

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 Проектирование системы электроснабжения группы зданий медуниверситета

Обучающийся

В.В. Ногина

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

д.т.н., доцент, А.А. Кувшинов

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

Тольятти 2023

Аннотация

Бакалаврская работа направлена на разработку системы электроснабжения группы зданий медуниверситета.

При выполнении работы были определены параметры системы внутреннего электроснабжения и электроосвещения общежития блочного типа, второго этажа учебного корпуса и центрального студенческого клуба.

Для всех указанных зданий было проведено обоснование принятой схемы электроснабжения. Выполнены расчёты ожидаемых электрических нагрузок по каждому зданию в нормальном режиме работы и в режиме «пожар». Определены требования к надёжности электроснабжения зданий и качеству электроэнергии. Рассмотрены вопросы электроснабжения потребителей в различных режимах работы. Приведён перечень энергосберегающих мероприятий и определены точки учёта потребления электрической энергии.

Рассмотрены вопросы заземления и молниезащиты зданий. Выполнен выбор типов используемых проводников и способов их прокладки. Определены характеристики систем рабочего и аварийного освещения. Произведён расчёт необходимого числа осветительных установок. Рассчитаны электрические нагрузки на шинах питающей трансформаторной подстанции. Питающие линии выбраны по длительным допустимым токам с учётом способа прокладки и экономической плотности тока. Коммутационные аппараты проверены на отключение однофазного тока КЗ. Выполнен расчет потерь напряжения в каждом из питающих кабелей.

ВКР состоит из пояснительной записки объемом 70 страниц печатного текста и графической части, выполненной на шести листах формата А1.

Содержание

Введение.....	5
1 Система внутреннего электроснабжения и электроосвещения общежития блочного типа	8
1.1 Обоснование принятой схемы электроснабжения общежития.....	8
1.2 Сведения о количестве электроприемников общежития, их установленной и расчетной мощности	12
1.3 Требования к надежности электроснабжения общежития и качеству электроэнергии	14
1.4 Электроснабжение потребителей общежития в различных режимах работы.....	19
1.5 Энергосберегающие мероприятия и организация учета потребления электрической энергии	22
1.6 Заземление и молниезащита здания общежития	23
1.7 Выбор типов используемых проводников и способов их прокладки....	27
1.8 Определение параметров системы рабочего и аварийного освещения	28
2 Система внутреннего электроснабжения и электроосвещения учебного корпуса	35
2.1 Обоснование принятой схемы электроснабжения учебного корпуса ...	35
2.2 Сведения о количестве электроприемников учебного корпуса, их установленной и расчетной мощности	36
2.3 Электроснабжение потребителей учебного корпуса в различных режимах работы.....	39
2.4 Выбор типов используемых проводников и способов их прокладки....	41
3 Система внутреннего электроснабжения и электроосвещения центрального студенческого клуба	44
3.1 Обоснование принятой схемы электроснабжения центрального студенческого клуба	44

3.2 Сведения о количестве электроприемников центрального студенческого клуба, их установленной и расчетной мощности	45
3.3 Электроснабжение потребителей центрального студенческого клуба в различных режимах работы	49
3.4 Выбор типов используемых проводников и способов их прокладки....	50
4 Наружные сети электроосвещения и внутриплощадочные сети электроснабжения	52
4.1 Характеристика источников электроснабжения и принятой схемы электроснабжения	52
4.2 Сведения о количестве электроприемников по всей группе зданий, их установленной и расчетной мощности	53
4.3 Выбор и проверка проводников наружных сетей электроснабжения...	56
Заключение	65
Список используемой литературы	68

Введение

В работе рассматривается комплекс зданий медуниверситета. Реконструируемое здание общежития на 705 койко-мест предназначено для временного проживания обучающихся на время обучения.

Общежитие предназначено для временного проживания и размещения на период обучения иногородних обучающихся, аспирантов, докторантов и других категорий студентов, обучающихся по очной форме обучения. Контингент проживающих: обучающиеся студенты старше 18 лет. Проживание семейных пар в общежитии не предусматривается.

Основные ориентировочные показатели проектируемого здания:

- площадь первого этажа - 1030 кв.м.;
- площадь типового этажа (2-14 этажи) - 754 кв.м.;
- площадь здания - 10835 кв.м.;
- количество этажей – 14;
- число жилых комнат - 354, в том числе, одноместных для маломобильных групп населения (МГН) - 3 (на 1-м этаже);
- число проживающих - 705 человек;
- число персонала - 16 человек;
- режим работы 365 дней в год.

Распределение помещений по этажам предусмотрено проектом следующим образом:

- подвальный этаж - технические помещения, предназначенные для обслуживания инженерных сетей, электрощитовая, водомерный узел, вентиляционная и т.д.;
- первый этаж - служебно-бытовые помещения (прачечная, комнаты для хранения чистого и грязного белья, камера хранения личных вещей; санузлы, помещение уборочного инвентаря); тренажёрный зал, административно-бытовые помещения (помещение дежурного (пропускной пункт); помещение охраны, диспетчерская), ремонтная

мастерская, кладовые, помещение для сушки одежды и обуви, жилой блок (одноместные жилые комнаты для МГН с кухней); технические помещения;

- типовой этаж (2-14 этажи) - жилая зона на 9 жилых ячеек (три комнаты на двух человек с санузлом, душевой, передняя с кухней-нишей) и общие помещения этажа (помещение для самостоятельной учебной работы, помещение уборочного инвентаря, прачечная с зоной сушки одежды).

При выполнении строительных работ будет производиться реконструкция части первого учебного корпуса, а именно актового зала с разделением актового зала на 2 учебные аудитории с количеством посадочных мест в каждой аудитории - 99 и вестибюля, реконструкция которого предполагает часть вестибюля использовать под аудиторию на 14 посадочных мест, которые располагаются на втором этаже левого крыла Первого учебного корпуса. На втором этаже корпуса в рассматриваемой области расположены три лекционные аудитории на 99, 99 и 14 мест, рекреация (вестибюль). Целевое назначение помещений в ходе проведения реконструкции не изменяется. Новые аудитории будут посещать те же студенты (а также преподаватели), которые уже проходят обучение (работают) в медицинском университете, без увеличения численности студентов (преподавателей).

Основные показатели:

- площадь реконструкции второго этажа – 515,73 кв.м.;
- максимальное число посетителей – 216 человек;
- численность персонала – 5 человек;
- режим работы 365 дней в году.

Третьим зданием, рассматриваемым в работе, является здание центрального студенческого клуба, в котором предполагается создание для обучающихся условий для занятия общественной деятельностью, культурно-массовой работой, спортом.

Основные ориентировочные показатели здания клуба:

- полезная площадь здания - 1542,36 кв.м.;
- количество этажей – 3;
- расчетное число посетителей и персонала, мероприятия в актовом зале проводятся в дни и часы, не пересекающиеся с учебными занятиями.

Распределение помещений по этажам ЦСК предусмотрено следующим образом:

- первый этаж - три лекционные аудитории и конференц-зал на первом этаже рассчитаны на 95 учебных мест, служебно-бытовые помещения (гардеробы, санузлы), административно-бытовые и технические помещения;
- второй этаж - актовый зал на 189 мест со сценой и вспомогательными помещениями, репетиционный зал, кабинеты и помещения администрации и студенческих организаций (волонтерский центр, профком, совет обучающихся и др.), служебно-бытовые помещения;
- третий этаж - физкультурный зал с раздевалками, санузлами и душевыми, служебно-бытовые помещения.

Целью бакалаврской работы является разработка безопасной системы внутреннего и внешнего электроснабжения группы зданий медуниверситета, обладающей заданной надежностью и экономичностью.

1 Система внутреннего электроснабжения и электроосвещения общежития блочного типа

Питание рассматриваемых в работе объектов медуниверситета предусматривается от проектируемой ТП 6/0,4кВ 2×630кВА, расположенной в границах земельного участка студгородка.

1.1 Обоснование принятой схемы электроснабжения общежития

Категория надежности присоединяемых энергопринимающих устройств выбрана по СП 256.1325800.2016 и гл. 7.2 ПУЭ – II-я.

Напряжение сети ~380/220 В, система TN-C-S.

«Для приема и распределения электроэнергии общежития блочного типа предусмотрен главный распределительный щит (ГРЩ). ГРЩ запитан от проектируемой ТП по двум взаиморезервируемым линиям.

Для обеспечения электроустановки электроснабжением по II-ой категории надежности на вводе ГРЩ предусматривается установка реверсивных рубильников, подключаемых по схеме «крест». В случае пропадания питания по одному из вводов, электротехнический персонал производит ручное переключение на рабочий ввод. Обеспечение потребителей электроэнергией по I-ой категории надежности электроснабжения, осуществляется посредством установки в ГРЩ устройств АВР, осуществляющих в автоматическом режиме переключение между кабельными вводами» [1].

Вводы в здание и сооружения выполнены в ПНД трубах согласно чертежу альбома типовых решений А11-2011 лист 45. «После ввода труб в здание или кабельное сооружение необходимо восстановить гидроизоляцию стен. Кабели в трубах необходимо уплотнить с обоих концов труб на длину в 300мм» [3].

«В помещениях с нормальными условиями окружающей среды используется электрооборудование со степенью защиты IP20.

В помещении с влажными условиями окружающей среды и в пожароопасных помещениях используется электрооборудование со степенью защиты не ниже IP44.

Защита питающих линий от токов перегрузки и токов короткого замыкания выполнена автоматическими выключателями с электронными расцепителями с регулируемой токовой характеристикой к сверхтокам. Защита групповых линий от токов перегрузки и токов короткого замыкания выполнена автоматическими выключателями с комбинированными расцепителями, с характеристикой «С» [2].

«Автоматические выключатели выбираются и проверяются на соблюдение ряда условий.

По условиям нормального режима работы:

- по номинальному напряжению» [4]

$$U_n \geq U_{nc}; \quad (1)$$

- «по номинальному току» [4]

$$I_{np} \geq I_{pa}; \quad (2)$$

«Выбор выключателя по наибольшей отключающей способности» [4]:

$$I_{отк} \geq I_{КЗ}^{(3)}, \quad (3)$$

где « $I_{КЗ}^{(3)}$ – периодическая составляющая трехфазного тока КЗ» [4].

«Выбор исполнения расцепителей максимального тока. Если в соответствии с ПУЭ требуется защита от перегрузки и эта защита не

обеспечивается другими устройствами, то автоматические выключатели должны иметь расцепители максимального тока с обратной зависимой от тока характеристикой.

Любой аппарат защиты необходимо отстроить от токов перегрузки, свойственных нормальной эксплуатации.

Определяют ток уставки расцепителя с независимой от тока характеристикой» [4]:

$$k_{pn} \cdot I_y > k_n \cdot I_{пуск},, \quad (4)$$

где « I_y – паспортное значение токов уставки;

$I_{пуск}$ – пусковой ток двигателя;

k_{pn} – коэффициент разброса защитной характеристики, определяемый для нижней границы;

k_n - принимается равным 1,1 - 1,5» [4].

«При тяжелых и продолжительных пусках необходимо для нескольких точек проверить условие» [4]:

$$t_i > t_{ni},, \quad (5)$$

где « t_i – время срабатывания расцепителя с обратной зависимой от тока характеристикой;

t_{ni} – время, определяемое по пусковой характеристике двигателя» [4].

«Проверка по допустимому времени отключения записывается в виде» [4]

$$t_{cp} > t_{дон},, \quad (6)$$

где « t_{cp} – время срабатывания расцепителя;

$t_{дон}$ – допустимое время отключения в соответствии с ПУЭ» [4].

«Проверка на термическую и электродинамическую стойкость.

Проверка соответствий допустимого тока проводников и параметров защитных аппаратов, характеристика срабатывания РМТ должна отвечать двум условиям» [4]:

$$I_{pa} \leq I_{нр} \leq I_{дон}, \quad (7)$$

$$I_2 \leq 1,45I_{дон}, \quad (8)$$

где « I_{pa} – расчетный ток цепи послеаварийного режима работы;

$I_{нр}$ – номинальный ток расцепителя;

$I_{дон}$ – допустимый ток кабеля;

I_2 – ток, обеспечивающий надежное срабатывания устройств защиты» [4].

«При выполнении защиты от перегрузок и КЗ следует также выполнять требования 3.1.11 ПУЭ в части согласованности проводников и защитных устройств.

Проверка на селективность. В соответствии с ПУЭ защита в низковольтных сетях должна быть селективной» [4].

Выбранные типы и номиналы автоматических выключателей приведены в графической части работы.

Пожарная безопасность электроустановки обеспечивается:

- автоматическим отключением нагрузок общеобменной вентиляции при пожаре;
- «применением электрооборудования, электроустановочных изделий, соответствующих условиям окружающей среды и номинальному напряжению;

- выбором марок и сечений проводов и кабелей, способов их прокладки, удовлетворяющих требованиям ПУЭ, СП 256.1325800.2016, нормативов по пожарной безопасности;
- выбором уставок защитных аппаратов, обеспечивающих их срабатывание в зонах токов КЗ и перегрузок» [5];
- выполнением защитного заземления и уравнивания потенциалов.

Категории помещений по взрыво- и пожаробезопасности приведены на листах графической части работы.

При прокладке магистральных кабельных трасс, используются металлические перфорированные лотки с крышкой. Объем горючей массы не превышает 7 л/м кабельной трассы. Оборудование, выбранное в данной работе, не является источником повышенного шума и вибрации. В связи с этим специальных мероприятий по защите от шума и вибрации не требуется.

