

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

РАСЧЕТ И ВЫБОР ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ОСВЕЩЕНИЯ СБОРОЧНОГО УЧАСТКА ЦЕХА

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: 135

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

РАСЧЕТ И ВЫБОР ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ОСВЕЩЕНИЯ СБОРОЧНОГО УЧАСТКА ЦЕХА

студент(ка) группы ЭС-402	Исполнитель: _____ (подпись)	В.Р. Мугалимов
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 57 страницах, 50 формул, 12 таблиц, 3 рисунка, 25 литературных источников, 4 приложения.

Ключевые слова: ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ, ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ, СБОРОЧНЫЙ УЧАСТОК ЦЕХА, ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ, ОСВЕЩЕНИЕ, ЗАЗЕМЛЕНИЕ,

Мугалимов В. Р. Расчет и выбор электрооборудования освещения сборочного участка цеха/ В. Р. Мугалимов; Рос. гос. проф.-пед. ун-т, Ин-т инж.- пед. образования, Каф. электрооборудования и электроснабжения. – Екатеринбург, 2017. – 56 с.

Краткая характеристика содержания ВКР:

1. Тема выпускной квалификационной работы «Расчет и выбор электрооборудования освещения сборочного участка цеха».

2. Цель работы является разработка проекта схемы электроснабжения и проектирования освещения сборочного цеха трансформаторного завода.

3. В ходе выполнения выпускной квалификационной работы выполнены: проектное решение электроснабжения сборочного участка цеха; расчет электрических нагрузок. выбор числа и мощности питающих трансформаторов; расчёт и выбор аппаратов защиты и линий электроснабжения; расчет освещения сборочного участка цеха; расчёт заземляющего устройства электроустановок; выполнение экономического обоснования проекта.

4. Поставленные задачи по выполнению расчета и выбора электрооборудования освещения сборочного участка цеха были выполнены.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1 АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ СХЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ	9
1.1 Характеристика объекта проектирования	9
1.2 Характеристика объекта электроснабжения	9
2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВНУТРЕННЕГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ СБОРОЧНОГО УЧАСТКА ЦЕХА	11
2.1 Расчет электрических нагрузок. Выбор числа и мощности питающих трансформаторов	11
2.2 Расчёт и выбор компенсирующего устройства.....	16
2.3 Расчёт и выбор аппаратов защиты и линий электроснабжения.....	18
2.4 Выбор кабельной линии	21
2.5 Расчет освещения сборочного участка цеха	22
2.5.1 Системы освещения	22
2.5.2 Критерии качества световой среды помещения	25
2.5.3 Расчёт требуемого числа ламп освещения	26
2.6 Расчёт заземляющего устройства электроустановок	30
2.7 Техничко-экономический раздел	34
2.7.1 Расчет сметы затрат	34
2.7.2 Расчет заработной платы	35
3 МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ	42
3.1. Цели и задачи учебной дисциплины:.....	43
3.2. Теоретические основы разработки листов рабочей тетради	43
3.3. Листы рабочей тетради.....	47
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	54
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	55

ПРИЛОЖЕНИЕ А

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

ПРИЛОЖЕНИЕ В

ВВЕДЕНИЕ

Россия располагает значительными запасами энергетических ресурсов и мощным топливно-энергетическим комплексом, который является базой развития экономики, инструментом проведения внутренней и внешней политики. Роль страны на мировых энергетических рынках во многом определяет её геополитическое влияние.

Энергетический сектор обеспечивает жизнедеятельность всех отраслей национального хозяйства, способствует консолидации субъектов Российской Федерации, во многом определяет формирование основных финансово-экономических показателей страны. Природные топливно-энергетические ресурсы, производственный, научно-технический и кадровый потенциал энергетического сектора экономики являются национальным достоянием России. Эффективное его использование создает необходимые предпосылки для вывода экономики страны на путь устойчивого развития, обеспечивающего рост благосостояния и повышение уровня жизни населения.

Начавшийся экономический рост неизбежно повлечет за собой существенное увеличение спроса на энергетические ресурсы внутри страны, что требует решения унаследованных и накопившихся за годы реформ экономических проблем в условиях глобализации и ужесточения общемировой конкуренции, обострения борьбы за энергетические ресурсы, рынки и др.

Соответствовать требованиям нового времени может только качественно новый топливно-энергетический комплекс (ТЭК) – финансово устойчивый, экономически эффективный и динамично развивающийся, соответствующий экологическим стандартам, оснащенный передовыми технологиями и высококвалифицированными кадрами.

Для долгосрочного стабильного обеспечения экономики и населения страны всеми видами энергии необходима научно обоснованная и воспринятая обществом и институтами государственной власти долгосрочная энергетическая политика.

Целью энергетической политики является максимально эффективное использование природных топливно-энергетических ресурсов и потенциала энергетического сектора для роста экономики и повышения качества жизни населения страны.

Энергетическая стратегия России на период до 2020 года (далее именуется – Энергетическая стратегия) является документом, конкретизирующим цели, задачи и основные направления долгосрочной энергетической политики государства на соответствующий период с учётом складывающейся внутренней и внешней ситуации в энергетическом секторе и его роли в обеспечении единства экономического пространства Российской Федерации, а также политического, макроэкономического и научно-технологического развития страны.

Приоритетами Энергетической стратегии являются:

- полное и надёжное обеспечение населения и экономики страны энергоресурсами по доступным и вместе с тем стимулирующим энергосбережение ценам, снижение рисков и недопущение развития кризисных ситуаций в энергообеспечении страны;
- снижение удельных затрат на производство и использование энергоресурсов за счёт рационализации их потребления, применения энергосберегающих технологий и оборудования, сокращения потерь при добыче, переработке, транспортировке и реализации продукции ТЭК;
- повышение финансовой устойчивости и эффективности использования потенциала энергетического сектора, рост производительности труда для обеспечения социально-экономического развития страны;

- минимизация техногенного воздействия энергетики на окружающую среду на основе применения экономических стимулов, совершенствования структуры производства, внедрения новых технологий добычи, переработки, транспортировки, реализации и потребления продукции.

Объектом исследования является сборочный цех трансформаторного завода.

Предметом исследования является система электроснабжения цеха.

Целью данной работы является разработка проекта схемы электроснабжения и проектирования освещения сборочного цеха трансформаторного завода.

Задачи:

- проектное решение электроснабжения сборочного участка цеха;
- расчет электрических нагрузок;
- выбор числа и мощности питающих трансформаторов;
- расчёт и выбор аппаратов защиты и линий электроснабжения;
- расчет освещения сборочного участка цеха;
- расчёт заземляющего устройства электроустановок;
- выполнение экономического обоснования проекта.

Проектированию схемы энергоснабжения сборочного участка цеха посвящён данный дипломный проект. Правильно спроектированные системы позволят наиболее эффективно и энергосберегающе использовать энергоресурсы.

Также в выпускной квалификационной работе разработаны вопросы по освещению, заземлению и молниезащите сборочного участка цеха.

Схема цеха представлена на рисунке 1.

