

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный профессионально-педагогический университет»

**ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ И ЭЛЕКТРООСВЕЩЕНИЕ КОТТЕДЖЕЙ
ГОРНОЛЫЖНОГО КОМПЛЕКСА**

Выпускная квалификационная работа бакалавра
направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Идентификационный код ВКР: 826

Екатеринбург 2016

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный профессионально-педагогический университет»
Институт инженерно-педагогического образования
Кафедра электрооборудования и энергоснабжения

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:
Заведующая кафедрой ЭС
_____ А.О. Прокубовская
« _____ » _____ 2016 г.

**ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ И ЭЛЕКТРООСВЕЩЕНИЕ КОТТЕДЖЕЙ
ГОРНОЛЫЖНОГО КОМПЛЕКСА**

Выпускная квалификационная работа бакалавра
направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
профиля подготовки «Электрооборудование и электрохозяйство предприятий,
организаций и учреждений»

Идентификационный код ВКР: 826

Исполнитель:

студент группы Кп-511 ЭО _____ Л.Ю. Волкова

Руководитель:

зам. начальника отдела ОАО «ИЦЭУ» _____ Н.А. Здоровенко

Нормоконтролер:

ст. преподаватель кафедры ЭС _____ Т.В. Лискова

Екатеринбург 2016

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа выполнена на 50 страницах, содержит 8 рисунков, 13 таблиц, 20 источников литературы, а также 4 приложения на 35 страницах.

Ключевые слова: ЭЛЕКТРОХОЗЯЙСТВО, ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ, ЭЛЕКТРООСВЕЩЕНИЕ, ОСВЕЩЕННОСТЬ, ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ, ВВОДНО-РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНО УСТРОЙСТВО, СИЛОВОЙ ЩИТОК, ЩИТОК ОСВЕЩЕНИЯ, КАБЕЛЬ, РАСЦЕПИТЕЛЬ, АВТОМАТИЧЕСКИЙ ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ.

Объектом исследования является горнолыжный комплекс «Гора Белая».

Предметом исследования является системы электрооборудования и электроосвещения коттеджей горнолыжного комплекса.

Цель работы: разработать проект систем электрооборудования и электроосвещения коттеджей горнолыжного комплекса.

Произведен расчет необходимого количества светильников для помещений коттеджей-гостиниц, силовых щитков, щитков рабочего и аварийного освещения. Проведен выбор кабелей для электроснабжения электрооборудования и сети освещения; расцепителей автоматических выключателей на силовых щитках, щитках освещения и ВРУ. Спроектирована схема электроснабжения щитков; план расположения сети освещения.

Произведен расчет капитальных затрат на электрооборудование и электроосвещение коттеджей-гостиниц горнолыжного комплекса.

Рассмотрена электробезопасность проекта, пожаробезопасность проекта, а также экологичность системы освещения.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	8
2 ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	10
2.1 Электрические нагрузки и категория электроснабжения коттеджей	
2.2 Схемы электроснабжения коттеджей	10
2.3 Размещение электрооборудования и прокладка кабелей в коттеджах	12
2.4 Электроосвещение коттеджей	22
2.5 Заземление и молниезащита коттеджей	23
3 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	28
3.1 Расчет затрат на оборудование, материалы и комплектующие	33
3.2 Расчет транспортных расходов	33
3.3 Расчет заготовительно-складских расходов	37
3.4 Расчет на монтаж электрооборудования	37
3.5 Расчет капитальных вложений на электрооборудование и электроосвещение коттеджей горнолыжной деревни	38
4 ЭКОЛОГИЯ И БЖД	39
4.1 Экологичность системы освещения	41
4.2 Электробезопасность	41
4.3 Пожаробезопасность	42
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	45
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	47
ПРИЛОЖЕНИЯ	48

ВВЕДЕНИЕ

Горнолыжный комплекс – это территория в горном районе, обустроенная для активного отдыха и спорта, как правило, горными, зимними видами спорта: занятием горными лыжами, сноубордом, альпинизмом, горным туризмом; также проведения лечебно-профилактических процедур.

Гора Белая является одной из красивейших на Среднем Урале, располагается в 37 км от города Нижний Тагил. Белой ее нарекли не случайно: склоны горы с осени до весны покрыты снегом. Взойдя на гору, можно невооруженным глазом разглядеть города Свердловской области: Невьянск, Кировград, Верхний Тагил и даже Екатеринбург.

Отличительные особенности горы Белая:

- абсолютная отметка вершины – 715 м;
- абсолютная отметка подножия – 460 м;
- перепад высот – 255 м.

ОАО «Горнолыжный комплекс «Гора Белая» образовано в июне 2004 года. Летом 2005 года был заложен первый камень нового комплекса.

Проектируемый объект расположен в Свердловской области, в Пригородном районе, около поселка Уралец.

Участок расположен в составе горнолыжного комплекса, у восточного подножия горы Белой, рядом с уже построенными сервисным центром, кафе, гостиницей и открытыми автопарковками, а также, проектируемыми объектами второй очереди строительства горнолыжного комплекса: физкультурно-оздоровительным комплексом, многоуровневой автопарковкой, детской спортивной школой.

Участок, отведенный для строительства гостиничного комплекса горнолыжной деревни, представляет собой вытянутый в меридиальном направлении прямоугольник. Его размеры в плане – 432м x 150м, площадь составляет 5,6 Га.

Протяженная западная сторона участка граничит с санитарной зоной артезианских скважин, короткая южная - подходит вплотную к деревне Белогорке.

Общий относительно ровный пологий уклон рельефа в широтном направлении (вдоль короткой стороны участка) составляет 6-8%.

Участок застройки частично покрыт лесом, представленным преимущественно деревьями хвойных пород высотой около 8-10м.

Въезд на территорию горнолыжной деревни организован с северной стороны участка с проектируемой автодороги второй очереди строительства. Транспортная автодорожная схема движения – кольцевая. Общий вид горнолыжного комплекса «Гора Белая» представлен на рисунке 1.



Рисунок 1 – Общий вид горнолыжного комплекса «Гора Белая»

На проектируемой площадке расположены следующие здания и сооружения:

- общественный центр расположен на въезде в гостиничный комплекс. В нем в удобную функциональную схему связаны помещения для отдыха, питания, развлечений и административные и инженерно-эксплуатационные службы. В состав центра входит универсальный зал, при необходимости

он может стать общим зрительно-просмотровым залом на 375 мест и кафе на 200 посадочных мест;

- коттеджи-гостиницы для временного проживания;
- открытая стоянка автомашин на 15 машиномест около въезда на территорию гостиничного комплекса;
- блоки навесов для стоянки и разгрузки автомашин гостей гостиничного комплекса на 39 машин;
- детские игровые площадки;
- блочные комплектные трансформаторные подстанции;
- центральный тепловой пункт;
- площадка для сбора мусора.

Горнолыжная деревня рассчитана на круглогодичный прием и проживание около тысячи отдыхающих.

Объектом исследования является горнолыжный комплекс «Гора Белая».

Предметом исследования является системы электрооборудования и электроосвещения коттеджей горнолыжного комплекса.

Цель работы: разработка проекта систем электрооборудования и электроосвещения коттеджей горнолыжного комплекса.

Задачи:

- рассчитать необходимое количество светильников для освещения помещений коттеджей;
- выполнить расчет щитков рабочего и аварийного освещения;
- выполнить расчет силовых щитков;
- выбрать кабели для электроснабжения электрооборудования и сети освещения;
- выбрать расцепители автоматических выключателей на силовых щитках;
- выбрать предохранители ВРУ;
- спроектировать схему электроснабжения ВРУ и щитков;
- спроектировать план силовой сети питания электрооборудования;

- спроектировать план расположения сети освещения;
- спроектировать заземление коттеджей;
- спроектировать молниезащиту коттеджей.

1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

В состав второй очереди горнолыжного комплекса «Гора Белая» входит горнолыжная деревня на 1000 мест.

Горнолыжная деревня состоит из следующих коттеджей-гостиниц:

- индивидуальный коттедж-гостиница типа ИК2 – 4 шт. – трехэтажное здание с подвалом и мансардным этажом, общей площадью 850 м²;
- индивидуальный коттедж-гостиница типа ИК3 – 7 шт. – трехэтажное здание с подвалом, общей площадью 450 м²;
- индивидуальный коттедж-гостиница типа ИК3а – 5 шт. – трехэтажное здание с подвалом, общей площадью 600 м²;
- индивидуальный коттедж-гостиница типа ИК4 – 2 шт. – двухэтажное здание с подвалом и техническим этажом, общей площадью 330 м²;
- индивидуальный коттедж-гостиница типа ИК5 – 1 шт. – трехэтажное здание с подвалом, общей площадью 850 м²;
- сблокированный коттедж-гостиница типа СК1-2 – 3 шт. – трехэтажное здание с подвалом и мансардным этажом, общей площадью 900 м²;
- сблокированный коттедж-гостиница типа СК1-3.1 – 5 шт. – трехэтажное здание с подвалом и мансардным этажом, общей площадью 1300 м².

Потребителями каждого из коттеджей-гостиниц типа ИК2, ИК3, ИК3а, ИК4 являются:

- освещение;
- розеточная сеть бытовых электроприборов;
- вентиляция и кондиционирование;
- электроотопление;
- электронагреватели воды, расположенные в санузлах;
- комплектное оборудование сушильных шкафов, расположенных в гардеробных на первом этаже;
- охранно-пожарная сигнализация.

Потребителями коттеджа-гостиницы типа ИК5 являются:

- освещение;
- розеточная сеть бытовых электроприборов;
- вентиляция и кондиционирование;
- электроотопление;
- электронагреватели воды, расположенные в санузлах;
- комплектное оборудование сушильных шкафов, расположенных в гардеробных на первом этаже;
- охранно-пожарная сигнализация;
- оборудование бассейна;
- теплые полы в помещении бассейна;
- оборудование парной.

Потребителями каждого из коттеджей-гостиниц типа СК1-3.1, СК1-2 являются:

- освещение и розеточная сеть жилых помещений;
- освещение лестничных клеток, коридоров и других нежилых помещений;
- дренажный насос;
- усилитель TV;
- электронагреватели воды, расположенные в санузлах;
- комплектное оборудование сушильных шкафов, расположенных в гардеробных на первом этаже;
- охранно-пожарная сигнализация.

2. ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Электрические нагрузки и категория электроснабжения коттеджей

Электроснабжение предназначено для передачи и распределения электрической энергии от источников и систем преобразования до потребителей или приемников электроэнергии.

Схема распределения электроэнергии в здании зависит от напряжения сети; уровня электрических нагрузок; надежности электроснабжения; экономичности; простоты и удобства эксплуатации, а также конструктивных особенностей здания.

Схема электросети здания должна обеспечивать правильное функционирование как сети в целом, так и отдельных ее звеньев в нормальном и аварийном режимах и, в частности, гарантировать соответствующий уровень напряжения на зажимах электроприемников.

