения (селективности), рекомендованное минимальное сечение кабелей с медными жилами для питания линий силовых и компьютерных потребителей – не менее 2,5 мм², для питания линий освещения – не менее 1,5 мм² [1].

Все проводники линий далее проверяются на условие селективности к защищаемым их автоматам в работе далее.

Таблица 8 – Выбор кабельных линий и аппаратов защиты к линиям потребителей главного корпуса ФБУ «Удмуртский ЦСМ»

Потребители	$I_{расч.}, A$	Марка кабеля	$\Delta U_n, \%$	Кол-во жил	Условие прокладки	Соответствие
1 этаж						
Комната сектора ФХИ						
Силовые	0,37	ВВГнг-LS (3x2,5)	2,12	3	нормальные	да
Компьютерные	3,28	ВВГнг-LS (3x2,5)	1,74	3	нормальные	да
Освещение	1,98	ВВГнг-LS (3x1,5)	2,24	3	нормальные	да
Вестибюль						
Силовые	0,24	ВВГнг-LS (3x2,5)	2,11	3	нормальные	да
Освещение	1,6	ВВГнг-LS (3x1,5)	3,18	3	нормальные	да
Комната сектора ТТИ						
Силовые	0,41	ВВГнг-LS (3x2,5)	1,23	3	нормальные	да
Компьютерные	1,64	ВВГнг-LS (3x2,5)	1,21	3	нормальные	да
Освещение	0,8	ВВГнг-LS (3x1,5)	2,42	3	нормальные	да
Комната сектора ТТИ						
Силовые	0,52	ВВГнг-LS (3x2,5)	2,19	3	нормальные	да
Компьютерные	0,55	ВВГнг-LS (3x2,5)	2,92	3	нормальные	да
Освещение	1,2	ВВГнг-LS (3x1,5)	2,87	3	нормальные	да
Комната сектора ТТИ						
Бытовые	5,56	ВВГнг-LS (3x2,5)	2,37	3	нормальные	да
Компьютерные	0,55	ВВГнг-LS (3x2,5)	2,92	3	нормальные	да
Освещение	0,6	ВВГнг-LS (3x1,5)	3,03	3	нормальные	да
Комната сектора ТТИ						
Силовые	0,24	ВВГнг-LS (3x2,5)	2,83	3	нормальные	да
Освещение	0,48	ВВГнг-LS (3x1,5)	3,28	3	нормальные	да
Щитовая						
Освещение	0,2	ВВГнг-LS (3x1,5)	3,24	3	нормальные	да

Продолжение таблицы 8

Техническое помещение						
Силовые	1,97	ВВГнг-LS (3x2,5)	3,14	3	нормальные	да
Освещение	0,2	ВВГнг-LS (3x1,5)	3,56	3	нормальные	да
Архив						
Освещение	0,24	ВВГнг-LS (3x1,5)	3,62	3	нормальные	да
Отдел приема-выдачи приборов						
Силовые	2,15	ВВГнг-LS (3x2,5)	3,12	3	нормальные	да
Компьютерные	2,73	ВВГнг-LS (3x2,5)	3,15	3	нормальные	да
Освещение	1,28	ВВГнг-LS (3x1,5)	4,08	3	нормальные	да
Комната отдела МИ						
Силовые	2,84	ВВГнг-LS (3x2,5)	2,47	3	нормальные	да
Компьютерные	3,28	ВВГнг-LS (3x2,5)	2,43	3	нормальные	да
Освещение	1,76	ВВГнг-LS (3x1,5)	3,82	3	нормальные	да
Комната сектора ФХИ						
Силовые	0,26	ВВГнг-LS (3x2,5)	2,17	3	нормальные	да
Компьютерные	1,64	ВВГнг-LS (3x2,5)	2,11	3	нормальные	да
Освещение	1,11	ВВГнг-LS (3x1,5)	2,87	3	нормальные	да
Потребители	$I_{расч.}, A$	Марка кабеля	$\Delta U_{н}, \%$	Кол-во	Условие	Соответствие
Комната отдела ИГВ						
Силовые	0,26	ВВГнг-LS (3x2,5)	1,98	3	нормальные	да
Компьютерные	1,64	ВВГнг-LS (3x2,5)	1,92	3	нормальные	да
Освещение	1,11	ВВГнг-LS (3x1,5)	2,44	3	нормальные	да
Комната отдела ИГВ						
Силовые	0,61	ВВГнг-LS (3x2,5)	1,02	3	нормальные	да
Освещение	1,6	ВВГнг-LS (3x1,5)	1,98	3	нормальные	да
Техническое помещение						
Освещение	0,42	ВВГнг-LS (3x1,5)	2,16	3	нормальные	да
Техническое помещение						
Силовые	5,12	ВВГнг-LS (3x2,5)	1,16	3	нормальные	да
Освещение	0,3	ВВГнг-LS (3x1,5)	1,87	3	нормальные	да
Женский с/у						
Силовые	2,25	ВВГнг-LS (3x2,5)	1,18	3	нормальные	да
Освещение	0,04	ВВГнг-LS (3x1,5)	1,92	3	нормальные	да
Женский с/у						
Освещение	0,06	ВВГнг-LS (3x1,5)	2,06	3	нормальные	да
Техническое помещение						
Силовые	5,12	ВВГнг-LS (3x2,5)	1,21	3	нормальные	да
Освещение	0,3	ВВГнг-LS (3x1,5)	2,18	3	нормальные	да
Мужской с/у						
Силовые	2,25	ВВГнг-LS (3x2,5)	1,19	3	нормальные	да
Освещение	0,04	ВВГнг-LS (3x1,5)	2,12	3	нормальные	да
Комната отдела МИ						
Силовые	10,24	ВВГнг-LS (3x2,5)	2,48	3	нормальные	да
Освещение	0,3	ВВГнг-LS (3x1,5)	3,17	3	нормальные	да