Вредные производственные факторы отсутствуют. Специальных мероприятий по охране труда и защите окружающей среды не требуется.

1.2 Сведения о количестве электроприемников общежития, их установленной и расчетной мощности

Расчет нагрузок по питающим линиям и в целом по зданию выполнен в соответствии с СП 256.1325800.2016 и приведен в расчетах далее.

«Расчетную электрическую нагрузку линий, питающих розетки $P_{p.p}$, следует определять по формуле» [1]:

$$P_{p.p} = K_{c.p} \cdot P_{y.p} \cdot n, \quad (9)$$

где $K_{c.p}$ - расчетный коэффициент спроса;

$P_{y.p}$ - установленная мощность розетки, принимаемая 0,06 кВт (в том числе для подключения оргтехники);

n - число розеток» [1].

«При смешанном питании общего освещения и розеточной сети расчетную нагрузку $P_{p.o}$, следует определять по формуле» [1]:

$$P_{p.o} = P'_{p.o} + P_{p.p}, \quad (10)$$

где « $P'_{p.o}$ - расчетная нагрузка линий общего освещения;

$P_{p.p}$ - расчетная нагрузка розеточной сети» [1].

«Расчетную нагрузку силовых питающих линий и вводов $P_{p.c}$, следует определять по формуле» [1]:

$$P_{p.c} = K_c \cdot P_{y.c}, \quad (11)$$

где « K_c - расчетный коэффициент спроса;

$P_{y.c}$ - установленная мощность электроприемников (кроме противопожарных устройств и резервных)» [1].

«Расчетную электрическую нагрузку питающих линий и вводов в рабочем и аварийном режимах при совместном питании силовых электроприемников и освещения P_p , следует определять по формуле» [1]:

$$P_p = K(P_{p.o} + P_{p.c} + K_1 \cdot P_{p.x.c}), \quad (12)$$

где « K - коэффициент, учитывающий несовпадение расчетных максимумов нагрузок силовых электроприемников, включая холодильное оборудование и освещение;

K_1 - коэффициент, зависящий от отношения расчетной электрической нагрузки освещения к нагрузке холодильного оборудования холодильной станции;

$P_{p.o}$ - расчетная электрическая нагрузка освещения;

$P_{p.c}$ - расчетная электрическая нагрузка силовых электроприемников без холодильных машин систем кондиционирования воздуха;

$P_{p.x.c}$ - расчетная электрическая нагрузка холодильного оборудования систем кондиционирования воздуха» [1].

Потребители электрической энергии, их количество, установленная и расчетная мощности указаны в таблице расчета нагрузок (ТРН) с порядковым номером 1.

Расчетная мощность в рабочем режиме – 284,0 кВт; реактивная мощность в рабочем режиме – 75,4 квар; $\cos(\varphi)$ – 0,97 (с учетом УКРМ 2×40квар); расчетный ток в рабочем режиме – 445,3А.

Расчетная мощность в режиме «Пожар» – 333,2 кВт; реактивная мощность в режиме «Пожар»– 132,9 квар; $\cos(\varphi)$ – 0,94 (с учетом УКРМ 2×40квар); расчетный ток в режиме «Пожар»–543,6А.

1.3 Требования к надежности электроснабжения общежития и качеству электроэнергии

«Категория надежности электроснабжения Объекта - II.

Требуемая надежность электроснабжения обеспечивается схемой электроснабжения с двумя взаимнорезервирующими вводами и перекидными рубильниками.

Обеспечение надежности электроснабжения потребителей I категории осуществляется путем устройства автоматического включения резерва (АВР) в щите ГРЩ в панели ППУ» [6].

Качество электроэнергии в соответствии с ГОСТ 32144-2013 «Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения» обеспечивается сетевой организацией, осуществляющей электроснабжение. Максимальная расчетная потеря напряжения в сетях здания на участках на участке ТП - потребители - менее 7,5%.

Таблица 1 - Результаты расчета нагрузок для здания общежития

Общежитие	Кол-во	Руд. кВт/кв	ΣP_u , кВт	Коэффициенты				Расчетная мощность			I _p , А
				K _c	cos φ	tg φ	Ко/К _{нмн}	P, кВт	Q, квар	S, кВА	
II категория надежности электроснабжения											
Жилая часть											
Плита электрическая кухонная; 2,5 кВт	104	2,50	260,0	0,22	1,00	0,00	-	55,90	0,00	-	-
Холодильник; 0,30 кВт	104	0,30	31,2	0,53	0,65	1,17	-	16,54	19,34	-	-
Розетки для подключения кухонного оборудования	104	1,00	104,0	0,22	1,00	0,00	-	22,36	0,00	-	-
электрическая нагрузка линий, питающих розетки комнаты самоподготовки, кол. розеток	120	0,06	7,2	0,22	1,00	0,00	-	1,55	0,00	-	-
Компьютер в комплекте: системный блок, мони-тор, источник бесперебойного питания 0,60 кВт+МФУ	9	0,60	5,4	0,95	0,65	1,17	-	5,13	6,00	-	-
электрическая нагрузка линий, питающих розетки комнат общежития, кол. розеток	4193	0,06	251,6	0,10	0,95	0,33	-	25,16	8,27	-	-
Полотенцесушители	117	0,07	8,2	0,15	1,00	0,00	-	1,23	0,00	-	-
Стиральная машина с сушкой; 2,2 кВт	40	2,20	88,0	0,53	0,80	0,75	-	46,64	34,98	-	-
Силовые электроприборы											
Дренажные насосы	4	0,50	2,0	0,80	0,65	1,17	-	1,60	1,87	-	-
Электрообогрев, воронки	5	0,03	0,2	0,80	1,00	0,00	-	0,12	0,00	-	-
Освещение шахты лифта и розетка в приемке	2	0,80	1,6	0,10	0,95	0,33	-	0,16	0,05	-	-
Вентиляция	-	-	14,200	0,80	0,65	1,17	-	11,36	13,28	-	-
Электроконвектор в ГРЩ	1	1,00	1,0	0,80	1,00	0,00	-	0,80	0,00	-	-
Насосная станция ХВС (2 рабочих насоса, 1 резервный)	1	8,00	8,0	0,80	0,65	1,17	-	6,40	7,48	-	-
Слаботочные сети											
Шкаф Ш1-Ш14(14 шт.) Источник бесперебойного питания, АРС 3000 ВА	14	1,50	21,0	0,80	0,95	0,33	-	16,80	5,52	-	-
Система СОТ	1	3,62	3,6	0,80	0,95	0,33	-	2,90	0,95	-	-

Продолжение таблицы 1

Общезитие	Кол-во	Руд. кВт/кв	ΣP_u , кВт	Коэффициенты				Расчетная мощность			I _p , А
				K _c	cos φ	tg φ	К _{о/К_{нмн}}	P, кВт	Q, квар	S, кВА	
Система электроасофикации	1	0,05	0,1	0,80	0,95	0,33	-	0,04	0,01	-	-
Итого по силовой сети:	-	-	807,2	0,27	0,91	0,46	-	214,7	97,8	235,9	357,4
Электроосвещение											
Рабочее освещение	-	-	32,000	0,95	0,95	0,33	-	30,40	9,99	-	-
Фасадное освещение	-	-	1,000	0,95	0,95	0,33	-	0,95	0,31	-	-
Итого по сети освещения:	-	-	33,0	0,95	0,95	0,33	-	31,4	10,3	33,0	50,0
Итого электроприемники II категория надежности электроснабжения	-	-	840,2		0,92	0,44	-	246,0	108,1	268,7	407,2
I категория надежности электроснабжения											
Лифт	1	7,30	7,3	1,00	0,55	1,52	-	7,30	11,08	-	16,8
ИТП	1	3,00	3,0	1,00	0,95	0,33	-	3,00	0,99	-	-
Узел учета ИТП	1	1,15	1,2	1,00	0,95	0,33	-	1,15	0,38	-	-
Холодильник медицинский, 250 л; 0,30 кВт	1	0,30	0,3	1,00	0,65	1,17	-	0,30	0,35	-	-
Диспетчеризация	1	4,20	4,2	0,95	0,95	0,33	-	3,99	1,31	-	-
Вентиляция и АОВ (защита от замерзания)	-	-	10,1	0,80	0,65	1,17	-	8,08	9,45	-	-
СКУДиОС	1	4,10	4,1	0,80	0,95	0,33	-	3,28	1,08	-	-
Итого электроприемники I категория надежности электроснабжения	-	-	30,2	-	0,74	0,91	-	27,1	24,6	36,63	55,5
Компенсация реактивной мощности УКРМ 2×40кВАР	-	-	-	-	-	-	-	-	-80,00	-	-
ИТОГО по общезитию с учетом К _{нмн} =0,95 в нормальном режиме	-	-	870,3		0,98	0,20	0,95	259,5	52,7	264,78	401,2
ИТОГО по общезитию с учетом К _{нмн} =0,95 в режиме «Пожар»	-	-	856,140	0,29	0,99	0,16	0,95	248,12	39,41	251,23	380,7

Продолжение таблицы 1

Общеджитие	Кол-во	Руд. кВт/кв	ΣP_u , кВт	Коэффициенты				Расчетная мощность			I _p , А
				K _c	cos φ	tg φ	К _{о/К_{нм}н}	P, кВт	Q, квар	S, кВА	
Электроприемники противопожарных устройств (ППУ)											
Электроприемники противопожарных устройств, работающие в нормальном режиме											
Лифт для ППУ	1	12,30	12,3	1,00	0,55	1,52	-	12,30	18,68	-	28,3
АПС	1	2,50	2,5	1,00	0,95	0,33	-	2,50	0,82	-	-
СОУЭ	1	2,50	2,5	1,00	0,95	0,33	-	2,50	0,82	-	-
Аварийное освещение этажных коридоров и лифтовых холлов	-	-	2,600	1,00	0,95	0,33	-	2,60	0,86	-	-
Аварийное освещение ЛК	-	-	0,800	1,00	0,95	0,33	-	0,80	0,26	-	-
Аварийное освещение подвала и тех.пом	-	-	1,000	1,00	0,95	0,33	-	1,00	0,33	-	-
Светильники над входами	-	-	0,200	1,00	0,95	0,33	-	0,20	0,07	-	-
РИП АППЗ	15	0,18	2,7	1,00	0,95	0,33	-	2,70	0,89	-	-
Переговорное устройство лифта для пожарных подразделений	1	0,10	0,010	1,00	0,95	0,33	-	0,01	0,00	-	-
Итого электроприемники ППУ в нормальном режиме	-	-	24,6		0,73	0,92	-	24,6	22,7	33,5	50,8
Электроприемники противопожарных устройств, работающие в режиме «ПОЖАР» (электронагрузки не принимающие участия в расчётах нагрузок (п.7.1.9 СП256.1325800.2016))											
Насосная станция ВПВ	1	11,40	11,4	1,00	0,65	1,17	1,00	11,40	13,33	-	-
ШУЗ1, ШУЗ2	2	0,05	0,1	1,00	0,65	1,17	1,00	0,10	0,12	-	-
Дымоудаление и подпор воздуха при пожаре	1	27,00	27,0	1,00	0,65	1,17	1,00	27,00	31,57	-	-
Противопожарная насосная станция	1	22,00	22,0	1,00	0,65	1,17	1,00	22,00	25,72	-	-

Продолжение таблицы 1

Общезитие	Кол-во	Руд. кВт/кв	ΣP_u , кВт	Коэффициенты				Расчетная мощность			I _p , А
				K _c	cos φ	tg φ	К _{о/К_{нм}} н	P, кВт	Q, квар	S, кВА	
Итого электроприемники противопожарных устройств, работающие в режиме «ПОЖАР»	-	-	60,5	-	0,65	1,17	-	60,5	70,7	93,1	141,0
Итого электроприемники I категории (ППУ) в режиме «ПОЖАР»	-	-	85,1	-	0,67	1,10	-	85,1	93,5	126,4	191,5
Итого по ГРЩ в нормальном режиме:	-	-	895,0	-	0,97	0,27	-	284,1	75,4	293,9	445,3
из них по I категории (включая ППУ):	-	-	54,8	-	0,74	0,92	-	51,7	47,4	70,1	106,6
Итого по ГРЩ режиме «Пожар» с учетом нагрузок ППУ:	-	-	941,3	-	0,93	0,40	-	333,2	132,9	358,8	543,6

1.4 Электроснабжение потребителей общежития в различных режимах работы

«В рабочем режиме работы электроустановки электроснабжение потребителей, подключаемых к щитам ГРЩ осуществляется по двум кабельным вводам от вновь проектируемой 2-х трансформаторной подстанции. При этом распределение нагрузок по вводам достигается применение секционирования щитов ГРЩ, а также подключения отдельных щитов и панелей (противопожарные устройства и потребители первой категории) непосредственно к вводным клеммам щита ГРЩ на каждом вводе» [8].

В ГРЩ предусмотрено Устройство защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП) коммутирующего типа РИФ-Э-I+II 255/25 (3+1), предназначенное для защиты оборудования в низковольтных цепях до 1000 В от вторичных воздействий молнии, электромагнитных наводок и коммутационных перенапряжений.

«В аварийном режиме обеспечение потребителей электроэнергией осуществляется путем переключения обесточенной секции (ввода) щита к действующему вводу.

Переключение потребителей, электроснабжение которых осуществляется по 2 категории надежности выполняется вручную при помощи перекидных рубильников.

