

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

**РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА РАБОЧЕГО ОСВЕЩЕНИЯ
АДМИНИСТРАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ЗДАНИЯ**

Выпускная квалификационная работа
по направлению подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение (по
отраслям)
профилю подготовки «Энергетика»
специализации «Энергохозяйство предприятий, организаций, учреждений и
энергосберегающие технологии»

Идентификационный код ВКР: 138

Екатеринбург 2017

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
« ____ » _____ 2017 г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА РАБОЧЕГО ОСВЕЩЕНИЯ АДМИНИСТРАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ЗДАНИЯ

Исполнитель:
студент(ка) группы ЭС-402

(подпись)

В.В. Мякишев

Руководитель:
ст. преподаватель кафедры ЭС

(подпись)

Ю.А. Юксеев

Нормоконтролер:
ст. преподаватель кафедры ЭС

(подпись)

Т.В. Лискова

Екатеринбург 2017

АННОТАЦИЯ

Выпускная квалификационная работа выполнена на 53 страницах, содержит 8 рисунков, 19 таблиц, 25 источников литературы, а также приложения на 3 страницах.

Ключевые слова: ОСВЕЩЕНИЕ, СХЕМА ОСВЕЩЕНИЯ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ, ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ НАГРУЗКИ, УСТРОЙСТВА ЗАЩИТЫ АППАРАТЫ ЗАЩИТЫ.

Мякишев В. В. Проект рабочего освещения административно-технического здания: выпускная квалификационная работа / В.В. Мякишев; Рос. гос. проф.-пед. ун-т, Ин-т инж.-пед. образования, Каф. электрооборудования и энергоснабжения. – Екатеринбург, 2017. – 53 с.

Краткая характеристика содержания ВКР:

1. Тема выпускной квалификационной работы Проект рабочего освещения административно-технического здания. В работе рассмотрена сеть освещения здания.

2. Цель работы: разработать проект системы рабочего освещения административно-технического здания.

3. В ходе выполнения выпускной квалификационной работы выполнен расчет количества светильников, разработана схема их размещения, выбраны устройства защиты и токоведущие части, проведено экономическое сравнение двух вариантов освещения и рассчитан срок окупаемости.

4. Данная разработка может использоваться в проектной и эксплуатационной практике расчета осветительной сети.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1 ХАРАКТЕРИСТИКИ ОБЪЕКТА	8
2 РАЗРАБОТКА И ВЫБОР РАБОЧЕГО ОСВЕЩЕНИЯ.....	11
2.1.1 Расчет количества светильников подвал, вариант 1	15
2.1.2 Расчет количества светильников первый этаж, вариант 1	15
2.1.3 Расчет количества светильников второй этаж, вариант 1	16
2.1.4 Расчет светильников подвал, вариант 2.....	18
2.1.5 Расчет светильников первый этаж, вариант 2.....	18
2.1.6 Расчет светильников второй этаж, вариант 2	20
2.2 Расчет проводки освещения.....	22
2.3 Расчет электрической нагрузки и выбор токоведущих частей ...	23
2.4 Выбор аппаратов защиты.....	26
2.5 Устройство автоматического выключателя	32
2.6 Заземляющее устройство	34
2.7 Экономическая часть	37
2.7.1 Расчет затрат на приобретение и монтаж освещения	42
2.7.2 Расчет заработной платы рабочих	43
2.7.3 Расчет дополнительной заработной платы	43
3. РАЗРАБОТКА ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ.....	45
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	51
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	52
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	55

ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	56
ПРИЛОЖЕНИЕ В.....	57

ВВЕДЕНИЕ

Внутреннее освещение помещений – один из важных аспектов при проектировании городских квартир, загородных домов, офисов, спортивных и торговых центров, цехов, музеев и ресторанов.

В последние годы рост темпа строительства и жилых и офисных зданий все больше увеличивается. Офисные помещения проектируются как внутри жилых зданий, так и в виде бизнес-центров. И в каждом таком здании необходимо квалифицированно выполнить проект системы освещения так как правильно организованное освещение – это не только привлекательный интерьер, но и благоприятная среда для работы, поэтому к формированию систем внутреннего освещения следует относиться предельно внимательно.

Осветительные приборы, представленные на современном рынке, можно разделить на несколько групп: традиционные, но теряющие свою популярность лампы накаливания, люминесцентные и светодиодные лампы для освещения помещений.

Объектом исследования является административно-техническое здание.

Предметом исследования является система освещения административно-технического здания.

Цель работы: разработать проект системы рабочего освещения административно-технического здания.

Задачи:

- проанализировать объект;
- рассчитать количество светильников;
- рассчитать и выбрать устройства защиты и проводку;
- распределить освещение по группам;
- провести экономическое сравнение двух типов освещения;
- рассчитать затраты на выполнение проекта рабочего освещения.

Выводы, сделанные при разработке проекта рабочего освещения административно-технического здания, при дальнейшей углубленной разработке могут быть использованы в проектной и эксплуатационной практике.

1 ХАРАКТЕРИСТИКИ ОБЪЕКТА

Объектом проектирования является двухэтажное административно-бытовое здание с подвалом (рисунок 1);



Рисунок 1 - Административно-техническое здание

По степени надежности электроснабжения объект относится к потребителю третьей категории.

Подключение компьютерной техники осуществляется с применением устройств бесперебойного питания.

Напряжение сети 380/220 В.

Величины освещенности приняты согласно СНиП 23-05-2010. Освещение вспомогательных помещений принято светильниками защищенного исполнения. Светильники выбраны по характеристикам среды помещения.

Расчет освещенности помещений выполнен по световому потоку с использованием таблиц светового потока светодиодных и люминесцентных осветительных установок.

Управление выполняется выключателями с установкой по месту.

Сети освещения выполняются проводом марки ВВГнг-LS проложенным:

- скрыто в слое штукатурки по стенам;
- открыто в технических помещениях при помощи кабель - канала;
- за подвесным потолком проводом с применением гофрированной трубы ПВХ.

Силовые питающие сети выполняются кабелем ВВГнг-LS проложенным в гофрированных трубах из ПВХ - самозатухающего пластика тяжелого исполнения, проложенных в полу под заливку.

Все сети освещения выполняются трехпроводными:

- *L* - фазный проводник (коричневый, красный, черный цвет изоляции);
- *N* - нулевой рабочий проводник (голубой цвет изоляции);
- *PE* - защитный проводник (желто-зеленый цвет изоляции).

Защитный проводник должен быть самостоятельным, начиная с *PE* шины вводного распределительного устройства.

Все электромонтажные работы ведутся согласно СНиП 3.05.06-85.

Общая осветительная площадь:

- подвал- 170м²;
- первый этаж- 496м²;
- второй этаж- 496 м².

Административно-бытовые (вспомогательные) здания предназначены для размещения в них помещений социальных служб предприятия. К сфере обслуживания, трудящихся относятся помещения бытового назначения, а помещения, предназначенные для управления производством и его развития – административным. В состав помещений бытового назначения входят санитарно-бытовые, здравоохранения, общественного питания, торговли и тому подобных. Административно-бытовое здание может использоваться и в качестве офиса, общежития, учебного центра, склада. Применение административно-бытовых зданий очень широко.

К числу административных - относятся помещения управления, конструкторских и технологических бюро, учебных занятий. Проектирование административно-бытовых зданий осуществляют в соответствии с требованиями СНиП 2.09.04-87.

В зависимости от назначения административно-бытовые помещения подразделяют на: цеховые, общезаводские и вне заводские.

Цеховые помещения размещают во встроенных помещениях, вставках или в непосредственной близости от производственных площадей в пристройках или отдельно стоящих зданиях. В их состав входят большая часть бытовых, а также ряд административных помещений.

Общезаводские помещения концентрируют в зданиях, располагаемых на пред заводских территориях. К ним относят помещения управления предприятием, конструкторские и технологические бюро, а также бытовые помещения, включающие гардеробные, душевые, уборные, курительные, столовые (буфеты), медицинские пункты.

Административные и бытовые помещения размещают в местах с наименьшими воздействиями шума, вибрации и других производственных факторов вредности.

2 РАЗРАБОТКА И ВЫБОР РАБОЧЕГО ОСВЕЩЕНИЯ ЗДАНИЯ

При проектировании зданий и сооружений необходимо учитывать освещенность помещений, в которых будут постоянно пребывать люди. Особенно важна освещенность в детских учреждениях (детских садах и школах), больницах, кабинетах и т.п. Это связано с напряженной зрительной работой, которую будут производить люди в этих помещениях.

Освещение помещений бывает естественное и искусственное.

Естественное освещение- это освещение помещения через окна, потолки и другие прозрачные строительные конструкции.

Искусственное освещение бывает двух видов: *общее* и *комбинированное*.

Комбинированное освещение рекомендуется там, где нужна высокая точность выполняемых работ, где возникают специфические требования к освещению, где оборудование создает глубокие, резкие тени или рабочие поверхности расположены вертикально (штампы, гильотинные ножницы), а также там, где на различных рабочих местах производственного помещения требуется различная (резко отличающаяся) величина освещенности.

Система общего освещения может быть рекомендована в помещениях, где по всей площади выполняются однотипные работы (в литейных цехах), а также там, где создание местного освещения затруднительно. Для обеспечения наиболее благоприятного соотношения яркости в поле зрения при комбинированном освещении светильники общего освещения должны создавать на рабочей поверхности не менее нормируемой освещенности.

Назначение искусственного освещения– создать благоприятные условия видимости, сохранить хорошее самочувствие человека и уменьшить утомляемость глаз. Для выполнения всех этих условий необходимо учитывать все требования действующих нормативных документов. Качество электрического освещения офисных и жилых зданий существенно влияет на работоспособность и самочувствие живущих и работающих в них людей. От освещения зависит здоровье зрения, продуктивность и качество работы.

Именно поэтому так важно правильно спроектировать систему электрического освещения, подобрать нужное светотехническое оборудование, распределить источники света по типу и местоположению, а также обеспечить их корректную работу.

Профессиональное проектирование и монтаж систем электроосвещения – залог комфортной атмосферы для работы и отдыха. Искусственное освещение подразделяется на рабочее, аварийное, охранное и дежурное.