Продолжение таблицы 8

Мужской с/у						
Освещение	0,06	ВВГнг-LS (3x1,5)	3,23	3	нормальные	да
Комната отдела МИ						
Силовые	9,22	ВВГнг-LS (3x2,5)	3,02	3	нормальные	да
Освещение	0,16	ВВГнг-LS (3x1,5)	3,44	3	нормальные	да
Комната отдела МИ						
Освещение	0,16	ВВГнг-LS (3x1,5)	3,44	3	нормальные	да
Коридор 1 этажа						
Освещение	1,04	ВВГнг-LS (3x1,5)	3,48	3	нормальные	да
2 этаж						
Комната отдела РЭМИ						
Силовые	0,27	ВВГнг-LS (3x2,5)	3,15	3	нормальные	да
Компьютерные	2,18	ВВГнг-LS (3x2,5)	3,12	3	нормальные	да
Освещение	0,96	ВВГнг-LS (3x1,5)	4,16	3	нормальные	да
Комната отдела РЭМИ						
Силовые	0,27	ВВГнг-LS (3x2,5)	2,48	3	нормальные	да
Компьютерные	2,18	ВВГнг-LS (3x2,5)	2,34	3	нормальные	да
Освещение	0,96	ВВГнг-LS (3x1,5)	3,82	3	нормальные	да
Комната отдела РЭМИ						
Силовые	0,27	ВВГнг-LS (3x2,5)	2,27	3	нормальные	да
Потребители	$I_{расч. A}$	Марка кабеля	$\Delta U_n, \%$	Кол-во	Условие	Соответствие
Компьютерные	2,18	ВВГнг-LS (3x2,5)	2,21	3	нормальные	да
Освещение	0,96	ВВГнг-LS (3x1,5)	3,94	3	нормальные	да
Бухгалтерия						
Силовые	0,27	ВВГнг-LS (3x2,5)	2,18	3	нормальные	да
Компьютерные	2,18	ВВГнг-LS (3x2,5)	2,11	3	нормальные	да
Освещение	0,96	ВВГнг-LS (3x1,5)	3,71	3	нормальные	да
Отдел охраны труда						
Силовые	0,27	ВВГнг-LS (3x2,5)	1,45	3	нормальные	да
Компьютерные	2,18	ВВГнг-LS (3x2,5)	1,41	3	нормальные	да
Освещение	0,96	ВВГнг-LS (3x1,5)	2,19	3	нормальные	да
Кабинет главного метролога						
Силовые	0,27	ВВГнг-LS (3x2,5)	1,12	3	нормальные	да
Компьютерные	2,18	ВВГнг-LS (3x2,5)	1,16	3	нормальные	да
Освещение	0,96	ВВГнг-LS (3x1,5)	1,98	3	нормальные	да
Кабинет директора						
Силовые	0,27	ВВГнг-LS (3x2,5)	1,03	3	нормальные	да
Компьютерные	2,18	ВВГнг-LS (3x2,5)	0,98	3	нормальные	да
Освещение	0,96	ВВГнг-LS (3x1,5)	1,49	3	нормальные	да
Отдел кадров						
Силовые	0,27	ВВГнг-LS (3x2,5)	1,83	3	нормальные	да
Компьютерные	2,18	ВВГнг-LS (3x2,5)	1,94	3	нормальные	да
Освещение	1,12	ВВГнг-LS (3x1,5)	2,23	3	нормальные	да

Результаты выбора кабельных линий питающей сети 0,38/0,22 кВ объекта ФБУ «Удмуртский ЦСМ» говорят о том, что все выбранные кабели

полностью удовлетворяют всем условиям проверок по допустимому нагреву в нормальном и послеаварийном режимах работы, а также по допустимой потере напряжения в выбранной кабельной линии с учётом её длины и сечения.

Поэтому они могут быть приняты к установке в системе электроснабжения объекта в результате внедрения мероприятий по её реконструкции.

Такие современные кабели с современными медными секторообразными жилами, а также с изоляцией, не поддерживающей горения, рекомендуются современными требованиями техниче-ски-нормативной документацией [1,7,12].

При этом, согласно современной технологии изготовления кабелей, все токопроводящие жилы имеют одинаковое сечение, что значительно улучшает условия монтажа и препятствует возможным ошибкам на первичном этапе прокладки [7,12].

В работе принимается также инновационный способ монтажа кабельных линий объекта – скрытый монтаж в блоках с применением двустенных полиэтиленовых труб.

Такой способ монтажа кабельных линий является передовым и перспективным.

Применение двустенных полиэтиленовых труб как жёстких, так и гибких, позволяют надёжно зафиксировать кабель, минимизировать его возможные повреждения при протягивании через трубы, обеспечить полную электробезопасность и пожарную безопасность объекта, а также значительно улучшить вентиляцию в кабельных блоках.

Кроме того, такой способ монтажа очень удобен при обслуживании и ремонте кабельных линий, позволяя определять места повреждения и локализовать аварии.

Монтаж кабельных линий при скрытом монтаже в блоках с применением двустенных полиэтиленовых труб включает в себя следующие основные этапы:

- подготовка помещения;
- разметка трассы;
- монтаж кабелей в блоках с применением двустенных полиэтиленовых труб;
- укладка и фиксация блоков;
- засыпание песчаным грунтом;
- заливка бетоном;
- подключение и проверка схемы (наладка).