Переключение электроснабжения противопожарных потребителей и потребителей 1 категории электроснабжения осуществляется автоматически при помощи АВР» [7].

От ГРЩ питаются следующие потребители:

- по II категория надежности электроснабжения: комнаты общежития, технологическое оборудование (электроплиты, холодильники, стиральные машины, микроволновки, чайники, компьютерное

оборудование), рабочее и фасадное освещение, розеточные сети; насосы, слаботочные устройства, вентиляция;

- по I категория надежности электроснабжения (общедомовые потребители): лифт, ИТП, система диспетчеризации, СКУД и ОС;
- по I категория надежности электроснабжения (противопожарные потребители от АВР панели ППУ): аварийное освещение, устройства АПС и АППЗ, лифт ППП, насосная станция ВПВ, системы дымоудаления.

Размещение ГРЩ предусмотрено в отапливаемом помещении электрощитовой. Над помещением ГРЩ расположена жилая комната (без мокрых процессов), для компенсации вредных воздействий предусмотрено двойное перекрытие между пом. ГРЩ и жилым помещением с заполнением между перекрытиями звукоизоляционными материалами Rockwool Акустик Баттс - 50мм+50мм.

Один из Лифтов Объекта служит для передвижения пожарных подразделений в случае пожара и подключен к панели противопожарных устройств (ППУ).

«Распределительные, групповые силовые и осветительные сети выбраны по длительно допустимой токовой нагрузке, по потере напряжения и по времени срабатывания защиты при однофазных коротких замыканиях.

Предусмотрено отключение систем вентиляции при сигнале «пожар» на панелях ГРЩ» [9].

К огнестойким кабельным линиям (ОКЛ) относятся групповые линии питания систем дымоудаления, противопожарных устройств, лифтов для ППУ и аварийного освещения.

ОКЛ от ГРЩ выполняются трехжильным и пятижильным огнестойкими кабелями марки ВВГнг(А)- FRLsLtx, открыто, по кабельным лоткам, скрыто в штробах стен и перегородок в ПВХ трубе.

При открытой прокладке крепление выполняется металлическими крепежными скобами с шагом не менее 0,6м и на расстоянии не менее 0,3м до прочих кабельных линий.

Кабельные лотки систем ОКЛ выполняются отдельно от других кабельных линий с шагом крепления 1,2м. «Не допускается совместная прокладка кабельных линий систем противопожарной защиты с другими кабелями и проводами в одном коробе, трубе, жгуте, замкнутом канале строительной конструкции или на одном лотке» [10].

В работе предусмотрена прокладка магистральных кабельных линий в лотках в подвальном помещении и в коридорах жилых этажей в лотках за подвесными потолками, групповых – в лотках, в трубах ПВХ за подвесными потолками, скрыто в конструкциях стен и перегородок, в технических помещениях - в трубах ПВХ открыто по конструкциям стен и перегородок.

В проемах стен и перекрытиях в местах прохода всех кабельных линий выполняются огнестойкие проходки. Для организации огнестойкой проходки необходимо:

- покрыть кабели огнестойким покрытием (не менее 300мм от стены);
- заложить проемы минеральными плитами с огнестойким напылением толщиной не менее 150мм;
- заделать проем огнестойким герметиком;
- покрыть стену огнестойким герметиком по периметру от проходки на расстояние 100мм.

В ГРЩ предусмотрено автоматическое переключение питающих вводов при исчезновении напряжения на одном из вводов с помощью устройства АВР для электроснабжения потребителей 1 категории электроснабжения и независимого АВР в панели ППУ для противопожарных потребителей.

Здание оснащено автоматизированной системой управления и диспетчеризации инженерного оборудования.

Система диспетчеризации инженерных систем здания предназначена для управления и мониторинга инженерными системами здания. Система

диспетчеризации охватывает системы пожарной сигнализации, автоматизации всего инженерного оборудования: отопление, водоснабжение, насосы, лифтовое оборудование и системы электроснабжения.

Система автоматизации и диспетчеризации инженерного оборудования инженерных систем здания реализуется на базе комплекса «Кристалл» пр-ва НПФ «Вектор-Н8» ФГУП НИИ «Вектор», предназначенного для построения системы управления и мониторинга инженерными системами здания.

Диспетчеризации системы электроснабжения включает следующий перечень параметров, контролируемых системой (таблица 2).

Таблица 2 - Перечень параметров, контролируемых системой

Наименование Информационные сигналы	Кол- во	Примечание (уел. обозначение)
Оборудование ГРЩ		
Наличие напряжения. Ввод 1	1	-
Наличие напряжения. Ввод 2	1	-
АВР включено	1	-
Включить/выключить ЩНО	1	-
Переговорная связь с диспетчером		
Электрощитовая пом. 136	1	ГГС

1.5 Энергосберегающие мероприятия и организация учета потребления электрической энергии

Потребление электроэнергии соответствует номинальным значениям мощности и допустимым токовым нагрузкам потребителей.

Мероприятия по экономии электроэнергии:

- равномерное распределение нагрузок по фазам;
- контактные соединения электрической сети должны выполняться в соответствии с требованиями ГОСТ 10434-82, защищены от коррозии и периодически подвергаться профилактическим проверкам;

- применение светильников с светодиодными источниками света с коэффициентом мощности не ниже 0,95;
- использование оптимальных сечений кабельно-проводниковой продукции для снижения потерь электроэнергии в групповых и распределительных сетях.

Коммерческий учет предусмотрен в РУ0,4кВ проектируемой сетевой организацией ТП-6/0,4кВ.

В ГРЩ предусмотрен учет электрической энергии:

- на вводах в ГРЩ – технический учет.

Используются счетчики прямого (однофазные и трехфазные) и трансформаторного включения. Счетчики настраиваются на двухтарифный режим. Для подключения счетчиков трансформаторного включения используются испытательные клеммные коробки.

1.6 Заземление и молниезащита здания общежития

В проекте предусматривается общее заземляющее устройство, выполняющее функции:

- молниезащиты;
- защитного заземления;
- уравнивания потенциалов.

«Система заземления принята типа TN-C-S. Разделение PEN проводника, на N и PE проводники, выполнено в ГРЩ» [11].

Для повторного заземления необходимо выполнить заземлитель, состоящий из:

- вертикальных электродов (уголками сечением 63×63×6 мм длиной 3 м), которые забиваются вертикально на глубину до 3,5 м (0,5м от поверхности земли) и соединяются между собой полосовой сталью 40×4 мм, проложенной в траншее.

- наружного горизонтального заземлителя, выполненного оцинкованной полосовой сталью 40×4, проложенной в траншее на глубине 0,7м вдоль здания на расстоянии 1,5м от здания.

Свайный фундамент здания также должен быть соединен с заземлителем оцинкованной полосовой сталью 40×4.

«Заземление электрооборудования выполняется с помощью нулевого защитного (РЕ) проводника, входящего в состав питающего кабеля. Нулевые защитные проводники проложены совместно с рабочими в общих оболочках кабелей.

Для защиты от поражения электрическим током предусмотрены следующие меры безопасности:

- защита от прямого прикосновения;
- защита при косвенном прикосновении.

Защита от прямого прикосновения осуществляется путем изоляции токоведущих частей изоляционными материалами, установки предохраняющих экранов и оболочек. При косвенном прикосновении предусмотрен ряд мер безопасности.

Автоматическое отключение питания. На всех фидерах питания предусмотрена установка автоматических выключателей со временем срабатывания при к.з. не более 0,4 с в расчетном режиме» [12].

Система уравнивания потенциалов объединяет между собой на ГЗШ (главной заземляющей шине) в электрощитовой: заземлитель, шины РЕ на секциях ГРЩ, металлические трубы инженерных коммуникаций, входящих в здание, металлические корпуса щитов и осветительной арматуры, защитные контакты розеток. «При питании розеток одной групповой линией ответвления от нулевого защитного проводника РЕ следует выполнять в ответвительных коробках или коробках для установки штепсельных розеток одним из принятых способов: пайка, опрессовка или специальные сжимы. Последовательное включение нулевого защитного РЕ проводника в защитные контакты розеток не допускается. Указанное требование относится и к

светильникам. Защитные проводники групповых сетей подключить к РЕ шине ГРЩ. Заземляющие проводники в местах их присоединения обозначить желто-зелеными полосами» [14].

Для санузлов и душевых выполняется дополнительная система уравнивания потенциалов, предусматривающая металлическое соединение между собой всех открытых сторонних проводящих частей (стальных труб водопровода и отопления, металлических поддонов) с подключением отдельным проводником к шине (зажиму) РЕ.

Согласно СО 153.34.21.122-2003 здание относится к обычному объекту с III уровнем защиты от ПУМ. Для защиты здания от прямых ударов молнии, на кровле установить молниеприемную сетку с шагом ячейки 10м.

На рисунке 1 приведены схемы заземления, молниезащиты и системы уравнивания потенциалов здания общежития.

«Молниеприемная сетка должна быть выполнена из стальной проволоки диаметром 8 мм и уложена в пирог кровли, крепление посредством универсальных бетонных держателей» [13]. Узлы сетки должны быть соединены сваркой, которые вместе с самой сеткой защищаются от коррозии путем нанесения покрытия эмали по грунту. В качестве молниеотводов используются стальные проводники диаметром 10мм, проложенные в теле железобетонных колонн здания, к которым приваривается молниеприемная сетка, среднее расстояние между токоотводами должно быть 20м. Все элементы молниезащиты и заземления (молниеприемник, токоотводы, заземление) должны иметь непрерывное электрическое соединение по всему периметру здания. К контуру молниезащиты присоединяются все выступающие над кровлей металлические элементы, парапет, пожарные лестницы, элементы вентоборудования с толщиной корпуса/рамы более 2,5мм.

1.7 Выбор типов используемых проводников и способов их прокладки

«Выбор сечения кабелей производится в соответствии с главой 1.3 ПУЭ по условию нагрева длительным расчетным током в нормальном и послеаварийном режимах и по потере напряжения» [15].

Внутренние кабельные линии приняты с медными жилами 3-х и 5-ти проводными в не распространяющей горение изоляции ВВГнг(А)-LsLtx (внешний вид приведен на рисунке 2), сеть электроснабжения противопожарного оборудования, сеть эвакуационного освещения выполнено огнестойким кабелем с медными жилами ВВГнг(А)-FRLsLtx. Управление внутренним освещением предусматривается индивидуальными выключателями, установленными на стенах, по системе диспетчеризации в ручном и автоматическом режимах.

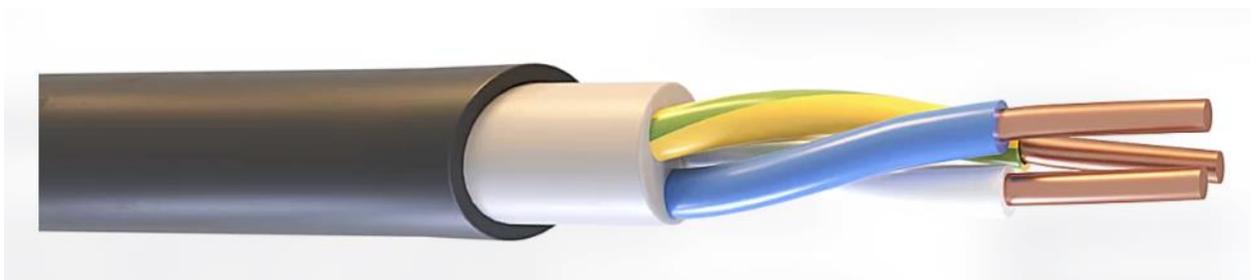


Рисунок 2 - Внешний вид кабеля ВВГнг(А)-LsLtx

Для переносных электроприемников на стенах устанавливаются штепсельные розетки с заземляющим контактом. При питании штепсельных розеток от одной групповой линии ответвления для нулевого защитного проводника РЕ к каждой штепсельной розетке следует выполнять в ответвительной коробке. С учетом требований ПУЭ штепсельные розетки устанавливаются с третьим заземляющим контактом. В помещениях с нормальными условиями окружающей среды используется

электрооборудование со степенью защиты не менее IP20. Все щиты НКУ имеют степень защиты не ниже IP 20 и имеют сертификаты соответствия стандартам РФ. Для секций ГРЩ используются металлические панели с нижним вводом и верхним выводом кабелей.

Защита сетей освещения осуществляется: однополюсными и трехполюсными автоматическими выключателями с тепловыми или комбинированными расцепителями.

Электрооборудование устанавливается на высоте (от пола):

- блок зажимов счетчика - 1,6 м,
- выключатели освещения в общедомовых и технических помещениях - 1,5 м,
- розетки в технических помещениях - 1,0 м.

Высота установки электрооборудования дана от уровня чистого пола.

Все соединения и ответвления выполняются в ответвительных коробках сваркой, опрессовкой в гильзах или с помощью сжимов. Места соединения должны быть доступны для осмотра и ремонта.

Климатическое исполнение оборудования для эксплуатации на открытом воздухе (кабели наружного электроснабжения, фасадные светильники и светильники над входами) предусмотрено УХЛ1.

1.8 Определение параметров системы рабочего и аварийного освещения

Нормы освещения в помещениях и на рабочих местах и нормы качества освещения приняты по СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение» и СП 256.1325800.2016 «Электроустановки жилых и общественных зданий правила проектирования и монтажа».

В здании общежития предусматриваются следующие виды освещения:

- «рабочее освещение;
- освещение прилегающей территории прожекторами на фасаде здания;

– аварийное освещение» [16].