Рабочим называется освещение, которое обеспечивает нормируемые осветительные условия (освещенность, качество освещения) в помещениях и в местах производства работ вне зданий. Рабочее освещение выполняется для всех помещений зданий, а также участков открытых пространств, предназначенных для работы, прохода людей и движения транспорта. Для помещений, имеющих зоны с разными условиями естественного освещения и различными режимами работы должно предусматриваться отдельное управление освещением таких зон.

Нормируемые характеристики освещения в помещениях, снаружи зданий могут обеспечиваться как светильниками рабочего освещения, так и совместным действием с ними светильников освещения безопасности и (или) эвакуационного освещения. При необходимости часть светильников рабочего или аварийного освещения может использоваться для дежурного освещения земли.

Также немаловажным с точки зрения дизайна и стиля является фасадное освещение зданий и парковое электроосвещение. Требования к электроосвещению жилых и общественных зданий диктуются действующими нормативными документами, такими как — Правила устройства электроустановок (ПУЭ), ДБН В.2.5282006 «Естественное и искусственное освещение».

Выполнение светотехнических расчетов возможно следующими методами:

- методом коэффициента использования светового потока;

- методом удельной мощности;
- точечным методом.

Метод коэффициента использования светового потока применяется для расчета общего равномерного освещения горизонтальных поверхностей при светильниках любого типа.

Суть метода заключается в вычислении коэффициента для каждого помещения, исходя из основных параметров помещения и светоотражающих свойств отделочных материалов. Недостатками такого метода расчета являются высокая трудоемкость расчета и невысокая точность. Таким методом производится расчет внутреннего освещения.

Метод удельной мощности применяется для приближенного предварительного определения установленной мощности осветительной установки.

Точечный метод расчета освещения применяется для расчета общего равномерного и локализованного освещения, местного освещения независимо от расположения освещаемой поверхности при светильниках прямого света. Согласно данной методики освещенность определяется в каждой точке рассматриваемой поверхности, относительно каждого источника освещения. Не сложно догадаться, что трудоемкость данного метода просто огромная! Точность находится в прямой зависимости от добросовестности инженера, проводящего расчет.

Кроме вышеуказанных методов расчета освещения, имеется комбинированный метод, который применяется в тех случаях, когда неприменим метод коэффициента использования, а светильники не относятся к классу прямого света.

Для некоторых видов помещений (коридоров, лестниц и т. д.) существуют прямые нормативы, задающие мощность ламп для каждого такого помещения.

Расчет освещенности помещений выполняется по методу коэффициента использования светового потока с использованием таблиц светового потока по СНиП 23-05-2010:

Таблица 1 - Нормы освещенности

Освещаемый объект	Норма освещенности (лк)
Кабинеты и рабочие комнаты, офисы (на столах, Г-0.8).	300
вестибюли, кладовые, подсобные (на полу, Г-0,0)	70
лестничные клетки (Пол, ступени)	50
главные коридоры и проходы (Пол)	75
Выставочные залы. (Г-0.8).	200
Санитарно-бытовые помещения: умывальники, уборные, курительные. (на полу, Г-0,0).	75
Общедомовые помещения: вестибюли, кладовые, подсобные (на полу, Г-0,0).	30
Приемные. (на полу, Г-0,0).	200
Подвалы (на полу, Г-0,0).	80

Вычисляем площадь помещения:

$$S = a \times b. \quad (1)$$

Определение индекса помещения:

$$\varphi = S / (h - Kз) * (a + b). \quad (2)$$

Определяем требуемое количество светильников по формуле:

$$N = (E * S) / (U * n * \Phi_l * Kз), \quad (3)$$

где E - требуемая освещенность горизонтальной плоскости, Лк;

S - площадь помещения, м²;

$Kз$ - коэффициент запаса. Он учитывает снижение яркости свечения по причине износа и/или загрязнения элементов осветительного прибора, а также загрязнения поверхностей помещения. Так как светильники новые, принимаем $Kз=1$;

U - коэффициент использования осветительной установки;

Φ_l - световой поток одной лампы, Лм;

n - число ламп в одном светильнике, шт.

Результаты вычислений по формулам (1,2,3) сводим в таблицы 2,3,4.

2.1.1 Расчет количества светильников подвал, вариант 1

Подвальное помещение (приложение А) является помещением с повышенной влажностью и количеством пыли, значит необходимо использовать светильники в защищенном исполнении.

Таблица 2 - Количество светильников подвал

Помещение	Площадь пола, м ²	Высота потолков, м	Тип светильника	Норма освещенности, Лк	Количество ОУ	Световой поток, Лк	Суммарная Мощность, Вт
Помещение Подвала 001	137	3	LE-ССП 33	80	9	3400	297
Венткамера 002	15,5	3	LE-СПО 10	50	4	740	40
Тамбур 003	7,8	3	LE-СПО 10	30	1	740	10
Узел ввода 004	8	3	LE-СПО 10	50	2	740	20
ИТП 005	14,9	3	LE-СПО 10	50	3	740	30
Лестничная клетка	21	3	LE-СПО 10	50	4	740	40

Суммарная мощность светильников в подвальном помещении составит:

$$P=437 \text{ Вт.}$$

2.1.2 Расчет количества светильников первый этаж, вариант 1

На первом этаже (приложение В) располагаются офисные помещения и выставочный зал. Для этих помещений выбираем встраиваемые светильники типа ARS

Для санузлов и технических помещений выбираем светильники в защищенном исполнении.

Таблица 3 - Количество светильников первый этаж, вариант 1

Помещение	Площадь пола, м ²	Высота потолков, м	Тип светильника	Норма освещенности, Лк	Количество ОУ	Световой поток, Лк	Суммарная Мощность, Вт
Выставочный зал 120	311	3	ARS/LE-CBO 33	200	36	3400	1089
Офисы 101,103,104	9,9	3	ARS/LE-CBO 16	300	6	1600	96*3
Офисы 102,105,106	13	3	ARS/LE-CBO 16	300	9	1600	144*3
Санузлы 111-113	6	3	LE-СПО 10	75	3	740	30*2
Тамбуры 114, 116,117,123	3	3	LE-СПО 10	30	1	740	10*4
Тамбуры 118,119	10	3	LE-СПО 10	30	3	740	30*2
Вестибюль 122	6,5	3	LE-СПО 10	30	2	740	20
Электроцитовая 109	6	3	LE-СПО 10	30	2	740	20
Подсобные 108,110	6,4	3	ARS/LE-CBO 16	30	2	740	32
Лестничные клетки	10	3	ARS/LE-CBO 16	50	2	1500	32*2
Служебное помещение 101	10	3	ARS/LE-CBO 16	200	4	1500	64
Коридор 121	47	3	ARS/LE-CBO 16	75	6	1500	96

Суммарная мощность освещения по 1 этажу составит:

$$P=2295 \text{ Вт.}$$

2.1.3 Расчет количества светильников второй этаж, вариант 1

На втором этаже (приложение С) располагаются офисные помещения. Для этих помещений выбираем встраиваемые светильники типа ARS

Для санузлов и технических помещений выбираем светильники в защищенном исполнении.

Таблица 4 - Количество светильников второй этаж, вариант 1

Помещение	Площадь пола, м ²	Высота потолков, м	Тип светильника	Норма освещенности, Лк	Количество ОУ	Световой поток, Лк	Суммарная Мощность, Вт
Офисы 205-207	55	3	ARS/LE-CBO 33	300	12	3400	396*3
Офисы 201,203,204	25	3	ARS/LE-CBO 33	300	6	3400	198*3
Офис 202	21	3	ARS/LE-CBO 33	300	4	3400	132
Офис 208	33	3	ARS/LE-CBO 25	300	12	2500	300
Офис 211	8,5	3	ARS/LE-CBO 25	300	2	2500	50
Приемная 209	20	3	ARS/LE-CBO 16	200	6	1500	96
Коридор 210	69	3	ARS/LE-CBO 16	75	10	1500	160
Коридор 214	63	3	ARS/LE-CBO 16	75	8	1500	128
Тамбуры 215,216	2,25	3	LE-СПО 10	30	2	740	20*2
Помещение охраны 212	7,4	3	ARS/LE-CBO 16	200	4	1500	64
Служебные помещения 213	6,5	3	ARS/LE-CBO 16	75	1	1500	16
Санузлы 217,218	6	3	LE-СПО 10	75	3	740	30*3
Помещение инвентаря 220	4,5		LE-СПО 10	75	3	740	30*3
Лестничная клетка	21	10	ARS/LE-CBO 16	50	2	1600	32

Суммарная мощность освещения по 2 этажу составит:

$$P=2940 \text{ Вт.}$$

Общая мощность осветительной сети для первого варианта:

$$P=437+2295+2940=5672 \text{ Вт.}$$

Вариант 2

В варианте 2 рассчитаем по формулам (1,2,3) мощность аналогичных первому варианту по световому потоку электролюминесцентных светильников и сведем их в таблицы 5, 6, 7.

2.1.4 Расчет светильников подвал, вариант 2

Подвальное помещение (приложение А) является помещением с повышенной влажностью и количеством пыли, значит необходимо использовать светильники в защищенном исполнении.

Таблица 5 - Количество светильников подвал, вариант 2

Помеще ние	Площадь пола, м ²	Высота потолков, м	Тип светильн ика	Норма освещен ности, Лк	Количес тво ОУ	Световой поток, Лк	Суммарн ая Мощност ь, Вт
Помещение Подвала 001	137	3	ЛСП 2х36	80	9	3500	648
Венткамера 002	15,5	3	ASM/S 1*18	50	4	960	72
Тамбур 003	7,8	3	ASM/S 1*18	30	1	960	18
Узел ввода 004	8	3	ASM/S 1*18	50	2	960	36
ИТП 005	14,9	3	ASM/S 1*18	50	3	960	54
Лестничная клетка	21	3	ASM/S 1*18	50	4	960	72

Суммарная мощность освещения по подвалу составит:

$$P=900 \text{ Вт.}$$

2.1.5 Расчет светильников первый этаж, вариант 2

На первом этаже (приложение В) располагаются офисные помещения и выставочный зал. Для этих помещений выбираем встраиваемые светильники типа ARS

Для санузлов и технических помещений выбираем светильники в защищенном исполнении.