Согласно справочнику [2] по обеспечению надежности электроснабжения электроприемники разделяют на следующие категории:

- электроприемники I категории – электроприемники, перерыв электроснабжения которых может повлечь за собой: опасность для жизни людей, значительный ущерб народному хозяйству; повреждение дорогостоящего основного оборудования, массовый брак продукции, расстройство сложного технологического процесса, нарушение функционирования особо важных элементов коммунального хозяйства;

- электроприемники II категории – электроприемники, перерыв электроснабжения которых приводит к массовому недоотпуску продукции, массовым простоям рабочих, механизмов и промышленного транспорта, нарушению нормальной деятельности значительного количества городских и сельских жителей;

- электроприемники III категории – все остальные электроприемники, не подходящие под определения I и II категорий.

Электроприемники I категории должны обеспечиваться электроэнергией от двух независимых взаимно резервирующих источников питания, и перерыв их электроснабжения при нарушении электроснабжения от одного из источников питания может быть допущен лишь на время автоматического восстановления питания.

Электроприемники II категории рекомендуется обеспечивать электроэнергией от двух независимых взаимно резервирующих источников питания.

Для электроприемников II категории при нарушении электроснабжения от одного из источников питания допустимы перерывы электроснабжения на время, необходимое для включения резервного питания действиями дежурного персонала или выездной оперативной бригады.

Для электроприемников III категории электроснабжение может выполняться от одного источника питания при условии, что перерывы электроснабжения, необходимые для ремонта или замены поврежденного элемента системы электроснабжения, не превышают 1 суток.

В соответствии с СП31-110-2003 «Проектирование и монтаж электроустановок жилых и общественных зданий» по надежности электроснабжения электроприемники горнолыжной деревни, в основном, относятся к потребителям второй категории.

Исключение составляют электроприемники противопожарных устройств, охранной сигнализации и аварийное (эвакуационное) освещение. Указанные электроприемники являются потребителями первой категории.

Расчетные нагрузки коттеджей-гостиниц сведены в таблицу 1.

Таблица 1 – Расчетные нагрузки коттеджей-гостиниц

Тип коттеджа-гостиницы	Количество, шт.	Расчетная нагрузка, кВт	Суммарная расчетная нагрузка, кВт
ИК2	4	46,04	184,16
ИК3	7	19,84	138,88
ИК3а	5	40,91	204,55
ИК4	2	18,36	36,72
ИК5	1	101,08	101,08
СК1-2	3	53,1	159,3
СК1-3.1	5	62,7	313,5
Итого:	-	-	1138,19

2.2 Схемы электроснабжения коттеджей

Электроснабжение потребителей отдельных зданий коттеджей-гостиниц осуществляется от распределительных силовых щитков и щитков освещения, предусмотренных к установке в этих зданиях.

На вводе в каждое здание устанавливается главный распределительный щит (ГРЩ) – шкаф типа ВРУ-21Л.

Шкаф ВРУ укомплектовывается аппаратурой ввода и учета электроэнергии, а также аппаратурой в цепи отходящих линий, разделенных на две секции.

На вводе ВРУ имеется возможность подключения двух питающих кабелей и устанавливаются четыре автоматических выключателя, позволяющие получать питание по двум линиям и выполнять ручное переключение на электроснабжение по одной линии при потере одного из источников питания.

Автоматические выключатели выполняют также и защитные функции.

Для учета потребляемой электроэнергии на вводе каждой из секций предусмотрена установка трансформаторов тока с подключением электронных счетчиков ЦЭ6803.

Расчет электрических нагрузок на секциях ВРУ и общей нагрузки ВРУ индивидуального коттеджа-гостиницы типа ИК-5 выполнен с учетом

коэффициента одновременности, согласно справочнику [2], выбор питающих кабелей и вводного оборудования, сведен в таблицу 2.

Таблица 2 – Расчет электрических нагрузок на «ВРУ1»

Щиток	Р _p , кВт	cos φ	I _p , А	l _к , м	М, кВт·м	Δu, %	Кабель	Автоматический выключатель
1 секция								
«ЩО1»	6,94	0,82	12,8	5	34,7	0,08	ВВГнг-5х6	PL6-C25/1-RU 63/25A
«ЩО2»	5,99	0,81	11,24	15	89,85	0,21	ВВГнг-5х6	PL6-C25/1-RU 63/25A
«ЭП»	18,0	0,98	27,94	25	250,0	0,63	ВВГнг-5х10	PL6-C32/1-RU 63/32A
«ЩР2»	16,2	0,98	25,19	15	243,0	0,14	ВВГнг-5х25	PLHT-C50/3 125/50A
1 секция «ВРУ1»: Р _p = 1,53+0,7х(6,94+5,99+16,2+18,0) = 34,52 кВт; I _p = 56,43 А								
2 секция								
«ЩАО»	1,53	0,97	2,41	5	7,65	0,03	ВВГнг-5х4	PL6-C16/1-RU 63/16A
«ПОС»	0,05	0,98	0,23	15	0,75	0,03	ВВГнг-3х2,5	шлейфом от «ЩАО»
«ЩР1»	32,49	0,96	51,51	5	162,45	0,05	ВВГнг-5х50	PLHT-C100/3 125/100A
«ЩРБ»	17,6	0,95	28,18	30	528,55	0,46	ВВГнг-5х16	PL6-C40/1-RU 63/40A
«П1»	45,0	0,93	73,6	35	1575,0	0,45	ВВГнг-5х50	PLHT-C100/3 125/100A
2 секция «ВРУ1»: Р _p = 1,53+0,7х(32,49+17,6+45,0) = 68,09 кВт; I _p = 56,43 А								
«ВРУ1»: Р _{p.общ} = Р _{p}{1} + Р_{p}{2} - Р_{p}{ЩАО} = 34,52 + 68,09 - 1,53 = 101,08 кВт; I_p = 163,73 А}}}								

Схема электроснабжения индивидуального коттеджа-гостиницы типа ИК-5 показана в приложении А.1.

Расчет электрических нагрузок на секциях ВРУ и общей нагрузки ВРУ индивидуального коттеджа-гостиницы типа ИК-4 выполнен с учетом коэффициента одновременности, согласно справочнику [2], выбор питающих кабелей и вводного оборудования, сведен в таблицу 3.

Таблица 3 – Расчет электрических нагрузок на «ВРУ1»

Нагрузка	Р _p , кВт	cos φ	I _p , А	l _к , м	М, кВт·м	Δu, %	Кабель	Автоматический выключатель
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1 секция								
Освещение помещений	4,7	1,0	21,37	5	23,5	0,33	ПВЗ-3(1x6)	PL6-C25/1-RU 63/25A
Электроплита	8,5	0,98	39,42	15	45,4	0,11	ВВГнг-3x10	PL6-C40/1-RU 63/40A
Вентиляция помещений	3,94	0,75	23,72	5	19,7	0,27	ПВЗ-3(1x6)	PL6-C25/1-RU 63/25A
Розетки аппаратуры ТВ	0,1	0,98	0,46	30	3,0	0,1	ВВГнг-3x2,5	PL6-C10/1-RU 63/10A
1 секция «ВРУ1»: Р _p = 1,055+0,85x(4,7+8,5+3,914+0,1) = 15,69 кВт; I _p = 39,42 А								
2 секция								
«ЩАО»	1,055	1,0	2,1	10	10,55	0,04	ВВГнг-3x4	PL6-C16/1-RU 63/16A
«ПОС»	0,05	0,98	0,23	40	2,0	0,06	ВВГнг-3x2,5	шлейфом от «ЩАО»
Розетки бытовой техники	7,25	0,98	11,21	5	36,25	0,05	ПВЗ-5(1x10)	PLHT-C25/3 125/25A
2 секция «ВРУ1»: Р _p = 1,055+ 13,42 x 0,54 = 8,31 кВт; I _p = 11,91 А								
«ВРУ1»: Р _p .общ = Р _p {1} + Р _p {2} - Р _p {ЩАО} = 0,8x(15,69+8,31-1,055) = 18,36 кВт; I _p = 43,39 А								

Схема электроснабжения индивидуального коттеджа-гостиницы типа ИК-4 показана в приложении А.2.

Расчет электрических нагрузок на секциях ВРУ и общей нагрузки ВРУ индивидуального коттеджа-гостиницы типа ИК-3а выполнен с учетом коэффициента одновременности, согласно справочнику [2], выбор питающих кабелей и вводного оборудования, сведен в таблицу 4.

Таблица 4 – Расчет электрических нагрузок на «ВРУ»

Щиток	Р _p , кВт	cos φ	I _p , А	l _к , м	М, кВт·м	Δu, %	Кабель	Автоматический выключатель
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1 секция								
«ЩО1»	4,3	1,0	6,54	15	64,5	0,22	ВВГнг-5х4	PL6-C16/3-RU 63/16А
«ЩО2»	2,95	1,0	6,36	10	29,5	0,1	ВВГнг-5х4	PL6-C16/3-RU 63/16А
«ЩО3»	2,06	1,0	4,0	20	41,2	0,14	ВВГнг-5х4	PL6-C16/3-RU 63/16А
1 секция								
«ЩР1»	10,51	0,98	16,37	10	105,1	0,15	ВВГнг-5х10	PLHT-C40/3 125/40А
«ЩР2»	4,57	0,98	14,84	10	45,7	0,11	ВВГнг-5х6	PL6-C32/3-RU 63/32А
«ЩР3»	2,35	0,98	7,42	20	47,0	0,11	ВВГнг-5х6	PL6-C32/3-RU 63/32А
1 секция «ВРУ»: Р _p = 2,325+0,9х(4,3+2,95+2,06+10,51+4,57+2,35) = 26,39 кВт; I _p = 53,51 А								
2 секция								
«ЩАО»	2,325	1,0	3,53	15	35,53	0,12	ВВГнг-5х4	PL6-C16/3-RU 63/16А
«ПОС»	0,05	0,98	0,23	15	0,75	0,03	ВВГнг-3х2,5	шлейфом от «ЩАО»
Вентсистема П1	24,75	0,97	38,66	20	495,0	0,43	ВВГнг-5х16	PL6-C40/3-RU 63/40А
2 секция «ВРУ»: Р _p = 2,325+24,75 = 27,075 кВт; I _p = 42,19 А								
«ВРУ»: Р _{p.общ} = Р _{p}{1} + Р_{p}{2} - Р_{p}{ЩАО} = 0,8х(26,39+27,075-2,325) = 40,91 кВт; I_p = 73,74 А}}}								

Схема электроснабжения индивидуального коттеджа-гостиницы типа ИК-3а показана в приложении А.3.

Расчет электрических нагрузок на секциях ВРУ и общей нагрузки ВРУ индивидуального коттеджа-гостиницы типа ИК-3 выполнен с учетом коэффициента одновременности, согласно справочнику [2], выбор питающих кабелей и вводного оборудования, сведен в таблицу 5.