Прожектора на фасаде здания обеспечивают освещенность прилегающей территории не менее 10 лк. Управление прожекторами на фасаде здания предусмотрено автоматическое от датчика освещенности и дистанционное по сигналам диспетчеризации.

Аварийное освещение в соответствии с СП 439.1325800.2018 предусматривается в помещениях, перечисленных на рисунке 3.

Минимальная продолжительность работы аварийного освещения, требуемая для эвакуации, составляет 1 ч.

В качестве дежурного освещения предусмотрено использование светильников аварийного освещения.



Рисунок 3 – Виды аварийного освещения в помещениях общедоступности

Сети рабочего и аварийного освещения независимы друг от друга и запитаны самостоятельными линиями от ГРЩ, сети аварийного освещения запитаны от панели ППУ с устройством АВР.

Сети аварийного освещения относятся к системам противопожарной безопасности и выполняются огнестойкими кабелями марки ВВГнг(А)-FRLsLtх, открыто, по кабельным лоткам, скрыто в штробах стен и перегородок в ПВХ трубе.

При открытой прокладке крепление выполняется металлическими крепежными скобами с шагом не менее 0,6м и на расстоянии не менее 0,3м до прочих кабельных линий.

В щитах предусмотрены резервные группы для подключения дополнительных потребителей.

Степень защиты светильников выбраны в соответствии с требуемой освещенностью и в зависимости от окружающей среды. Освещенность помещений, типы светильников выбраны согласно СП- 52.13.330.2016, исходя из категории помещений и, с учетом требований п. 5.4.1 256.1325800.2016 (степени защиты светильников для опасных помещений указаны на планах).

«Расчет освещения выполняется по методу удельной мощности и коэффициента использования» [15].

«Индекс помещения i определяется по выражению» [3]:

$$i = \frac{A \cdot B}{h_p \cdot (A + B)}, \quad (13)$$

где « A и B - длина и ширина помещения;

H_p - расчетная высота подвеса светильника над рабочей поверхностью» [3].

«По справочным данным принимаются значения коэффициентов запаса и использования светового потока.

Определяется расчетное число светильников по формуле» [3]:

$$N = \frac{E_n \cdot k \cdot S \cdot Z}{n \cdot \Phi_l \cdot \eta}, \quad (14)$$

где « N - число светильников;
 n - число ламп в светильнике;
 Φ_l - световой поток лампы;
 η - коэффициент использования;
 k - коэффициент запаса;
 S - площадь помещения» [4].

«Значение N округляется до ближайшего целого числа N_p .
 Определяется суммарная установленная мощность ламп» [3]:

$$P_{n\Sigma} = N \cdot n \cdot P_{nl}, \quad (15)$$

где « P_{nl} - мощность одной лампы» [13].

Управление аварийным освещением помещений предусматривается в режимах:

- местное ручное управление – включение/выключение местным выключателем (антипаническое освещение, резервное освещение, освещение зон повышенной опасности);
- автоматическое включение при полном отключении рабочего напряжения или падении напряжения ниже 160 В.

Светильники аварийного освещения путей эвакуации работают в постоянном режиме, и используются также в качестве дежурного освещения. Управление включением/выключением светильников аварийного освещения путей эвакуации осуществляется автоматическими выключателями на панели ППУ, установленной в помещении электрощитовой, недоступной для посторонних лиц.

В качестве светильников аварийного эвакуационного освещения используются светильники, подключенные к сети аварийного

электроосвещения и соответствующие требованиям п.7.114 СП 52.13330.2011г. к эвакуационным светильникам.

Все светильники аварийного эвакуационного/резервного освещения укомплектованы блоками аварийного питания (БАП) с аккумуляторными батареями, обеспечивающими время работы на менее 1ч. БАП «Conversion Kit Power LED» переключает питание светильника на аккумулятор при полном отключении рабочего напряжения или падении напряжения ниже 160 В.

БАП подключаются по 4-х проводной схеме с референсным напряжением непосредственно от автоматического выключателя.

Очистку светильников, осмотр и ремонт сети электрического освещения должен выполнять по графику (плану ППР) квалифицированный персонал.

Периодичность работ по очистке светильников и проверке технического состояния осветительных установок Потребителя (наличие и целостность стекол, решеток и сеток, исправность уплотнений светильников специального назначения и т.п.) должна быть установлена ответственным за электрохозяйство Потребителя с учетом местных условий. На участках, подверженных усиленному загрязнению, очистка светильников должна выполняться по особому графику.

Осмотр и проверка сети освещения должны проводиться в следующие сроки:

- проверка исправности аварийного освещения при отключении рабочего освещения - 2 раза в год;
- измерение освещенности внутри помещений (в т.ч. участков, отдельных рабочих мест, проходов и т.д.) - при вводе сети в эксплуатацию в соответствии с нормами освещенности, а также при изменении функционального назначения помещения.

В работе предусмотрено освещение шахты лифта: Шахта лифта должна быть оборудована стационарным электрическим освещением, обеспечивающим при проведении работ по техническому обслуживанию

освещенность не менее 50 лк в 1 м над крышей кабины и полом приемка при всех закрытых дверях шахты.

«Рабочие зоны и пространства, предназначенные для размещения оборудования лифта в шахте (лебедка, ограничитель скорости и т. п.), обеспечены стационарной осветительной аппаратурой. Освещенность оборудования - не менее 200 лк на уровне зон их размещения» [17].

Выводы по разделу.

Выбраны основные элементы системы электроснабжения здания общежития блочного типа и определена конфигурация сети.

Для приема и распределения электроэнергии общежития блочного типа предусмотрен главный распределительный щит, который питается от проектируемой ТП по двум взаиморезервируемым линиям. Обеспечение потребителей электроэнергией по I-ой категории надежности электроснабжения, осуществляется посредством установки в ГРЩ устройств АВР, осуществляющих в автоматическом режиме переключение между кабельными вводами. К I категории относятся: лифт, ИТП, система диспетчеризации, СКУД и ОС, противопожарные потребители. Защита питающих линий от токов перегрузки и токов короткого замыкания выполнена автоматическими выключателями с электронными расцепителями с регулируемой токовой характеристикой к сверхтокам. Защита групповых линий от токов перегрузки и токов короткого замыкания выполнена автоматическими выключателями с комбинированными расцепителями, с характеристикой «С».

Выполнен расчет нагрузок по питающим линиям и в целом по зданию в соответствии со сводом правил СП 256. Расчетная мощность в рабочем режиме составила 284 кВт; реактивная мощность – 75 квар с учетом установки двух УКРМ по 40квар.

В ГРЩ предусмотрена установка устройства защиты от импульсных перенапряжений коммутирующего типа РИФ-Э-I+II, предназначенного для защиты оборудования в низковольтных цепях до 1000 В от вторичных

воздействий молнии, электромагнитных наводок и коммутационных перенапряжений.

Здание будет оснащено автоматизированной системой управления и диспетчеризации инженерного оборудования на базе комплекса «Кристалл» для управления и мониторинга инженерными системами здания.

Система заземления принята типа TN-C-S. Разделение PEN проводника, на N и PE проводники, выполнено в ГРЩ. Заземление электрооборудования выполняется с помощью нулевого защитного проводника, входящего в состав питающего кабеля. Для защиты здания от прямых ударов молнии, на кровле устанавливается молниеприемная сетка с шагом ячейки 10м.

Внутренние кабельные линии приняты с медными жилами 3-х и 5-ти проводными в не распространяющей горение изоляции ВВГнг(А)-LsLtx, сеть электроснабжения противопожарного оборудования, сеть эвакуационного освещения выполнена огнестойким кабелем с медными жилами ВВГнг(А)-FRLsLtx.

В здании общежития предусмотрено рабочее освещение, освещение прилегающей территории прожекторами на фасаде здания и аварийное освещение. Выполнен расчет освещенности для помещений и выбраны типы применяемых светодиодных светильников. Светильники аварийного освещения путей эвакуации работают в постоянном режиме, и используются также в качестве дежурного освещения. Все светильники аварийного эвакуационного/резервного освещения укомплектованы блоками аварийного питания с аккумуляторными батареями, обеспечивающими время работы на менее 1ч.

2 Система внутреннего электроснабжения и электроосвещения учебного корпуса

Основные решения по организации системы внутреннего электроснабжения учебного корпуса будут такие же, как и для общежития, поэтому в разделе будут рассмотрены лишь отличительные особенности.

2.1 Обоснование принятой схемы электроснабжения учебного корпуса

Категория надежности присоединяемых энергопринимающих устройств выбрана по СП 256.1325800.2016 и гл. 7.2 ПУЭ – II-я.

Напряжение сети $\sim 380/220$ В, система TN-C-S.

Для приема и распределения электроэнергии 2-го этажа первого учебного корпуса предусмотрено вводное распределительное устройство (ВРУ-ук). ВРУ-УК запитан от проектируемой ТП по двум взаиморезервируемым линиям.

«Для обеспечения электроустановки электроснабжением по II-ой категории надежности на вводе ВРУ-УК предусматривается установка реверсивных рубильников, подключаемых по схеме «крест». В случае пропадания питания по одному из вводов, электротехнический персонал производит ручное переключение на рабочий ввод. Обеспечение потребителей электроэнергией по I-ой категории надежности электроснабжения, осуществляется посредством установки в ВРУ-УК устройств АВР, осуществляющих в автоматическом режиме переключение между кабельными вводами» [18].

«В помещениях с нормальными условиями окружающей среды используется электрооборудование со степенью защиты IP20.

В помещении с влажными условиями окружающей среды и в пожароопасных помещениях используется электрооборудование со степенью защиты не ниже IP44.

Защита питающих линий от токов перегрузки и токов короткого замыкания выполнена автоматическими выключателями с электронными расцепителями с регулируемой токовой характеристикой к сверхтокам. Защита групповых линий от токов перегрузки и токов короткого замыкания выполнена автоматическими выключателями с комбинированными расцепителями, с характеристикой «С» [19].

Вредные производственные факторы отсутствуют. Специальных мероприятий по охране труда и защите окружающей среды не требуется.

2.2 Сведения о количестве электроприемников учебного корпуса, их установленной и расчетной мощности

Расчет нагрузок по питающим линиям и в целом по зданию выполнен в соответствии с СП 256.1325800.2016 по формулам 9-12 и приведен в таблице 3.

Расчетная мощность в рабочем режиме – 35,6 кВт.

Реактивная мощность в рабочем режиме – 13,7 квар.

$\cos(\varphi) = 0,97$.

Расчетный ток в рабочем режиме – 55,7А.

Расчетная мощность в режиме «Пожар» – 13,7 кВт.

Реактивная мощность в режиме «Пожар» – 6,7 квар.

$\cos(\varphi) = 0,9$.

Расчетный ток в режиме «Пожар» – 23,1А.

Таблица 3 - Результаты расчета нагрузок для здания учебного корпуса

Учебный корпус	Кол-во	Руд. кВт/кв	ΣP_u , кВт	Коэффициенты				Расчетная мощность			I _p , А
				K _c	cos φ	tg φ	Ко/К _{нмн}	P, кВт	Q, квар	S, кВА	
II категория надежности электроснабжения											
Розеточная сеть											
Компьютер в комплекте: системный блок, монитор, источник бесперебойного питания 0,60 кВт+МФУ	5	0,80	4,0	0,95	0,80	0,75	-	3,80	2,85	-	-
электрическая нагрузка линий, питающих розетки, кол. розеток	50	0,06	3,0	0,10	0,95	0,33	-	0,30	0,10	-	-
Силовые электроприборы											
Вентиляция	-	-	3,700	0,65	0,75	0,88	-	2,41	2,13	-	-
Электрокалориферы ОВ2	1	30,00	30,0	0,65	1,00	0,00	-	19,50	0,00	-	-
Слаботочные сети	1	1,80	1,8	0,95	0,95	0,33	-	1,71	0,56	-	-
Итого по силовой сети:	-	-	42,5	0,65	0,98	0,20	-	27,7	5,6	28,3	42,9
Электроосвещение											
Рабочее освещение	-	-	5,000	0,95	0,95	0,33	-	4,75	1,56	-	-
Итого по сети освещения:	-	-	5,0	0,95	0,95	0,33	-	4,8	1,6	5,0	7,6
Итого электроприемники II категория надежности электроснабжения	-	-	47,5	-	0,98	0,22	-	32,5	7,2	33,3	50,4
I категория надежности электроснабжения											
Диспетчеризация	1	1,00	1,0	1,00	0,95	0,33	-	1,00	0,33	-	-
Слаботочные сети	1	0,30	0,3	1,00	0,95	0,33	-	0,30	0,10	-	-
Итого электроприемники I категория надежности электроснабжения	-	-	1,3	-	0,95	0,33	-	1,3	0,4	1,37	2,1
Система СОТ	1	3,62	3,6	0,80	0,95	0,33	-	2,90	0,95	-	-

Продолжение таблицы 3

Учебный корпус	Кол-во	Руд. кВт/кв	$\Sigma P_{\text{р}}$, кВт	Коэффициенты				Расчетная мощность			I _р , А
				K _с	cos φ	tg φ	К _{о/К_{нм}н}	P, кВт	Q, квар	S, кВА	
ИТОГО с учетом K _{нмн} =0,95 в нормальном режиме	-	-	48,8	-	0,97	0,24	0,95	32,1	7,6	32,98	50,0
ИТОГО с учетом K _{нмн} =0,95 в режиме «Пожар»	-	-	15,10	0,67	0,88	0,54	0,95	10,17	5,50	11,56	17,5
Электроприемники противопожарных устройств (ППУ)											
Электроприемники противопожарных устройств, работающие в нормальном режиме											
АПС, СОУЭ	1	2,00	2,0	1,00	0,95	0,33	-	2,00	0,66	-	-
Аварийное освещение (в т.ч этажных коридоров, ЛК)	-	-	1,500	1,00	0,95	0,33	-	1,50	0,50	-	-
Итого электроприемники ППУ в нормальном режиме	-	-	3,5	-	0,95	0,33	-	3,5	1,2	3,7	5,6
Электроприемники противопожарных устройств, работающие только в режиме «ПОЖАР» – отсутствуют (электронагрузки не принимающие участия в расчётах нагрузок (п.7.1.9 СП256.1325800.2016))											
Итого по ВРУ-УК в нормальном режиме:	-	-	52,3	-	0,97	0,25	-	35,6	8,8	36,7	55,7
из них по I категории (включая ППУ):	-	-	4,8	-	0,95	0,33	-	4,8	1,6	5,1	7,7
Итого по ВРУ-УК режиме «Пожар» с учетом нагрузок ППУ:	-	-	18,6	-	0,90	0,49	-	13,7	6,7	15,2	23,1
из них по I категории (включая ППУ):	-	-	4,8	-	0,95	0,33	-	4,8	1,6	5,1	7,7

2.3 Электроснабжение потребителей учебного корпуса в различных режимах работы

«В рабочем режиме работы электроустановки электроснабжение потребителей, подключаемых к щитам ВРУ-УК осуществляется по двум кабельным вводам от вновь проектируемой 2-х трансформаторной подстанции (проектирует сетевая организация). При этом распределение нагрузок по вводам достигается применение секционирования щитов ВРУ-УК, а также подключения отдельных щитов и панелей (противопожарные устройства и потребители первой категории) непосредственно к вводным клеммам щита ВРУ-УК на каждом вводе» [19].