Таблица 6 - Количество светильников первый этаж, вариант 2

Помещение	Площадь пола, м ²	Высота потолков, м	Тип светильника	Норма освещенности, Лк	Количество ОУ	Световой поток, Лк	Суммарная Мощность, Вт
Выставочный зал 120	311	3	ARS/R 4*18	200	30	3600	2160
Офисы 101,103,104	9,9	3	ARS/R 2*18	300	6	1600	216*3
Офисы 102,105,106	13	3	ARS/R 2*18	300	9	1600	324*3
Санузлы 111-113	6	3	ASM/R 1*18	75	3	740	54*2
Тамбуры 114, 116,117,123	3	3	ASM/R 1*18	30	1	740	18*4
Тамбуры 118,119	10	3	ASM/R 1*18	30	3	740	54*2
Вестибюль 122	6,5	3	ASM/R 1*18	30	2	740	36
Электрощитовая 109	6	3	ASM/R 1*18	30	2	740	36
Подсобные 108, 110	6,4	3	ASM/R 1*18	30	2	740	36*2
Лестничные клетки	10	3	ARS/R 2*18	50	2	1500	36*2
Служебное помещение 101	10	3	ARS/R 2*18	200	4	1500	144
Коридор 121	47	3	ARS/R 2*18	75	6	1500	216

Суммарная мощность освещения по 1 этажу составит:

P=4644 Вт.

2.1.6 Расчет светильников второй этаж, вариант 2

На втором этаже (приложение С) располагаются офисные помещения. Для этих помещений выбираем встраиваемые светильники типа ARS.

Таблица 7 - Количество светильников второй этаж, вариант 2

Помещение	Площадь пола, м ²	Высота потолков, м	Тип светильника	Норма освещенности, Лк	Количество ОУ	Световой поток, Лк	Суммарная Мощность, Вт
Офисы 205-207	55	3	ARS/R 4*18	300	12	3400	864*3
Офисы 201,203,204	25	3	ARS/R 4*18	300	6	3400	432*3
Офис 202	21	3	ARS/R 4*18	300	4	3400	288
Офис 208	33	3	ARS/R 2*18	300	12	1500	432
Офис 211	8,5	3	ARS/R 2*18	300	2	1500	72
Приемная 209	20	3	ARS/R 2*18	200	8	1500	288
Коридор 210	69	3	ARS/R 2*18	75	12	1500	432
Коридор 214	63	3	ARS/R 2*18	75	10	1500	360
Тамбуры 215,216	2,25	3	ASM/R 1*18	30	2	740	36*2
Помещение охраны 212	7,4	3	ARS/R 2*18	200	6	1500	216
Служебные помещения 213	6,5	3	ARS/R 2*18	75	2	1500	72
Санузлы 217,218	6	3	ASM/R 1*18	75	3	740	54*3
Помещение инвентаря 220	4,5		ASM/R 1*18	75	3	740	54
Лестничная клетка	21	10	ARS/R 2*18	50	3	1500	108

Суммарная мощность освещения по 2 этажу составит:

$$P=6282 \text{ Вт.}$$

Общая мощность осветительной сети для второго варианта:

$$P=P_1+P_2+P_3; \quad (4)$$

$$P=900+4644+6282=11826\text{Вт}.$$

Охрана труда при монтаже осветительных приборов

Правилами техники безопасности при монтаже осветительных приборов разрешено выполнение таких работ лицами, прошедшими специальное обучение, вводный инструктаж и проверку знаний.

Светодиодные светильники для ЖКХ и других помещений должны соответствовать правилам безопасного использования: качество материалов лампы, электропроводки, креплений и плафона.

При монтаже светильников различного типа необходимо соблюдать следующие рекомендации:

Перед проведением монтажа светильников рабочие должны проверить наличие исправного рабочего оборудования и дополнительного оснащения (перчатки, замеряющие приборы и т.д.).

Перед установкой светильников необходимо ознакомиться с инструкцией и, следуя рекомендациям изготовителя, приступить к монтажу, так как разные производители предъявляют индивидуальные требования к установке. Также на работу влияет сложность и масштаб.

После монтажа светильников рабочий персонал обязуется проводить регулярный осмотр состояния приборов в установленные сроки. В процессе проверки производится анализ целостности стекла, цоколя, доступных электросетей, щитка. В случае монтажа оборудования в особенно загрязненных зонах проверка проводится по ранее подготовленному графику.

Установка светильников должна проходить при полном отключении напряжения в сети.

Запрещено вести работы при минимальном напряжении в помещении с высокой влажностью. Установка подводных светильников должна проводиться при напряжении прибора не более 12 В.

Допускается использование стремянок и приставных лестниц при монтаже на высоте не более 5 метров. В случае превышения данного показателя необходимо использовать краны и другие высотные установки.

Для качественного выполнения своих обязанностей работники (электрики, монтажники) должны регулярно проходить инструктаж по технике безопасности и охране труда.

В случае внесения изменений в рекомендации по установке осветительного оборудования бригадир или старший должен донести нововведения до начала работ. В таком случае будут выполняться все необходимые требования.

2.2 Расчет проводки освещения

Проведем выбор сечения проводов. Нагрев проводника вызывается током в нем, определяемым формулой:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} * U * \cos\varphi}, \quad (5)$$

где P - активная мощность нагрузки, Вт,

U - напряжение сети (для сети освещения $U=220\text{В}$),

$\cos\varphi$ - коэффициент мощности нагрузки (для сети освещения $\cos\varphi=0.95$),

$$I = \frac{1089}{\sqrt{3} * 220 * 0.95} = 2.78 \text{ А.}$$

Выбор провода производим по условию:

$$I \leq I_{\text{доп}}, \quad (6)$$

где $I_{\text{доп}}$ - длительно допустимый ток для кабелей, А.

Выбираем кабель ВВГнг-LS 3*1.5 с $I_{\text{доп}}=21\text{А} > 2,78 \text{ А}$.

Кабель ВВГнг-LS 3x1,5 соответствует требованиям ГОСТ 31996-2012 и ГОСТ 31565-2012.

2.3 Расчет электрической нагрузки и выбор токоведущих частей

Главным этапом проектирования любой системы электроснабжения является определение электрических нагрузок. Значения электрических нагрузок определяют выбор всех элементов и технико-экономические показатели проектируемой системы электроснабжения.

Потребители обычно работают не все одновременно, поэтому, фактически нагрузка энергосистемы всегда меньше расчетной.

Выбор кабельных линий (от ГРЩ до этажных щитов освещения):

Задача расчета состоит в таком выборе сечения проводов и защиты, чтобы во время эксплуатации к зажимам приемников электроэнергии подводилось номинальное напряжение или весьма мало от него отличающееся, а также, при длительной эксплуатации проводники не нагревались выше допустимой для них температуры.

Согласно СП 31-110-2003, расчетная нагрузка силовых питающих линий и вводов, $P_{p.c.}$, кВт, определяют по формуле:

$$P_p = K_c * P_{y.c.}, \quad (7)$$

где $P_{y.c.}$ - Установленная мощность электроприемников $P_{y.c.} = 5.7$ кВт.

K_c - Расчетный коэффициент спроса для расчета нагрузки вводов питающих и распределительных линий силовых электрических сетей, для сети освещения офисных зданий принимаем $K_c = 0.9$.

$$P_p = 5,7 * 0,9 = 5,13 \text{ кВт.}$$

Выбор проводников, допустимые токовые нагрузки которых равны расчетным силам тока данного участка или больше их.

Величина расчетного тока I_p :

$$I_p = \frac{P_p * 10^3}{\sqrt{3} * U_{ном} * \cos\varphi}, \quad (8)$$

где P_p - расчетная нагрузка, кВт;

$U_{ном}$ - номинальное напряжение, В;

$\cos\varphi$ - коэффициент мощности, принимаемый как 0,98;

$$I_p = \frac{5.7 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0.98} = 15,3 \text{ A.}$$

Выбираем кабель ВВГнг-LS 3*2.5 прокладываемый в коробе. Допустимый ток для проводника этого типа, сечения и способа прокладки 36А. Этот показатель отвечает требованиям.



Рисунок 2 - Провод марки ВВГнг-LS

Охрана труда при монтаже проводки

Провода, стальную проволоку (катанку) и металлическую ленту с помощью лебедок и других приспособлений следует выправлять на огороженных площадках, расположенных в отдалении от находящихся открытых электроустановок под напряжением. Запрещается сверлить сквозные отверстия в стенах и междуэтажных перекрытиях с приставных и раздвижных лестниц; натягивать горизонтально расположенные провода сечением более 4 мм²; ходить по смонтированным коробам, лоткам, трубным блокам.

Перед установкой аппаратов, щитков, ящиков, шкафов и другого оборудования нужно проверять прочность закрепления конструкций, на которых их устанавливают. Разрешается поднимать и поддерживать вручную монтируемые аппараты, конструкции, элементы трубных проводок массой не более 10 кг. При массе более 20 кг установка должна производиться не менее

чем двумя рабочими. Аппараты, конструкции, блоки, узлы и т. п. после подъема должны быть немедленно закреплены на основаниях.

Запрещается проверять пальцами совмещение отверстий собираемых конструкций и устанавливаемого оборудования.

При подъеме комплектных, заготовленных в мастерских, тросовых проводок принимают меры против обрыва проводов и падения светильников, подвесок и других деталей.

Электросварку и пайку проводов, наконечников и деталей выполняют в защитных очках и брезентовых рукавицах. Обоймы-формы во время сварки придерживают плоскогубцами, а после окончания пайки формы разбирают только после их охлаждения. При пайке соединений жил способом заливки расплавленного припоя в форму запрещается передавать тигли с расплавленным припоем из рук в руки.

Затяжку проводов и кабелей в трубы производят после удаления заусенцев на трубах: вручную при небольших усилиях тяжения, а при тяжелых условиях, когда усилия одного человека недостаточно, - ручной или электрической лебедкой, или специальным приспособлением.

Захват провода или кабеля должен быть надежным, исключаящим обрыв при натяжении. От электромонтажника, подающего провод или кабель в трубы, требуется особая осторожность, чтобы не затянуть руку в трубу вместе с проводом или кабелем. Затяжку проводов или кабелей на высоте нельзя проводить стоя на приставной или раздвижной лестнице; для этого пользуются лесами или специальными настилами.

Перед монтажом осветительной арматуры необходимо убедиться в надежности удерживающих конструкций и их закреплении. Крюк для люстры испытывают грузом, равным пятикратной массе светильника плюс 80 кг.

При использовании трапов и мостков длиной более 3 м под ними устанавливают промежуточные опоры. Ширина трапов и мостков — не менее 0,6 м.