Таблица 5 – Расчет электрических нагрузок на «ВРУ»

Щиток	Р _p , кВт	cos φ	I _p , А	l _к , м	М, кВт·м	Δu, %	Кабель	Автоматический выключатель
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1 секция								
«ЩО1»	3,51	1,0	5,32	15	52,65	0,18	ВВГнг-5х4	PL6-C16/3-RU 63/16А
«ЩР1»	10,17	0,98	15,78	10	101,7	0,14	ВВГнг-5х10	PLHT-C40/3 125/40А
1 секция «ВРУ»: Р _p = 1,755+0,9(3,51+10,17) = 14,07 кВт; I _p = 21,65 А								
2 секция								
«ЩАО»	1,755	1,0	2,66	15	26,33	0,09	ВВГнг-5х4	PL6-C16/3-RU 63/16А
«ПОС»	0,05	0,98	0,23	15	0,75	0,03	ВВГнг-3х2,5	шлейфом от «ЩАО»
«ЩО2»	2,95	1,0	6,36	10	29,5	0,1	ВВГнг-5х4	PL6-C16/3-RU 63/16А
«ЩО3»	2,06	1,0	4,0	20	41,2	0,14	ВВГнг-5х4	PL6-C16/3-RU 63/16А
«ЩР2»	4,57	0,98	14,84	10	45,7	0,11	ВВГнг-5х6	PL6-C32/3-RU 63/32А
«ЩР3»	2,35	0,98	7,42	20	47,0	0,11	ВВГнг-5х6	PL6-C32/3-RU 63/32А
2 секция «ВРУ»: Р _p = 1,755+0,9х(2,95+2,06+4,57+2,35) = 12,49 кВт; I _p = 32,02 А								
«ВРУ»: Р _p .общ = Р _p {1} + Р _p {2} - Р _p {ЩАО} = 0,8х(14,07+12,49-1,755) = 19,84кВт; I _p = 40,81 А								

Схема электроснабжения индивидуального коттеджа-гостиницы типа ИК-3 показана в приложении А.4.

Расчет электрических нагрузок на секциях ВРУ и общей нагрузки ВРУ индивидуального коттеджа-гостиницы типа ИК-2 выполнен с учетом коэффициента одновременности, согласно справочнику [2], выбор питающих кабелей и вводного оборудования, сведен в таблицу 6.

Таблица 6 – Расчет электрических нагрузок на «ВРУ1»

Щиток	Р _p , кВт	cos φ	I _p , А	l _k , м	М, кВт·м	Δu, %	Кабель	Автоматический выключатель
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1 секция								
«ЩО1»	5,73	1,0	8,68	5	28,65	0,07	ВВГнг-5х6	PLHT-C25/3 125/25А
«ЩО2»	4,54	1,0	6,87	10	45,4	0,11	ВВГнг-5х6	PL6-C25/3-RU 63/25А
«ЩР1»	13,33	0,98	20,6	5	66,65	0,09	ВВГнг-5х10	PLHT-C40/3 125/40А
«ЩР2»	7,16	0,98	11,11	10	71,6	0,1	ВВГнг-5х10	PLHT-C32/3 125/32А
1 секция «ВРУ1»: Р _p = 1,92+0,9х(5,73+4,54+13,33+7,16) = 29,6 кВт; I _p = 45,44 А								
2 секция								
«ЩАО»	1,92	1,0	2,91	5	9,6	0,03	ВВГнг-5х4	PL6-C16/3-RU 63/16А
«ПОС»	0,05	0,98	0,23	40	2,0	0,06	ВВГнг-3х2,5	шлейфом от «ЩАО»
«ЩО3»	4,54	1,0	6,87	15	68,1	0,16	ВВГнг-5х6	PL6-C25/3-RU 63/25А
«ЩО4»	4,16	1,0	6,33	20	83,2	0,19	ВВГнг-5х6	PL6-C25/3-RU 63/25А
«ЩР3»	7,16	0,98	11,11	15	107,4	0,15	ВВГнг-5х10	PLHT -C32/3-RU 125/32А
«ЩР4»	5,59	0,98	8,68	20	111,8	0,16	ВВГнг-5х10	PLHT -C32/3-RU 125/32А
«ЩР»	9,6	0,98	14,9	15	144,0	0,2	ВВГнг-5х10	PLHT-C40/3 125/40А
2 секция «ВРУ1»: Р _p = 1,92+0,9х(4,54+4,16+7,16+5,59+9,6) = 29,87 кВт; I _p = 46,01 А								
«ВРУ1»: Р _{p.общ} = Р _{p}{1} + Р_{p}{2} - Р_{p}{ЩАО} = 0,8х(29,6+29,87-1,92) = 46,04 кВт; I_p = 70,83 А}}}								

Схема электроснабжения индивидуального коттеджа-гостиницы типа ИК-2 показана в приложении А.5.

На вводе в заблокированные здания предусматривается ГРЩ, состоящий из двух шкафов ВРУ (ВРУ1 и ВРУ2).

Один из шкафов – ВРУ1 выполняется по схеме с ручным переключением вводов:

- с двумя вводами, переключающей, защитной и аппаратурой учета на вводе;

- с двумя секциями, укомплектованными автоматическими выключателями для подключения отходящих линий.

От этого шкафа (ВРУ1) получают питание этажные щитки, розетка дренажного насоса, розетка усилителя ТВ и рабочее освещение нежилых помещений.

Второй шкаф – ВРУ2 предназначается для электроснабжения потребителей первой категории надежности электроснабжения: аварийного освещения и охранно-пожарной сигнализации.

На вводе ВРУ2 предусматривается организация схемы АВР, учета электроэнергии и для подключения отходящих линий устанавливаются автоматические выключатели.

Расчет электрических нагрузок на секциях ВРУ и общей нагрузки ВРУ заблокированного коттеджа-гостиницы типа СК1-2 выполняется аналогично:

- «ВРУ1»: $P_{р.общ} = 53,1$ кВт; $I_p = 96,0$ А;

- «ВРУ2»: $P_{р.общ} = 1,71$ кВт; $I_p = 6,0$ А.

Схема электроснабжения заблокированного коттеджа-гостиницы типа СК1-2 показана в приложении А.6.

Расчет электрических нагрузок на секциях ВРУ и общей нагрузки ВРУ заблокированного коттеджа-гостиницы типа СК1-3.1 выполняется аналогично:

- «ВРУ1»: $P_{р.общ} = 62,7$ кВт; $I_p = 112,2$ А;

- «ВРУ2»: $P_{р.общ} = 2,4$ кВт; $I_p = 6,0$ А.

Схема электроснабжения заблокированного коттеджа-гостиницы типа СК1-3.1 показана в приложении А.7.

К секциям радиально подключаются распределительные силовые щитки и щитки рабочего освещения.

Защита кабелей отходящих линий осуществляется автоматическими выключателями.

Схемы силовых щитков и щитков рабочего и аварийного освещения индивидуального коттеджа-гостиницы типа ИК-5 показаны в приложении Б.1.

По потребителям индивидуальные коттеджи-гостиницы типа ИК-4, ИК-3а, ИК-3, ИК-2 аналогичны, поэтому приведем схемы силовых щитков и щитков рабочего и аварийного освещения индивидуального коттеджа-гостиницы типа ИК-2 в приложении Б.2.

По потребителям заблокированные коттеджи-гостиницы типа СК1-2 и СК1-3.1 аналогичны, поэтому приведем схемы силовых щитков и щитков рабочего и аварийного освещения заблокированного коттеджа-гостиницы типа СК1-2 в приложении Б.3.

На щиток аварийного освещения и шкаф пожарно-охранной сигнализации подается электроснабжение от двух разных секций. На вводе щитка аварийного освещения предусматривается установка аппаратуры АВР (автоматического ввода резерва).

Схема АВР питания щитка «ЩАО» показана на рисунке 2.

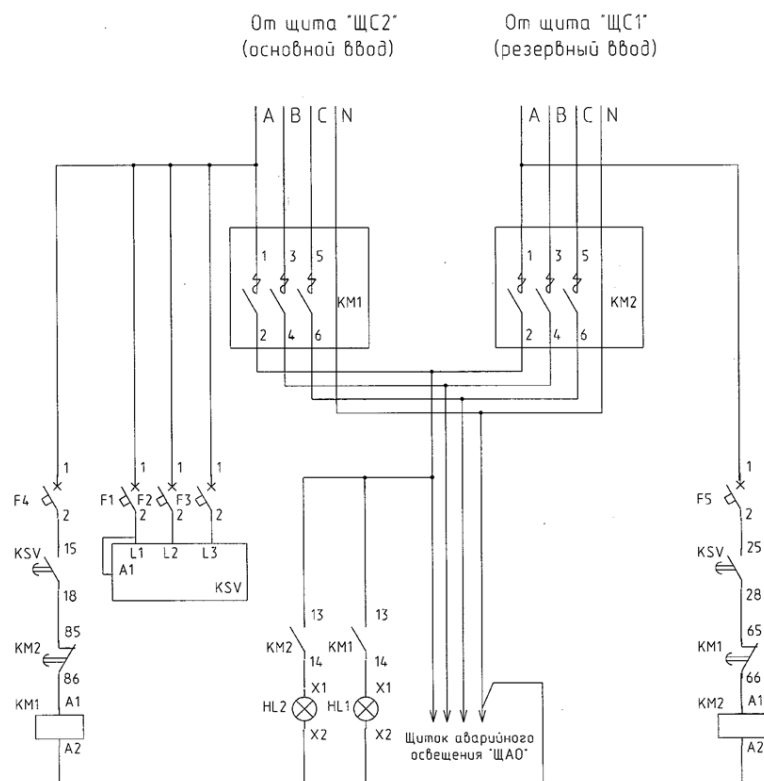


Рисунок 2 – Схема АВР питания щитка «ЩАО»

KM1, KM2 – контактор электромагнитный ESB20-11/230 с катушкой напряжением 230 В, 16 А; KSV – реле контроля напряжения CM-PVN (L1-L2-L3 U_{min} 300-380 В, U_{max} 420-500 В AC) с реле времени, питания 300 – 500 В AC, 2ПК; F1 ... F5 – выключатель автоматический S201 С6 на 6А; HL2 – лампа CL-523R красная со встроенным светодиодом 230 В AC; HL1 – лампа CL-523G зеленая со встроенным светодиодом 230 В AC

В зданиях коттеджей-гостиниц типа СК на каждом этаже предусматривается установка этажных щитков. К этим щиткам подключается электроосвещение и розеточная сеть жилых помещений здания.

Питание светильников аварийного освещения осуществляется от щитков аварийного освещения.

Отдельное питание подается на освещение лестничных клеток, подвала, коридоров и других нежилых помещений здания.

План расположения сети освещения индивидуального коттеджа-гостиницы типа ИК-5 показан в приложении В.1.

По потребителям индивидуальные коттеджи-гостиницы типа ИК-4, ИК-3а, ИК-3, ИК-2 аналогичны, поэтому приведем план расположения сети освещения индивидуального коттеджа-гостиницы типа ИК-2 в приложении В.2.