В ГРЩ предусмотрено Устройство защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП) коммутирующего типа РИФ-Э-I+II 255/25 (3+1), предназначенное для защиты оборудования в низковольтных цепях до 1000 В от вторичных воздействий молнии, электромагнитных наводок и коммутационных перенапряжений.

«В аварийном режиме обеспечение потребителей электроэнергией осуществляется путем переключения обесточенной секции (ввода) щита к действующему вводу.

Переключение потребителей, электроснабжение которых осуществляется по 2 категории надежности выполняется вручную при помощи перекидных рубильников.

Переключение электроснабжения противопожарных потребителей и потребителей 1 категории электроснабжения осуществляется автоматически при помощи АВР» [20].

От ВРУ-УК питаются следующие потребители:

- по II категория надежности электроснабжения: технологическое оборудование (компьютерное оборудование), рабочее освещение, розеточные сети; слаботочные устройства, вентиляция;

- по I категория надежности электроснабжения (общедомовые потребители): система диспетчеризации, СКУД и ОС;
- по I категория надежности электроснабжения (противопожарные потребители от АВР панели ППУ): аварийное освещение, устройства АПС и АППЗ.

«Распределительные, групповые силовые и осветительные сети выбраны по длительно допустимой токовой нагрузке, по потере напряжения и по времени срабатывания защиты при однофазных коротких замыканиях.

Предусмотрено отключение систем вентиляции при сигнале «пожар» на панелях ВРУ-УК» [21].

К огнестойким кабельным линиям (ОКЛ) относятся групповые линии питания систем противопожарных устройств и аварийного освещения.

ОКЛ от ВРУ-УК выполняются трехжильным и пятижильным огнестойкими кабелями марки ППГнг(А)-FRHF, открыто, скрыто в штробах стен и перегородок в ПВХ трубе.

При открытой прокладке крепление выполняется металлическими крепежными скобами с шагом не менее 0,6м и на расстоянии не менее 0,3м до прочих кабельных линий.

ОКЛ выполняются отдельно от других кабельных линий с шагом крепления 1,2м.

Не допускается совместная прокладка кабельных линий систем противопожарной защиты с другими кабелями и проводами в одном коробе, трубе, жгуте, замкнутом канале строительной конструкции или на одном лотке.

Проектом предусмотрена прокладка магистральных и групповых кабельных линий в трубах ПВХ за подвесными потолками, скрыто в конструкциях стен и перегородок, в технических помещениях - в трубах ПВХ открыто по конструкциям стен и перегородок.

2.4 Выбор типов используемых проводников и способов их прокладки

«Выбор сечения кабелей производится в соответствии с главой 1.3 ПУЭ по условию нагрева длительным расчетным током в нормальном и послеаварийном режимах и по потере напряжения» [14].

Внутренние кабельные линии приняты с медными жилами 3-х и 5-ти проводными в не распространяющей горение изоляции ППГнг(А)-HF, сеть электроснабжения противопожарного оборудования, сеть эвакуационного освещения выполнено огнестойким кабелем с медными жилами ППГнг(А)-FRHF. Управление внутренним освещением предусматривается индивидуальными выключателями, установленными на стенах, по системе диспетчеризации в ручном и автоматическом режимах.

Управление внутренним освещением предусматривается индивидуальными выключателями, установленными на стенах, по системе диспетчеризации в ручном и автоматическом режимах.

Для переносных электроприемников на стенах устанавливаются штепсельные розетки с заземляющим контактом. При питании штепсельных розеток от одной групповой линии ответвления для нулевого защитного проводника РЕ к каждой штепсельной розетке следует выполнять в ответвительной коробке. С учетом требований ПУЭ штепсельные розетки устанавливаются с третьим заземляющим контактом.

В помещениях с нормальными условиями окружающей среды используется электрооборудование со степенью защиты не менее IP20.

Все щиты НКУ имеют степень защиты не ниже IP 20 и имеют сертификаты соответствия стандартам РФ. Для секций ВРУ-УК используются металлические панели с нижним вводом и верхним выводом кабелей.

Защита сетей освещения осуществляется: однополюсными и трехполюсными автоматическими выключателями с тепловыми или комбинированными расцепителями.

Электрооборудование устанавливается на высоте (от пола):

- блок зажимов счетчика - 1,6 м,
- выключатели освещения в общедомовых и технических помещениях - 1,5 м,
- розетки в технических помещениях - 1,0 м.

Высота установки электрооборудования дана от уровня чистого пола.

Все соединения и ответвления выполняются в ответвительных коробках сваркой, опрессовкой в гильзах или с помощью сжимов. Места соединения должны быть доступны для осмотра и ремонта.

Сети рабочего и аварийного освещения независимы друг от друга и запитаны самостоятельными линиями от ВРУ-УК. Сети аварийного освещения относятся к системам противопожарной безопасности и выполняются огнестойкими кабелями марки ППГнг(А)-FRHF, открыто, скрыто в штробах стен и перегородок в ПВХ трубе.

При открытой прокладке крепление выполняется металлическими крепежными скобами с шагом не менее 0,6м и на расстоянии не менее 0,3м до прочих кабельных линий.

В щитах предусмотрены резервные группы для подключения дополнительных потребителей.

Степень защиты светильников выбраны в соответствии с требуемой освещенностью и в зависимости от окружающей среды. Освещенность помещений, типы светильников выбраны согласно СП- 52.13.330.2016, исходя из категории помещений и, с учетом требований п. 5.4.1 256.1325800.2016 (степени защиты светильников для опасных помещений указаны на планах).

Выводы по разделу.

Для приема и распределения электроэнергии 2-го этажа первого учебного корпуса предусмотрено вводное распределительное устройство (ВРУ-ук). ВРУ-УК запитан от проектируемой ТП по двум взаиморезервируемым линиям.

Выполнен расчет ожидаемых нагрузок для 2-го этажа первого учебного корпуса, так расчетная мощность в рабочем режиме составила 36 кВт, а реактивная – 14 квар.

Внутренние кабельные линии приняты с медными жилами 3-х и 5-ти проводными в не распространяющей горение изоляции ППГнг(А)-HF.

Огнестойкие кабельные линии от ВРУ-УК выполняются трехжильным и пятижильным огнестойкими кабелями марки ППГнг(А)-FRHF, открыто, скрыто в штробах стен и перегородок в ПВХ трубе.

Защита сетей освещения осуществляется: однополюсными и трехполюсными автоматическими выключателями с тепловыми или комбинированными расцепителями.

Все соединения и ответвления выполняются в ответвительных коробках сваркой, опрессовкой в гильзах или с помощью сжимов.

3 Система внутреннего электроснабжения и электроосвещения центрального студенческого клуба

Основные решения по организации системы внутреннего электроснабжения центрального студенческого клуба будут такие же, как и для общежития, поэтому в разделе будут рассмотрены лишь отличительные особенности.

3.1 Обоснование принятой схемы электроснабжения центрального студенческого клуба

Категория надежности присоединяемых энергопринимающих устройств выбрана по СП 256.1325800.2016 и гл. 7.2 ПУЭ – II-я.

Напряжение сети ~380/220 В, система TN-C-S.

Для приема и распределения электроэнергии центрального студенческого клуба предусмотрено вводное распределительное устройство (ВРУ-К). ВРУ-К запитан от проектируемой ТП по двум взаиморезервируемым линиям.

«Для обеспечения электроустановки электроснабжением по II-ой категории надежности на вводе ВРУ-К предусматривается установка реверсивных рубильников, подключаемых по схеме «крест». В случае пропадания питания по одному из вводов, электротехнический персонал производит ручное переключение на рабочий ввод. Обеспечение потребителей электроэнергией по I-ой категории надежности электроснабжения, осуществляется посредством установки в ВРУ-К устройств АВР, осуществляющих в автоматическом режиме переключение между кабельными вводами» [15].

«В помещениях с нормальными условиями окружающей среды используется электрооборудование со степенью защиты IP20.

В помещении с влажными условиями окружающей среды и в пожароопасных помещениях используется электрооборудование со степенью защиты не ниже IP44.

Защита питающих линий от токов перегрузки и токов короткого замыкания выполнена автоматическими выключателями с электронными расцепителями с регулируемой токовой характеристикой к сверхтокам. Защита групповых линий от токов перегрузки и токов короткого замыкания выполнена автоматическими выключателями с комбинированными расцепителями, с характеристикой «С» [18].

3.2 Сведения о количестве электроприемников центрального студенческого клуба, их установленной и расчетной мощности

Расчет нагрузок по питающим линиям и в целом по зданию выполнен в соответствии с СП 256.1325800.2016 по формулам 9-12 и приведен в таблице 4.

Расчетная мощность в рабочем режиме – 48,8 кВт.

Реактивная мощность в рабочем режиме – 15,9 квар.

$\cos(\varphi) = 0,95$ (с учетом УКРМ 2×10 квар).

Расчетный ток в рабочем режиме – 78,0А.

Расчетная мощность в режиме «Пожар» – 81,2 кВт.

Реактивная мощность в режиме «Пожар» – 59,7 кквар.

Расчетный ток в режиме «Пожар» – 153,2А.

Таблица 4 - Результаты расчета нагрузок для здания центрального студенческого клуба

Центральный студенческий клуб	Кол-во	Руд. кВт/кв	$\Sigma P_{\text{у}}$, кВт	Коэффициенты				Расчетная мощность			I _p , А
				K _с	cos φ	tg φ	К _{о/К_{нм}н}	P, кВт	Q, квар	S, кВА	
II категория надежности электроснабжения											
Розеточная сеть											
Компьютер в комплекте: системный блок, монитор, источник бесперебойного питания 0,60 кВт+МФУ	6	0,60	3,6	0,95	0,65	1,17	-	3,42	4,00	-	-
электрическая нагрузка линий, питающих розетки, кол. розеток	114	0,06	6,8	0,10	0,95	0,33	-	0,68	0,22	-	-
Силовые электроприборы											
Дренажные насосы	2	0,50	1,0	0,80	0,65	1,17	-	0,80	0,94	-	-
Электрообогрев, воронки	5	0,03	0,2	0,80	1,00	0,00	-	0,12	0,00	-	-
Освещение шахты лифта и розетка в приемке	1	0,20	0,2	0,10	0,95	0,33	-	0,02	0,01	-	-
Вентиляция	-	-	13,6	0,65	0,65	1,17	-	8,81	10,30	-	-
Электроконвектор в ГРЩ	1	1,00	1,0	0,80	1,00	0,00	-	0,80	0,00	-	-
Насосная станция ХВС (2 рабочих насоса, 1 резервный)	1	1,60	1,6	0,80	0,65	1,17	-	1,28	1,50	-	-
Слаботочные сети	-	-	5,2	1,00	0,95	0,33	-	5,20	1,71	-	-
Итого по силовой сети:	-	-	33,2	0,64	0,75	0,88	-	21,1	18,7	28,2	42,7
Электроосвещение											
Рабочее освещение	-	-	7,500	0,95	0,95	0,33	-	7,13	2,34	-	-
Фасадное освещение	-	-	1,000	0,95	0,95	0,33	-	0,95	0,31	-	-
Итого по сети освещения:	-	-	8,5	0,95	0,95	0,33	-	8,1	2,7	8,5	12,9
Итого электроприемники II категория надежности электроснабжения	-	-	41,7	-	0,81	0,73	-	29,2	21,3	36,2	54,8
I категория надежности электроснабжения											
ИТП	1	2,50	2,5	1,00	0,80	0,75	-	2,50	1,88	-	-