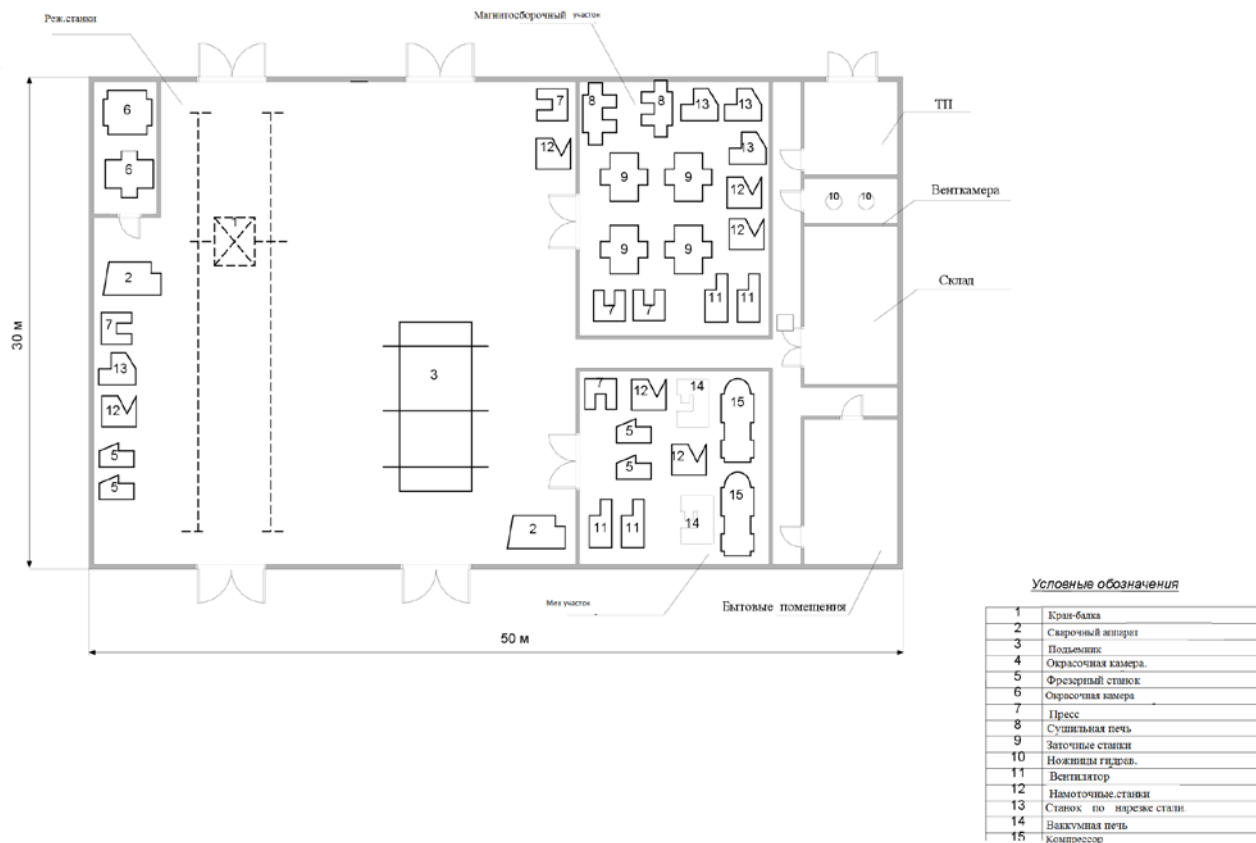


Рисунок 1 – Схема цеха

1 АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ СХЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

1.1 Характеристика объекта проектирования

В качестве проектируемого объекта был выбран сборочный участок трансформаторного цеха, который занимается изготовлением трансформаторов на электромашиностроительном заводе. Находится в Свердловской области, городе в Екатеринбурге.

Количество рабочих смен – 3.

Строительные решения

Здание одноэтажное, с размерами в плане 50^х30 м., высотой 8 м. В здании размещаются помещения: для сборки, душевые комнаты, комнаты для спецодежды. В здании размещены вентиляционное помещение, окрасочная камера, станок для резки стали, испытательная станция.

Грунт в районе цеха – глина. Загрязнение атмосферы в районе строительства относится ко 2 степени.

1.2 Характеристика объекта электроснабжения

Источником питания для электроснабжения сборочного участка цеха является ЦРП-1 10 кВ от тяговой подстанции 110/10 кВ. Потребитель относится ко второй категории надежности электроснабжения. Проектом принято подключение двухтрансформаторной КТП 10/0,4 кВ мощностью 2х400 кВА с первой секции шин 10 кВ ЦРП-1, со второй секции шин кВ ЦРП-1 – проводом АС-90, смонтированным на существующих железобетонных опорах.

Для подключения ЛЭП 10 кВ в ЦРП-1 необходимо установить ячейку 10 кВ типа КРУ-С-10 с вакуумным выключателем ВВ/TEL-10-12,5-630.

Для повышения надежности электроснабжения проектом предусматривается строительство двухцепной ЛЭП 10 кВ от ПС 110/10 кВ до РП-2 (ф. РП-2-1, ф. РП-2-2). На ВЛ 10 кВ ф. РП-2-1 принят провод СИП-3 1х95 мм², на ВЛ 10 кВ ф. РП-2-2 принят провод СИП-3 1х70 мм². Выход с ПС110/10 кВ на опоры ВЛ принят кабельным, кабель марки ААБл-10, сечением 3х240 мм². На вводе в РП-2 на II секции шин устанавливается ячейка 10 кВ типа КРУ-С-10 с вакуумным выключателем ВВ/TEL-10-12,5-630.

Отклонение напряжения принято не более $\pm 5\%$ от номинального. Принятые провода и кабели проверены на условие обеспечения нормативных отклонений напряжения, по условиям нагрева и на срабатывание защиты при коротких замыканиях.

2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВНУТРЕННЕГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ СБОРОЧНОГО УЧАСТКА ЦЕХА

2.1 Расчет электрических нагрузок. Выбор числа и мощности питающих трансформаторов

Метод коэффициента максимума (упорядоченных диаграмм). Это основной метод расчета электрических нагрузок, который сводится к определению максимальных (P_m, Q_m, S_m) расчетных нагрузок группы электроприемников:

$$P_m = K_m P_{cm}; \quad (1)$$

$$Q_m = K'_m Q_{cm}; \quad (2)$$

$$S_m = \sqrt{P_m^2 + Q_m^2}, \quad (3)$$

где P_m - максимальная активная нагрузка, кВт;

Q_m - максимальная реактивная нагрузка, кВар;

S_m - максимальная полная нагрузка, кВА;

K_m - коэффициент максимума активной нагрузки;

K'_m - коэффициент максимума реактивной нагрузки;

P_{cm} - средняя активная мощность за наиболее нагруженную смену, кВт;

Q_{cm} - средняя реактивная мощность за наиболее нагруженную смену, кВар.

$$P_{cm} = K_u P_n; \quad (4)$$

$$Q_{cm} = P_{cm} \operatorname{tg} \varphi, \quad (5)$$

где K_u - коэффициент использования электроприемников, определяется на основании опыта эксплуатации [3];

P_n - номинальная активная групповая мощность, приведенная к длительному режиму, без учета резервных электроприемников, кВт;

$tg\varphi$ - коэффициент реактивной мощности;

$K_m = F(K_{u.c.p.}, n_{\varepsilon})$ определяется по формуле

$$K_m = 1 + \frac{1,5}{\sqrt{n_{\varepsilon}}} \sqrt{\frac{1 - K_{u.c.p.}}{K_{u.c.p.}}}, \quad (6)$$

где n_{ε} - эффективное число электроприемников в группе;

$K_{u.c.p.}$ - средний коэффициент использования группы электроприемников.

$$K_{u.c.p.} = \frac{P_{c.m.\Sigma}}{P_{n.\Sigma}}, \quad (7)$$

где $P_{c.m.\Sigma}$, $P_{n.\Sigma}$ - суммы активных мощностей за смену и номинальных в группе электроприемников, кВт.

$$n_{\varepsilon} = F(p, t, K_{n.c.p.}, P_n),$$

где n - фактическое число электроприемников в группе;

t - показатель силовой сборки в группе.

$$m = \frac{P_{n.n\delta}}{P_{n.n\mu}}, \quad (8)$$

где $P_{n.n\delta}$, $P_{n.n\mu}$ - номинальные приведенные к длительному режиму активные мощности электроприемников наибольшего и наименьшего в группе, кВт.

Приведение мощностей 3-фазных электроприемников к длительному режиму

$P_n = P_n$ - для электроприемников ДР;

$P_n = P_n \sqrt{ПВ}$ - для электроприемников ПКР,

где P_n , P_{II} - приведенная и паспортная активная мощность, кВт;

$ПВ$ - продолжительность включения, отн. ед.

Приведение 1-фазных нагрузок к условной 3-фазной мощности

Нагрузки распределяются по фазам с наибольшей равномерностью и определяется величина неравномерности (H)

$$H = \frac{P_{\phi.n\delta} - P_{\phi.n\mu}}{P_{\phi.n\mu}} \cdot 100\%, \quad (9)$$

где $P_{ф.нб}$, $P_{ф.нм}$ - мощность наиболее и наименее загруженной фазы, кВт.