По потребителям заблокированные коттеджи-гостиницы типа СК1-2 и СК1-3.1 аналогичны, поэтому приведем план расположения сети освещения заблокированного коттеджа-гостиницы типа СК1-2 показан в приложении В.3.

Для электроснабжения дренажного насоса, а также усилителя TV предусматриваются отдельные штепсельные розетки, подключенные самостоятельными линиями к одной из распределительных секций ВРУ.

Выбор защитной аппаратуры и сечение питающих кабелей щитков производится по номинальным параметрам, с проверкой допустимого падения напряжения у потребителей, чувствительности аппаратуры к токам короткого замыкания (КЗ) и термической стойкости кабелей к токам КЗ.

Для вентиляционных систем зданий предусматривается отключение их при пожаре:

- с воздействием на независимый расцепитель вводного автоматического выключателя распределительного щитка - для вытяжных вентсистем;

- с отключением приточных систем индивидуально для каждой системы с сохранением питания устройств защиты от замораживания, используя возможности шкафов управления, поставляемых комплектно с приточными системами.

Схемы отключения вентиляционных систем при пожаре показаны на рисунках 3, 4, 5.

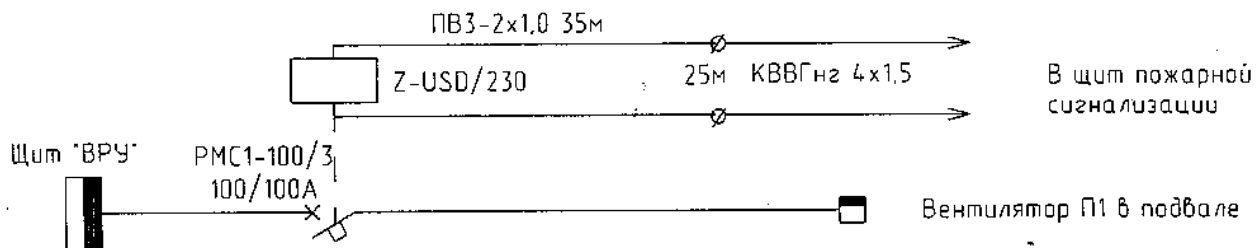


Рисунок 3 - Схема отключения при пожаре приточной вентиляции Z-USD/230 – реле минимального напряжения 220 В, 50 Гц

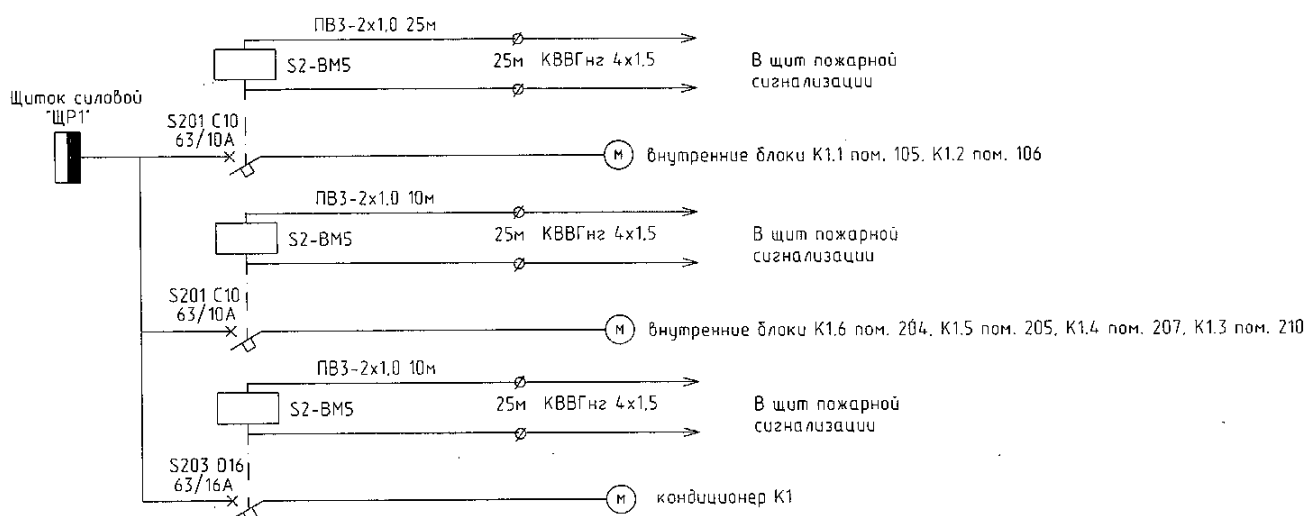


Рисунок 4 – Схема отключения кондиционеров при пожаре S2-BM5 – реле минимального напряжения 220 В, 50 Гц

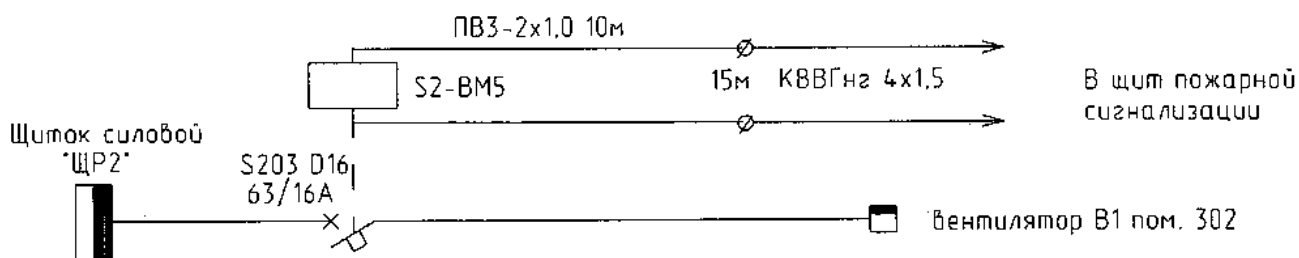


Рисунок 5 – Схема отключения при пожаре вытяжной вентиляции Z-USD/230 – реле минимального напряжения 220 В, 50 Гц

Питающие кабели щитков и ВРУ прокладываются скрыто в гофрированных трубах по металлическим кабельным конструкциям.

2.3 Размещение электрооборудования и прокладка кабелей в коттеджах

Электрические сети в помещениях коттеджей-гостиниц выполнены кабелем ВВГнг.

Кабель ВВГнг – это популярный тип кабеля, предназначенный для передачи и распределения электроэнергии. Напряжение, с которым он может работать 220В/380В при номинальной частоте равной 50 Гц.

Расшифровка названия кабеля такова: «винил-винил-голый». Первые два слова указывают на два слоя поливинилхлорида, что используются в качестве оболочки для одной или нескольких медных жил, входящих в состав кабеля, последнее слово обозначает отсутствие соответствующего защитного покрова.

Общий вид кабеля ВВГнг показан на рисунке 6.

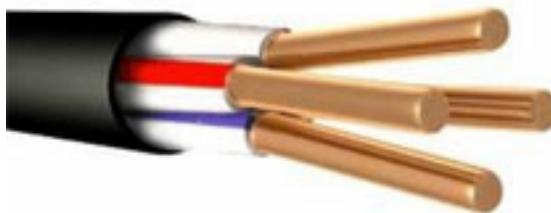


Рисунок 6 – Общий вид кабеля ВВГнг

У кабеля ВВГ имеются несколько различных вариантов изготовления: он может быть однопроволочный или многопроволочный. В последнем случае могут иметься две, три, четыре или пять токопроводящих жил, а также присутствовать или отсутствовать нулевая жила. Кабель сделан из медного материала.

Маркировка жил выполняется в традиционных цветах, которые соответствуют международным стандартам. Нулевой проводник, как правило,

маркируется изоляцией синей или голубой расцветки, а заземляющий проводник – желто-зеленым цветом. Изготавливается в соответствии с ГОСТом 16442-80.

Прокладка электрических сетей в помещениях коттеджей-гостиниц кабелем ВВГнг выполняется скрыто под облицовкой стен в несгораемых гофрированных трубах; в подвалах и бассейнах – в металлических трубах.

Электрические сети выбраны по длительно-допустимому току нагрузки, проверены по допустимой потере напряжения, на срабатывание защитных аппаратов с учетом перегруза.

2.4 Электроосвещение коттеджей

В зданиях коттеджей-гостиниц предусматривается рабочее и эвакуационное освещение.

Рабочим называется освещение, которое обеспечивает нормируемые осветительные условия (освещенность, качество освещения) в помещениях.

Эвакуационным называется освещение для эвакуации людей из помещений при аварийном отключении рабочего освещения. Эвакуационное освещение предусматривается на путях эвакуации людей из помещения.

Освещение коттеджей-гостиниц выполняется светильниками с люминесцентными лампами и лампами накаливания.

Типы светильников принимаются в соответствии с назначением и категорией помещений.

В качестве светового указателя «Выход» запроектированы светильники с лампой накаливания и встроенной аккумуляторной батареей.

Выполняется освещение домовых номерных знаков и указателей пожарных гидрантов, установленных на стенах зданий.

Нормируемые уровни освещенности, качественные параметры осветительных установок приняты соответственно среде установки с использованием справочников [3] и [4].

Расчет потребного количества светильников выполнен методом коэффициента использования светового потока и удельной мощности, с использованием справочника [10].

Рассмотрим расчет освещенности на примере помещения 120 – бассейн, площадью 86,7 м², ширина которого 8,0 м, высота – 3,0 м. В данном помещении используются люминесцентные лампы.

Для определения количества светильников определим световой поток, падающий на поверхность по формуле:

$$F = \frac{E \cdot K \cdot S \cdot Z}{n}, \quad (1)$$

где F – рассчитываемый световой поток, лм;

E – нормированная минимальная освещенность, лк (нормированная минимальная освещенность будет E = 150 лк при люминесцентных лампах);

S – площадь освещаемого помещения, м²;

Z – отношение средней освещенности к минимальной (обычно принимается равным 1,1-1,2, примем Z = 1,1);

K – коэффициент запаса, учитывающий уменьшение светового потока лампы в результате загрязнения светильников в процессе эксплуатации (его значение определяется по таблице коэффициентов запаса для различных помещений, в нашем случае K = 1,5);

n – коэффициент использования, (выражается отношением светового потока, падающего на расчетную поверхность, к суммарному потоку всех ламп и исчисляется в долях единицы).

Коэффициент использования зависит от характеристик светильника, размеров помещения, окраски стен и потолка, характеризуемых коэффициентами отражения от стен (P_с) и потолка (P_п), значение коэффициентов P_с и P_п определим по таблице зависимостей коэффициентов отражения от характера поверхности: P_с=30%; P_п=50%.

Значение n определим по таблице коэффициентов использования различных светильников. Для этого вычислим индекс помещения по формуле:

$$I = \frac{S}{h \cdot (A + B)}, \quad (2)$$

где S - площадь помещения, m^2 ;

h – расчетная высота подвеса, м;

A – ширина помещения, м;

B – длина помещения, м.

$$I = 86,7 / 3 \cdot (8 + 11,5) = 1,48$$

Зная индекс помещения I , R_c и R_p , по таблице находим $n = 0,84$.