Продолжение таблицы 4

Центральный студенческий клуб	Кол-во	Руд. кВт/кв	$\Sigma P_{\text{р}},$ кВт	Коэффициенты				Расчетная мощность			I _р , А
				K _с	cos φ	tg φ	К _{о/К_{нм}н}	P, кВт	Q, квар	S, кВА	
Узел учета ИТП	1	1,15	1,2	1,00	0,95	0,33	-	1,15	0,38	-	-
Вертикальный подъемник для МГН	1	0,75	0,8	1,00	0,80	0,75	-	0,75	0,56	-	-
Диспетчеризация	1	0,60	0,6	1,00	0,95	0,33	-	0,60	0,20	-	-
Слаботочные сети	1	1,60	1,6	1,00	0,95	0,33	-	1,60	0,53	-	-
Итого электроприемники I категория надежности электроснабжения	-	-	6,6	-	0,88	0,54	-	6,6	3,6	7,49	11,3
ИТОГО с учетом К _{нмн} =0,95 в нормальном режиме	-	-	48,3	-	0,81	0,73	0,95	34,0	24,9	42,15	63,9
ИТОГО с учетом К _{нмн} =0,95 в режиме «Пожар»	-	-	34,690	0,73	0,87	0,58	0,95	25,21	14,58	29,12	44,1
Электроприемники противопожарных устройств (ППУ)											
Электроприемники противопожарных устройств, работающие в нормальном режиме											
АПС	1	2,00	2,0	1,00	0,95	0,33	-	2,00	0,66	-	-
СОУЭ	1	4,00	4,0	1,00	0,95	0,33	-	4,00	1,31	-	-
Аварийное освещение (в т.ч. этажных коридоров, ЛК и лифтовых холлов)	1	1,30	1,3	1,00	0,95	0,33	-	1,30	0,43	-	-
Лифт для ППП	1	7,30	7,3	1,00	0,65	1,17	-	7,30	8,54	-	-
Светильники над входами	-	-	0,200	1,00	0,95	0,33	-	0,20	0,07	-	-
Итого электроприемники ППУ в нормальном режиме	-	-	14,8	-	0,80	0,74	-	14,8	11,0	18,5	28,0
Электроприемники противопожарных устройств, работающие только в режиме «ПОЖАР»											
Дымоудаление и подпор воздуха при пожаре	1	41,20	41,2	1,00	0,77	0,83	1,00	41,20	34,14	-	-
Итого электроприемники противопожарных устройств, работающие в режиме "ПОЖАР"	-	-	41,2	-	0,77	0,83	-	41,2	34,1	53,5	81,3
Итого электроприемники I категории (ППУ) в режиме "ПОЖАР"	-	-	56,0	-	0,78	0,81	-	56,0	45,2	71,9	109,3

Продолжение таблицы 4

Центральный студенческий клуб	Кол-во	Руд. кВт/кв	$\Sigma P_{\text{р}},$ кВт	Коэффициенты				Расчетная мощность			$I_{\text{р}},$ А
				$K_{\text{с}}$	$\cos \varphi$	$\text{tg } \varphi$	$\frac{K_{\text{о}}}{K_{\text{нм}}}$	$P,$ кВт	$Q,$ квар	$S,$ кВА	
Компенсация реактивной мощности УКРМ 2×10кВАР	-	-	-	-	-	-	-	-	-20,00	-	-
Итого по ВРУ-К в нормальном режиме:	-	-	63,1	-	0,95	0,33	-	48,8	15,9	51,3	78,0
из них по I категории (включая ППУ):	-	-	21,4	-	0,83	0,68	-	21,4	14,6	25,9	39,3
Итого по ВРУ-К режиме «Пожар» с учетом нагрузок ППУ:	-	-	90,7	-	0,81	0,74	-	81,2	59,7	100,8	153,2
из них по I категории (включая ППУ):	-	-	62,6	-	0,79	0,78	-	62,6	48,7	79,3	120,5

3.3 Электроснабжение потребителей центрального студенческого клуба в различных режимах работы

«В рабочем режиме работы электроустановки электроснабжение потребителей, подключаемых к щитам ВРУ-К осуществляется по двум кабельным вводам от вновь проектируемой 2-х трансформаторной подстанции (проектирует сетевая организация). При этом распределение нагрузок по вводам достигается применение секционирования щитов ВРУ-К, а также подключения отдельных щитов и панелей (противопожарные устройства и потребители первой категории) непосредственно к вводным клеммам щита ВРУ-К на каждом вводе» [7].

От ВРУ-К питаются следующие потребители:

- по II категория надежности электроснабжения: технологическое оборудование (компьютерное оборудование), рабочее и фасадное освещение, розеточные сети; насосы, слаботочные устройства, вентиляция;
- по I категория надежности электроснабжения (общедомовые потребители): лифт, ИТП, система диспетчеризации, СКУД и ОС;
- по I категория надежности электроснабжения (противопожарные потребители от АВР панели ППУ): аварийное освещение, устройства АПС и АППЗ, лифт ППП, системы дымоудаления.

Один из Лифтов Объекта служит для передвижения пожарных подразделений в случае пожара и подключен к панели противопожарных устройств (ППУ).

«Распределительные, групповые силовые и осветительные сети выбраны по длительно допустимой токовой нагрузке, по потере напряжения и по времени срабатывания защиты при однофазных коротких замыканиях.

Предусмотрено отключение систем вентиляции при сигнале «пожар» на панелях ВРУ-К» [11].

3.4 Выбор типов используемых проводников и способов их прокладки

«Выбор сечения кабелей производится в соответствии с главой 1.3 ПУЭ по условию нагрева длительным расчетным током в нормальном и послеаварийном режимах и по потере напряжения» [15].

Внутренние кабельные линии приняты с медными жилами 3-х и 5-ти проводными в не распространяющей горение изоляции ППГнг(А)-HF, сеть электроснабжения противопожарного оборудования, сеть эвакуационного освещения выполнено огнестойким кабелем с медными жилами ППГнг(А)-FRHF. Управление внутренним освещением предусматривается индивидуальными выключателями, установленными на стенах, по системе диспетчеризации в ручном и автоматическом режимах.

Управление внутренним освещением предусматривается индивидуальными выключателями, установленными на стенах, по системе диспетчеризации в ручном и автоматическом режимах.

Для переносных электроприемников на стенах устанавливаются штепсельные розетки с заземляющим контактом. При питании штепсельных розеток от одной групповой линии ответвления для нулевого защитного проводника РЕ к каждой штепсельной розетке следует выполнять в ответвительной коробке. С учетом требований ПУЭ штепсельные розетки устанавливаются с третьим заземляющим контактом.

В помещениях с нормальными условиями окружающей среды используется электрооборудование со степенью защиты не менее IP20.

Все щиты НКУ имеют степень защиты не ниже IP 20 и имеют сертификаты соответствия стандартам РФ. Для секций ВРУ-К используются металлические панели с нижним вводом и верхним выводом кабелей.

Защита сетей освещения осуществляется: однополюсными и трехполюсными автоматическими выключателями с тепловыми или комбинированными расцепителями.

Электрооборудование устанавливается на высоте (от пола):

- блок зажимов счетчика - 1,6 м,
- выключатели освещения в общедомовых и технических помещениях - 1,5 м,
- розетки в технических помещениях - 1,0 м.

Сети рабочего и аварийного освещения независимы друг от друга и запитаны самостоятельными линиями от ВРУ, сети аварийного освещения запитаны от панели ППУ с устройством АВР.

Сети аварийного освещения относятся к системам противопожарной безопасности и выполняются огнестойкими кабелями марки ППГнг(А)-FRHF, открыто, по кабельным лоткам, скрыто в штробах стен и перегородок в ПВХ трубе.

При открытой прокладке крепление выполняется металлическими крепежными скобами с шагом не менее 0,6м и на расстоянии не менее 0,3м до прочих кабельных линий.

В щитах предусмотрены резервные группы для подключения дополнительных потребителей.

Выводы по разделу.

Основные решения по организации системы внутреннего электроснабжения центрального студенческого клуба приняты такими же, как и для общежития. Выполнен расчет ожидаемых нагрузок по ЦСК. Расчетная мощность в рабочем режиме составила 49 кВт, реактивная – 16 квар.

4 Наружные сети электроосвещения и внутриплощадочные сети электроснабжения

4.1 Характеристика источников электроснабжения и принятой схемы электроснабжения

Источник питания. Подключение проектируемых объектов комплекса предусматривается от проектируемой ТП 2×630кВА.

Для присоединения к электрическим сетям предусмотрено подключение к проектируемой ТП 2×630кВА следующих зданий Объекта:

- общежитие,
- центральный студ. клуб,
- учебный корпус,
- газовая котельная.

«Максимальная мощность присоединяемых проектируемых энергопринимающих устройств составляет 550 кВт.

Категория надежности: 550 кВт – II категория по надежности электроснабжения.

Класс напряжения электрических сетей, к которым осуществляется технологическое присоединение: 0,4 кВ» [3].

Точки присоединения:

- контактные соединения проектируемых КЛ-0,4 кВ заявителя с коммутационными аппаратами в РУ-0,4 кВ проектируемой ТП-6/0,4 кВ в границах земельного участка заявителя – 2 точки по 550 кВт.
- контактные соединения питающих шин 0,4 кВ в ячейках силовых трансформаторов Т-1 и Т-2 РУ-0,4 кВ ТП-43 – 2 точки по 160 кВт.

Существующие точки присоединения (присоединение сущ. потребителей):

- контактные соединения питающих шин 0,4 кВ в ячейках силовых трансформаторов Т-1 и Т-2 РУ-0,4 кВ ТП-43 – 2 точки по 160 кВт,

категория по надежности электроснабжения в существующих точках присоединения – III.

Максимальная мощность, разрешенная к одномоментному использованию, по четырем точкам присоединения не должна превышать 870 кВт.

Основной источник питания: ПС 110/35/6 кВ Южная.

Резервный источник питания: ПС 110/35/6 кВ Южная.

Категория надежности присоединяемых энергопринимающих устройств выбрана по СП 256.1325800.2016 и гл. 7.2 ПУЭ – II-я.

Для приема и распределения электроэнергии по проектируемым объектам (общежитие, центральный студ. клуб, учебный корпус, газовая котельная) предусмотрено 4 кабельных линии, каждая двумя взаиморезервируемыми кабелями.

«Обеспечение потребителей электроэнергией по I-ой категории надежности электроснабжения, осуществляется посредством установки в ГРЩ и ВРУ потребителей АВР, осуществляющих в автоматическом режиме переключение между кабельными вводами» [2].

4.2 Сведения о количестве электроприемников по всей группе зданий, их установленной и расчетной мощности

Сводный расчет нагрузок по питающим линиям выполнен в соответствии с СП 256.1325800.2016 по формулам 9-12. Потребители электрической энергии, установленная и расчетная мощности указаны в таблице 5.

Таблица 5 - Результаты расчета нагрузок на шинах питающей ТП

Объект	$\Sigma P_{\text{у}}$, кВт	Коэффициенты				Расчетная мощность			I _p , А
		K _c	cos φ	tg φ	К _о / К _{нм} н	P, кВт	Q, квар	S, кВА	
Проектируемая ТП, (секция 1)									
Проектируемые нагрузки, II категория надежности электроснабжения									
Общежитие									
Общежитие ГРЩ Ввод 1, 2 (рабочий режим, питание по двум вводам)	447,5	-	0,97	0,27	-	142,0	37,7	147,0	222,7
Общежитие ГРЩ Ввод 1, 2 (аварийный режим, питание по одному вводу)	895,0	-	0,97	0,27	-	284,1	75,4	293,9	445,3
Общежитие ГРЩ (аварийный режим + «Пожар»)	941,3	-	0,93	0,40	-	333,2	132,9	358,8	543,6
ЦСК									
ЦСК Ввод 1 (рабочий режим, питание по двум вводам)	31,5	-	0,95	0,33	-	24,4	7,9	25,7	39,0
ЦСК Ввод 1 (аварийный режим, питание по одному вводу)	63,1	-	0,95	0,33	-	48,8	15,9	51,3	78,0
ЦСК Ввод 1 (аварийный режим + «Пожар»)	90,7	-	0,81	0,74	-	81,2	59,7	100,8	153,2
Учебный корпус									
Учебный корпус Ввод 1 (рабочий режим, питание по двум вводам)	26,15	-	0,97	0,25	-	17,8	4,4	18,3	27,9
Учебный корпус Ввод 1 (аварийный режим, питание по одному вводу)	52,300	-	0,97	0,25	-	35,6	8,8	36,7	55,7
Учебный корпус Ввод 1 (аварийный режим + «Пожар»)	18,600	-	0,90	0,49	-	13,7	6,7	15,2	23,1
Котельная Ввод 1									
Котельная Ввод 1 (рабочий режим, питание по двум вводам)	55,1	0,69	0,89	0,50	-	37,95	18,95	42,4	63,6
Котельная Ввод 1 (аварийный режим, питание по одному вводу)	110,25	0,69	0,89	0,50	-	75,91	37,92	84,85	127,40
Проектируемая ТП Секция 1 в рабочем режиме (II категория)	560,3	-	0,96	0,31	-	222,2	69,0	232,7	352,5
Проектируемая Секция 1 ТП в максим. режиме (авар.+Пожар)	1148,2	-	0,91	0,47	-	525,9	239,3	581,1	880,4