Все выбранные в работе силовые кабели напряжением 0,38/0,22 кВ питающей сети системы электроснабжения объекта ФБУ «Удмуртский ЦСМ» марки ВВГнг-LS показаны на графическом листе 2.

Узлы монтажа кабельных линий объекта реконструкции представлены на графическом листе 5.

2.5 Расчёт токов короткого замыкания

Короткое замыкание (КЗ) относится к аварийным режимам. Значительные по значению токи короткого замыкания представляют большую опасность для элементов электрической сети и оборудования, так как они вызывают чрезмерный нагрев токоведущих частей и создают большие механические усилия.

Для расчёта токов короткого замыкания (далее – КЗ) в рассматриваемой системе электроснабжения объекта ФБУ «Удмуртский ЦСМ», по принятой в работе схеме электроснабжения (графический лист 2) составляется расчётная схема сети и схема замещения для данного участка сети, а также для всей схемы в целом по методике [12].

Для наглядности, все схемы, применяемые для расчёта токов КЗ, приведены в работе последовательно.

Так как в предложенной в работе схеме электрических соединений системы электроснабжения объекта ФБУ «Удмуртский ЦСМ» каждый силовой трансформатор питающей ТП-10/0,4 кВ работает на свою секцию шин 10 кВ отдельно (применяется отдельный режим работы), с целью упрощения, для расчёта токов КЗ рассматривается один из участков сети «линия – трансформатор – шины 0,4 кВ – нагрузка 0,38/0,22 кВ», по которой составляется схема замещения.

Для остальных участков (вторая часть системы электроснабжения объекта) схемы типичных участков сети «линия – трансформатор – шины 0,4 кВ – нагрузка», результаты полученных токов КЗ в системе электроснабжения объекта ФБУ «Удмуртский ЦСМ», будут отличаться незначительно, находясь в допустимых пределах принятых погрешностей [12]. В работе проводится расчёт следующих видов токов КЗ:

- максимального трёхфазного;
- ударного тока.

Расчётная схема и схема замещения для расчётов токов короткого замыкания в системе электроснабжения ФБУ «Удмуртский ЦСМ» приведены на рисунке 6.

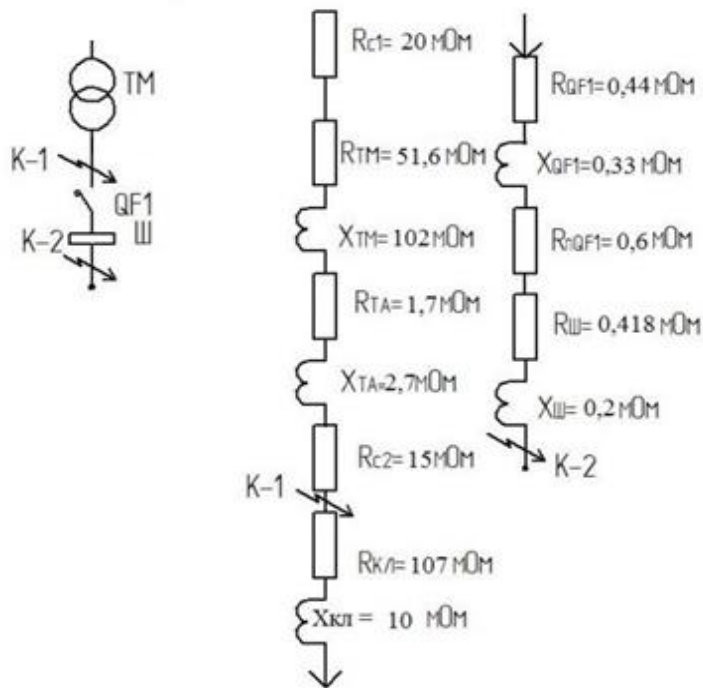


Рисунок 6 – Расчётная схема и схема замещения для расчётов токов короткого замыкания в системе электроснабжения ФБУ «Удмуртский ЦСМ»

Расчёт токов КЗ проводится на примере первой расчётной точки (К1).

На основании схемы замещения рассчитывается полное суммарное активное сопротивление до первой точки короткого замыкания, по формуле:

$$R_{\Sigma K1} = R_{C1} + R_{TM} + R_{TA} + R_{C2}, \text{ мОм.} \quad (24)$$

$$R_{\Sigma K1} = 20 + 51,6 + 1,7 + 15 = 88,3 \text{ мОм.}$$

На основании схемы замещения, рассчитывается полное суммарное индуктивное сопротивление до первой точки короткого замыкания

$$X_{\Sigma K1} = X_{TM} + X_{TA}, \text{ мОм.} \quad (25)$$

$$X_{\Sigma K1} = 102 + 2,7 = 104,7 \text{ мОм.}$$

Полное суммарное сопротивление до первой точки короткого замыкания рассчитывается по формуле

$$Z_{\Sigma K1} = \sqrt{X_{\Sigma K1}^2 + R_{\Sigma K1}^2}, \text{ o.e.} \quad (26)$$

$$Z_{\Sigma K1} = \sqrt{104,7^2 + 88,3^2} = 137 \text{ o.e.}$$

Трёхфазный ток короткого замыкания рассчитывается по формуле

$$I_{\kappa}^{(3)} = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot Z_{\Sigma K1}}, \text{ кА.} \quad (27)$$

$$I_{\kappa}^{(3)} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 137} = 1,6 \text{ кА.}$$

Ударное значение тока короткого замыкания:

$$i_{y.K.i} = \sqrt{2} \cdot K_y \cdot I_{\kappa}^{(3)}, \text{ кА,} \quad (28)$$

где K_y – «ударный коэффициент» [7].

$$i_{y.K.i} = \sqrt{2} \cdot 1,08 \cdot 1,6 = 2,44 \text{ кА.}$$

Ко второй точке КЗ расчёт проведён аналогично (таблица 9).