Подставим все значения в формулу (1) для светового потока, получим:

$$F = 150 \cdot 1,5 \cdot 86,7 \cdot 1,1 / 0,84 = 25545,5 \text{ лк} .$$

Пылевлагозащищенный водонепроницаемый люминесцентный светильник типа ПВЛП-2х40 имеет световой поток $F = 2300$ лк.

Рассчитаем необходимое количество ламп по формуле:

$$N = F / F_{л}, \quad (3)$$

где N – определяемое число ламп, шт.;

F – световой поток, лк, $F = 25545,5$ лк;

$F_{л}$ – световой поток лампы, лк, $F_{л} = 2300$ лк.

$$N = 25545,5 / 2300 = 11,1 \text{ шт.}$$

Таким образом, количество светильников $N = 12$ шт.

В остальных помещениях коттеджа-гостиницы типа ИК-5 расчет производится аналогично.

Результаты расчетов сведены в таблицу 7.

Таблица 7 – Сводная таблица расчета необходимого количества светильников

№ помещения	Наименование помещения монтажа	Площадь, m^2	Тип светильников	Нормируемая освещенность, лк	Расчетное кол-во светильников, шт.	Принятое кол-во светильников, шт.
1	2	3	4	5	6	7
001	Венткамера	13,2	НПП03-100	30	1,97	2

Продолжение таблицы 7

1	2	3	4	5	6	7
002	ИТП	19,8	НПП03-100	30	2,64	3
003	Техподполье	125,2	НПП03-100	10	3,08	4
004	Помещение системы фильтрации бассейна	13,3	НПП03-100	10	2,72	3
101	Веранда	10,7	НПП03-100	50	2,57	3
102	Тамбур	2,2	НПП03-100	50	0,63	1
103	Терраса	25,2	НПП03-100	30	4,65	5
104	Холл-прихожая	40,3	DLA70-1x70 Люстра-...x60	50	15,44	8 1-8x60
105	Гостиная	52,7	DLA70-1x70 Люстра-...x60	100	24,98	9 2-8x60
106	Спальная комната	27,9	DLA70-1x70 Люстра-...x60	100	13,24	6 1-8x60
107	Кухня	28,1	DLA70-1x70 Люстра-...x60	100	13,51	6 1-8x60
108	Коридор	5,2	ЛПО02-2x40	75	0,34	1
109	Санузел	6,3	НПП04-60	50	2,16	3
110	Коридор	12,4	ЛПО02-2x40	75	0,99	1
111	Лестничная клетка	15,9	ЛПО02-2x40	75	1,04	1
112	Санузел	3,3	НПП04-60	50	1,13	2
113	Постирочная	11,6	ПВЛП-2x40	200	2,65	3
114	Тамбур	3,0	ЛПО02-2x40	75	0,57	1

Продолжение таблицы 7

1	2	3	4	5	6	7
115	Санузел	2,6	НПП04-60	50	0,89	1
116	Раздевалка	11,9	ПВЛП- 2x40	100	2,29	3
117	Тамбур	3,2	НПП03-100	50	0,91	1
118	Душевая	2,2	НПП03-100	50	0,63	1
119	Парная	13,2	Svetlon 1301-1x100	50	2,93	3
120	Бассейн	86,7	ПВЛП- 2x40	150	11,1	12
121	Тамбур	5,0	НПП03-100	50	1,42	2
201	Балкон	10,7	НПП04-60	30	1,58	2
202	Балкон	10,7	НПП04-60	30	1,58	2
203	Лестничная клетка	22,4	ЛПО02- 2x40	75	1,47	2
204	Спальная комната	27,9	DLA70- 1x70 Люстра- ...x60	100	13,24	6 1-8x60
205	Спальная комната	24,3	DLA70- 1x70 Люстра- ...x60	100	13,47	5 1-8x60
206	Коридор	12,4	ЛПО02- 2x40	75	0,42	1
207	Гостиная- игровая	52,6	DLA70- 1x70 Люстра- ...x60	100	24,93	9 2-8x60
208	Санузел	6,3	НПП04-60	50	2,16	3
209	Коридор	5,2	ЛПО02- 2x40	75	0,34	1
210	Спальная комната	27,9	DLA70- 1x70 Люстра- ...x60	100	21,44	6 2-8x60
211	Санузел	5,7	НПП04-60	50	1,95	2
212	Гардеробная	9,1	НПП04-60	50	3,0	3

Окончание таблицы 7

1	2	3	4	5	6	7
301	Лестничная клетка	22,4	ЛПО02-2x40	75	1,47	2
302	Технический этаж	70,1	НПП04-60	10	4,83	5

План расположения сети освещения индивидуального коттеджа-гостиницы типа ИК-5 показан в приложении В.1.

По потребителям индивидуальные коттеджи-гостиницы типа ИК-4, ИК-3а, ИК-3, ИК-2 аналогичны, поэтому приведем план расположения сети освещения индивидуального коттеджа-гостиницы типа ИК-2 в приложении В.2.

По потребителям сблокированные коттеджи-гостиницы типа СК1-2 и СК1-3.1 аналогичны, поэтому приведем план расположения сети освещения сблокированного коттеджа-гостиницы типа СК1-2 показан в приложении В.3.

Напряжение сети освещения принимается 380/220В с глухозаземленной нейтралью, напряжением ламп – 220 В. Питание освещения номерных знаков и указателей гидрантов предусматривается от сети внутреннего аварийного освещения здания.

Для зануления элементов электрооборудования сети освещения используется отдельный провод сети.

2.5 Заземление и молниезащита коттеджей

Система заземления коттеджей принята TN-C-S.

Система TN – система в которой нейтраль источника питания глухо заземлена, а открытые проводящие части электропроводки присоединены к глухозаземленной нейтрали источника посредством нулевых защитных проводников.

Термин глухозаземленная означает, что проводник N (нейтраль) присоединен не к дугогасящему реактору, а к заземляющему контуру, который непосредственно смонтирован вблизи трансформаторной подстанции.

Подсистема TN-C-S – нулевой рабочий и нулевой защитный проводники объединены в одном проводнике в какой-то ее части, начиная от источника питания до ввода в здание, такую систему возможно расщепить на проводник N и проводник PE. После расщепления такая система требует повторного заземления.

Общий вид схемы системы TN-C-S представлен на рисунке 7.

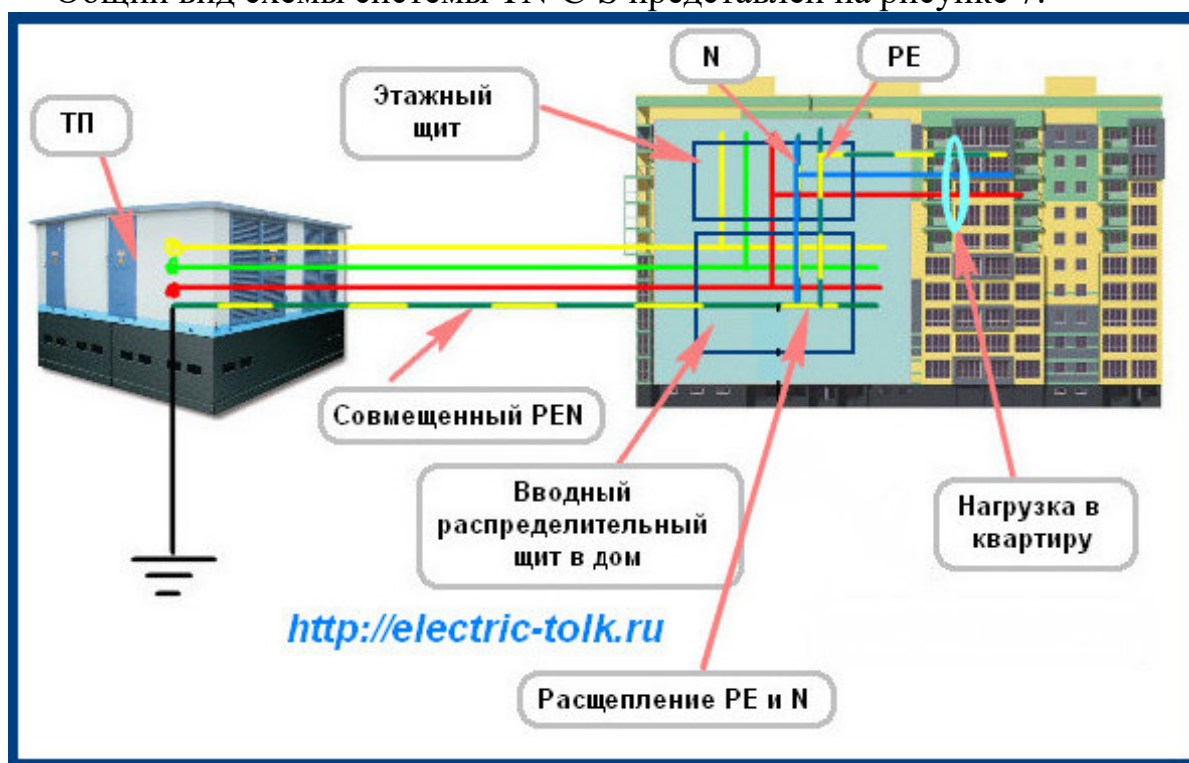


Рисунок 7 – Общий вид схемы системы TN-C-S

Все металлические нетоковедущие части электроустановок подлежат заземлению путем соединения с PE шиной.

В проекте предусмотрен контур наружного заземления и уравнивания потенциалов на вводах инженерных сетей здания, а также дополнительное уравнивание потенциалов до металлических стояков в санузлах от PE шины распределительного щитка.

Схема контура наружного заземления и уравнивания потенциалов показана на рисунке 8.