У трапов и мостков имеются поручни, закраины и один промежуточный горизонтальный элемент. Высота поручней — 1 м, закраин — не менее 0,15 м, расстояние между стойками поручней — не более 2 м.

Для ограждения допускается применять металлическую сетку высотой не менее 1 м с поручнем.

Деревянные леса и подмости изготавливают из сухой древесины хвойных и лиственных пород не ниже 2 сорта по ГОСТ 9463—72, ГОСТ 9462—71, ГОСТ 8486—66, ГОСТ 2695—71. Для лесов применяют только металлические крепежные элементы (болты, струны, хомуты, скобы).

2.4 Выбор аппаратов защиты

Групповая осветительная сеть

Очень важным вопросом при разработке в проекте вопросов управления освещением является разбивка всего количества устанавливаемых в помещении светильников на отдельные группы. Правильное решение этого вопроса предопределяет возможность организовать рациональную систему управления освещением и тем самым обеспечить удобную эксплуатацию осветительной установки и экономичное расходование электроэнергии для освещения.

Прежде всего в помещениях с боковыми окнами надо управлять рядами светильников, параллельными окнам. Это создает возможность с наступлением темноты включать не все светильники одновременно, а по частям: сначала в части помещения, удаленной от окон, и затем, по мере снижения естественной освещенности, в остальной части. Так же и в утренние часы: сначала выключается ряд светильников у окон, а затем, по мере увеличения естественной освещенности, ряд за рядом в глубину помещения.

При разбивке осветительной установки на группы и, следовательно, на самостоятельно управляемые части следует учитывать также особенности и условия организации производства в освещаемом помещении.

Если в большом освещаемом помещении расположено несколько различных и самостоятельных цехов или отделений, то желательно так сгруппировать светильники, чтобы работникам каждого из цехов можно было обслуживать, включать и выключать только свои группы, свою часть осветительной установки.

Если в помещении имеются несколько поточных линий и различные технологические участки с различным режимом работы, то следует так организовать управление группами светильников, чтобы можно было выключить часть из них на тех участках помещения, где по условиям производства в них нет необходимости.

При разбивке светильников на группы следует учитывать, что в производственных зданиях с особо пыльной средой (агломерационные фабрики, цементные заводы и т. д.), а также в зданиях, загроможденных оборудованием (технологическим, сантехническим и т. п.), естественное освещение через окна и фонари, как правило, не обеспечивает днем нормальных условий видения, что требует постоянного включения освещения в течение всего времени работы.

Во всех производственных помещениях необходимо предусматривать выделение в отдельной или отдельных группах небольшой части светильников для создания в помещении небольшой освещенности в то время, когда цех не работает и надо обеспечить только возможность охраны и уборки его. Если в помещении имеется аварийное освещение, то выделять отдельные небольшие группы светильников не следует, так как функции «дежурного» освещения будут выполнять светильники аварийного освещения.

Пофазное управление светильниками

В производственных помещениях в зависимости от количества светильников и мощности ламп в них применяются однофазные (фаза и нуль), трехфазные (три фазы и нуль) и реже двухфазные (две фазы и нуль) группы. Рекомендуется при трех- и двухфазных группах предусматривать пофазное управление светильниками, т. е. устанавливать не трех- и двухполюсные, а

однополюсные выключатели, чем создается большая гибкость в управлении освещением. Необходимо, конечно, при этом равномерно и правильно распределить светильники по фазам.

В трехфазных группах светильники присоединяются к фазам в следующем порядке:

а) А, В, С, С, В, А ... — если нет необходимости в управлении по участкам или в равномерном уменьшении освещенности;

б) А, В, С, А, В, С ... — если необходимо обеспечить при отключении одной или двух фаз достаточно равномерную уменьшенную освещенность по всей площади помещения, именно такую схему мы и будем использовать в ходе разделения освещения на группы;

в) А, А, А, ..., В, В, В, ..., С, С, С ... — если в тех же случаях необходимо сохранить полную освещенность только на части площади помещения.

Выбор автоматических выключателей является ответственной задачей, к которой нужно отнестись серьезно. В условиях возникновения аварийных ситуаций правильно выбранный автомат является гарантией защиты не только вашего оборудования, но и вашей жизни.

Автоматический выключатель – это коммутационный аппарат, предназначенный для автоматического размыкания электрической цепи в момент возникновения коротких замыканий или перегрузок.

На схемах обозначаются буквами АВ либо QF (европейский стандарт).

Основными показателями на которые ссылаются при выборе автоматов являются:

- количество полюсов;
- номинальное напряжение;
- максимальный рабочий ток;
- отключающая способность (ток короткого замыкания).

Количество полюсов автомата определяется из числа фаз сети. Для установки в однофазной сети используют однополюсные или двухполюсные. Для трехфазной сети применяют трех- и четырехполюсные (сети с системой

заземления нейтрали TN-S). В бытовых секторах обычно используют одно- или двухполюсные автоматы.

Номинальное напряжение автомата - это напряжение на которое рассчитан сам автомат. Не зависимо от места установки напряжение автомата должно быть равным или большим номинальному напряжению сети.

Максимальный рабочий ток

Выбор автоматов по максимальному рабочему току заключается в том, чтобы номинальный ток автомата (номинальный ток расцепителя) был больше или равен максимальному рабочему (расчетному) току который может длительно проходить по защищаемому участку цепи с учетом возможных перегрузок.

Чтобы узнать максимальный рабочий ток для участка сети (например, для квартиры) нужно найти суммарную мощность. Для этого суммируем мощность всех приборов, которые будут подключатся через данный автомат (холодильник, телевизор, СВЧ-печь и т.п.). Величину тока из полученной мощности можно найти двумя способами: методом сопоставления или по формуле.

Отключающая способность

Выбор автомата по номинальному току отключения сводится к тому, чтобы ток, который автомат способен отключить был больше тока короткого замыкания в точке установки аппарата. Номинальный ток отключения - это наибольший ток короткого замыкания который автомат способен отключить при номинальном напряжении.

Выбор автоматического выключателя для сети освещения производится по формуле:

$$I = \frac{P}{U}, \quad (9)$$

где P-расчетная нагрузка, Вт;

U - напряжение сети (принимается равным 220В);

Результаты расчетов сводим в таблицы 8, 9, 10, 11.

Таблица 8 – Выбор автоматов ЩО 1

Групповой щит ЩО1			Групповая сеть				
Наименование автомата	I _{расцеп} , А	Группа	P _y , кВт	I _{расч} , А	Помещение	Марка кабеля	Фаза
ВА47-29	4	1.1	0,54	2,4	120	ВВГнг-LS 3*1,5	А
ВА47-29	4	1.2	0,54	2,4	120	ВВГнг-LS 3*1,5	В
ВА47-29	1	1.3	0,052	0,23	122,123	ВВГнг-LS 3*1,5	А
ВА47-29	1	1.4	0,12	0,5	112	ВВГнг-LS 3*1,5	С

Таблица 9 – Выбор автоматов ЩО 2

Групповой щит ЩО2			Групповая сеть				
Наименование автомата	I _{расцеп} , А	Группа	P _y , кВт	I _{расч} , А	Помещение	Марка кабеля	Фаза
ВА47-29	1	2.1	0,1	0,45	121,116,118	ВВГнг-LS 3*1,5	А
ВА47-29	4	2.2	0,7	3,27	101-103	ВВГнг-LS 3*1,5	В
ВА47-29	1	2.3	0,1	0,53	104,105,108	ВВГнг-LS 3*1,5	С
ВА47-29	1	2.4	0,1	0,53	114,115,106	ВВГнг-LS 3*1,5	С
ВА47-29	1	2.7	0,04	0,18	ЛК	ВВГнг-LS 3*1,5	А
ВА47-29	4	2.8	0,4	1,4	001,003	ВВГнг-LS 3*1,5	В
ВА47-29	1	2.9	0,09	0,4	002,004,005	ВВГнг-LS 3*1,5	С

Таблица 10 – Выбор автоматов ЩО 3

Групповой щит ЩО 3			Групповая сеть				
Наименование автомата	I _{расцеп} , А	Группа	P _y , кВт	I _{расч} , А	Помещение	Марка кабеля	Фаза
ВА47-29	1	3.1	0,11	0,51	211,212	ВВГнг-LS 3*1,5	А
ВА47-29	4	3.2	0,4	1,8	205	ВВГнг-LS 3*1,5	В
ВА47-29	4	3.3	0,4	1,8	206	ВВГнг-LS 3*1,5	С
ВА47-29	4	3.4	0,4	1,8	207	ВВГнг-LS 3*1,5	А

						3*1,5	
--	--	--	--	--	--	-------	--

Окончание таблицы 10

Групповой щит ЩО 3			Групповая сеть				
Наименование автомата	$I_{расцеп}$, А	Группа	P_y , кВт	$I_{расч}$, А	Помещение	Марка кабеля	Фаза
ВА47-29	4	3.5	0,4	1,8	208,209	ВВГнг-LS 3*1,5	В
ВА47-29	4	3.6	0,43	2	210	ВВГнг-LS 3*1,5	С

Таблица 11 – Выбор автоматов ЩО 4

Групповой щит ЩО 4			Групповая сеть				
Наименование автомата	$I_{расцеп}$, А	Группа	P_y , кВт	$I_{расч}$, А	Помещение	Марка кабеля	Фаза
ВА47-29	1	4.1	0,13	0,6	214	ВВГнг-LS 3*1,5	А
ВА47-29	1	4.2	0,33	1,5	201,202	ВВГнг-LS 3*1,5	В
ВА47-29	1	4.3	0,4	1,8	203,204	ВВГнг-LS 3*1,5	С
ВА47-29	1	4.4	0,04	0,18	215,216	ВВГнг-LS 3*1,5	А



Рисунок 3 - Выключатель автоматический трехполюсный ВА47-29

2.5 Устройство автоматического выключателя

Если разобрать корпус (для чего необходимо высверлить соединяющие его половинки заклепки), то можно увидеть *устройство автоматического*

выключателя и получить доступ ко всем его компонентам. Рассмотрим наиболее важные из них, которые обеспечивают нормальное функционирование устройства.