Продолжение таблицы 5

Объект	$\Sigma P_{\text{ру}}$, кВт	Коэффициенты				Расчетная мощность			I _p , А
		K _c	cos φ	tg φ	К _о / К _{нм} н	P, кВт	Q, квар	S, кВА	
Проектируемая ТП, (секция 2)									
Проектируемые наргузки, II категория надежности электроснабжения									
Общежитие									
Общежитие Ввод 2 (рабочий режим, питание по двум вводам)	447,5	-	0,97	0,27	-	142,0	37,7	147,0	222,7
Общежитие Ввод 2 (аварийный режим, питание по одному вводу)	895,0	-	0,97	0,27	-	284,1	75,4	293,9	445,3
Общежитие Ввод 2 (аварийный режим + «Пожар»)	941,3	-	0,93	0,40	-	333,2	132,9	358,8	543,6
ЦСК									
ЦСК Ввод 2 (рабочий режим, питание по двум вводам)	31,5	-	0,95	0,3	-	24,4	7,9	25,7	39,0
ЦСК Ввод 2 (аварийный режим, питание по одному вводу)	63,1	-	0,95	0,3	-	48,8	15,9	51,3	78,0
ЦСК Ввод 2 (аварийный режим + «Пожар»)	90,7	-	0,8	0,7	-	81,2	59,7	100,8	153,2
Учебный корпус									
Учебный корпус Ввод 2 (рабочий режим, питание по двум вводам)	26,15	-	0,97	0,25	-	17,8	4,4	18,3	27,9
Учебный корпус Ввод 1 (аварийный режим, питание по одному вводу)	52,300	-	0,97	0,25	-	35,6	8,8	36,7	55,7
Учебный корпус Ввод 1 (аварийный режим + «Пожар»)	18,600	-	0,90	0,49	-	13,7	6,7	15,2	23,1
Котельная Ввод 2									
Котельная Ввод 2 (рабочий режим, питание по двум вводам)	55,1	0,69	0,89	0,50	-	37,95	18,95	42,4	63,6
Котельная Ввод 2 (аварийный режим, питание по одному вводу)	110,25	0,69	0,89	0,50	-	75,91	37,92	84,9	127,4
Проектируемая ТП Секция 2 в рабочем режиме (II категория)	560,3	-	0,96	0,31	-	222,2	69,0	232,7	352,5
Проектируемая ТП Секция 2 в максим. режиме (авар.+Пожар)	1194,5	-	0,91	0,46	-	525,9	239,3	577,8	875,5
Итого проект. Объектам СГМУ в рабочем режиме (II категории)	1120,6	-	0,96	0,31	-	444,4	138,0	465,3	705,0
Итого по проект. Объектам СГМУ в максим. режиме (Пожар)	1194,5	-	0,91	0,46	-	525,9	239,3	577,8	875,5

Сведения о суммарной установленной и расчетной мощности объекта:

- установленная мощность в рабочем режиме – 1120,6кВт;
- расчетная мощность в рабочем режиме – 444,4 кВт;
- реактивная мощность в рабочем режиме – 138,0 квар;
- $\cos(\varphi) = 0,96$ (с учетом УКРМ);
- расчетный ток в рабочем режиме – 705,0А.
- расчетная мощность в режиме «Пожар» – 525,9 кВт;
- реактивная мощность в режиме «Пожар» – 239,3 квар;
- $\cos(\varphi) = 0,91$ (с учетом УКРМ);
- расчетный ток в режиме «Пожар»–875,5А.

4.3 Выбор и проверка проводников наружных сетей электроснабжения

Питающие фидерные кабельные линии выполним кабелями следующих марок и сечений:

- фидера 1.1 и 1.2 направлением проект. ТП – Общежитие: 2×АПвБШв(А)нгLS 4×1240мм² (каждый фидер);
- фидера 2.1 и 2.2 направлением проект. ТП – учеб. корпус: АПвБШв(А)нгLS 4×50мм² (каждый фидер);
- фидера 3.1 и 3.2 направлением проект. ТП – ЦСК: АПвБШв(А)нгLS 4×120мм² (каждый фидер);
- фидера 4.1 и 4.2 направлением проект. ТП – Котельная: АПвБШв(А)нгLS 4×150мм² (каждый фидер).

Кабели выбираем по длительно допустимому току кабельной линии.

Допустимые токовые нагрузки на кабели в зависимости от условия прокладки и режима их работы приведены в гл. 1.3 ПУЭ и документации заводов-производителей.

Длительно допустимые токи нагрузки для кабелей определены с учетом условий прокладки по формуле:

$$I_{\text{дд}} = I_{\text{ном.дд}} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4, \quad (16)$$

где k_1 - поправочный коэффициент на температуру окружающей среды, температура грунта в месте размещения объекта летом на глубине 0,7 м составляет 15°C , таким образом, $k_1 = 1$;

k_2 - поправочный коэффициент на термическое сопротивление грунта, $k_2 = 1$;

k_3 - поправочный коэффициент на количество групп кабелей, для 2-х кабелей на расстоянии 100мм, $k_3 = 0,9$;

k_4 - поправочный коэффициент на прокладку кабелей в трубах более 10 м, $k_4 = 0,9$.

Результаты расчетов заносим в таблицу 6.

Проверка сечения проводников по экономической плотности тока.

Сечения проводников должны быть проверены по экономической плотности тока. Экономически целесообразное сечение, мм^2 определяется из соотношения

$$S = I/J_{\text{эк}}, \quad (17)$$

где I – расчетный ток в час максимума энергосистемы, А;

$J_{\text{эк}}$ - нормированное значение экономической плотности тока, $\text{А}/\text{мм}^2$, для заданных условий работы, выбираемое по таблице 1.3.36. ПУЭ.

Данные для расчетов и результаты сведены в таблицу 7.

Таблица 6 – Результаты выбора кабелей по длительно допустимому току

Кабельная линия	Исходные данные											Длительно допустимый ток всех кабелей с учетом коэффициентов прокладки, А	
	Фидер	Инагр. ном., А	Инагр. а вар., А	Способ прокладки	Коэффициенты прокладки				Сечение жилы, мм ²	Количество кабелей	Длительно допустимый ток I _{ном д.д} одного кабеля, А	в норм. режиме	в авар. режиме
					k1, k2	k3 в норм. режиме	k3 в авар. режиме	k4					
АПвБШв нГЛс 2×(4×240мм ²)	Ф.1.1	222,7	445,3	в траншее в трубе	1	0,9	0,9	0,9	240	2	369,2	598,1	598,1
АПвБШв нГЛс 2×(4×240мм ²)	Ф.1.2	222,7	445,3	в траншее в трубе	1	0,9	0,9	0,9	240	2	369,2	598,1	598,1
АПвБШв нГЛс 4×50мм ²	Ф.2.1	27,8	55,7	в траншее в трубе	1	1	1	0,9	50	1	146	131,4	131,4
АПвБШв нГЛс 4×50мм ²	Ф.2.2	27,8	55,7	в траншее в трубе	1	1	1	0,9	50	1	146	131,4	131,4
АПвБШв нГЛс 4×120мм ²	Ф.3.1	76,6	153,2	в траншее в трубе	1	1	1	0,9	120	1	248,31	223,5	223,5
АПвБШв нГЛс 4×120мм ²	Ф.3.2	76,6	153,2	в траншее в трубе	1	1	1	0,9	120	1	248,31	223,5	223,5
АПвБШв нГЛс 4×150мм ²	Ф.4.1	63,7	127,4	в траншее в трубе	1	1	1	0,9	150	1	278	250,2	250,2
АПвБШв нГЛс 4×150мм ²	Ф.4.2	63,7	127,4	в траншее в трубе	1	1	1	0,9	150	1	278	250,2	250,2

По длительно допустимому току питающие кабели удовлетворяют требованиям ПУЭ.

Таблица 7 – Данные для расчетов и результаты проверки сечения проводников по экономической плотности тока

Кабельная линия	Исходные данные				Результаты расчетов		
	Фидер	Инагр. авар., А	Годовое число исп. максимума	Экономическая плотность тока, А/мм ²	Расчетное сечение жилы, мм ²	Принятое сечение жилы, мм ²	Заключение
АПвБШв нГЛс 2×(4×240мм ²)	Ф.1.1	223	более 5000	1,6	139	480	Соответ.
АПвБШв нГЛс 2×(4×240мм ²)	Ф.1.2	223	более 5000	1,6	139	480	Соответ.
АПвБШв нГЛс 4×50мм ²	Ф.2.1	28	более 5000	1,6	17	50	Соответ.
АПвБШв нГЛс 4×50мм ²	Ф.2.2	28	более 5000	1,6	17	50	Соответ.
АПвБШв нГЛс 4×120мм ²	Ф.3.1	77	более 5000	1,6	48	120	Соответ.
АПвБШв нГЛс 4×120мм ²	Ф.3.2	77	более 5000	1,6	48	120	Соответ.
АПвБШв нГЛс 4×150мм ²	Ф.4.1	64	более 5000	1,6	40	150	Соответ.
АПвБШв нГЛс 4×150мм ²	Ф.4.2	64	более 5000	1,6	40	150	Соответ.

Проверка защит при однофазном коротком замыкании.

Расчетный ток короткого замыкания определяем по формуле:

$$I_{КЗ}^{(1)} = \frac{0,9 \cdot U_{\phi}}{\frac{Z_m}{3} + Z_n + Z_{пк}}, \quad (18)$$

где « U_{ϕ} - фазное напряжение, В;

Z_T - сопротивление обмотки трансформатора в Ом» [5];

$Z_{п}$ - полное сопротивление петли фаза-ноль линии от трансформатора до точки КЗ в Ом;

$Z_{пк}$ - сопротивление переходных контактов в Ом.

Величины Z_T и $Z_{пк}$ определяются по табличным данным. В расчете принято: $Z_{пк} = 0,002$ Ом.

Результаты расчетов однофазного тока КЗ заносим в таблицу 8. Данные для расчетов и результаты проверки выключателей сведены в таблицу 9.

В соответствии с кривой защитных характеристик выбранных предохранителей время автоматического отключения токов короткого замыкания <0,4 сек. По токовым характеристикам условие срабатывания удовлетворяет требованиям ПУЭ. Таким образом условие выполняется, и защита кабельных линий обеспечивается.

Проверка сети по потере напряжения в КЛ-0,4 выполнена по формуле:

$$U = I_{расч} \cdot L \cdot R_{уд} / S, \quad (19)$$

где $I_{расч}$ - расчетный ток, А;

L - длина линии, м;

$R_{уд}$ - удельное сопротивление проводника, Ом/м;

S - сечение провода, мм.

Данные для расчетов и результаты сведены в таблицу 10.

Таблица 8 - Результаты расчетов однофазного тока КЗ

Точка присоединения	№ ТП	№ фидера	Уставка или ток плав. вставки, А	Ррасч, кВт	Ирасч, А	cos φ	Марка кабеля	Сечение, мм ²	Длина линии, м	Руд. кабеля, Ом/м	R петли фазаноль, Ом	Zт трансформатора, Ом	Икз мин, А	Тип и ток уставки аппарата защиты, А	Наименование потребителя
Проект.ТП	пр. ТП	Ф.1.1	630	142,0	222,7	0,97	АПВБШВ нГЛs 2×(4×240мм ²)	480	118	0,00006	0,014	0,014	7166	ВА88-37 315А	ГРЩ с.1
Проект.ТП	пр. ТП	Ф.1.2	630	142,0	222,7	0,97	АПВБШВ нГЛs 2×(4×240мм ²)	480	118	0,00006	0,014	0,014	7166	ВА88-37 315А	ГРЩ с.2
Проект.ТП	пр. ТП	Ф.2.1	100	17,8	27,8	0,97	АПВБШВ нГЛs 4×50мм ²	50	85	0,00056	0,095	0,014	1890	ВА88-32 80А	ВРУ уч.кор. вв.1
Проект.ТП	пр. ТП	Ф.2.2	100	17,8	27,8	0,97	АПВБШВ нГЛs 4×50мм ²	50	85	0,00056	0,095	0,014	1890	ВА88-32 80А	ВРУ уч.кор. вв.2
Проект.ТП	пр. ТП	Ф.3.1	200	40,6	76,6	0,95	АПВБШВ нГЛs 4×120мм ²	120	77	0,00023	0,036	0,014	4071	ВА88-35 160А	ВРУ-К вв.1
Проект.ТП	пр. ТП	Ф.3.2	200	40,6	76,6	0,95	АПВБШВ нГЛs 4×120мм ²	120	77	0,00023	0,036	0,014	4071	ВА88-35 160А	ВРУ-К вв.2
Проект.ТП	пр. ТП	Ф.4.1	250	37,95	63,7	0,89	АПВБШВ нГЛs 4×150мм ²	150	71	0,00019	0,027	0,018	4513	Tmax ХТ3 200А	Котельная вв.1
Проект.ТП	пр. ТП	Ф.4.2	250	37,95	63,7	0,89	АПВБШВ нГЛs 4×150мм ²	150	71	0,00019	0,027	0,018	4513	Tmax ХТ3 200А	Котельная вв.2