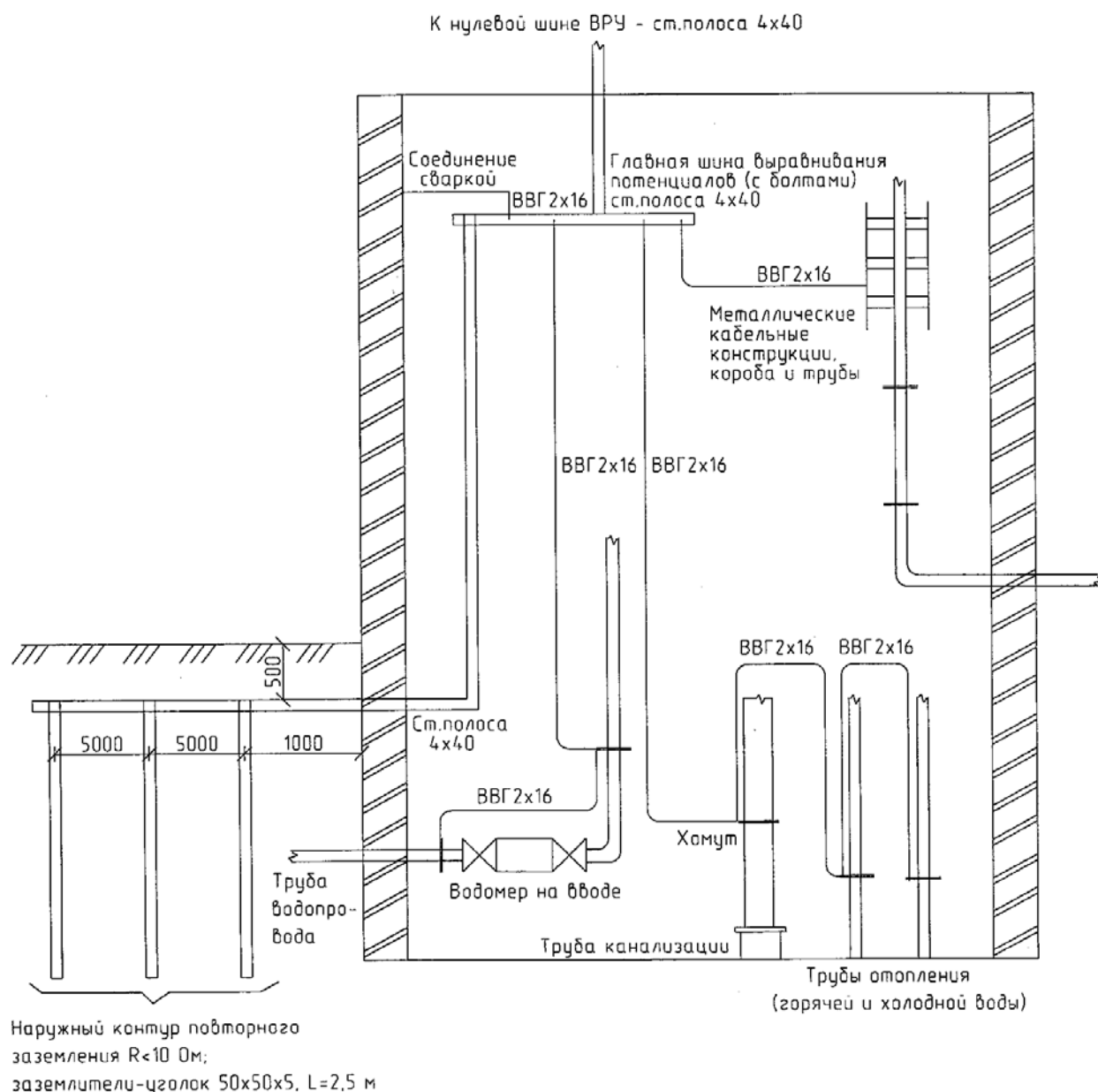


Рисунок 8 – Схема контура повторного заземления и уравнивания потенциалов

Наружный контур заземления – это стальная полоса 40x4 мм, уложенная в траншею вокруг здания на глубине не менее 500 мм от поверхности грунта и на расстоянии 1 м от наружных стен зданий. Стальные стержни диаметром 18 мм длиной 5 м ввинчиваются в дно траншеи по углам зданий, в местах поворота и ответвлений контура заземления. Соединения заземляющих проводников между собой выполняются сваркой.

Сопротивление растекания должно составлять не более 10 Ом в любое время года.

Внутренний контур заземления выполняется из полосовой стали 40x4 мм, а присоединение к нему нетоковедущих металлоконструкций и металлических труб инженерных коммуникаций, входящих в здание – полосовой сталью 25x4 мм.

На вводных шкафах ВРУ выполняется разделение защитного проводника питающей сети на нулевой рабочий и нулевой защитный проводник (шину). Во всех распределительных щитках силового электрооборудования нулевая рабочая шина должна быть изолирована от металлического корпуса и нулевой защитной шины.

На вводах в здания предусмотрена система уравнивания потенциалов, соединяющая между собой следующие проводящие части:

- защитные проводники питающих линий (кабельных вводов);
- заземляющий проводник, присоединенный к заземляющему устройству здания;
- металлические трубы коммуникаций, входящих в здания;
- металлические части, входящие в строительные конструкции.

Соединение указанных проводящих частей между собой выполняется при помощи главной заземляющей шины (ГЗШ).

Ящик с ГЗШ устанавливается в ВРУ зданий. ГЗШ обозначается на обоих концах полосами желтого цвета одинаковой ширины.

От ГЗШ до заземляющего устройства прокладывается стальная полоса 40x4 мм.

Согласно «Инструкции по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций» СО 153-34.21.122-2003, проектируемые здания подлежат защите от прямых ударов молнии.

Классификация здания по устройству молниезащиты:

- обычный объект;
- уровень надежности защиты III.

Для молниезащиты зданий на их кровле прокладывается молниеприемная проволока диаметром 10 мм, присоединяемая круглой сталью диаметром 8 мм с контуром наружного заземления.

План сети наружного заземления и молниезащита здания на примере индивидуального коттеджа-гостиницы типа ИК-5 показан в приложении Г.1.

По потребителям индивидуальные коттеджи-гостиницы типа ИК-4, ИК-3а, ИК-3, ИК-2 аналогичны, поэтому приведем план сети наружного заземления и молниезащита здания на примере индивидуального коттеджа-гостиницы типа ИК-2 в приложении Г.2.

По потребителям заблокированные коттеджи-гостиницы типа СК1-2 и СК1-3.1 аналогичны, поэтому приведем план сети наружного заземления и молниезащита здания на примере заблокированного коттеджа-гостиницы типа СК1-3.1 показан в приложении Г.3.

3. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

В экономической части производится расчет размера капитальных вложений, необходимых для выполнения системы электрооборудования и электроосвещения коттеджного поселка горнолыжного комплекса.

Капитальные вложения состоят из затрат на приобретение оборудования, материалов, комплектующих; транспортных расходов; заготовительно-складских расходов; затрат на установку и монтаж оборудования и комплектующих.

3.1 Расчет затрат на оборудование, материалы и комплектующие

Расчет затрат на оборудование коттеджа-гостиницы типа ИК-5 приведен в таблице 8.

Таблица 8 Затраты на оборудование

Оборудование	Необходимое количество, шт.	Цена единицы, руб.	Стоимость, руб.
1	2	3	4
«ВРУ1»:	1	-	103 990
- разъединитель PE19 на 1000А	2	24 630	49 260
- автоматический выключатель			
- РМС1-80/3 160/80А	2	6 340	12 680
- РМС1-160/3 160/160А	2	6 340	12 680
- трансформатор тока ТОП 100/5	2	445	890
- ТОП 200/5	2	445	890
- счетчик ЦЭ6803 на 5А	2	1 700	3 400
- автоматический выключатель			
- РЛНТ-100/3 125/100А	2	5 765	11 530
- РЛНТ-50/3 125/50А	1	5 390	5 390
- РЛ6-С16/1-РУ 63/16А	2	230	460
- РЛ6-С25/1-РУ 63/25А	2	280	560
- РЛ6-С32/1-РУ 63/32А	1	340	340
- РЛ6-С40/1-РУ 63/40А	1	360	360
- реле минимального напряжения Z-USD/230	1	750	750
- корпус щитка	1	4 800	4 800

Продолжение таблицы 8

1	2	3	4
Щиток силовой «ЩР1»:	1	-	59 190
- автоматический выключатель			
- S803N C80 125/80A	1	7 680	7 680
- S201 C06 63/6A	1	190	190
- S201 C10 63/10A	2	150	300
- S201 C40 63/40A	1	180	180
- S203 D16 63/16A	1	520	520
- реле минимального напряжения S2- BM5	3	1 850	5 550
- дифференциальный автоматический выключатель DS941 C16 40/16A, 30мА	21	2 080	43 680
- корпус щитка	1	1 090	1 090
Щиток силовой «ЩР2»:	1	-	43 130
- автоматический выключатель			
- S803N C40 125/40A	1	7 220	7 220
- S201 D16 63/16A	1	150	150
- реле минимального напряжения S2- BM5	3	1 850	5 550
- дифференциальный автоматический выключатель DS941 C16 40/16A, 30мА	14	2 080	29 120
- корпус щитка	1	1 090	1 090
Щиток освещения «ЩО1»:	1	-	9 330
- автоматический выключатель			
- S803N C16 125/16A	1	6 440	6 440
- S201 C10 63/10A	12	150	1 800
- корпус щитка	1	1 090	1 090
Щиток освещения «ЩО2»:	1	-	9 030
- автоматический выключатель			
- S803N C16 125/16A	1	6 440	6 440
- S201 C10 63/10A	10	150	1 500
- корпус щитка	1	1 090	1 090
Щиток аварийного освещения «ЩАО»:	1	-	6 600
- автоматический выключатель			
- S203 C10 63/10A	1	520	520
- S201 C06 63/6A	7	190	1 330
- аппаратура АВР	1	3 660	3 660
- корпус щитка	1	1 090	1 090
Розетка штепсельная 220В на 16А для открытой проводки, герметичная	15	75	1 125
Розетка штепсельная 220В на 16А для скрытой проводки, с защитными шторками	38	105	3 990
Розетка штепсельная 220В на 40А для открытой проводки	1	150	150
Выключатель однополюсный 220В, 6А для скрытой проводки	31	60	1 860
Выключатель однополюсный 220В, 6А для скрытой проводки, на две цепи	12	75	900

Окончание таблицы 8

1	2	3	4
Выключатель однополюсный 220В, 6А для открытой проводки, герметичный	27	120	3 240
Коробка ответвительная типа У197УХЛЗ	277	15	4 155
Коробка зажимов наборная	700	8	5 600
Терморегулятор с датчиком температуры	7	750	5 250
Светильник для люминесцентных ламп, общего назначения типа ПВЛП-2х40	18	1300	23 400
Светильник для люминесцентных ламп, потолочный, общего назначения типа ЛПО02-2х40	9	620	5 580
Светильник для люминесцентных ламп, настенный, общего назначения типа ЛПО02-2х40	4	620	2 480
Светильник для лампы накаливания, пылевлагозащищенный, потолочный, типа НПП04-60	27	260	7 020
Светильник для лампы накаливания, пылевлагозащищенный, настенный, типа НПП04-60	2	260	520
Светильник для лампы накаливания, пылевлагозащищенный, подвесной, типа НПП04-60	8	260	2 080
Светильник для лампы накаливания, пылевлагозащищенный, подвесной, типа НПП03-100	16	295	4 720
Светильник для лампы накаливания, пылевлагозащищенный, настенный, типа Svetlon 1301	3	1 170	3 510
Светильник для металлогалоген-ной лампы, потолочный, типа DLA70	55	3 800	209 000
Люстра восьмирожковая	11	1350	14 850
Комплект внешней молниезащиты:	1	-	8 320
- круглый провод RD10	120	45	5 400
- кровельный держатель 132/К-VA	145	2	290
- молниеотводная мачта h=1,5м	1	380	380
- молниеотводная мачта h=1,0м	1	290	290
- острие молниеприемника	2	780	1 560
- защитный экран заземляющего провода	100	4	400
Кабель нагревательный l=155 м, мощностью 2535 Вт (deviflex)	3	25 580	76 740
Кабель нагревательный l=105 м, мощностью 1720 Вт (deviflex)	1	17 980	17 980
Кабель нагревательный l=74 м, мощностью 1225 Вт (deviflex)	2	13 520	27 040
Кабель нагревательный l=29 м, мощностью 490 Вт (deviflex)	1	6 860	6 860
ИТОГО:			667 640