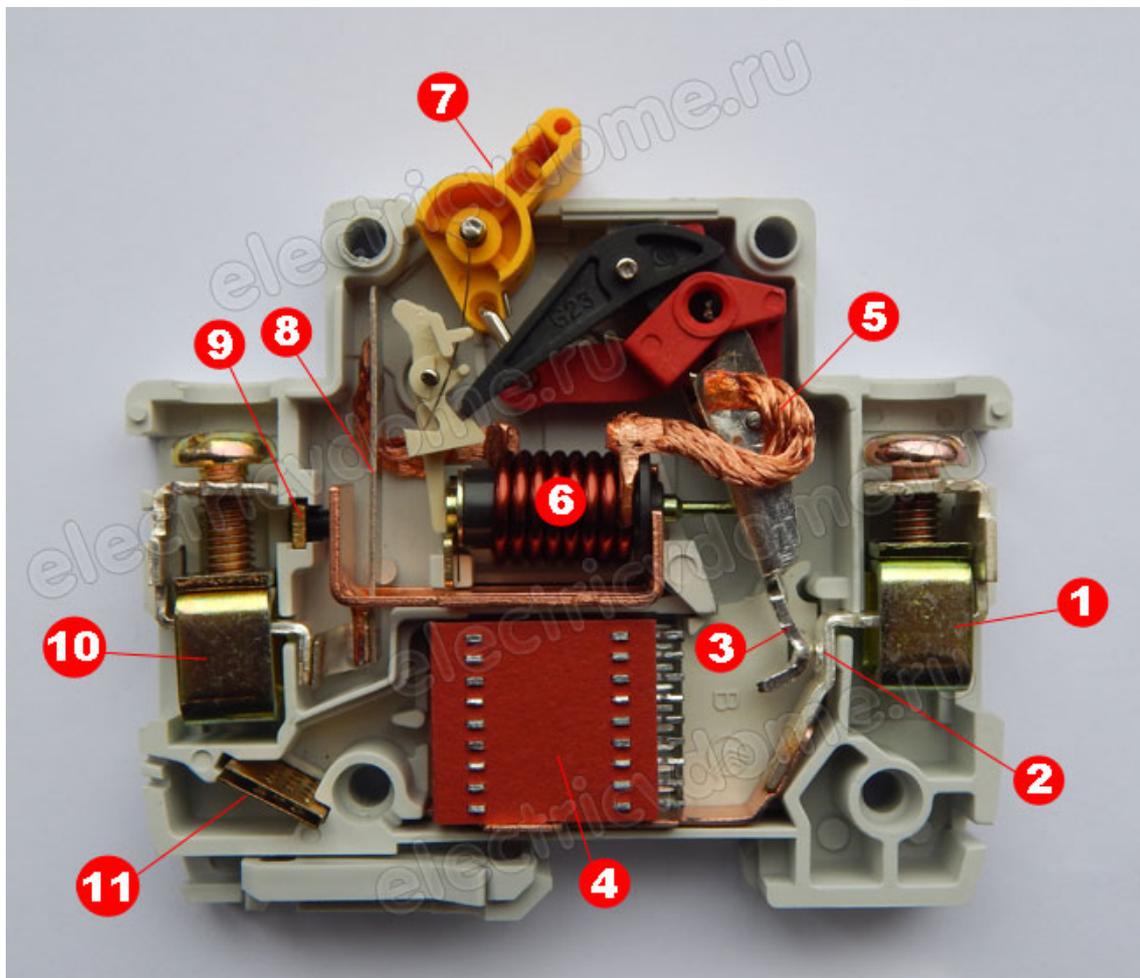


Рисунок 4 - Внутреннее устройство выключателя

1 - Верхняя клемма для подключения; 2 - Неподвижный силовой контакт; 3 - Подвижный силовой контакт; 4 - Дугогасительная камера; 5 - Гибкий проводник; 6 - Электромагнитный расцепитель (катушка с сердечником); 7 - Ручка для управления; 8 - Тепловой расцепитель (биметаллическая пластина); 9 - Винт для регулировки теплового расцепителя; 10 - Отверстие для выхода газов (которые образуются при горении дуги); 11 - Нижняя клемма для подключения.

2.6 Заземляющее устройство

Для защиты людей от поражения электрическим током при прикосновении к изолированным частям электрического оборудования, случайно оказавшимся под напряжением, должна применяться, по крайней мере, одна из следующих мер: заземление, зануление, защитное отключение, разделяющий трансформатор, двойная изоляция, выравнивание потенциалов.

Приведем некоторые понятия и определения, относящиеся к защитному заземлению и занулению.

Защитным заземлением называется преднамеренное соединение металлических частей электроустановки, нормально не находящихся под напряжением, но некоторые могут оказаться под ним вследствие нарушения изоляции электроустановки.

Занулением в электроустановках в сетях напряжением до 1000 В с глухозаземленной нейтралью называется преднамеренное электрическое соединение с помощью нулевого защитного проводника металлических нетоковедущих частей электрооборудования с заземленной нейтралью.

Заземляющее устройство состоит из заземлителя и заземляющих проводников. Заземлитель представляет собой один или несколько металлических соединенных между собой проводников (электродов), находящихся в непосредственном соприкосновении с землей.

Замыкание на землю – случайное электрическое соединение находящихся под напряжением частей электрооборудования непосредственно с землей.

При замыкании на корпус заземленного электрооборудования ток замыкания, возникший в результате повреждения изоляции, пойдет из сети через место замыкания в землю. Ток, пройдя по заземлителю, будет растекаться во все стороны по массиву земли.

Заземлители бывают *естественные* и *искусственные*. В качестве искусственных заземлителей обычно применяют вертикально забитые в землю отрезки угловой стали длиной 2,5 - 3 м и горизонтально проложенные стальные

полосы, круглые и прямоугольные, которые служат для связи вертикальных заземлителей.

В последнее время стали применяться углубленные прутковые заземлители из круглой стали диаметром 12 - 14 мм и длиной до 5 м, ввертываемые в грунт посредством ручного заглубителя. Благодаря проникновению электродов в глубокие слои грунта с повышенной влажностью, снижается удельное сопротивление. Использование углубленных прутковых заземлителей снижает расход металла и затраты труда на работы по устройству заземления.

В качестве *естественных* заземлителей используются: проложенные в земле стальные водопроводные трубы, соединенные в стыках газо- или электросваркой; трубы артезианских скважин; стальная броня силовых кабелей, проложенных в земле, при числе их не менее двух; металлические конструкции зданий и сооружений, имеющие надежное соединение с землей.

Не допускается использовать в качестве естественных заземлителей трубопроводы горючих жидкостей и газов, алюминиевые оболочки кабелей, алюминиевые проводники и кабели, проложенные в туннелях, блоках и каналах.

Расчет заземляющего устройства:

Определение I_3 и R_3 в любое время года согласно ПУЭ:

$$R_3 \leq \frac{125}{I_3}, \quad (10)$$

где R_3 - сопротивление заземляющего устройства. Ом (не более 10 Ом);

I_3 - расчетный ток замыкания на землю, А (не более 500 А).

Расчетный (емкостный) ток замыкания на землю определяется приближенно:

$$I_3 = \frac{V_H(35L_{кл}+L_{вл})}{350}, \quad (11)$$

где V_H - номинальное напряжение сети, кВ;

$L_{кл}$ $L_{вл}$ - длина кабельных и воздушных электрически связанных линий, км;

$$I_3 = \frac{0,22(35*2+0)}{350} = 0,044 \text{ A},$$

$$R_{3y1} \leq \frac{125}{0,044} = 2841 \text{ Ом}.$$

Требуемое по НН $R_{3y2} \leq 4 \text{ Ом}$. Принимаем $R_{3y2} = 4 \text{ Ом}$.

Определение $\rho_p = K_{сез} * \rho$,

где ρ_p - расчетное удельное сопротивление грунта Ом*м (100 Ом);

$K_{сез}$ - коэффициент сезонности, учитывающий промерзание и просыхание грунта, $K_{сез} = F$ (принимаем равным 1,9м);

$$\rho_p = 1,9 * 100 = 190 \text{ Ом*м}.$$

Выбор и расчет сопротивления электродов

Выбираем горизонтальный электрод- полоса стальная 40*4 мм.

Вертикальный-стальной уголок 50*50*5.

Приближенное сопротивление одиночного вертикального заземления определяется по формуле:

$$r_b = 0,3 \rho_p, \tag{12}$$

$$r_b = 0,3 * 190 = 57 \text{ Ом}.$$

Сопротивление горизонтального электрода (полосы) определяется по формуле:

$$\rho_p = 5,8 * 100 = 580 \text{ Ом*м}.$$

$$r_r = \frac{0,4 * 190}{108,4} \lg \frac{2L_n^2}{b * t}, \tag{13}$$

где L_n - длина полосы, м;

b - ширина полосы, м;

t - глубина заложения, м;

$$r_r = \frac{0,4 * 580}{108,4} \lg \frac{2 * 11750}{0,4 * 0,04} = 13,19;$$

Определяем сопротивление с учетом коэффициента использования:

$$R_B = \frac{r_B}{n_B}, \tag{14}$$

$$R_r = \frac{r_r}{n_r}, \tag{15}$$

где R_B и R_Γ - сопротивление вертикального и горизонтального электродов с учетом коэффициентов использования, Ом;

n_B и n_Γ - коэффициенты использования вертикального и горизонтального электродов;

$$R_B = \frac{57}{0,81} = 70,37 \text{ Ом},$$

$$R_\Gamma = \frac{13,19}{0,56} = 23,55 \text{ Ом}.$$

Необходимое сопротивление вертикальных заземлителей с учетом соединительной полосы:

$$R_B = \frac{R_\Gamma * R_3}{R_\Gamma - R_3}, \quad (16)$$

$$R_B = \frac{23,55 * 4}{23,55 - 4} = 4,81 \text{ Ом}.$$

Определяем количество вертикальных электродов:

$$N_B = \frac{R_B}{R_{и} n_B}, \quad (17)$$

где N_B - расчётное количество вертикальных электродов

$$N_B = \frac{4,81}{4 * 0,81} = 1,48.$$

Принимаем вертикальные электроды в количестве трёх штук и располагаем их треугольником перед зданием с расстоянием 3 метра.

2.7 Экономическая часть

В экономической части проведем сравнительный анализ двух вариантов освещения, первый вариант – светодиодные осветительные установки, второй вариант- электролюминесцентные осветительные установки.

Ключевые параметры - мощность осветительных установок, коэффициент полезного действия, коэффициент пульсации.