При $H > 15\%$ и включении на линейное напряжение

$$P_y^{(3)} = \sqrt{3}P_{м.ф}^{(1)} - \text{для одного электроприемника};$$

$$P_y^{(3)} = 3P_{м.ф}^{(1)} - \text{для нескольких электроприемников.}$$

При $H \leq 15\%$ расчет ведется как для 3-фазных нагрузок (сумма всех 1-фазных нагрузок).

Определение потерь мощности в трансформаторе

Приблизительно потери мощности в трансформаторе учитываются в соответствии с соотношениями

$$\Delta P = 0,02S_{HH}; \quad (10)$$

$$\Delta Q = 0,1S_{HH}; \quad (11)$$

$$\Delta S = \sqrt{\Delta P^2 + \Delta Q^2}. \quad (12)$$

Определение мощности наиболее загруженной фазы

При включении на линейное напряжение нагрузки отдельных фаз однофазных электроприемников определяются как полусуммы двух плеч, прилегающих к данной фазе (рисунок 2).

$$P_A = \frac{P_{AC} + P_{AB}}{2}; \quad (13)$$

$$P_B = \frac{P_{AB} + P_{BC}}{2}; \quad (14)$$

$$P_C = \frac{P_{BC} + P_{AC}}{2}. \quad (15)$$

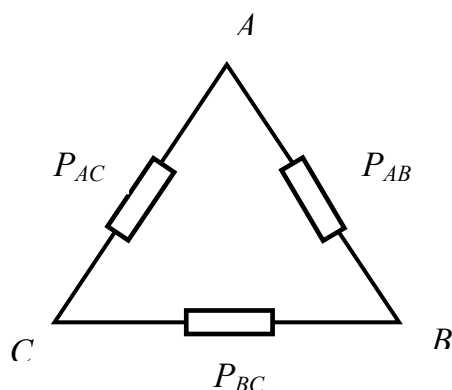


Рисунок 2 - Схема включения 1-фазных нагрузок на линейное напряжение

Все потребители цеха необходимо поровну разделить между секциями шин. Распределение мощностей сведем в таблицу 1.

Таблица 1 - Распределение мощностей цеха между секциями шин

Секция шин 1	Нагрузки приемников, кВт		Секция шин 2
РП 1			РП 2
Кран-балка,(1)	15	30	Подъёмник, (1)
ЩО	22,25		
Сварочный аппарат,	50	50	Сварочный аппарат,
ШМА 1			ШМА 2
Окрасочная камера, (1)	5	5	Окрасочная камера, (1)
Фрезерный станок, (2)	5	2,5	Фрезерный станок, (1)
Пресс, (1)	10	10	Пресс, (1)
Сушильная печь, (1)	12	12	Сушильная печь, (1)
Подъемник гидравлический, (2)	20,4	30,6	Подъемник гидравлический, (3)
Ножницы гидравлические, (1)	10	12	Ножницы гидравлические, (1)
Намоточные станки, (2)	10	10	Намоточные станки, (2)
Вентилятор, (2)	8	4	Вентилятор, (2)
Вакуумная печь (1)	45	45	Вакуумная печь, (1)
Компрессоры, (1)	30	30	Компрессоры,(1)
Станок по нарезке стали, (3)	26,7	26,7	Станок по нарезке стали, (3)
Заточные станки, (2)	6,4	6,4	Заточные станки, (2)
Всего	275,8	274,2	

Нагрузки 3-х фазных ПКР (кран –балка, подъемник, сварочные аппараты) приводим к длительному режиму:

$$P_n = S_{nac} \cos \alpha_{nac} \sqrt{PB} = 50 \times 0,4 \times \sqrt{0,6} = 15,6 \text{ кВт (сварочные аппараты);}$$

$$P_n = P_n \sqrt{PB} = 15 \times \sqrt{0,4} = 9,5 \text{ кВт (кран-балка);}$$

$$P_n = P_n \sqrt{PB} = 30 \times \sqrt{0,4} = 19 \text{ кВт (подъемник).}$$

Нагрузку осветительной установки определяем методом удельной мощности

$$P_{oy} = P_{y0} \times S(F) \times K_{co} = 15,6 \times 1440 \times 0,95 = 22,23 \text{ кВт,}$$

где P_{y0} – удельная расчетная мощность на m^2 производственной площади [кВт/ m^2];

S – полезная освещаемая площадь, m^2 ;

K_{co} – коэффициент спроса = 0,95.

Проведем расчет для ШМА1 с подробным разъяснением на примере электроприемника резьбошлифовальный станок:

$$P_n = P_n = 5 \text{ кВт;}$$

$$P_{n\Sigma} = n \cdot P_n = 1 \cdot 5 = 5 \text{ кВт;}$$

$$P_{cm} = K_u P_{n\Sigma} = 0,14 \cdot 5 = 0,7 \text{ кВт;}$$

$$Q_{cm} = P_{cm} \cdot \operatorname{tg} \varphi = 0,7 \cdot 1,73 = 1,21 \text{ квар;}$$

$$S_{cm} = \sqrt{Q_{cv}^2 + P_{cm}^2} = \sqrt{0,7^2 + 1,21^2} = 1,39 \text{ кВА;}$$

$$P_M = P_{cm}, Q_M = Q_{cm}, S_M = S_{cm}, \text{ т. к. } n_3 = 0;$$

$$I_M = \frac{P}{V \times \eta \times \cos \varphi \sqrt{3}} = \frac{5}{0,4 \times 0,9 \times 0,5 \sqrt{3}} = 16,04 \text{ А.}$$

Далее расчеты производятся для группы электроприемников на ШМА1:

$$K_{ucp} = \frac{P_{cm\Sigma}}{P_{n\Sigma}} = \frac{55,8}{200,5} = 0,28;$$

$$n_3 = \frac{2 \sum P_n}{P_{н.нб}} = \frac{2 \cdot 151,8}{45} = 6,7;$$

$$K_M = 1 + \frac{1,5}{\sqrt{6,7}} \sqrt{\frac{1-0,28}{0,28}} = 1,92;$$

$$P_M = K_M \cdot P_{cm\Sigma} = 1,92 \cdot 55,8 = 107,2 \text{ кВт};$$

$$Q_M = K_M^{-1} \cdot Q_{cm} = 1,1 \cdot 63,8 = 70,2 \text{ квар};$$

$$S_M = \sqrt{Q_M^2 + P_M^2} = \sqrt{107,2^2 + 70,2^2} = 128,1 \text{ кВА};$$

$$I_M = \frac{S_M}{U_n \cdot \sqrt{3}} = \frac{128,1}{0,4 \cdot \sqrt{3}} = 185 \text{ А}.$$

Аналогичные вычисления проведем для остальных электроприемников на ШМА1 и ШМА2, результаты вычислений занесем в сводную ведомость нагрузок (приложение А).

Определение потерь мощности в трансформаторе:

$$\Delta P = 0,02 S_{нн} = 0,02 \cdot 308,5 = 6,17 \text{ кВт};$$

$$\Delta Q = 0,1 S_{нн} = 0,1 \cdot 308,5 = 30,85 \text{ квар};$$

$$\Delta S = \sqrt{\Delta P^2 + \Delta Q^2} = \sqrt{6,17^2 + 30,85^2} = 31,5 \text{ кВА}.$$

Определяем расчётную мощность трансформатора с учётом потерь, но без компенсации реактивной мощности:

$$S_T \geq S_P = 0,7 S_M = 0,7 \cdot 340 = 238 \text{ кВА}.$$

Выбираем комплектную трансформаторную подстанцию КТП 2*400 – 10/0,4 с двумя трансформаторами ТМ 400 – 10/0,4.

2.2 Расчёт и выбор компенсирующего устройства

Определяем расчётную реактивную мощность КУ из соотношения

$$Q_{к.р} = \alpha \cdot P_M \cdot (tg\varphi - tg\varphi_k), \quad (16)$$

где $Q_{н.р.}$ - расчётная мощность КУ, квар;

α - коэффициент, учитывающий повышение $\cos\varphi$ естественным способом, принимается $\alpha = 0,9$;

$tg\varphi$, $tg\varphi_k$ - коэффициенты реактивной мощности до и после компенсации.