Расчет затрат на материалы приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Затраты на материалы

Оборудование	Необходимое количество, шт./м	Цена единицы, руб.	Стоимость, руб.
Кабель силовой типа ВВГнг:	-	-	-
- сечением 3x1,5 мм ²	2700	23,47	63 369
- сечением 4x1,5 мм ²	110	31,36	3449,6
- сечением 3x2,5 мм ²	960	37,83	36 316,8
Кабель силовой типа ВВГнг:	-	-	-
- сечением 3x4 мм ²	25	56,22	1405,5
- сечением 5x2,5 мм ²	25	64,85	1621,3
- сечением 5x4 мм ²	25	94,23	2355,7
- сечением 5x6 мм ²	20	135,66	2713,2
- сечением 5x10 мм ²	25	229,21	5730,3
- сечением 5x16 мм ²	30	356,36	10690,8
- сечением 5x25 мм ²	15	490,2	7353
- сечением 5x50 мм ²	40	1157,3	46292
Провод монтажный типа ПВЗ:	-	-	-
- сечением 2,5 мм ²	30	10,15	507
- сечением 4 мм ²	15	17,1	940
- сечением 6 мм ²	10	25,15	1383
- сечением 25 мм ²	5	36,25	1812
- сечением 50 мм ²	5	66	660
Провод монтажный типа ПВ1:			
- сечением 4 мм ²	45	14,62	657,9
Кабель контрольный типа КВВГнг-1:	-	-	-
- сечением 4x1,5 мм ²	125	29,23	3653,8
- сечением 3x1,5 мм ²	25	29,23	730,7
Провод термостойкий типа РКГМ:	-	-	-
- сечением 1,5 мм ²	50	32,8	1640
- сечением 10 мм ²	50	34,3	1715
Труба негоряемая гофрированная диаметром 25 мм	3700	13,8	51 060
Труба негоряемая гофрированная диаметром 50 мм	40	44,4	1 776
Кабель-канал	-	-	-
- СС20x25	200	76	15 200
- СС25x40	100	95	9 500
ИТОГО:			272 533

Расчет затрат на металлические конструкции приведен в таблице 10.

Таблица 10 – Затраты на металлические конструкции

Оборудование	Необходимое количество, м	Цена единицы, руб.	Стоимость, руб.
Полоса стальная 4x40	130	75	9 750
Уголок стальной 50x50x5	70	155	10 850
Сталь круглая диаметром 8 мм	100	17	1 700
Труба стальная электросварная диаметром 25x1,6	180	85	15 300
Труба стальная диаметром 102x3,0	25	375	9 375
ИТОГО:			46 975

Итого затраты на оборудование, материалы и комплектующие коттеджа-гостиницы типа ИК5 составляют:

$$C_0 = 667\,640 + 272\,533 + 46\,975 = 987\,148 \text{ руб.}$$

3.2 Расчет транспортных расходов

Транспортные затраты на доставку материалов определяются на основании калькуляций транспортных расходов или по согласованию с заказчиком принимаются в размере не более 3% от отпускной цены на материалы и изделия.

$$C_{\text{тр}} = 987\,148 \cdot 0,03 = 29\,614 \text{ руб.}$$

3.3 Расчет заготовительно-складских расходов

Заготовительно-складские расходы на оборудование не более 1,2% от стоимости оборудования.

$$C_{\text{з-с.об.}} = 667\,640 \cdot 0,012 = 8\,012 \text{ руб.}$$

Заготовительно-складские расходы на материалы принимаются в размере не более 20% от стоимости материалов (за исключением металлических конструкций).

$$C_{\text{з-с.м.}} = 272\,533 \cdot 0,2 = 5\,450 \text{ руб.}$$

Заготовительно-складские расходы по металлическим конструкциям принимаются в размере 0,75% от стоимости материалов.

$$C_{\text{з-с.м.к.}} = 46\,975 \cdot 0,075 = 3\,523 \text{ руб.}$$

Итого заготовительно-складские расходы для коттеджа-гостиницы типа ИК5 составляют:

$$C_{з-с} = 8\,012 + 5\,450 + 3\,523 = 16\,985 \text{ руб.}$$

3.4 Расчет на монтаж электрооборудования

Затраты на монтаж электрооборудования в коттедже-гостинице типа ИК5 приведены в таблице 11.

Таблица 11 – Затраты на монтаж

Наименование монтажных работ и затрат	Количество, шт.	Цена ед., руб.	Стоимость, руб.
Разводка по устройствам и подключение жил кабелей или проводов сечением до 2,5 мм ² (100 жил)	82	1054	86 428
Разводка по устройствам и подключение жил кабелей или проводов сечением до 4 мм ² (100 жил)	29	1991	57 739
Разводка по устройствам и подключение жил кабелей или проводов сечением до 6 мм ² (100 жил)	23	2862	65 826
Разводка по устройствам и подключение жил кабелей или проводов сечением до 10 мм ² (100 жил)	12	2634	31 608
Разводка по устройствам и подключение жил кабелей или проводов сечением до 16 мм ² (100 жил)	9	2376	21 384
Разводка по устройствам и подключение жил кабелей или проводов сечением до 50 мм ² (100 жил)	5	1991	9 955
Сметная стоимость сборки, подключения и монтажа щитков и ВРУ, 15% от их стоимости	-	-	231 270 · 0,15 = 34690
Сметная стоимость сборки, подключения и монтажа теплых полов, 15% от их стоимости	-	-	128 620 · 0,15 = 1930
Итого по монтажным работам			309 560

Таким образом, находим капитальные вложения на электрооборудование и электроосвещение коттеджа-гостиницы типа ИК5, по формуле:

$$K_{\text{вв}} = C_0 + C_{\text{тр}} + C_{з-с} + C_{\text{м}}, \quad (4)$$

где C_0 - стоимость затрат на оборудование, руб.;

$C_{\text{тр}}$ - стоимость затрат на транспортировку, руб.;

$C_{з-с}$ - стоимость заготовительно-складских расходов, руб.;

$C_{м}$ - затраты на монтажные работы, руб.

Подставив значения из таблиц в формулу (4), получим:

$$K_{вв} = 987\,148 + 29\,614 + 16\,985 + 309\,560 = 1\,343\,307 \text{ руб.}$$

3.5 Расчет капитальных вложений на электрооборудование и электроосвещение горнолыжной деревни

Капитальные вложения на электрооборудование и электроосвещение коттеджей-гостиниц другого типа выполняется аналогично пунктам 3.1 ... 3.6 данной выпускной квалификационной работы.

Расчет капитальных вложений на электрооборудование и электроосвещение горнолыжной деревни для каждого коттеджа-гостиницы определенного типа, сведен в таблицу 12.

Таблица 12 – Расчетные нагрузки коттеджей-гостиниц

Тип коттеджа-гостиницы	Затраты на оборудование, руб.	Затраты на транспортировку, руб.	Заготовительно-складские расходы, руб.	Затраты на монтажные работы, руб.	Капитальные вложения, руб.
ИК2	391 042	11 731	7 033	142 966	552 772
ИК3	168 512	5 055	3 031	61 608	238 206
ИК3а	343 411	10 302	6 176	12 555	372 444
ИК4	154 535	4 636	2 779	56 498	218 448
ИК5	987 148	29 614	16 985	309 560	1 343 307
СК1-2	450 985	13 530	8 111	164 881	637 507
СК1-3.1	612 032	18 361	10 531	191 927	832 851

Расчет капитальных вложений на электрооборудование и электроосвещение горнолыжной деревни сведен в таблицу 13.

Таблица 13 – Расчет капитальных вложений

Тип коттеджа-гостиницы	Количество, шт.	Капитальные вложения на единицу, руб.	Суммарные капитальные вложения, руб.
ИК2	4	552 772	2 211 088
ИК3	7	238 206	1 667 442
ИК3а	5	372 444	1 862 220
ИК4	2	218 448	436 896
ИК5	1	1 343 307	1 343 307
СК1-2	3	637 507	1 912 521
СК1-3.1	5	832 851	4 164 255

Итого:	-	-	13 597 729
---------------	---	---	-------------------

Вывод: для выполнения электрооборудования и электроосвещения горнолыжной деревни необходимые затраты для электрооборудования и электроосвещения зданий коттеджей-гостиниц составляют 13 597 729 руб.

4. ЭКОЛОГИЯ И БЖД

4.1 Экологичность системы освещения

Большое значение имеет освещенность. Зрительный анализатор непосредственно реагирует на яркость. При очень больших яркостях может возникнуть ослепление. Кроме того, освещенность не соответствующая норме может вызвать утомление, снижение остроты зрения и слуха, повышается кровяное давление, появляются головные боли, расстройства нервной системы.

Неправильно выбранная освещенность может привести к следующим нежелательным факторам:

- слишком яркое освещение;
- слишком слабое освещение;
- световые блики.

Величина нормируемой освещенности регламентируется нормами СП 52.13330.2011, СНиП 23-05-95* «Естественное и искусственное освещение». Искусственное освещение нормируется количественными (минимальной освещенностью) и качественными показателями.

На объекте применяются светильники, соответствующие назначению помещений, обеспечивающие необходимый уровень освещенности и не создающие световых бликов.

В зданиях коттеджей-гостиниц используются светильники с люминесцентными лампами, энергосберегающими и светодиодными лампами.

Светодиодные светильники имеют полную экологическую безопасность, позволяют сохранять окружающую среду, не требуют специальных условий по утилизации: не содержат ртути, ее производных и других ядовитых, вредных или опасных составляющих материалов и веществ.

Люминесцентные и энергосберегающие лампы имеют ртутное наполнение, характеризуются низким энергопотреблением, малым нагревом и значительным сроком службы.

Различные по конструктивному исполнению люминесцентные лампы могут содержать от 1 до 7 мг ртути, наименьшее количество которой свойственно для небольших по объему бытовых ламп.

В то же время наличие в лампах ртутной составляющей требует исключить их попадание в систему сбора твердых бытовых отходов (далее ТБО).

Поэтому для экологизации применяется система индивидуального хранения люминесцентных ламп в отдельном помещении, с целью применения их в освещении, а также для централизованного сбора и транспортирования на специализированные объекты для утилизации отработавших свой ресурс ламп.

Отдельно рассмотрим помещения бассейнов и саун. Для этих помещений предусматриваются специальные светильники:

- для бассейна светильники типа ПВЛП, предназначенные для общего освещения помещений с повышенным содержанием пыли и относительной влажностью, превышающей 75%;

- для сауны (парной) светильники типа Svetlon 1301-1x100 – термостойкий, влагозащищенный.