Затраты на модернизацию принимаем равными нулю, так как здание только проектируется.

Расчет будем производить на примере светильников ARS/R 418 (рисунок 5) и их аналога ARS/LE-CBO 33 (рисунок 6).



Рисунок 5 - Люминесцентный светильник ARS/R 418



Рисунок 6 - Светодиодный светильник ARS/LE CBO 33

Количество светильников типа ARS/LE-CBO 33 по всему зданию составляет 55 шт.

Количество светильников типа ARS/R 418 по всему зданию составляет 55 шт.

Сравним характеристики светильников (таблица 12)

Таблица 12 - Сравнение характеристик светильников

	Люминесцентный	Светодиодный светильник LED
--	----------------	-----------------------------

	светильник 4*18Вт	effect 33Вт
Потребляемая мощность Р	72	33
Суммарная мощность Р _с , Вт	3744	1815
Срок службы t, ч	1000	50000
Коэффициент пульсации, %	5	1
Стоимость светильника С	1968	2950

Для офисного здания стандартный рабочий день равен 9 часам, посчитаем потребляемая мощность в сутки и за год при 9-ти часовой ежедневной работе, затем посчитаем затраты на электроэнергию и обслуживание и сведем все расчеты в таблицу 13.

Таблица 13 - Экономическое сравнение светильников

	Люминесцентное освещение	Светодиодное освещение
Потребляемая мощность в сутки при 9-ти часовой работе, кВт/ч	33,7	16,3
Потребление электроэнергии в год (365 дней), кВт/ч	12299	5962
Средняя стоимость 1 кВт/час	3,8	3,8
Затраты на электроэнергию в год, руб	46736	22655
Экономия за счет снижения потребления электроэнергии, руб	-	24080
Затраты на содержание, замену перегоревших ламп, стартеров, ПРА, утилизацию), (1500р/год на каждый), руб/год	78000	-
Суммарная экономия средств, руб/год	-	102000
Затраты на закупку светильников, руб	102336	162250

Вывод: в результате расчетов мы получаем: срок окупаемости замены люминесцентных ламп на светодиодные составляет менее 1 года, экономия денежных средств уже на первом году эксплуатации светодиодных светильников составляет 42086 руб.

Следующим важным параметром при выборе осветительных установок является коэффициент пульсации (КП).

Коэффициент пульсации освещенности — один из качественных показателей внутренних осветительных установок, регламентируемый СП52.13330.2011, а также рядом отраслевых стандартов, санитарных правил и норм. По определению, коэффициент пульсации освещенности – критерий оценки относительной глубины колебаний освещенности в осветительной установке в результате изменения во времени светового потока источников света при их питании переменным током. В зависимости от разряда зрительной работы, КП ограничивается значениями, не превышающими 10%, 15% или 20%.

Нижнее значение КП было выбрано исходя из возможности его реализации во второй половине XX века. Верхнее значение связано с вероятностью возникновения стробоскопического эффекта при $KП > 20\%$. В помещениях с дисплеями КП не должен превышать 5% (СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03). КП не ограничивается для помещений с периодическим пребыванием людей, при отсутствии в них условий для возникновения стробоскопического эффекта.

Высокий коэффициент пульсации освещенности (свыше 30%) характерен для осветительных установок, в которых применяются светильники с разрядными лампами и электромагнитными ПРА, подключенные к однофазной линии питания. Вопреки сложившемуся мнению, пульсации светового потока свойственны в том числе и лампам накаливания (Кп до 15% при подключении к одной фазе).

Коэффициент пульсации освещенности на объектах со светодиодными источниками света зависят от схемотехнического решения их блоков питания (драйверов): если с целью удешевления конечного продукта на выходе схемы вместо постоянного тока выдаётся выпрямленный ток промышленной частоты, Кп может достигать порядка 30%. В связи с этим рекомендуется запрашивать у производителей или поставщиков светодиодных светильников техническую информацию по пульсациям светового потока для каждого конкретного продукта.

Также коэффициент пульсации освещенности возрастает при регулировании светового потока источников света с помощью диммеров, работающих по принципу широтно-импульсной модуляции (ШИМ) на частоте до 300 Гц.

Видимые глазом пульсации вызывают явное раздражение, но также отрицательное влияние на зрительную работоспособность и нервную систему оказывают неразличимые органом зрения пульсации светового потока, имеющие частоту до 300 Гц. К наиболее опасным последствиям высоких пульсаций светового потока относится возникновение стробоскопического эффекта – иллюзии неподвижности или замедленного движения вращающихся объектов, что может привести к производственным травмам.

Повышенная зрительная утомляемость и опасность травматизма диктуют необходимость нормирования величины пульсаций светового потока, который в итоге и влияет на коэффициент пульсации освещенности на объекте (Кп).

Таблица 14 - Значение коэффициента пульсации для источников света, установленным в одной точке и подключенным к 1,2 или 3 фазам

Тип источника света	Коэффициент пульсации, %		
	1 фаза	2 фазы	3 фазы
Люминесцентные лампы с ЭМПРА:			
ЛБ (цветность 640)	34	14,4	3
ЛД (цветность 765)	55	23,3	5
Дуговые ртутные лампы	58	28	2
Металлогалогенные лампы	37	18	2
Натриевые лампы высокого давления	77	37,7	9
Лампа накаливания	10 - 15	6 - 8	3-5
Светодиодная лампа	5	3	1

Для выбранных в проекте светодиодных светильников коэффициент пульсации при подключении к трём фазам составляет менее 1% против 3-5% у

люминесцентных ламп, что подтверждает преимущество светодиодных светильников не только в экономии электроэнергии, но и в здоровье персонала.

2.7.1 Расчет затрат на приобретение и монтаж освещения

Расчет цены на приобретение и монтаж освещения производится по формуле:

$$X=(A*C)+(B*C), \quad (18)$$

где A - цена светильника, руб.;

B - цена на монтаж светильника, руб.;

C - количество светильников, шт.;

Результаты расчетов сводим в таблицу 15.

Таблица 15 - Смета на монтаж светильников

Тип светильника	Кол-во, шт.	Цена, шт.	Цена на монтаж, руб.	Итоговая сумма, тыс.руб
ARS/LE-CBO 33	55	2950	350	181,5
ARS/LE-CBO 16	60	2300	350	159
LE-СПП 33	9	3000	350	30,1
LE-СПО 10	25	1340	300	41
ARS/LE-CBO 25	14	2500	350	39,9
Итого				451,6

Таблица 16 - Смета на закупку электромонтажного оборудования

Наименование	Количество	Цена	Итоговая сумма
Провод ВВГнг – LS 3*1,5	2000 м.	30 руб./м.	60000 руб.
Провод ВВГнг – LS 3*2,5	50 м.	43 руб./м.	2150 руб.
Труба гофрированная диаметр 20мм	1430 м.	9 руб./м.	12870 руб.
Выключатель двухполюсный	30 шт.	196 руб./шт.	5880 руб.
Клипсы для крепления гофротрубы 20мм	2800 шт.	1,5 руб./шт.	4200 руб.
Автоматический выключатель ВА47-29 1А	12 шт.	93 руб./шт.	1116 руб.
Автоматический выключатель ВА47-	9 шт.	93 руб./шт.	837 руб.

29 4А			
Автоматический выключатель ВН32 100А	4 шт.	480 руб./шт	1920 руб.
Труба ПВХ 20мм	50 м.	11 руб./м	550 руб.

Окончание таблицы 16

Наименование	Количество	Цена	Итоговая сумма
Щиток модульный ЩРН – П12	4шт.	385р/шт	1540руб.
Итого			92603 руб.

2.7.2 Расчет заработной платы рабочих

Расчет основной заработной платы.

Для проведения работ необходимы следующие категории персонала: электромонтажник 6 разряда, наладчик 6 разряда (таблица 17).

Таблица 17 - Нормативы и сумма основной заработной платы по каждой категории

Категория персонала	Количество месяцев, необходимое для выполнения работы	Средняя з/п в месяц, (тыс. руб.)	Сумма основной з/пл (тыс. руб.)
Электромонтажник 6 разряда	10	10	100
Наладчик 6 разряда	5	11	55
Итого			155
Районный коэффициент 15%			23,25
Всего			178,25

Примечание: Количество рабочих смен в месяц берем среднее значение – 21, Продолжительность смены- 8 часов.

2.7.3 Расчет дополнительной заработной платы

Дополнительная заработная плата учитывает оплату отпусков и пособий и составляет 11% от ЗПосн.

$$ЗП_{\text{доп}} = \frac{\%ЗП_{\text{доп}} \cdot ЗП_{\text{осн}}}{100} \quad (19)$$

$$ЗП_{\text{доп}} = \frac{11 \cdot 178,25}{100} = 19,6 \text{ тыс. р}$$

Расчет начислений по социальному страхованию на основную и дополнительную заработную плату. Начисления составляют 28,8%

$$Н_{\text{соц.стр}} = \frac{28,8(ЗП_{\text{осн}} + ЗП_{\text{доп}})}{100} \quad (20)$$

$$Н_{\text{соц.стр}} = \frac{28,8(178,25 + 19,6)}{100} = 57 \text{ тыс.р}$$

Расчет полного фонда заработной платы

$$\Phi_{\text{зп}} = ЗП_{\text{осн}} + ЗП_{\text{доп}} + Н_{\text{соц.стр}} \quad (21)$$

$$\Phi_{\text{зп}} = 178,25 + 19,6 + 57 = 254,85 \text{ тыс.р}$$

Таким образом, общие расходы на проект рабочего освещения здания составят: $451,6 + 92,6 + 254,85 = 800$ тыс. рублей;

3. РАЗРАБОТКА ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

Основной и самой результативной формой обучения являются лабораторно-практические занятия. Возможны две организационные формы их проведения:

- индивидуальные лабораторно-практические занятия. Обучаемый выполняет лабораторную работу один. Задания индивидуальные, разные по сложности, в зависимости от уровня подготовки обучаемого;

- бригадная форма. Обучаемые объединяются в бригады по 2-3 человека. Роли – исполнитель – наблюдатели. Это достаточно действенный метод с разными результатами обучения.