Компенсацию реактивной мощности по опыту эксплуатации производят до получения значения $\cos\varphi_k - 0,92.. .0,95$. Принимаем $\cos\varphi_k = 0,69$, следовательно, $\operatorname{tg}\varphi_k = 0,42$.

$$Q_{H.P.} = 0,9 \cdot 257,6 \cdot (0,72 - 0,42) = 70 \text{ квар.}$$

Выбираем конденсаторную батарею УКМ – 0,4 – 75 УЗ.

Определяем фактическое значение $\cos\varphi_\phi$

$$\operatorname{tg}\varphi_\phi = \operatorname{tg}\varphi - \frac{Q_{к.ст}}{\alpha P_M}, \quad (17)$$

где $Q_{к.ст}$ — стандартное значение мощности выбранного КУ квар.

По $\operatorname{tg}\varphi_\phi$ определяют $\cos\varphi_\phi$

$$\operatorname{tg}\varphi_\phi = 0,72 - \frac{75}{0,9 \cdot 257,6} = 0,40, \text{ следовательно, } \cos\varphi_k = 0,95.$$

Определяем расчетную мощность трансформатора с учетом КУ:

$$\Delta P = 0,02 \cdot S_{BH} = 0,02 \cdot 255,8 = 5,1 \text{ кВт;}$$

$$\Delta Q = 0,1 \cdot S_{BH} = 0,1 \cdot 255,8 = 25,58 \text{ квар;}$$

$$\Delta S = \sqrt{\Delta P^2 + \Delta Q^2} = 26,1 \text{ кВА;}$$

$$S_{BH} = 276,65 + 26,1 = 302,75 \text{ кВА.}$$

Определяем расчётную мощность трансформатора с учётом потерь, но без компенсации реактивной мощности:

$$S_T \geq S_P = 0,7 \cdot S_M = 0,7 \cdot 302,75 = 211,93 \text{ кВА;}$$

$S_m = 1,4 \cdot 211,93 = 296,7 \text{ кВА}$, с учетом допустимых перегрузок трансформатора (допустимо до 40%).

Выбираем комплектную трансформаторную подстанцию КТП 2*400 – 10/0,4 с двумя трансформаторами ТМ 400 – 10/0,4.

Сводная ведомость нагрузок приведена в приложении А.

2.3 Расчёт и выбор аппаратов защиты и линий электроснабжения

Для выбора аппарата защиты нужно знать ток в линии, где он установлен, тип его и число фаз. Токи (в амперах) в линии сразу после трансформатора определяются по формуле

$$I_m = \frac{S_m}{\sqrt{3} \cdot V_{н.т}}, \quad (18)$$

где S_m -номинальная мощность трансформатора, кВ·А;

$V_{н.т}$ - номинальное напряжение трансформатора, кВ. Для линии к РУ (РП или шинопровод).

$$I_{РУ} = \frac{S_{м.РУ}}{\sqrt{3} \cdot V_{н.РУ}}, \quad (19)$$

где $S_{м.РУ}$ - максимальная расчетная мощность РУ, кВ·А;

$V_{н.РУ}$ - номинальное напряжение РУ, кВ;

Принимаем $V_{н.РУ} = 0,4$ кВ.

Для линии к ЭД переменного тока

$$I_{\delta} = \frac{P_{\delta}}{\sqrt{3} \cdot V_{н.д} \cdot \cos \varphi_{\delta}}, \quad (20)$$

где P_{δ} - мощность ЭД переменного тока, кВт;

$V_{н.д}$ - номинальное напряжение ЭД, кВ;

η_{δ} - КПД ЭД, отн. ед.

Автоматы выбираются согласно условиям:

$$I_{н.а} \geq I_{н.р}; \quad I_{н.р} \geq I_{\delta.л} - \text{для линии без ЭД};$$

$$V_{н.а} \geq V_c; \quad I_{н.р} \geq I, II_m - \text{для линии с одним ЭД};$$

$$I_{н.р} \geq 1,25 I_{\delta.л} - \text{для групповой линии с несколькими ЭД},$$

где $I_{н.а}$ - номинальный ток автомата, А;

$I_{н.р}$ - номинальный ток расцепителя, А;

$I_{\delta.л}$ - длительный ток в линии, А;

I_m - максимальный ток в линии, А;

$V_{н.а}$ - номинальное напряжение автомата, В;

V_c - напряжение сети, В.

$$K_0 \geq \frac{I_0}{I_{н.р}} ; \quad (21)$$

$I_0 \geq I_{0.л}$ - для линии без ЭД;

$I_0 \geq I, 2I_n$ - для линии с одним ЭД;

$I_0 \geq I, 2I_{пик}$ - для групповой линии с несколькими ЭД,

где K_0 - кратность отсечки;

I_0 - ток отсечки, А;

I_n - пусковой ток, А.

$$I_n = K_n \cdot I_{н.д} , \quad (22)$$

где K_n - кратность пускового тока, принимается $K_n = 6,5$ - для ЭД;

$I_{н.д}$ - номинальный ток, А;

$I_{пик}$ - пиковый ток, А.

$$I_{пик} = I_{н.нб} + I_M - I_{н.нб},$$

(23)

где $I_{н.нб}$ - пусковой ток наибольшего по мощности ЭД, А;

$I_{н.нб}$ - номинальный ток наибольшего в группе ЭД, А;

I_M - максимальный ток на группу, А.

Зная тип, $I_{н.а}$ и число полюсов автомата, выписываются все каталожные данные.

Рассчитываем линию сразу после трансформатора на ШНН, 1SF (линия без электродвигателя).

Ток в линии определяется по формуле:

$$I_T = \frac{400}{0,4 \times \sqrt{3}} = 577 \text{ A};$$

$$I_{HA} \geq I_T \cdot$$

Выбираем 1,2 SF ВА55-39-3 ($U_{HA} = 380 \text{ В}$, $I_{н.а} = 630 \text{ А}$, $I_{н.р} = 630 \text{ А}$).

$$I_{Y(K)} = 2 \cdot I_{H,P} = 1260 \text{ А};$$

$$I_{Y(H)} = 1,25 \cdot I_{H,P} = 787,5 \text{ A};$$

$$I_{OTK} = 25 \text{ кА.}$$

Для линии ШНН ШМА1 и ШМА2 выбираем выключатели SF1 и SF2.

Линии с группой электродвигателей

$$I_{ШМА1} = \frac{S_{м.ШМА1}}{\sqrt{3} \cdot V_{н.ШМА1}} = \frac{128}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 194,4 \text{ A.}$$

Выбираем автомат согласно условиям:

$$I_{н.а} \geq I_{H,P};$$

$$I_{H,P} \geq 1,25 \cdot I_T = 194,4 \cdot 1,25 = 243 \text{ A.}$$

Выбираем автомат А3723 ($U_{HA} = 380 \text{ В}$, $I_{н.а} = 250 \text{ А}$).

$$I_{ШМА2} = \frac{S_{м.ШМА2}}{\sqrt{3} \cdot V_{н.ШМА2}} = \frac{125,3}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 182,3 \text{ A};$$

$$I_{H,P} \geq 1,25 \cdot I_T = 182,3 \cdot 1,25 = 227,9 \text{ A.}$$

Выбираем автомат А3723 ($U_{HA} = 380 \text{ В}$, $I_{н.а} = 250 \text{ А}$).

Для отходящих линий с 1-м электроприемником (резьбошлифовальный станок):

$$I_{д} = \frac{5}{0,38 \cdot 0,5 \cdot \sqrt{3}} = 15,2 \text{ A};$$

$$I_{HA} \geq I_{д} \cdot 1,1 = 16,7 \text{ A.}$$

Выбираем АЕ 2030, $I_{HA} = 25 \text{ А}$, $I_{HP} = 25 \text{ А}$.

Расчеты для остальных приемников заносим в таблицу 2.