Таблица 9 – Результаты расчёта токов короткого замыкания

Точка	$R_{\Sigma K1}$, МОм	$X_{\Sigma K1}$, МОм	$Z_{\Sigma K1}$, МОм	$I_{\kappa}^{(3)}$, кА	T_a, c	K_y	i_y , кА
К1	88,1	104,7	136,96	1,6	0,004	1,08	2,44
К2	108,92	10,73	224,05	0,98	0,003	1	1,38

На основании расчетов проведем выбор электрооборудования.

2.6 Выбор и проверка электрических аппаратов

Выполнение соответствующих расчётов и проверок в данном разделе работы предусматривает выбор и проверку электрических аппаратов напряжением 0,38/0,22 кВ для защиты и коммутации питающей и распределительной сети объекта ФБУ «Удмуртский ЦСМ».

В качестве аппаратов защиты линий, питающие силовые потребители объекта ФБУ «Удмуртский ЦСМ», принимаются рубильники, автоматические выключатели и предохранители.

Как было показано ранее, на сегодняшний день в качестве аппаратов защиты в системе электроснабжения объекта ФБУ «Удмуртский ЦСМ» установлены устаревшие автоматы марки АП-50, не соответствующие требованиям надёжности вследствие частых поломок и отказов, поэтому вместо них в работе выбираются инновационные автоматы фирмы ВА (питающая сеть) и АВВ (распределительная сеть), которые служат для защиты и коммутации питающей электрической сети напряжением 0,38/0,22 кВ объекта реконструкции.

Автоматы выбираются по известным условиям, приведённым в работе далее. При выборе и проверке автоматических выключателей в работе используются методики [15] и справочные каталожные данные, приведённые в [18].

«Номинальные токи автомата и уставки теплового расцепителя» [15]:

$$I_{ном.а} \geq I_p. \quad (29)$$

$$I_{у.т.р} \geq 1,1 \cdot I_p. \quad (30)$$

«Ток уставки электромагнитного расцепителя» [14]:

$$I_{ном.э.р} \geq K_{то} \cdot I_p \geq I_k, \quad (31)$$

где $K_{то}$ – «кратность тока отсечки» [15].

В случае, если автомат выполнен с регулируемым электромагнитным расцепителем, зависящим от тока уставки теплового расцепителя, используется кратность тока уставки электромагнитного расцепителя (далее – ЭМ-расцепителя):

$$I_{у.э.р} \geq K \cdot I_{у.т.р}, \quad (32)$$

где K – кратность тока уставки ЭМ-расцепителя.

Результаты выбора автоматических выключателей для защиты сети внешнего электроснабжения ФБУ «Удмуртский ЦСМ» представлены в таблице 10. Также в данной таблице выбраны вводные автоматы и предохранители для защиты вводных щитков (силовая, компьютерная и осветительная нагрузка).

При этом выбор автоматов производится с учётом резервирования (во всех силовых щитках есть потребители I и II категорий надёжности, значит, питаться они будут двумя кабельными линиями). Для питания осветительной нагрузки принимается одна линия – один автомат (при условии резервирования аварийным освещением согласно требованиям [1,8,9]).

Таблица 10 – Результаты выбора автоматических выключателей и предохранителей для защиты сети внешнего электроснабжения ФБУ «Удмуртский ЦСМ»

Щкаф	S_p , кВА	I_p , А	Автомат				Предохранитель	
			Марка	$I_{ном.а}$, А	$I_{ном.р}$, А	N,шт.	Тип	$I_{ном.в}$, А
ГРЩ	111,69	169,22	ВА57-35	200	200	2	-	-
Силовая нагрузка главного корпуса								
ЩРС1	11,5	17,69	ВА57-35	25	25	2	НПН2-60	20
ЩРС2	18,2	28,0	ВА57-35	32	32	2	НПН2-60	30
ЩРС3	6,75	10,38	ВА57-35	16	16	2	НПН2-60	16
Компьютерная нагрузка главного корпуса								
ЩРК1	4,32	6,65	ВА57-35	10	10	2	НПН2-60	10
ЩРК2	5,22	8,03	ВА57-35	10	10	2	НПН2-60	10
ЩРК3	16,31	25,1	ВА57-35	32	32	2	НПН2-60	30
Осветительная нагрузка главного корпуса								
ЩРО1	4,59	7,06	ВА57-35	10	10	1	НПН2-60	10

Продолжение таблицы 10

Шкаф	S_p , кВА	I_p , А	Автомат				Предохранитель	
			Марка	$I_{ном.а}$, А	$I_{ном.р}$, А	N,шт.	Тип	$I_{ном.в}$, А
ЩРО2	6,49	9,88	ВА57-35	10	10	1	НПН2-60	10
ЩРО3	8,61	13,28	ВА57-35	16	16	1	НПН2-60	16
ЩАО1	0,46	0,71	ВА57-35	6	6	1	НПН2-60	6
ЩАО2	0,65	1,00	ВА57-35	6	6	1	НПН2-60	6
ЩАО3	0,86	1,33	ВА57-35	6	6	1	НПН2-60	6
Наружное освещение территории								
НЩРО	25,37	39,03	ВА57-35	40	40	1	НПН2-60	40
НЩАО	2,5	3,90	ВА57-35	6	6	1	НПН2-60	6

Все выбранные в работе автоматы питающей сети напряжением 0,38/0,22 кВ модернизируемой системы электроснабжения объекта ФБУ «Удмуртский ЦСМ» удовлетворяют условиям выбора и проверок.