Данная разработка предназначена для студентов профиля «Энергетика» направления подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям). Может применяться в дисциплине «Монтаж, наладка, эксплуатация и ремонт электрооборудования». В процессе выполнения лабораторной работы, обучающиеся познакомятся с методами применения прибора пульсометра-люксметра, который может применяться в актуальных для сферы строительства и проектирования методах измерения и контроля освещенности зданий. Также, данная лабораторная работа может применяться в дисциплине «Светотехника» для изучения яркости и коэффициента пульсации различных видов освещения.

Протоколы испытаний освещенности необходимы при проведении аттестации рабочих мест и выполнении программы производственного контроля предприятий и организаций.

Тема: исследование освещенности и коэффициента пульсации газоразрядной, светодиодной ламп и лампы накаливания.

Цель работы: измерить освещенность и коэффициент пульсации газоразрядной, светодиодной ламп и лампы накаливания.

Таблица 18 - Структурный план лабораторной работы

Структурный элемент урока	План деятельности педагога	План деятельности учащихся	Время этапа урока	Кол-во учащихся
1. Организационный момент.	Приветствие, проверка присутствующих.	Приветствие, подготовка к занятию	5	10
2. Мотивационный момент.	Сообщение темы лабораторной работы, формулирование целей лабораторной работы.	Запись даты, темы лабораторной работы. Осмысление целей лабораторной работы.	5	10
3. Актуализация опорных знаний.	Актуализирует опорные знания с помощью методов обучения: словесный, наглядный.	Повторения материала, конспектирование недостающего материала.	35	10
4. Выполнение лабораторного задания.	Распределение вариантов задания между обучающимися по номеру в списке учебной группы. Объяснение последовательности выполнения работы. <ul style="list-style-type: none"> • запись данных; • определение яркости каждой лампы в каждом из четырех положений диммера; • запись результатов; • оформление отчета. 	Выполнение лабораторной работы	35	10

Окончание таблицы 18

Структурный элемент урока	План деятельности педагога	План деятельности учащихся	Время этапа урока	Кол-во учащихся
5.Подведение итогов занятия	Подведение итогов занятия. Оценивание деятельности обучающихся.	Предоставление руководителю отчёта по лабораторной работе.	10	10

Оборудование и измерительные приборы

1. Провод установочный ПВ-1 1*1,5.
2. Патрон угловой настенный карболитовый, E27, черный, индивидуальный пакет, ИЕК Пкб27-04-К31.
3. Регулятор напряжения (Диммер) ATTD1000RL SchneiderElectric.
4. Лампа накаливания «OSRAM» мощностью 75 Вт, рабочее напряжение 220-230 В, цоколь E27.
5. Лампа газоразрядная «Toshiba» EFD18L/27-E3U, рабочее напряжение 200-240В, мощность 18 Вт, рабочая частота тока 50/60 Гц.
6. Светодиодная лампа Philips LEDBulb 10-70W E27 A55, рабочее напряжение 200-240 В, мощность 10 Вт, рабочая частота тока 50/60 Гц.
7. Прибор Пульсометр- Люксметр ТКА-ПКМ 08, 2010 года выпуска.
8. Плоскогубцы (пассатижи) для скрутки проводов.
9. Кусачки (бокорезы) для откусывания проводников.
10. Отвертка с прямым шлицем.
11. Лента изоляционная 3М Temflex 1300.

Ход работы

1. В соответствии со схемой, указанной в паспорте регулятора напряжения (диммера) ATTD1000RL Schneider Electric, подключить регулятор к угловому настенному карболитовому патрону ИЕК Пкб27-04-К31 и вводному электрощиту (рисунок 7).

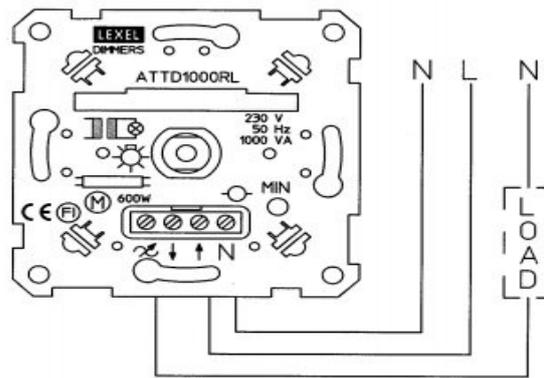


Рисунок 7 - Схема подключения регулятора (диммера)

2. В патрон устанавливаем лампу накаливания.

Примечание:

После включения автоматического выключателя во вводном электрощите, подсоединенная лампа включается и выключается простым нажатием на вращающуюся ручку диммера. Вращая эту ручку можно увеличить или уменьшить яркость лампы.

3. Произвести измерение изменения освещенности и пульсации света с применением прибора (рисунок 8), показания снять в 4 положениях регулятора и занести в таблицу 19.



Рисунок 8 - Люксметр-пульсометр

4. Вращением ручки регулятора в крайнее левое положение и нажатием на ручку, выключить автоматический выключатель и дождавшись остывания лампы, извлечь ее из патрона.

5. Установить в патрон газоразрядную лампу Toshiba EFD18L/27-E3U.

6. Включить автоматический выключатель и нажатием на ручку регулятора напряжения, включить регулятор. Плавным вращением ручки регулятора по часовой стрелке добиться устойчивого свечения газоразрядной лампы.

7. Аналогично работе с лампой накаливания, произвести измерение изменения освещенности и пульсации света с применением прибора. Показания снять в 4 положениях регулятора, затем занести в таблицу 19.

8. Установить в патрон светодиодную лампу Philips LEDBulb 10-70W E27 A55.

9. Включить автоматический выключатель и нажатием на ручку регулятора напряжения, включить регулятор. Плавным вращением ручки регулятора по часовой стрелке увеличить яркость свечения светодиодной лампы.

10. Аналогично работе с лампой накаливания и газоразрядной лампой, произвести измерение изменения освещенности и пульсации света с применением прибора. Показания снять в 4 положениях регулятора, затем занести в таблицу 19.

Таблица 19 - Результаты измерений

№ п.п.	Тип лампы	min		1/2		3/4		max	
		Лк	КП, %						
1	Лампа накаливания								
2	Светодиодная лампа								
3	Газоразрядная лампа								

Отчет по практическому занятию должен содержать:

- титульный лист (содержащий ФИО студента и преподавателя, соответствующий номер варианта студента и название лабораторной работы);
- выполненные измерения;
- построенную таблицу с результатами;
- выводы о результатах лабораторной работы.

Вопросы для самоконтроля

1. Объясните разницу энергоэффективности между тремя источниками света, рассмотренными в ходе лабораторной работы.
2. Какую лампу наиболее предпочтительно ставить в офисные помещения с компьютерными мониторами и почему?
3. Коэффициент пульсации (КП) люминесцентной лампы заметно снижается по мере увеличения яркости. Почему это происходит?
4. В чем заключается вред пульсации освещения для человека?

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Настоящая выпускная квалификационная работа была посвящена расчету системы освещения административно-технического здания.

В ходе работы была проанализирована научно-техническая литература по теории расчета освещения помещений, а также СНиПы и государственные стандарты по теме исследования. В анализируемой литературе выделена её актуальность, доступность, структурированность и ориентированность на аудиторию.

В данной работе проведены расчеты сети рабочего освещения здания.

Проанализирован объект исследования: определен его тип, приведено описание, осветительные нагрузки и площади освещаемых помещений.

В соответствии с нормами СНиП 23-05-2010 рассчитано количество светильников по двум вариантам, проведено экономическое сравнение вариантов, выбрана схема размещения светильников.

Рассчитаны осветительные нагрузки, выбрана проводка и токоведущие части.

В соответствии с выбранными нагрузками и проводами рассчитаны, выбраны и распределены по группам автоматы защиты.

Выполнены схемы размещения щитков управления освещением.

Рассчитано защитное заземление и его размещение.

Выполнен расчет стоимости и затрат для выполнения данного проекта: рассчитана смета на закупку и монтаж светильников, проводов и крепежа, необходимого для установки, рассчитана заработная плата рабочим, которые будут заниматься монтажными работами. Проведены сравнения стоимости и сроков окупаемости при использовании различных осветительных устройств.

Данная выпускная квалификационная работа выполнена для практического применения её при реализации проекта освещения административно-технического здания, а также может быть использована для наглядной демонстрации расчета освещения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