Таблица 2 - Марки автоматов защиты

Наименование электроприемника	I_{HA}, A	I_{nr}, A	Тип автомата	Ном-ный ток автомата, A
ПОСЛЕ T1	630	630	A3740	630
ПОСЛЕ T2	630	630	A3740	630
РП1	60,8	100	A3120	100
РП2	64,1	100	A3120	100
ЩО	32	50	АП-50	50
ШМА1	170	250	A3723	400
ШМА2	182	250	A3723	400
Окрасочная камера	16,7	25	AE 2030	25
Фрезерный станок	14,6	25	AE 2030	25
Пресс	33,4	50	АП-50	50
Сушильная печь	77,4	100	A3120	100
Подъемник гидрав.	40,1	50	АП-50	50
Ножницы гидрав.	76	100	A3120	100
Вентилятор	26,4	50	АП-50	50
Намоточные станки	33,4	50	АП-50	50
Станок по нарезке стали	102	100	A3120	100
Заточные станки	18,75	25	AE 2030	25
Вакуумная печь	89,2	100	A3120	100
Компрессор	77,1	100	A3120	100

2.4 Выбор кабельной линии

Проводники для линий ЭСН выбираются с учетом соответствия аппарату защиты согласно условиям:

$I_{don} \geq K_{зщ} \cdot I_{d(n)}$ - для линии, защищенной автоматом с комбинированным расцепителем;

$I_{don} \geq K_{зщ} \cdot I_{вс}$ - для линии, защищенной только от КЗ предохранителем;

$I_{don} \geq K_{зщ} \cdot I_{тр}$ - для линии с тепловым реле,

где I_{don} - допустимый ток проводника, А;

$K_{зщ}$ - коэффициент защиты.

Проведем расчет линии с выключателем 1SF:

$$I_{доп} \geq K_{зщ} \cdot I_{о(н)};$$

$$K_{зщ} = 1,25;$$

$$I_{н.а} = 100A;$$

$$I_{доп} \geq K_{зщ} \cdot I_{о(н)} = 1 \cdot 1,25 \cdot 100 = 125A.$$

Для прокладки в помещении с нормальной зоной опасности и отсутствии механических повреждений выбираем по справочнику кабель АВВГ-(3×185).

Аналогичным образом проводим расчет для всех электроприемников. Окончательные результаты сведем в таблицу 3.

Таблица 3 - Марки кабелей

Электроприемник	Марка кабеля
1SF, 2SF	АВВГ - (3х185)
SF1(ШМА1), SF2(ШМА2)	АВВГ - (3х95)
РП1	АВВГ - (3х10)
РП2	АВВГ - (3х10)
Окрасочная камера	АВВГ - (3х2,5)
Фрезерный станок	АВВГ - (3х2,5)
Пресс	АВВГ - (3х4)
Сушильная печь	АВВГ - (3х10)
Подъемник гидрав.	АВВГ - (3х4)
Ножницы гидрав.	АВВГ - (3х10)
Вентилятор	АВВГ - (3х4)
Намоточные станки	АВВГ - (3х4)
Станок по нарезке стали	АВВГ-(3х10)
Заточные станки	АВВГ-(3х2,5)
Вакуумная печь	АВВГ - (3х10)
Компрессор	АВВГ-(3х10)
Щиты освещения	АВВГ-(3х4)

2.5 Расчет освещения сборочного участка цеха

2.5.1 Системы освещения

Искусственное освещение помещений цехов ПП может быть выполнено системами общего или комбинированного освещения. В

соответствии с руководящими указаниями в помещениях I-IV разрядов зрительной работы, где выполняются работы наивысшей, высокой и средней точности, рекомендуется применять систему комбинированного освещения. Система общего освещения в этих помещениях допускается, когда создание местного освещения затруднено или невозможно ввиду специфики технологического оборудования или способа организации рабочих мест. Технико-экономическое сравнение вариантов общего и комбинированного освещения показывает, что при переходе с общего на комбинированное освещение можно получить экономию электроэнергии от 15 до 60%. Поэтому в тех случаях, когда правила допускают применение как комбинированного, так и общего освещения, следует применять первое.

Для снижения расходов электроэнергии в осветительных установках применение ламп накаливания должно быть крайне ограничено. При использовании люминесцентных ламп и отсутствии повышенных требований к цветопередаче или цветоразличению следует применять:

- люминесцентные лампы типа ЛБ, имеющие наибольшую световую отдачу;
- рефлекторные люминесцентные лампы типа ЛБР в светильниках без отражателей для тяжелых условий среды;
- амальгамные лампы типа ЛБА при повышенной температуре в зоне работы ламп.

Возможная экономия электроэнергии за счет перехода на более эффективные источники света представлена в таблице 4.

Таблица 4 - Возможная экономия электроэнергии за счет перехода на более эффективные источники света

Заменяемые источники света	Среднее значение экономии, %
1	2
ЛЛ на ДРИ	23
ДРЛ на ДРИ	40

Окончание страницы	
1	2
ДРЛ на НЛВД	50
ЛН1 на ДРИ	65
ЛН1 на ЛЛ	54
ЛН1 на ДРЛ	41
ЛН1 на НЛВД	71
ЛН2 на ДРИ	48
ЛН2 на ЛЛ	33
ЛН2 на ДРЛ	14
ЛН2 на НЛВД	57
ДРЛ на ЛЛ	22

Примечания

ЛЛ - люминесцентная лампа; ДРИ - дуговая ртутная йодидная; ДРЛ - дуговая ртутная лампа; НЛВД - натриевая лампа высокого давления; ЛН - лампа накаливания.

При выборе типов дуговых ртутных ламп нужно ориентироваться в первую очередь на лампы типа ДРИ, имеющие большую световую отдачу, чем лампы типа ДРЛ. В прожекторном и наружном освещении вместо ламп накаливания лучше применять галогенные кварцевые лампы типа КИ и ртутные лампы типа ДРИ. При освещении больших территорий рекомендуется использовать натриевые лампы высокого давления НЛВД (ДНаТ).

Получить экономию электроэнергии в осветительных установках также можно за счет правильного выбора их светораспределения и схем размещения. Промышленные здания имеют типовые строительные параметры, среди которых важными являются ширина пролета и шаг колонн.

Существующая практика проектирования внутреннего освещения для таких зданий базируется на использовании ртутных ламп типа ДРЛ или ДРИ с равномерным (по вершинам прямоугольника или треугольника) размещением светильников. При таком размещении светильников

освещенность в каждой рабочей точке поверхности определяется не только светильниками, установленными на ближайшей ферме, но и суммарным действием источников освещения, расположенных в нескольких строительных модулях. Это приводит к неравномерности освещенности в разных точках здания, освещенность в центре здания выше, чем у стен.

Для выравнивания освещенности допустимо введение продольной неоднородности в размещении светильников. При таких схемах число светильников в соседних модулях неодинаково либо ввиду того, что устанавливается разное их число в одной световой точке, либо ввиду неодинаковых расстояний между светильниками в рядах. Неравномерное размещение светильников позволяет снизить установленную мощность осветительных установок и соответственно уменьшить расходы электроэнергии.

2.5.2 Критерии качества световой среды помещения

В зависимости от типа помещения и вида деятельности в нём требования к оптимальному освещению различны: зрительная работоспособность, зрительный комфорт и визуальное окружение могут проявляться в этих требованиях как совместно, так и по отдельности в различных соотношениях.

Необходимый уровень зрительной работоспособности достигается освещённостью, соответствующей визуальной задаче, снижением прямой слепости и отражённой блёскости.

Зрительный комфорт обеспечивают благоприятное распределение яркостей поверхностей в поле зрения и качество цветопередачи используемых ламп.

На визуальное окружение оказывают влияние цвет излучения источников освещения, световые контрасты.

Требования к характеристикам освещения, обеспечивающим необходимую степень зрительной работоспособности и комфорта, регламентируются светотехническими нормами, в частности, СНиП 23-05-95 [25].

2.5.3 Расчёт требуемого числа ламп освещения

Расчёт требуемого числа ламп освещения (N_C) для обеспечения нормируемой E_H (лк) проводится методом коэффициента использования осветительной установки (U_{OY}).

$$N_C = \frac{E_H \cdot \kappa_3 \cdot S}{n \cdot \Phi_{\text{л}} \cdot U_{OY}}, \quad (24)$$

где N_C – искомое число выбранных для освещения светильников, шт.;

κ_3 – коэффициент запаса, учитывающий старение ламп и запыление светильников во время эксплуатации;

S – площадь помещений, м^2 ;

n – количество ламп в одном светильнике, шт.;

$\Phi_{\text{л}}$ – световой поток одной лампы, лм;

U_{OY} – коэффициент использования осветительной установка.