Поэтому они могут быть применены для установки в соответствующем месте проектируемой системы электроснабжения объекта ФБУ «Удмуртский ЦСМ». Выбор автоматов для защиты и коммутации распределительной сети на примере объектов потребителей главного корпуса ФБУ «Удмуртский ЦСМ», представлен в работе в форме таблицы 11.

В данном случае выбраны современные автоматы фирмы АВВ, которые отличаются надёжностью и компактностью.

Таблица 11 – Выбор аппаратов защиты к линиям потребителей главного корпуса ФБУ «Удмуртский ЦСМ»

Потребители	$I_{расч.}$, А	Число полюсов	Число фаз	Автомат	$I_{ном.а}$, А	$I_{ут.р}$, А
1 этаж						
Комната сектора ФХИ						
Силовые	0,37	2	1	АВВ	6	6
Компьютерные	3,28	2	1	АВВ	6	6
Освещение	1,98	2	1	АВВ	6	6
Вестибюль						
Силовые	0,24	2	1	АВВ	6	6
Освещение	1,6	2	1	АВВ	6	6

Продолжение таблицы 11

Комната сектора ГТИ						
Силовые	0,41	2	1	ABB	6	6
Компьютерные	1,64	2	1	ABB	6	6
Освещение	0,8	2	1	ABB	6	6
Комната сектора ГТИ						
Силовые	0,52	2	1	ABB	6	6
Потребители	Ирасч., А	Число полюсов	Число фаз	Автомат	Ином.а,А	Иу.т.р,
Компьютерные	0,55	2	1	ABB	6	6
Освещение	1,2	2	1	ABB	6	6
Комната сектора ГТИ						
Бытовые потребители	5,56	2	1	ABB	10	10
Компьютерные	0,55	2	1	ABB	6	6
Освещение	0,6	2	1	ABB	6	6
Комната сектора ГТИ						
Силовые	0,24	2	1	ABB	6	6
Освещение	0,48	2	1	ABB	6	6
Щитовая						
Освещение	0,2	2	1	ABB	6	6
Техническое помещение						
Силовые	1,97	2	1	ABB	6	6
Освещение	0,2	2	1	ABB	6	6
Архив						
Освещение	0,24	2	1	ABB	6	6
Отдел приема-выдачи приборов						
Силовые	2,15	2	1	ABB	6	6
Компьютерные	2,73	2	1	ABB	6	6
Освещение	1,28	2	1	ABB	6	6
Производственная мастерская №3						
Силовые	2,84	2	1	ABB	6	6
Компьютерные	3,28	2	1	ABB	6	6
Освещение	1,76	2	1	ABB	6	6
Комната сектора ФХИ						
Силовые	0,26	2	1	ABB	6	6
Компьютерные	1,64	2	1	ABB	6	6
Освещение	1,11	2	1	ABB	6	6
Комната отдела ИГВ						
Силовые	0,26	2	1	ABB	6	6
Компьютерные	1,64	2	1	ABB	6	6
Освещение	1,11	2	1	ABB	6	6
Комната отдела ИГВ						
Силовые	0,61	2	1	ABB	6	6
Освещение	1,6	2	1	ABB	6	6
Техническое помещения						
Освещение	0,42	2	1	ABB	6	6

Продолжение таблицы 11

Потребители	$I_{расч.}, A$	Число полюсов	Число фаз	Автомат	$I_{ном.а}, A$	$I_{у.т.р.}, A$
Силовые	5,12	2	1	ABB	10	10
Освещение	0,3	2	1	ABB	6	6
Мужской с/у						
Силовые	2,25	2	1	ABB	6	6
Освещение	0,04	2	1	ABB	6	6
Комната отдела МИ						
Силовые	10,24	2	1	ABB	16	16
Освещение	0,3	2	1	ABB	6	6
Мужской с/у						
Освещение	0,06			ABB	6	6
Комната отдела МИ						
Силовые	9,22	2	1	ABB	6	6
Освещение	0,16	2	1	ABB	6	6
Комната отдела МИ						
Освещение	0,16	2	1	ABB	6	6
Коридор 1 этажа						
Освещение	1,04	2	1	ABB	6	6
2 этаж						
Комната отдела РЭМИ						
Силовые	0,27	2	1	ABB	6	6
Компьютерные	2,18	2	1	ABB	6	6
Освещение	0,96	2	1	ABB	6	6
Комната отдела РЭМИ						
Силовые	0,27	2	1	ABB	6	6
Компьютерные	2,18	2	1	ABB	6	6
Освещение	0,96	2	1	ABB	6	6
Комната отдела РЭМИ						
Силовые	0,27	2	1	ABB	6	6
Компьютерные	2,18	2	1	ABB	6	6
Освещение	0,96	2	1	ABB	6	6
Бухгалтерия						
Силовые	0,27	2	1	ABB	6	6
Компьютерные	2,18	2	1	ABB	6	6
Освещение	0,96	2	1	ABB	6	6
Отдел охраны труда						
Силовые	0,27	2	1	ABB	6	6
Компьютерные	2,18	2	1	ABB	6	6
Освещение	0,96	2	1	ABB	6	6
Кабинет главного метролога						
Силовые	0,27	2	1	ABB	6	6
Компьютерные	2,18	2	1	ABB	6	6
Освещение	0,96	2	1	ABB	6	6
Кабинет директора						
Силовые	0,27	2	1	ABB	6	6
Компьютерные	2,18	2	1	ABB	6	6