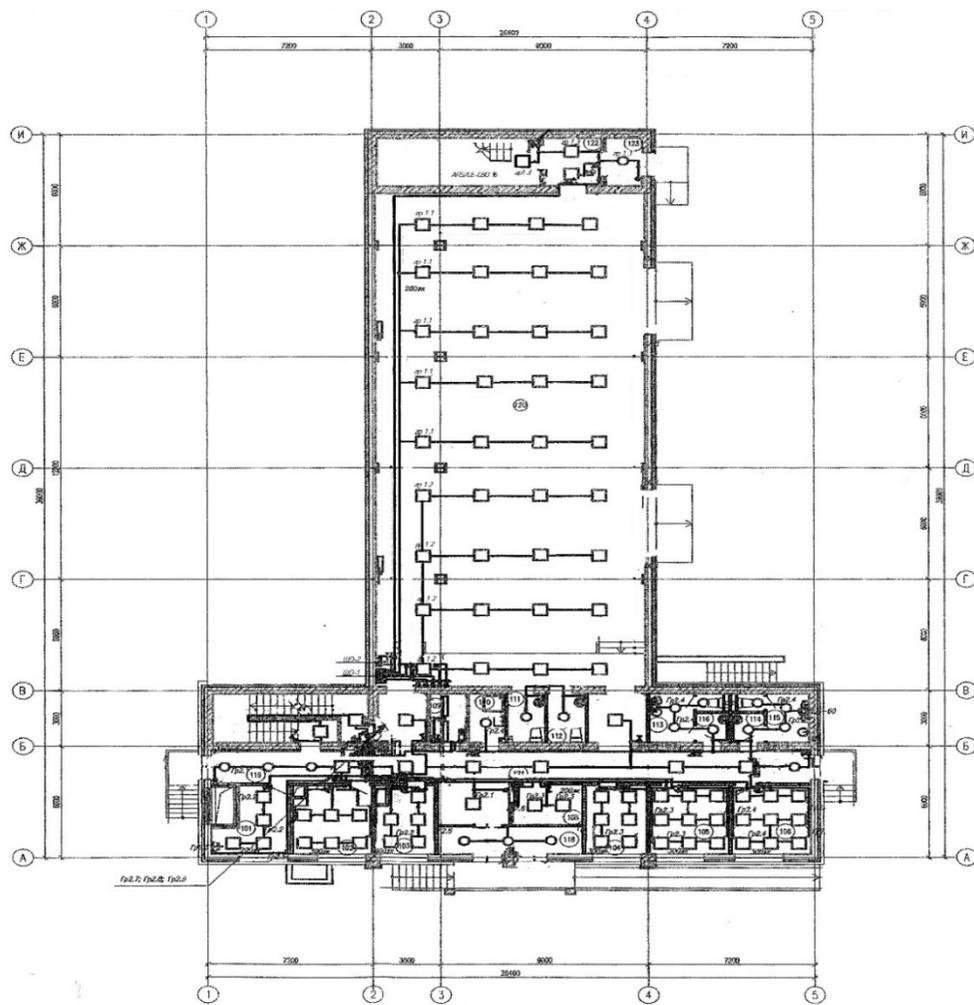
1. Водоснабжение и электроснабжение на дачном участке / М.Р. Шевченко. - Москва: Эксмо, 2011. - 256 с.
2. Контрольно-оценочные средства: теория и методика проектирования. Ч.1: учебное пособие / Л.В. Колясникова; Сургут. гос. университет ХМАО – Югры. – Сургут: ИЦ СурГУ, 2012. – 129 с.
3. Расчет и проектирование систем освещения объектов и установок: учебное пособие/ А.В. Кабышев, С.Г. Обухов.- Томск: Издательство ТПУ, 2012-248 с.
4. Светотехника: учебное пособие для студентов высших учебных заведений/ О.В. Майорова, Е.Е.Майоров, Б.А. Туркбоев/ Санкт-Петербург 2015
5. Справочник инженера по наладке, совершенствованию технологии и эксплуатации электрических станций и сетей. Централизованное и автономное электроснабжение объектов, цехов, промыслов, предприятий и промышленных комплексов / А.Н. Назарычев. - Вологда: Инфра-Инженерия, 2006. - 928 с.
6. Электромеханические системы: учебное пособие./ Г.М.Лебедев, Д.М. Мешков. Кемеровский технологический институт - Кемерово, 2013-124 с.
7. Электрооборудование и электроснабжение открытых горных работ / Н.И. Чеботаев. - Вологда: Инфра-Инженерия, 2009. - 474 с.
8. Электроустановки жилых и общественных зданий Правила проектирования и монтажа: свод правил / В.В.Гранев, Д.К.Лейкина /Москва, 2016.-127 с.
9. Электроснабжение и электрооборудование зданий и сооружений: Учебник / Т.В. Анчарова, М.А. Рашевская, Е.Д. Стебунова. – Москва : Форум, НИЦ ИНФРА-М, 2012. - 416 с.
10. Электроснабжение и электрооборудование зданий и сооружений / Т.В. Анчарова, Е.Д. Стебунова, М.А. Рашевская. - Вологда: Инфра-Инженерия, 2016. - 416 с.

11. Электроснабжение и электрооборудование цехов промышленных предприятий: Учебное пособие / Э.А. Киреева. - Москва: КноРус, 2013. - 368 с.
12. Электроснабжение объектов: Учебное пособие для среднего профессионального образования / Е.А. Конюхова. - Москва: ИЦ Академия, 2013. - 320 с.
13. Электроснабжение. Курсовое проектирование / Г.В. Коробов. - Санкт-Петербург: Лань, 2011. - 192 с.
14. Электроснабжение. Курсовое проектирование: Учебное пособие / Г.В. Коробов, В.В. Картавцев, Н.А. Черемисинова. – Санкт-Петербург: Лань, 2011. - 192 с.
15. Электроснабжение: Учебник для студентов учреждений высшего профессионального образования / Б.И. Кудрин. - Москва: ИЦ Академия, 2012. - 352 с.
16. Электроснабжение потребителей и режимы: Учебное пособие / Б.И. Кудрин, Б.В. Жилин, Ю.В. Матюнина. - Москва: МЭИ, 2013. - 412 с.
17. Электроснабжение сельского хозяйства / Т.Б. Лещинская, И.В. Наумов. - Москва: КолосС, 2008. - 655 с.
18. Электроснабжение электрифицированных железных дорог: учебник / Р.Р. Мамошин, А.Н. Зимакова. - Москва: Альянс, 2016. - 296 с.
19. Электроснабжение горного производства. Релейная защита: Учебное пособие / Л.А. Плащанский. - Москва: Горная книга, 2013. - 299 с.
20. Электроснабжение горного производства. Релейная защита / Л.А. Плащанский. - Вологда: Инфра-Инженерия, 2013. - 299 с.
21. Электроснабжение и электрооборудование цехов промышленных предприятий (для бакалавров) / А.А. Рождествина. – Москва : КноРус, 2013. - 368 с.
22. Электроснабжение / Ю.Д. Сибикин. – Москва: Радио и связь, 2012. - 328 с.
23. Электроснабжение: Учебное пособие / Ю.Д. Сибикин. - Москва: РадиоСофт, 2009. - 328 с.

24. Электроснабжение / Ю.Д. Сибикин, М.Ю. Сибикин. - Вологда: Инфра-Инженерия, 2013. - 328 с.

25. Руководство по решениям автоматизации. Практические аспекты систем управления технологическими процессами / перевод Ю.А. Фролов, Хохловский В.Н. / «Shneider Electric S.A.- Париж, 2009

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

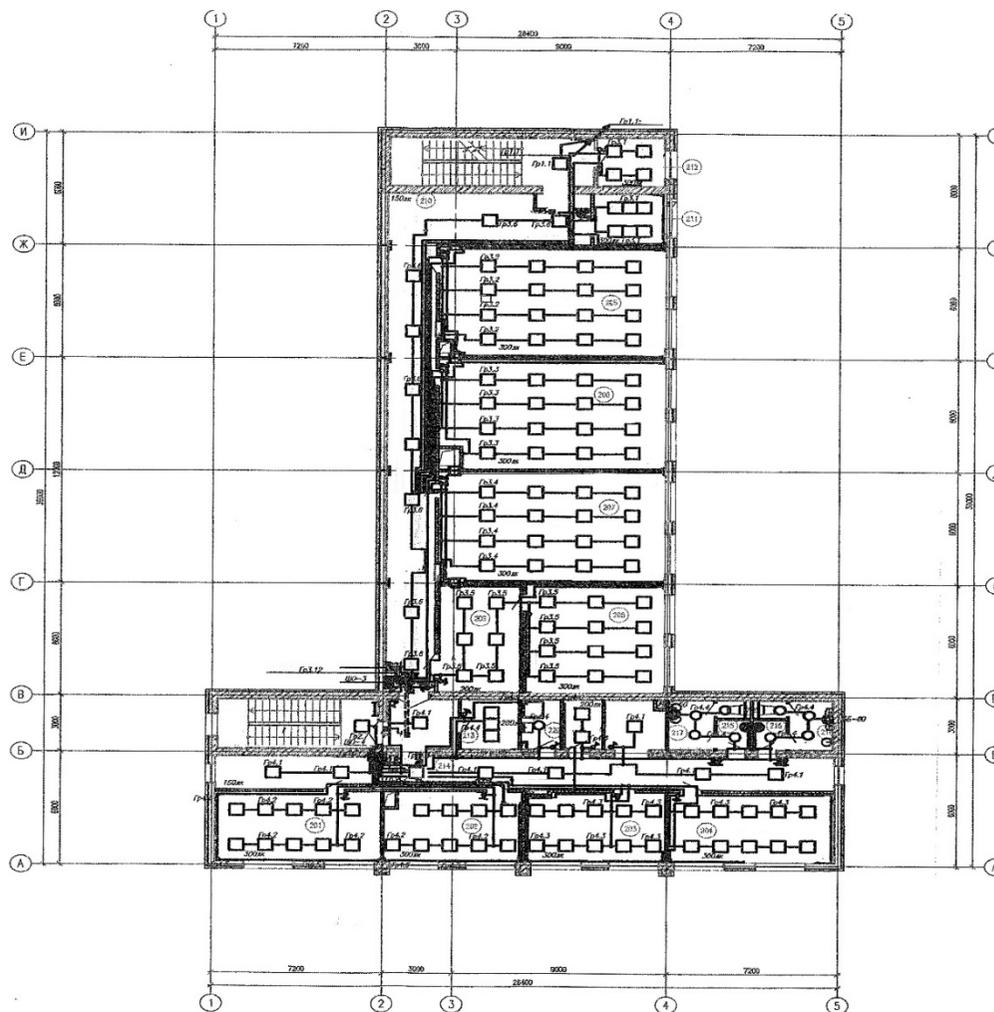


ЭКСПЛИКАЦИЯ ПОМЕЩЕНИЙ

Номер помещения	Наименование	Площадь, м2
101	Службное помещение	9,97
102	Кабинет	12,28
103	Кабинет	9,20
104	Кабинет	9,90
105	Кабинет	12,74
106	Кабинет	12,76
107	Свободный номер	—
108	Подсобное помещение	6,44
109	Электрощитовая	4,02
110	Помещение уборочного инвентаря	4,17
111	Санузел	4,35
112	Санузел	4,35
113	Санузел	6,44
114	Тамбур	2,27
115	Санузел	6,53
116	Тамбур	2,25
117	Тамбур	3,06
118	Тамбур	9,30
119	Тамбур	9,65
120	Выставочный зал	311,20
121	Коридор	46,96
122	Вестибюль	6,55
123	Тамбур	3,89

схема 2 – первый этаж

ПРИЛОЖЕНИЕ В



ЭКСПЛИКАЦИЯ ПОМЕЩЕНИЙ

Номер помещения	Наименование	Площадь, м2	Кат. помещ.
201	Кабинет	25,95	
202	Кабинет	21,24	
203	Кабинет	21,82	
204	Кабинет	25,95	
205	Кабинет	55,04	
206	Кабинет	54,67	
207	Кабинет	55,58	
208	Кабинет	33,33	
209	Приемная	20,51	
210	Коридор	68,90	
211	Кабинет	8,40	
212	Помещение охраны	7,37	
213	Службное помещение	6,44	
214	Коридор	62,67	
215	Тамбур	2,25	
216	Тамбур	2,27	
217	Санузел	6,44	
218	Санузел	6,19	
219	Службное помещение	4,35	
220	Помещение уборочного инвентаря	4,38	

Схема 3 - второй этаж