U_{OY} характеризует энергетическую эффективность осветительной установки.

Величина коэффициента использования U_{OY} зависит:

- от КПД светильника;
- формы его кривой силы света;
- геометрических пропорций освещаемого помещения, характеризующих индексом помещения i ;
- сочетания величин коэффициентов отражения потолка, стен и пола (p_1, p_2, p_3).

Индекс помещения прямоугольной формы рассчитывается

$$i = \frac{a \cdot b}{h_p(a + b)}, \quad (25)$$

где a, b - длина и ширина помещения, м;

h_p - расчётная высота, м.

Для потолочных и встраиваемых светильников расчётная высота определяется как разность высоты помещения и уровня расчётной плоскости

$$h_p = H - 0,8 \text{ м.} \quad (26)$$

В случае подвесных светильников необходимо учесть длину подвеса:

$$h_p = H - (h_c + 0,8 \text{ м}). \quad (27)$$

Для оценки коэффициентов отражения ρ поверхностей помещения можно руководствоваться следующими данными (таблица 5, 6, 7, 8).

Таблица 5 - Коэффициенты отражения некоторых цветов красок

Краски	$\rho, (м)$
Белая	0,7 – 0,8
Светло-серая	0,4 - 0,6
«средне-серая»	0,25 – 0,35
Темно-серая	0,1 – 0,15
коричневая	0,2 – 0,3
Светло – синяя	0,4 – 0,5

Таблица 6 - Коэффициент использования светового потока для двухламповых светильников типа РАХ

Индекс помещения i	Коэффициент отражения							
	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,5	$\rho_1(\text{потолок})$
	0,5	0,5	0,5	0,5	0,3	0,3	0,5	$\rho_2(\text{стены})$
	0,3	0,1	0,3	0,1	0,3	0,1	0,3	$\rho_3(\text{пол})$
Коэффициент использования U_{Oy}								
0,6	0,31	0,3	0,3	0,29	0,24	0,23	0,28	
0,8	0,38	0,36	0,37	0,35	0,3	0,29	0,34	
1	0,45	0,41	0,43	0,4	0,36	0,34	0,4	
1,25	0,51	0,46	0,48	0,45	0,41	0,39	0,45	
1,5	0,55	0,5	0,53	0,49	0,46	0,43	0,49	
2	0,62	0,56	0,6	0,54	0,53	0,49	0,55	
2,5	0,67	0,59	0,64	0,58	0,58	0,53	0,59	
3	0,71	0,62	0,68	0,6	0,62	0,56	0,62	

Таблица 7 - Размеры помещений цеха

Помещение	Длина, м	Ширина, м	Площадь, м ²	Высота, м
Реж.станок	30	30	900	8
Магнит.сборка	16	12	192	4
Механический участок	12	12	144	4
Участки сборки	9	6	54	4
Покрасочная.камера	10	6	60	4
Коридор	-	-	96	4
Испытательная станция	6	6	36	4
Упаковочный отдел	3	6	18	4

Таблица 8 - Коэффициенты отражения

Помещение	p_1 (потолок)	p_2 (стены)	p_3 (пол)	h_p	i	U_{OY}
Реж.станок	0,5	0,5	0,3	6,7	2,26	0,57
Магнит.сборка	0,5	0,5	0,3	3,2	2,14	0,55
Механический участок	0,5	0,5	0,3	3,2	1,87	0,53
Участки сборки	0,7	0,5	0,3	3,2	1,13	0,53
Покрасочная.камера	0,5	0,5	0,3	3,2	1,2	0,45
Коридор	0,5	0,5	0,3	3,2	1,1	0,4
Испытательная станция	0,5	0,5	0,3	3,2	0,93	0,37
Упаковочный отдел	0,5	0,5	0,3	3,2	0,63	0,28

Нормируемый уровень горизонтальной освещённости E_n для данных помещений выбирается в соответствии с международными или национальными нормами СНиП 23-05-95.

Минимальная E_n при общем освещении для грубых работ и работ малой и средней точности установлена на уровне 200 лк, коридоры 75 лк, склады 75 лк, помещение станочного цеха– 300 лк.

Воздушная среда нав помещениях низкой степенью запылённости $K_3=1,1$.

Расчёт освещения для помещений

Режущие станки.

Металлогалогеновые лампы (ME-250/D (HQI-E))

$$N_c = \frac{200 \cdot 1,1 \cdot 900}{19000 \cdot 0,57} \approx 20 \text{ шт} - \text{по } 250 \text{ Вт.}$$

Магнит.сборочный цех.

Люминесцентные лампы

$$N_c = \frac{200 \cdot 1,1 \cdot 192}{2 \cdot 2400 \cdot 0,55} = 15 \text{ шт} - \text{по } 2 \cdot 40 \text{ Вт.}$$

Механический участок

$$N_c = \frac{200 \cdot 1,1 \cdot 144}{2 \cdot 2400 \cdot 0,53} = 12 \text{ шт} - \text{по } 2 \cdot 40 \text{ Вт.}$$

Остальные расчёты сведены в таблицу 9.

Таблица 9 - Количество ламп освещения и светильников

Помещение	Лампы, шт	Светильники, шт
Реж.станок	20	20
Магнит.сборка	30	15
Механический участок	24	12
Участки сборки	12	6
Покрасочная камера	5	5
Коридор	8	8
Испытательная станция	4	4
Упаковочный отдел	2	2

Для выбранных металлогалогеновых ламп (ME-250/D (HQI-E)) необходимы светильники STORM 250; люминесцентных ламп ЛБ-40 необходимы светильники ЛПО 01-2x40 и ЛПО 01-1x40. Расположение осветительных установок на рисунке 3.