4.2 Электробезопасность

Защита людей от опасного и вредного воздействия на человека электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества разработана в соответствии с ГОСТ 12.1.019-96 «Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты».

В зданиях коттеджей-гостиниц предусмотрена защитная блокировка от попадания под напряжение согласно «Правилам эксплуатации

электроустановок» и требованиям ГОСТ 12.1.030-81 «Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление».

Электробезопасность обеспечивается:

- применением силовых и контрольных кабелей нераспространяющих горение;
- все цепи, разъемные соединения имеют закрытую конструкцию, исключающую касание токопроводящих элементов человеком, в том числе с помощью дополнительных инструментов (отвертка, нож, спица и т.п.);
- все силовые цепи прокладываются в защитной, металлической оболочке (труба, гофроукав);
- заземлением;
- в составе системы управления контролем утечки на корпус.

Согласно требованиям РД 153-34.0-03.150-00 «Межотраслевые Правила по охране труда (Правила безопасности) при эксплуатации электроустановок», к монтажным работам допускаются лица, прошедшие обучение и проверку знаний, методов безопасного проведения работ, а также инструктаж по технике безопасности в соответствии с РД 34.03.384-96 «Инструкция по организации и производству работ повышенной опасности».

Предусматривается заземление всех металлических частей, которые могут оказаться под напряжением:

- корпуса светильников, электрооборудования;
- корпуса щитков;
- металлические трубы электропроводки.

Монтаж сети освещения и защитного заземления выполнять в соответствии с действующими «Правилами устройства электроустановок».

Для зануления элементов электрооборудования и освещения используется отдельный провод сети.

Вновь устанавливаемое электрооборудование и осветительная арматура выбираются в соответствии с категорией помещения, классом взрывопожароопасности и загрязнением окружающей среды.

Вновь прокладываемые силовые и контрольные кабели принимаются с индексом «нг-LS» – с ПВХ изоляцией и оболочкой пониженной горючести, не распространяющие горение с пониженным газо-дымовыделением.

Для сети 0,4 кВ в цехе принимается система заземления TN-C-S.

Заземлению подлежат корпуса электроприемников, металлоконструкции здания, стальные трубы электропроводки, электропроводки, кабельные конструкции.

Корпуса электродвигателей, шкафов 0,4 кВ присоединяются отдельной жилой к нулю трансформатора с глухозаземленной нейтралью (зануление).

В распределительных сборках предусматриваются отдельные шинки: нулевая N и защитная PE.

С точки зрения «Правил устройства электроустановок» (ПУЭ) бани и бассейны с их избыточно влажным климатом – чрезвычайно опасные помещения, поскольку влага и электричество – плохие «друзья», тем более в условиях высоких температур и наличия металлических токопроводящих предметов (корпусов, экранов, поддонов и т.п.). Поэтому правила предписывают особенно тщательно осуществлять монтаж и эксплуатацию электропроводки, чтобы защитить людей от возможного поражения током и предотвратить возникновение роковой искры, запускающей огненную стихию.

Во влажных и очень влажных помещениях ПУЭ обязывают применять скрытую электропроводку, причем не допускается прокладка проводов с металлическими оболочками, в металлических трубах и металлических рукавах – из-за возможной коррозии оболочки. Кроме того, высокая температура способствует размягчению пластиковой изоляции проводов, а также испарению пластификатора, что приводит к отверждению

изоляционного покрытия проводов и способствует повышению их хрупкости.

Поэтому для электропроводов применяются как металлические, так и пластиковые рукава – в зависимости от конкретных условий.

При монтаже внутренней проводки в сгораемых стенах кабель помещают в металлическую трубу, а в несгораемых и трудновоспламеняющихся допускается использование и металлорукавов, и пластиковых труб. В последнем случае термостойкость изоляции должна быть повышенной, рассчитанной на максимально допустимую температуру.

И все же оптимальный выбор – толстостенные стальные трубы, которые надежно предотвращают возгорание при коротком замыкании. Трубу пробрасывают как можно выше (чтобы ее было невозможно задеть рукой даже случайно) и зануляют на глухозаземленную нейтраль отдельным проводом сечением не менее 1,5 мм² с помощью приваренного к трубе заземляющего болта.

Защитное зануление состоит в том, что все металлические корпуса электроаппаратов, трубы, листы облицовки соединяются между собой и присоединяются к нулевому проводу электросети. Это защитит человека от поражения током при контакте с металлическими поверхностями корпусов и труб, но при касании оголенных фазовых сетевых проводов от удара током, естественно, не спасет.

В нашем случае в помещениях бассейнов и саун групповая проводка выполняется термостойким проводом РКГМ скрыто под облицовкой стен в металлических трубах.

4.3 Пожаробезопасность

Причиной возникновения пожара при эксплуатации светильников и электрооборудования может являться загорание электропроводки вследствие

замыкания в электрических цепях, неправильная эксплуатация, не соблюдение противопожарных норм.

Требования по противопожарным нормам указываются в ППБ 01-03 «Правила пожарной безопасности в Российской Федерации», а также в НПБ 249-97 «Светильники. Требования пожарной безопасности. Методы испытаний».

Для обеспечения пожарной безопасности, в электрических цепях предусмотрены рубильник отключения, разъединитель-заземлитель силовой цепи и переключатели для отключения всех высоковольтных цепей, применение силовых и контрольных кабелей нераспространяющих горение.

Автоматические выключатели и силовые кабели в сети проверены:

- по токовой нагрузке;
- по чувствительности к токам короткого замыкания;
- по термической стойкости к токам короткого замыкания.

При возникновении пожара необходимо снять напряжение и вызвать пожарную бригаду.

Горящие провода и электрические аппараты тушат только углекислотными огнетушителями или сухим песком.

Тушить пожар жидкостными, пенными огнетушителями или водой запрещено.

Автоматические выключатели на секциях и сборках 0,4 кВ выбираются по токам нагрузки, проверяются по термической стойкости и динамической стойкости к токам короткого замыкания, по чувствительности к токам короткого замыкания (с учетом селективности срабатывания).

Силовые кабели в сети 0,4 кВ выбираются по токам нагрузки и проверяются по условию термической стойкости и невозгоранию кабелей при коротких замыканиях, по допустимому падению напряжения у потребителей, по условию обеспечения срабатывания аппаратуры с коэффициентом чувствительности не менее 1,75 при трехфазных коротких замыканиях и не менее 1,5 при однофазных коротких замыканиях.

На фазовый провод банной и бассейной электросети устанавливается автоматический выключатель, срабатывающий при величине тока не более 16 ампер. Это вполне действенная мера противопожарной безопасности. Если по какой-либо причине произошло разрушение изоляции, вызвавшее контакт проводов, происходит короткое замыкание, автоматический выключатель отрубит ток, прекратит разряд электрической дуги и предотвратит возгорание.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной выпускной квалификационной работе рассмотрена система электрооборудования и электроосвещения коттеджей-гостиниц горнолыжной деревни комплекса «Гора Белая».

Приведено описание электрических потребителей коттеджей-гостиниц разного типа.

Выполнен светотехнический расчет для помещений на примере коттеджа-гостиницы типа ИК5.

Выполнен расчет силовых щитков для электрооборудования и розеточной сети коттеджей-гостиниц.

Выполнен расчет щитков рабочего и аварийного освещения для светильников коттеджей-гостиниц.

Для питания щитков выбраны питающие кабели, номинальные токи расцепителей автоматических выключателей на силовых щитках, щитков рабочего и аварийного освещения, ВРУ.

Выполнен расчет ВРУ.

Выполнено зануление, заземление и уравнивание потенциалов.

Выполнена молниезащита зданий коттеджей-гостиниц.

В экономической части произведен расчет капитальных затрат на выполнение электрооборудования и электроосвещения зданий горнолыжной деревни.

В разделе безопасность и экологичность работы рассмотрена экологичность сети освещения, электробезопасность и пожаробезопасность.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Ангарова Т.В, Кашенева В.В. / Справочник по электроснабжению промышленных предприятий – 2-е изд., перераб и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1981. – 624 с. ил.
2. Анчарова Т.В. Электроснабжение и электрооборудование зданий и сооружений: Учебник. Гриф МО РФ. - М.: Форум. 2016. – 385 с.
3. Афонин А.М. / Энергосберегающие технологии в промышленности. Учебное пособие. Гриф МО РФ. – М.: Форум. 2015. – 217 с.
4. Барыбин Ю.Г. / Справочник по проектированию электроснабжения.- М.: Энергоатомиздат, 1990. – 576 с.
5. Быстрицкий Г.Ф. / Общая энергетика. Учебник. - М.: Кнорус. 2016. – 243 с.
6. Васильев А.А., Крючков И.П.; Под ред. Васильева А.А. / Электрическая часть станций и подстанций – 2-е изд., перераб и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 576 с: ил.
7. Герасименко А.А. / Передача и распределение электрической энергии (для бакалавров). – М.: Кнорус. 2014. – 156 с.
8. Замницкий В.А., Каплун А.В., Папир А.Н., Умов В.А. / Справочник: лопастные насосы. - Л: Машиностроение Ленинградское отделение, 1986. -334 с.: ил.
9. Кацман М.М / Справочник по электротехническим машинам. - М.: Академия. 2005. – 480 с.
10. Кнорринг Г.М / Справочная книга для проектирования электрического освещения. - М.: Энергоатомиздат, 1992. – 448 с.
11. Кудрин Б.В. / Электроснабжение. Учебник для студентов учреждений ВПО. - М.: Академия. 2013. – 305 с.

12. Неклепаев Б.В. / Электрическая часть электростанций и подстанций. Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования. - СПб.: БХВ-Петербург. 2014. – 187 с.

13. Правила устройства электроустановок / Минэнерго РФ. – 7-е изд., Утверждены Приказом Минэнерго России от 08.07.2002 г. № 204.

14. Рожкова Л.Д., Козулин В.С. Электрооборудование станций и подстанций: Учебник для техникумов. 3-е изд., перераб. М.: Энергоатомиздат. 1987. - 648 с.: ил.

15. Сивков А.А., Сайгаш А.С., Герасимов Д.Ю. / Основы электроснабжения. - М.: Юрайт. 2016. – 173 с.

16. Фёдоров А.А., Сербиновский Г.В. / Справочник по электроснабжению промышленных предприятий. Промышленные электрические сети. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергия. 1980. – 576 с.: ил.

17. Федоров А.А., Старкова Л.Е. Учебное пособие для курсового и дипломного проектирования по электроснабжению промышленных предприятий: Учеб. пособие для вузов. – М.: Энергоатомиздат. 1987. - 368с.: ил.

18. Фролов Ю.М., Шелякин В.П. / Основы электроснабжения. Учебное пособие, 1-е изд. - М.: Лань. 2013. – 194 с.

19. Шабад В.К. / Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах. - М.: Академия. 2013. – 232 с.

20. Шеховцов В.П. / Справочное пособие по электрооборудованию и электроснабжению - М.: Форум. 2011. – 137 с.