Продолжение таблицы 11

Потребители	Ирасч., А	Число полюсов	Число фаз	Автомат	Ином.а,А	Иу.т.р,А
Освещение	0,96	2	1	ABB	6	6
Отдел кадров						
Силовые	0,27	2	1	ABB	6	6
Компьютерные	2,18	2	1	ABB	6	6
Освещение	1,12	2	1	ABB	6	6
Планово-экономический отдел, сектор информации						
Силовые	0,27	2	1	ABB	6	6
Компьютерные	2,73	2	1	ABB	6	6
Освещение	2,0	2	1	ABB	6	6
Женский с/у						
Силовые	2,25	2	1	ABB	6	6
Освещение	0,4	2	1	ABB	6	6
Мужской с/у						
Силовые	2,25	2	1	ABB	6	6
Освещение	0,4	2	1	ABB	6	6
Коридор 2 этажа						
Освещение	1,32	2	1	ABB	6	6
Актовый зал						
Освещение	1,32	2	1	ABB	6	6
Прочие потребители						
Вентиляция и кондиционирование	12,29	2	1	ABB	16	16

Выбранные аппараты показаны в графической части работы на схеме электроснабжения силовых и осветительных потребителей объекта ФБУ «Удмуртский ЦСМ» (графическая часть работы).

2.7 Выбор системы учёта и контроля электроэнергии

Осуществляется выбор современного типа системы учёта и контроля электроэнергии для применения в модернизируемой системе электроснабжения объекта ФБУ «Удмуртский ЦСМ».

Известно, что в современном мире выбор системы учёта и контроля электроэнергии является очень важной составляющей любого проектирования электроустановок, так как обеспечивает непосредственный контроль и учёт электроэнергии, лимиты её потребления, контроль

параметров потребляемой продукции (электроэнергии), а также ограничение или полное искоренение краж электроэнергии.

Поэтому к выбору системы учёта и контроля электроэнергии необходимо применять комплексный подход [16].

На питающем ГРЩ системы электроснабжения объекта ФБУ «Удмуртский ЦСМ» учёт и контроль параметров электроэнергии необходимо осуществлять с помощью программно-технических комплексов, которые в последние годы полностью вытеснили устаревшие индукционные и электромагнитные системы, обладая значительными преимуществами перед ними, состоящие и выражающиеся в простоте, надёжности, компактности, работоспособности и т.д.

Именно поэтому принимается к внедрению в проектируемой системе электроснабжения объекта ФБУ «Удмуртский ЦСМ» «автоматизированная система контроля и управления электроэнергией (далее – АСКУЭ)» [20], выполненная на базе современного электронного счётчика электроэнергии марки Меркурий-234 ARTM-03 P.V.G 3x230/400В 5(10) А класса точности 0,5s/1,0, который используется в работе и выбран для установки на ГРЩ, что является современным инновационным решением согласно [20].

Питание АСКУЭ осуществляют трансформаторы тока, через которые в сеть и на выводы АСКУЭ поступает нормированный допустимый рабочий ток системы.

Связь между электронным счётчиком и управляющей компанией (связь «компания – потребитель») осуществляется по мобильному каналу связи либо через интернет-канал. Во многих случаях используются оба эти источника связи, что позволяет создать условия резервирования.

Кроме того, при мобильной (сотовой) передаче данных, во избежание сбоев, крайне рекомендуется использовать сеть нескольких мобильных операторов.

Сигнал со счётчиков потребителя через каналы связи передаются в центр сбора и обработки данных энергоснабжающей компании, где сигнал

принимается, обрабатывается и заносится в соответствующую электронную ячейку на сервере.

Далее идёт сравнение полученных данных с предыдущими показаниями, а также их непосредственный контроль и обработка.

Эту процедуру в системе АСКУЭ выполняет информационно – вычислительный комплекс.

В конечном итоге, после приёма, обработки и систематизации информации со счётчиков АСКУЭ, она добавляется в специальную ячейку или записывается в виде файла для долгосрочного хранения и дальнейшего использования.

Выбранная система АСКУЭ для применения в системе электроснабжения объекта ФБУ «Удмуртский ЦСМ» характеризуется надёжностью, экономичностью, точностью, экологичностью и безопасностью, а также удобством эксплуатации [20].

Выбранная и описанная схема учёта и контроля электроэнергии для непосредственного её применения в системе электроснабжения объекта ФБУ «Удмуртский ЦСМ» в работе представлена на графическом листе 6.

Выводы по разделу 2.

В результате выполнения раздела, исходя из результатов анализа исходных технических данных, источников питания, потребителей и технологического процесса, в работе обоснованы и внедрены следующие основные практические мероприятия по реконструкции системы электроснабжения объекта ФБУ «Удмуртский ЦСМ», в результате чего приняты и проверены следующие технические решения:

– исходя из исходных технических данных, в работе предложены и обоснованы мероприятия по реконструкции системы электроснабжения объекта ФБУ «Удмуртский ЦСМ», которые предусматривают замену проводников электрических сетей и аппаратов силовой и осветительной питающей сети объекта исследования, а также реконструкцию схемы

электрических соединений объекта исследования путём дополнительного ввода второго кабеля от питающей ТП-10/0,4 кВ;

- проведён непосредственный расчёт электрических нагрузок, включающий расчёт силовой и осветительной нагрузки систем внешнего и внутреннего электроснабжения, а также расчёт наружного освещения;

- осуществлён расчёт токов короткого замыкания;

- проведён выбор новых современных проводников (питающая линия – кабель АВВГ 5х35, распределительная сеть – негорючие пятижильные кабели марки ВВГнг-LS разных сечений), а также новых современных аппаратов защиты системы внешнего и внутреннего электроснабжения ФБУ «Удмуртский ЦСМ» и территории (трёхфазные автоматы марки ВА и однофазные автоматы АВВ, предохранители НПН);

- выбрана и описана современная система учёта и контроля электроэнергии для непосредственного её применения в системе электроснабжения объекта ФБУ «Удмуртский ЦСМ».