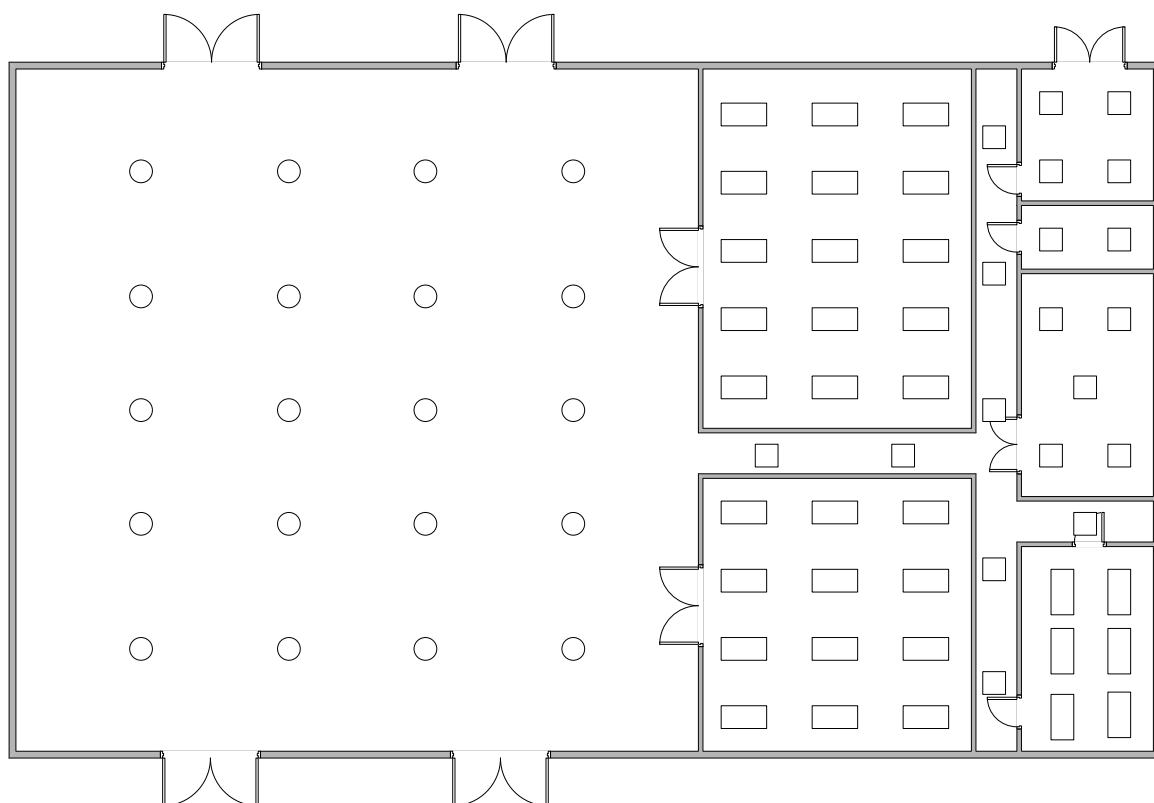


Рисунок 3 -Схема расположения светильников

2.6 Расчёт заземляющего устройства электроустановок

Расчет производим по следующим данным

- $A \times B = 50 \times 30 \text{ м}$;
- $V_{лэн} = 10 \text{ кВ}$;
- $L_{лэн(кл)} = 4.8 \text{ км}$;
- $V_n = 0,4 \text{ кВ}$;
- $\rho = 40 \text{ Ом} \cdot \text{м}$ (глина);
- $t = 0,7 \text{ м}$;
- климатический район-2;
- средняя продолжительность гроз -40-60 часов;
- вертикальный электрод-уголок (60×60), $L_B = 3 \text{ м}$;
- вид ЗУ – контурное;
- горизонтальный электрод- полоса ($40 \times 4 \text{ мм}$),

где A, B – длина и ширина объекта, м;

$V_{лэн}$ – напряжение внешней линии, кВ;

$L_{лэн(кл)}$ – длина линии, м;

ρ – удельное сопротивление грунта, Ом*м.

Определяем расчетное сопротивление одного вертикального электрода

$$r_э = 0,3\rho K_{сез.э}; \quad (28)$$

$$r_э = 0,3 \times 40 \times 1,7 = 20,4 \text{ Ом};$$

$$K_{сез.э} = F(\text{верт.}, 2) = 1,7 [3].$$

Определяем предельное сопротивление совмещенного ЗУ

$$R_{з\text{у}1} \leq \frac{125}{I_з} = \frac{125}{8} = 15,6 \text{ Ом};$$

$$I_з = \frac{V_{лэн} \times 35 \times L_{лэн}}{350}; \quad (29)$$

$$I_з = \frac{10 \times 35 \times 8}{350} = 8 \text{ А}.$$

Требуемое по НН $R_{з\text{у}} \leq 4$ Ом на НН.

Принимаем $R_{з\text{у}} = 4$ Ом (наименьший из двух)

$$R_{\text{у}} \leq 4 \cdot \frac{\rho}{100} = 4 \cdot \frac{40}{100} = 1,6 \text{ Ом}.$$

Определяем количество вертикальных электродов.

Без учета экранирования (расчетное):

$$N'_{\text{эп}} = \frac{r_э}{R_{з\text{у}}}; \quad (30)$$

$$N'_{\text{эп}} = \frac{20,4}{1,6} = 12,76.$$

Принимаем $N_{\text{э.п}}^1 = 13$.

С учетом экранирования

$$N_{\text{э.п}} = \frac{N_{\text{э.п}}^1}{\eta_э} = \frac{13}{0,69} = 19,$$

где $\eta_э = F(\text{тип ЗУ, вид заземления, } \frac{a}{L}, N_{\text{в}}) = F(\text{контурное, вертикальное,}$

$2,10) = 0,69 [3].$

Размещаем ЗУ на плане (рисунок 4).

Так как контурное ЗУ закладывается на расстоянии не менее 1 м, то длина по периметру закладки равна:

$$\begin{aligned}L_n &= (A+2) \cdot 2 + (B+2) \cdot 2; \\L_n &= (50+2) \cdot 2 + (30+2) \cdot 2 = 168 \text{ м.}\end{aligned}\tag{31}$$

Тогда расстояние между электродами уточняем с учетом формы объекта. По углам устанавливаются по одному вертикальному электроду, а оставшиеся – между ними. Для равномерного распределения электродов окончательно принимаем $N_B=20$, тогда:

$$\begin{aligned}a_B &= \frac{B'}{n_B - 1}; \\a_B &= \frac{32}{6-1} = 6,4 \text{ м;}\end{aligned}\tag{32}$$

$$\begin{aligned}a_A &= \frac{A'}{n_A - 1}; \\a_A &= \frac{52}{6-1} = 10,4 \text{ м,}\end{aligned}\tag{33}$$

где a_B – расстояние между электродами по ширине объекта, м;

a_A – расстояние между электродами по длине объекта, м;

n_B – количество электродов по ширине объекта;

n_A – количество электродов по длине объекта.

Для уточнения принимаем среднее значение отношения:

$$\begin{aligned}\left(\frac{a}{L_B}\right)_{cp} &= \frac{1}{2} \left(\frac{a_B + a_A}{3}\right); \\ \left(\frac{a}{L_B}\right) &= \left(\frac{6,4 + 10,4}{3}\right) = 2,8.\end{aligned}\tag{34}$$

Тогда уточняем коэффициенты использования [3]

$$\eta_B = F(\text{Конт.}; 2,8; 20) = 0,71.$$

$$\eta_r = F(\text{Конт.}; 2,8; 20) = 0,45.$$

Определяем уточненные значения сопротивлений вертикальных и горизонтальных электродов:

$$R_{\Gamma} = \frac{0,4}{L_{\Pi}\eta_{\Gamma}} \rho K_{\text{ces.}\Gamma} \lg \frac{2L_{\Pi}^2}{bt}; \quad (35)$$

$$R_{\Gamma} = \frac{0,4}{168 \cdot 0,45} 40 \cdot 4 \cdot \lg \frac{2 \cdot 168^2}{40 \cdot 10^{-3} \cdot 0,7} = 5,5 \text{ Ом.}$$

По таблице $K_{\text{ces.}\Gamma} = 4$ [3].

$$R_B = \frac{r_B}{N_B \eta_B}; \quad (36)$$

$$R_B = \frac{20,4}{20 \cdot 0,71} = 1,44 \text{ Ом.}$$

Определяется фактическое сопротивление ЗУ:

$$R_{\text{з.ф}} = \frac{R_B \cdot R_{\Gamma}}{R_B + R_{\Gamma}}; \quad (37)$$

$$R_{\text{з.ф}} = \frac{1,44 \cdot 5,5}{1,44 + 5,5} = 1,14 \text{ Ом.}$$

$R_{\text{з.ф}}(1,14) < R_{\text{з.н}}(1,6)$.

Следовательно, ЗУ эффективно.

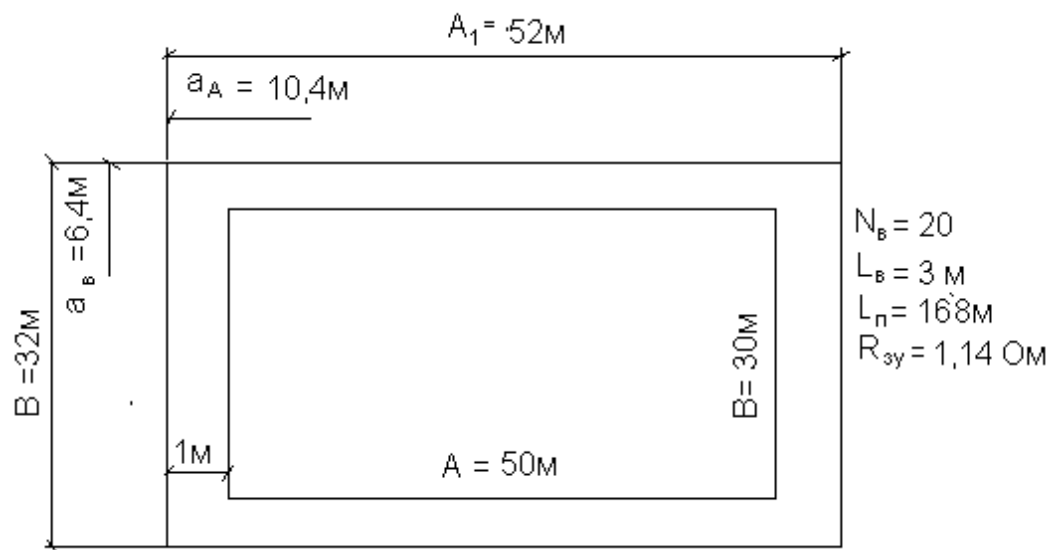


Рисунок 4 - План заземляющего устройства подстанции

2.7 Технико-экономический раздел

2.7.1 Расчет сметы затрат на электромонтажные и наладочные работы

Смета затрат представляет собой перечень всех затрат на электромонтажные и наладочные работы, т.е. себестоимость работы. Смета рассчитывается для определения стоимости, т.е. цены этих работ, по которой они реализуются заказчику.