Таблица 9 - Данные для расчетов и результаты проверки выключателей

Марка кабеля	Сечение, мм ²	Л-длина линии, м	Руд. кабеля, Ом/м	Zп петли фазаноль, Ом	Zт/3 трансформатора, Ом	Zпк переходных контактов, Ом	Ikз мин, А	Тип аппарата защиты, А	Ток уставки или плавкой вставки, Iу, А	Характеристика срабатывания	Ток срабатывания защиты, А - время, с	Время срабатывания (ПУЭ таблица 1.7.1, п.1.7.79) время откл. <0,4с / время откл. < 5 с
АПвБШв нГЛс 2×(4×240мм ²)	480	118	0,00006	0,014	0,014	0,001	7166	по данным э.с.к.	630	10 × Iу	6,3 кА - 0,01с	< 0,4с
АПвБШв нГЛс 2×(4×240мм ²)	480	118	0,00006	0,014	0,014	0,001	7166	по данным э.с.к.	630	10 × Iу	6,3 кА - 0,01с	< 0,4с
АПвБШв нГЛс 4×50мм ²	50	85	0,00056	0,095	0,014	0,001	1890	по данным э.с.к.	100	10 × Iу	1,0 кА - 0,01с	< 0,4с
АПвБШв нГЛс 4×50мм ²	50	85	0,00056	0,095	0,014	0,001	1890	по данным э.с.к.	100	10 × Iу	1,0 кА - 0,01с	< 0,4с
АПвБШв нГЛс 4×120мм ²	120	77	0,00023	0,036	0,014	0,001	4071	по данным э.с.к.	200	10 × Iу	2,0 кА - 0,01с	< 0,4с
АПвБШв нГЛс 4×120мм ²	120	77	0,00023	0,036	0,014	0,001	4071	по данным э.с.к.	200	10 × Iу	2,0 кА - 0,01с	< 0,4с
АПвБШв нГЛс 4×150мм ²	150	71	0,00019	0,027	0,018	0,002	4513	по данным э.с.к.	250	10 × Iу	2,5 кА - 0,01с	< 0,4с
АПвБШв нГЛс 4×150мм ²	150	71	0,00019	0,027	0,018	0,002	4513	по данным э.с.к.	250	10 × Iу	2,5 кА - 0,01с	< 0,4с

Таблица 10 - Данные для расчетов и результаты проверки сети по потере напряжения в КЛ-0,4

Фидер	Ррасч, кВт	Ирасч, А	Сечение, мм ²	Длина линии, м	Руд. кабеля, Ом/м	Потери U, В	Потери U, %
Ф.1.1	142	445,3	480	118	0,00006	3,07	1,4
Ф.1.2	142	445,3	480	118	0,00006	3,07	1,4
Ф.2.1	17,8	27,8	50	85	0,00056	1,33	0,6
Ф.2.2	17,8	27,8	50	85	0,00056	1,33	0,6
Ф.3.1	40,6	76,6	120	77	0,00023	1,38	0,6
Ф.3.2	40,6	76,6	120	77	0,00023	1,38	0,6
Ф.4.1	37,95	63,7	150	71	0,00019	0,84	0,4
Ф.4.2	37,95	63,7	150	71	0,00019	0,84	0,4

По потерям напряжения питающие кабели удовлетворяют требованиям ПУЭ.

Выводы по разделу.

Для присоединения к электрическим сетям предусмотрено подключение к проектируемой ТП 2×630кВА следующих зданий:

- общежитие,
- центральный студ. клуб,
- учебный корпус.

Выполнен расчет суммарных электрических нагрузок на шинах ТП. Установленная активная мощность в рабочем режиме составила 1121 кВт, при этом расчетная мощность в рабочем режиме, определенная с учетом коэффициентов спроса и одновременности составила 444 кВт.

Выбраны по длительно допустимому току питающие фидерные кабельные линии. Длительно допустимые токи нагрузки для кабелей определены с учетом условий прокладки. Сечение каждой линии проверено по экономической плотности тока. Выполнена проверка защит при однофазном коротком замыкании. Время автоматического отключения токов КЗ < 0,4 сек. По токовым характеристикам условие срабатывания удовлетворяет требованиям ПУЭ. Кроме того, выполнена проверка сети по потере напряжения в КЛ-0,4, потери напряжения не превышают 1,4%.

Заключение

Целью бакалаврской работы являлась разработка безопасной системы внутреннего и внешнего электроснабжения группы зданий медуниверситета, обладающей заданной надежностью и экономичностью.

Выбраны основные элементы системы электроснабжения здания общежития блочного типа и определена конфигурация сети.

Для приема и распределения электроэнергии общежития блочного типа предусмотрен главный распределительный щит, который питается от проектируемой ТП по двум взаиморезервируемым линиям. Обеспечение потребителей электроэнергией по I-ой категории надежности электроснабжения, осуществляется посредством установки в ГРЩ устройств АВР, осуществляющих в автоматическом режиме переключение между кабельными вводами. К I категории относятся: лифт, ИТП, система диспетчеризации, СКУД и ОС, противопожарные потребители. Защита питающих линий от токов перегрузки и токов короткого замыкания выполнена автоматическими выключателями с электронными расцепителями с регулируемой токовой характеристикой к сверхтокам. Защита групповых линий от токов перегрузки и токов короткого замыкания выполнена автоматическими выключателями с комбинированными расцепителями, с характеристикой «С».

Выполнен расчет нагрузок по питающим линиям и в целом по зданию в соответствии со сводом правил СП 256. Расчетная мощность в рабочем режиме составила 284 кВт; реактивная мощность – 75 квар с учетом установки двух УКРМ по 40квар.

В ГРЩ предусмотрена установка устройства защиты от импульсных перенапряжений коммутирующего типа РИФ-Э-I+II, предназначенного для защиты оборудования в низковольтных цепях до 1000 В от вторичных воздействий молнии, электромагнитных наводок и коммутационных перенапряжений. Здание будет оснащено автоматизированной системой

управления и диспетчеризации инженерного оборудования на базе комплекса «Кристалл» для управления и мониторинга инженерными системами здания.

Система заземления принята типа TN-C-S. Разделение PEN проводника, на N и PE проводники, выполнено в ГРЩ. Заземление электрооборудования выполняется с помощью нулевого защитного проводника, входящего в состав питающего кабеля. Для защиты здания от прямых ударов молнии, на кровле устанавливается молниеприемная сетка с шагом ячейки 10м.

Внутренние кабельные линии приняты с медными жилами 3-х и 5-ти проводными в не распространяющей горение изоляции ВВГнг(А)-LsLtx, сеть электроснабжения противопожарного оборудования, сеть эвакуационного освещения выполнена огнестойким кабелем с медными жилами ВВГнг(А)-FRLsLtx. В здании общежития предусмотрено рабочее освещение, освещение прилегающей территории прожекторами на фасаде здания и аварийное освещение. Выполнен расчет освещенности для помещений и выбраны типы применяемых светодиодных светильников. Светильники аварийного освещения путей эвакуации работают в постоянном режиме, и используются также в качестве дежурного освещения. Все светильники аварийного эвакуационного/резервного освещения укомплектованы блоками аварийного питания с аккумуляторными батареями, обеспечивающими время работы на менее 1ч.

Для приема и распределения электроэнергии 2-го этажа первого учебного корпуса предусмотрено вводное распределительное устройство (ВРУ-ук). ВРУ-УК запитан от проектируемой ТП по двум взаиморезервируемым линиям.

Выполнен расчет ожидаемых нагрузок для 2-го этажа первого учебного корпуса, так расчетная мощность в рабочем режиме составила 36 кВт, а реактивная – 14 квар.

Внутренние кабельные линии приняты с медными жилами 3-х и 5-ти проводными в не распространяющей горение изоляции ППГнг(А)-HF. Огнестойкие кабельные линии от ВРУ-УК выполняются трехжильным и

пятижильным огнестойкими кабелями марки ППГнг(А)-FRHF, открыто, скрыто в штробах стен и перегородок в ПВХ трубе.

Защита сетей освещения осуществляется: однополюсными и трехполюсными автоматическими выключателями с тепловыми или комбинированными расцепителями.

Все соединения и ответвления выполняются в ответвительных коробках сваркой, опрессовкой в гильзах или с помощью сжимов.

Основные решения по организации системы внутреннего электроснабжения центрального студенческого клуба приняты такими же, как и для общежития. Выполнен расчет ожидаемых нагрузок по ЦСК. Расчетная мощность в рабочем режиме составила 49 кВт, реактивная – 16 квар.

Для присоединения к электрическим сетям предусмотрено подключение к проектируемой ТП 2×630кВА следующих зданий:

- общежитие,
- центральный студ. клуб,
- учебный корпус.

Выполнен расчет суммарных электрических нагрузок на шинах ТП. Установленная активная мощность в рабочем режиме составила 1121 кВт, при этом расчетная мощность в рабочем режиме, определенная с учетом коэффициентов спроса и одновременности составила 444 кВт.

Выбраны по длительно допустимому току питающие фидерные кабельные линии. Длительно допустимые токи нагрузки для кабелей определены с учетом условий прокладки. Сечение каждой линии проверено по экономической плотности тока. Выполнена проверка защит при однофазном коротком замыкании. Время автоматического отключения токов КЗ < 0,4 сек. По токовым характеристикам условие срабатывания удовлетворяет требованиям ПУЭ. Кроме того, выполнена проверка сети по потере напряжения в КЛ-0,4, потери напряжения не превышают 1,4%.

Список используемой литературы

1. Вахнина В.В., Черненко А.Н. Проектирование систем электроснабжения: электронное учеб.-метод. пособие. Тольятти: Изд-во ТГУ, 2016. – 1 оптический диск.
2. ГОСТ 28249-93 Короткие замыкания в электроустановках. Методы расчета в электроустановках переменного тока напряжением до 1 кВ [Электронный ресурс]: Межгосударственный стандарт от 01.01.1995. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200004630> (дата обращения 15.12.2022).
3. ГОСТ Р 50571.5.54-2013 Электроустановки низковольтные. Часть 5-54. Заземляющие устройства, защитные проводники и защитные проводники уравнивания потенциалов [Электронный ресурс]: Национальный стандарт Российской Федерации 01.01.2015. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200108284> (дата обращения 18.11.2022).
4. ГОСТ Р 55842-2013 (ИСО 30061:2007) Освещение аварийное. Классификация и нормы [Электронный ресурс]: Национальный стандарт Российской Федерации от 01.01.2015. URL: docs.cntd.ru/document/1200107497 (дата обращения 07.12.2022).
5. Ополева Г.Н. Электроснабжение промышленных предприятий и городов: учебное пособие. Москва: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2022. 416 с. [Электронный ресурс]: URL: <https://znanium.com/catalog/product/1839660> (дата обращения: 12.02.2023).
6. Правила устройства электроустановок (ПУЭ) [Электронный ресурс]: URL: <http://pue7.ru/pue7/sod.php> (дата обращения 23.01.2023).
7. РД 34.21.122-87 Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений [Электронный ресурс]: URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200003090> (дата обращения 08.12.2022).
8. Рожин А.Н., Бакшаева Н.С. Внутрицеховое электроснабжение: учеб. пособие для выполнения курсового и дипломного проектов. Киров: Изд-во ВятГУ, 2016. 258с.

9. Сибикин Ю.Д., Сибикин М.Ю. Электроснабжение: учебное пособие, 2-е изд., стер. Москва: ИНФРА-М, 2023. 328 с. [Электронный ресурс]: URL: <https://znanium.com/catalog/product/1905614> (дата обращения: 15.02.2023).
10. Синенко Л.С., Электроснабжение. Версия 1.0. [Электронный ресурс]: учеб. пособие к практ. занятиям. URL: <https://docviewer.yandex.ru/view/122353214> (дата обращения 17.02.2023).
11. СО 153-34.21.122-2003 Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций [Электронный ресурс]: URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200034368> (дата обращения 17.01.2023).
12. СП 31-110-2003 Проектирование и монтаж электроустановок жилых и общественных зданий [Электронный ресурс]: Свод правил по проектированию и строительству от 01.01.2004. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200035252> (дата обращения 19.12.2022).
13. СП 44.13330.2011 Административные и бытовые здания. Актуализированная редакция СНиП 2.09.04-87 (с Поправкой, с Изменением N 1) [Электронный ресурс]: Свод правил от 20.05.2011. URL: docs.cntd.ru/document/1200084087 (дата обращения 13.01.2023).
14. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95 [Электронный ресурс]: Свод правил от 05.08.2017. URL: <http://docs.cntd.ru/document/456054197> (дата обращения 09.01.2023).
15. СП 56.13330.2011 Производственные здания. Актуализированная редакция СНиП 31-03-2001 (с Изменением N 1) [Электронный ресурс]: Свод правил от 20.05.2011. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200085105> (дата обращения 22.12.2022).
16. Шевченко Н.Ю., Бахтиаров К.Н. Проектирование системы электроснабжения цеха: учеб. пособие по выполнению курсового проекта. Волгоград: ИУНЛ ВолГТУ, 2015. 105с.

17. Iihan Tarimer, Boleslav Kuca The proposition to Safety of a lightning protection system for hight Structures // TEM Journal. 2017. № 2(4). C. 309-313.
18. Octavian Mihai Machidon, Radu Constantin Andrei, Carmen Gerigan Smart circuit breaker communication infrastructure // TEM Journal. 2017. № 6(4). C. 855-861.
19. Pas Jacek Selected Methods for increases reliability the of electronic system security // Journal of KONBiN. 2015. № 35(1). C. 147-156.
20. Sajad Samadinasab, Farhad Namdari, Mohammed Bakhshipoor A novel approach for earthling system design using finite element method // Journal of Intelligent Procedures in electrical technology. 2017. №8(29). C. 54-63.
21. Sanober Hassan Khattak, Michael Oates, Rick Greenough Towards improved energy and recourse management in manufacturing // Energies. 2018. № 11(4). C. 1-15.