Выбор и проверка всего оборудования и сетей реконструированной системы электроснабжения объекта ФБУ «Удмуртский ЦСМ» в работе проведены на основании результатов расчёта электрических нагрузок и токов короткого замыкания с учётом современных марок проводников и аппаратов при принятии современных решений.

3 Разработка мероприятий по технике безопасности и охране труда

3.1 Мероприятия по охране труда

Далее в работе необходимо провести анализ мероприятий по охране труда при выполнении работ на объекте проектирования, на основе которых разработать и охарактеризовать мероприятия по безопасному проведению работ в электроустановках системы электроснабжения объекта ФБУ «Удмуртский ЦСМ».

Кроме того, необходимо кратко провести описание мероприятий по пожарной безопасности на объекте исследования.

Известно, что перед началом любых работ в электроустановках персонал обязан пройти инструктаж на рабочем месте, в котором указываются как его обязанности, так и обязанности других членов бригады, а также характер и расположение опасностей.

Далее старший (руководитель работ) даёт команду на подготовку рабочего места. Рабочее место подготавливают, как правило, опытные работники с соответствующими группами по электробезопасности (в электроустановках до 1 кВ – не ниже третьей, а в электроустановках выше 1 кВ – не ниже четвёртой группы).

После этого проводятся оперативные переключения и отключения, которые согласовываются с диспетчером сетей.

Затем указателями напряжения соответствующих классов проверяют отсутствие напряжения на токоведущих частях оборудования, где будут проводиться работы.

После этого накладывается переносное заземление на токоведущие части либо включаются заземляющие ножи оборудования (если таковые предусмотрены конструкцией).

Затем ограждается рабочее место и вывешиваются плакаты по технике безопасности.

Только после всех перечисленных мероприятий бригада может приступить к выполнению работ.

В процессе выполнения работ при необходимости можно организовать перерыв, для чего бригада полностью выводится с места работ, а двери электроустановок закрываются на ключ.

Допуск посторонних лиц на объект работ при этом категорически запрещён.

Пожарная безопасность объекта исследования в работе обеспечивается применением и использованием следующих мероприятий:

- применением негорючих материалов в электроустановках и нестораемых конструкций оборудования, зданий и сооружений;

- наличием средств пожаротушения на объекте (пожарный щит, огнетушители, гидранты и т.п.);

- профилактическими проверками и инспекциями, выявляющих общее состояние пожарной безопасности оборудования;

- работой пожарной дружины на объекте, а также постоянным источником связи с пожарной инспекцией.

С точки зрения пожаробезопасности, наибольшую опасность представляет на объекте силовой трансформатор и прочее маслonaполненное оборудование, в котором существует высокая вероятность пожара и взрыва.

Поэтому данные объекты необходимо контролировать самым тщательным образом как во время обходов (плановых и неплановых), так и во время проверок.

Как показывают статистические исследования [19], также для обеспечения пожарной безопасности очень важное значение играет поддержание территории объекта в чистоте.

Указанные мероприятия позволят не допустить самовозгорание на объекте в сухую жаркую погоду, а также не допустить распространение пожара на объекте и быстро его локализовать.

Внедрение указанных мероприятий обязательно к выполнению.

3.2 Мероприятия по охране окружающей среды

При выполнении работ в системе электроснабжения объекта ФБУ «Удмуртский ЦСМ», необходимо строго соблюдать мероприятия по нормам экологической безопасности.

На объекте наибольшую опасность с экологической точки зрения представляют следующие возможные факторы:

- утечка масла из питающих трансформаторов питающей ТП-10/0,4 кВ в грунт, а также утечка масла из маслонаполненного оборудования;
- влияние шумов на живые организмы;
- влияние высоких напряжений на биосферу.

Экологический риск от перечисленных факторов должен быть сведён к минимуму путём внедрения соответствующих мероприятий:

- проведения организационных мероприятий, направленных на обеспечение экологической безопасности;
- техническое обеспечение экологической безопасности;
- профилактические меры по обеспечению экологической безопасности;
- законодательное обеспечение экологической безопасности.

Все указанные мероприятия обязательны к применению при реконструкции системы электроснабжения объекта ФБУ «Удмуртский ЦСМ».

Выводы по разделу 3.

В результате выполнения данного раздела работы, осуществлена разработка мероприятий по технике безопасности, а также пожарной и экологической безопасности при выполнении работ на электрооборудовании и в электрических сетях системы электроснабжения объекта ФБУ «Удмуртский ЦСМ».

Путём проведения анализа, в работе установлены опасные и вредные факторы, оказывающие влияние на безопасность проведения работ, пожарную и экологическую безопасность.

Особое внимание уделено обязанностям обслуживающего персонала системы электроснабжения объекта, обеспечивающего электробезопасность.

На основании проведённого краткого анализа, разработан комплекс мероприятий, позволяющих качественно повысить критерии безопасности жизнедеятельности, а также пожарной и экологической безопасности при выполнении работ в электроустановках и сетях системы электроснабжения объекта ФБУ «Удмуртский ЦСМ».

Указанные мероприятия по технике безопасности, а также пожарной и экологической безопасности при выполнении работ на электрооборудовании и в электрических сетях, должны быть приняты и внедрены в разработанную систему системы электроснабжения объекта ФБУ «Удмуртский ЦСМ».

Заключение

В результате выполнения работы разработан проект реконструкции системы электроснабжения объекта ФБУ «Удмуртский ЦСМ» при соблюдении заданных требований к надежности схемы электроснабжения и качеству электроэнергии, передаваемой потребителям.

Для реализации основной цели работы, в работе осуществлено последовательное решение следующих основных поставленных задач:

- приведён исходный анализ системы электроснабжения объекта ФБУ «Удмуртский ЦСМ», с детальным рассмотрением основных технических, экономических и организационных характеристик;

- рассмотрены и систематизированы исходные сечения и марки кабелей питающей сети объекта ФБУ «Удмуртский ЦСМ», а также вводные распределительные устройства и распределительные щиты силовой и осветительной сети объекта реконструкции;

- на основании приведённых исходных данных, а также нормативных сведений и источников, обоснована необходимость и целесообразность разработки качественного проекта реконструкции системы электроснабжения объекта ФБУ «Удмуртский ЦСМ», которые предусматривают замену электрических сетей и аппаратов силовой, осветительной, питающей и распределительной сетей, а также реконструкцию схемы электрических соединений путём ввода второй питающей кабельной линии от ТП-10/0,4 кВ согласно категории надёжности объекта;

- проведён непосредственный расчёт электрических нагрузок, включающий расчёт силовой, компьютерной и осветительной нагрузок систем внешнего и внутреннего электроснабжения, а также расчёт наружного освещения;

- осуществлён расчёт токов короткого замыкания;

- проведён выбор новых современных проводников, аппаратов защиты

системы внешнего и внутреннего электроснабжения ФБУ «Удмуртский ЦСМ»;

– выбрана и описана современная система учёта и контроля электроэнергии.

– путём проведения анализа в работе установлены опасные и вредные факторы, оказывающие влияние на безопасность проведения работ, пожарную и экологическую безопасность, разработан комплекс мероприятий, позволяющих качественно повысить критерии безопасности при выполнении работ в электроустановках и сетях системы электроснабжения объекта ФБУ «Удмуртский ЦСМ».

Также в результате проведения реконструкции объекта в целях безопасности внедрена система TN-S.

Разработанная реконструированная система электроснабжения объекта ФБУ «Удмуртский ЦСМ» отличается надёжностью, электробезопасностью, минимумом затрат на обслуживание и ремонт, что позволяет повысить показатели энергоэффективности объекта, его потребителей и всей системы электроснабжения в целом.

Список используемых источников

1. Анчарова Т.В. Электроснабжение и электрооборудование зданий и сооружений. – М.: Форум, НИЦ ИНФРА. 2016. 416 с.
2. Баранов Л.А. Светотехника и электротехнология / Л. А. Баранов, В. А. Захаров -М.: Колос, 2018. 343с.
3. Виноградова А. В. Электроснабжение промышленных предприятий; учебник для студентов высших учебных заведений. – М.: Интернет Инжиниринг, 2017. 672 с.
4. Газалов, В.С. Светотехника и электротехнология. Учебное пособие. /В.С. Газалов. – Зерноград: ФГОУ ВПО АЧГАА, 2019. 268 с.
5. ГОСТ 32144-2013. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. – М.: Стандартиформ, 2014. 28 с.
6. Кудрин Б. И. Электроснабжение. – М.: Academia, 2018. 352 с.
7. Курдюмов В.И., Зотов Б.И. Реконструкция и расчет средств обеспечения безопасности. – М.: Колос, 2016. 184 с.
8. Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности при эксплуатации электроустановок (ПОТ РМ-016-2001). – М.: ОАО «Научно-технический центр по безопасности в промышленности», 2016. 208 с.
9. Неклепаев Б.Н., Крючков И.П. Электрическая часть электростанций и подстанций: справочные материалы для курсового и дипломного проектирования. - М.: Энергоатомиздат, 2019. 382 с.
10. Ополева Г.Н. Схемы и подстанции электроснабжения: Справочник. Учеб. пособ. – ФОРУМ: ИНФРА-М, 2019. 282 с.
11. Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. 4-е изд., перераб. и доп. – М: Энергоатомиздат, 2017. 174 с.
12. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. Госэнергонадзор Минэнерго России. – М.: ЗАО

«Энергосервис», 2017. 256 с.

13. Правила устройства электроустановок (ПУЭ) / под общ. ред. В.В. Дрозд. - 7-е изд-е. - М.: Альвис, 2018. 252 с.

14. Сибикин Ю.Д. Монтаж, эксплуатация и ремонт электрооборудования промышленных предприятий и установок. – Вологда: Инфра-Инженерия, 2015. 464 с.

15. Сибикин Ю.Д. Электроснабжение. – Вологда: Инфра-Инженерия, 2017. 328 с.

16. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Утв. приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 7 ноября 2016 г. № 777. Введен в действие с 8.05.2017 г.

17. Справочник по проектированию электрических сетей / под ред. Д.Л. Файбисовича. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: ЭНАС, 2012.

18. Хорольский, В. Я. Эксплуатация систем электроснабжения / В.Я. Хорольский, М.А. Таранов. - М.: Дрофа, 2015. - 288 с.

19. Шеховцов В. П. Расчет и реконструкция схем электроснабжения. – М.: Форум, 2018. 142 с.

20. Шеховцов В. П. Справочное пособие по электрооборудованию и электроснабжению. – М.: Форум, Инфра. 2015. 136 с.