Стоимость основных материалов и покупных изделий приведена в таблице 10.

Таблица 10 - Стоимость основных материалов и покупных изделий

Наименование материалов, сырья, покупных полуфабрикатов, готовых изделий	Ед. изм.	Кол. (ед.)	Цена един. (тыс. руб.)	Сумма (тыс. руб.)
1	2	3	4	5
Трансформатор ТМ400/0,4	шт.	2	240000	480000
Выключатель ВВ/TEL-10-12,5-630	шт.	2	23000	46000
Разъединители РЛНД-10-400 У1	шт.	2	21000	42000
Предохранитель ПКТ10/40	шт.	6	0,860	5,16
Выключатель АВМ-10С	шт.	1	39,546	39,546
Выключатель АВМ-4С	шт.	2	7,530	15,060
Шкаф низкого напряжения ШВН	шт.	1	43,300	43,300
Трансформатор тока ШР11-73504	шт.	6	3,800	22,8
Силовые шкафы ШР11-73504-	шт.	15	8,364	125,46
Светильник STORM 250	шт.	20	1,120	4,62
Лампа (ME-250/D (HQI-E))	шт.	20	0.210	1.680
Сушильная печь	шт.	1	64,000	64,000
Окрасочная камера.	шт.	2	24,320	48,640

Окончание таблицы 10				
1	2	3	4	5
Фрезерный станок	шт.	1	72,000	72,000
Пресс	шт.	3	6,000	18,000
Подъемник гидрав.	шт.	4	28,000	56,000
Ножницы гидрав.	шт.	1	4000	16000
Вентилятор	шт.	4	21000	28690
Компенсирующее устройство ККУ-0,38	шт.	2	25,641	51,282
Намоточные станки	шт.	2	4000	16000
Станок по нарезке стали.	шт.	2	21,000	42,000
Заточные станки	шт.	1	38,000	76,000
Вакуумная печь	шт.	2	120.000	120,000
Компрессор	шт.	2	25,000	50,000
Кабель ААШвУ-4х240-10 кВ	м.	50	0.350	17,500
Кабель 0,4 кВА				
АВВГ-3х(3х185)	м.	40	0,250	1000
АВВГ-3х(3х10)	м.	300	0,090	27,000
АВВГ-3х(3х4)	м.	300	0,075	22,500
АВВГ-3х(3х2,5)	м.	300	0,060	18,00
Всего затрат по материалам				1498,576

2.7.2 Расчет заработной платы

Расчет основной заработной платы

Для проведения работ необходимы следующие категории персонала: электромонтажник 6 разряда, наладчик 6 разряда, инженер-программист первой категории.

Нормативы и сумма основной заработной платы по каждой категории внесены в таблицу 11.

Таблица 11 – Нормативы и сумма основной заработной платы по каждой категории

Категория персонала	Количество мес., необходимое для выполнения работы	Средняя з/пл в месяц, (тыс. руб.)	Сумма основной з/пл (тыс. руб.)
Электромонтажник 6 разряда	10	8,0	80,0
Наладчик 6 разряда	5	9,0	45,0
Инженер-программист 1 категории	0,85	8,0	8,0
Итого			133,0
Районный коэффициент 15%			9,9
Всего			142,9

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

Расчет дополнительной заработной платы

Дополнительная заработная плата учитывает оплату отпусков и пособий и составляет 11% от ЗП_{осн}.

$$ЗП_{\text{доп}} = \frac{\% ЗП_{\text{доп}} \cdot ЗП_{\text{осн}}}{100} \text{ тыс.руб;} \quad (38)$$

$$ЗП_{\text{доп}} = \frac{11 \cdot 142,9}{100} = 15,719.$$

Расчет начислений по социальному страхованию на основную и дополнительную заработную плату

Начисления составляют 28%

$$Н_{\text{соц. стр}} = \frac{28,8(ЗП_{\text{осн}} + ЗП_{\text{доп}})}{100} \text{ тыс.руб}; \quad (39)$$

$$Н_{\text{соц. стр}} = \frac{28,8(142,9 + 15,719)}{100} = 45,682.$$

Расчет полного фонда заработной платы

$$\Phi_{\text{зп}} = ЗП_{\text{осн}} + ЗП_{\text{доп}} + Н_{\text{соц. стр}} \text{ тыс.руб}; \quad (40)$$

$$\Phi_{\text{зп}} = 142,9 + 15,719 + 45,682 = 204,301.$$

Расчет прямых основных расходов

Прямыми называются расходы, которые можно про нормировать на один объект и отнести конкретно на данную работу, это материалы и заработная плата. Основными называются расходы, связанные с основным производством, т.е. идущие непосредственно на монтаж, М и ЗП.

Расчет накладных расходов

Накладными называются расходы, связанные с обслуживанием и управлением производства. Они включают:

- расходы на содержание и эксплуатацию оборудования;
- амортизация оборудования;
- расходы на ремонт оборудования;
- заработная плата ремонтников;
- стоимость запасных частей и вспомогательных материалов;
- прочие расходы, связанные с оборудованием.

Цеховые расходы:

- заработная плата ИТР и служащих цеха;

- содержание здания цеха, включая ремонт отопления и освещения;

- амортизация здания цеха;
- транспортные расходы;
- расходы связи;
- прочие цеховые расходы.

Общезаводские расходы:

- заработная плата работников заводоуправления;
- содержание здания заводоуправления и других общезаводских зданий, включая ремонт отопления и освещения;

- амортизация общезаводских помещений и территории завода;
- транспортные расходы;
- расходы на подготовку кадров;
- расходы на освоение новых изделий;
- командировочные, почтовые, телеграфные и прочие расходы.

Если электромонтажные работы реализуются внутри предприятия, то в их стоимость не включаются общезаводские расходы, которые в настоящее время составляют до 400% от $ЗП_{осн}$. Если работы реализуются «на сторону», то общезаводские расходы включаются в стоимость работ:

$$P_{накл} = \frac{\%P_{накл} \cdot ЗП_{осн}}{100} \text{ тыс.руб.}; \quad (41)$$

$$P_{накл} = \frac{400 \cdot 142,9}{100} = 571,6.$$

Расчет прибыли

Плановая прибыль рассчитывается через уровень рентабельности.

Рентабельность - это процентное выражение прибыли от полной себестоимости, т.е. сметы затрат.

$$C_{\Pi} = M + ЗП_{осн} + ЗП_{доп} + N_{соц.стр.} + P_{накл} = 4067,593 \text{ тыс.руб.};$$

$$\Pi_{\text{риб}} = \frac{\%P_{\text{ренд}} \cdot C_{\text{п}}}{100} = \frac{\%P_{\text{ренд}} \cdot (M + 3\Pi_{\text{осн}} + 3\Pi_{\text{доп}} + H_{\text{соц.стр}} + P_{\text{накл}})}{100}; \quad (42)$$

$$\Pi_{\text{риб}} = \frac{30 \cdot 4067,593}{100} = 1220,2779 \text{ тыс.руб.}$$

Расчет суммы НДС

НДС-налог на добавленную стоимость- это многоступенчатый косвенный налог, который взимается с части стоимости, добавляемой на каждой стадии производства и реализации товара. НДС добавляется к продажной цене, указывается отдельной строкой и полностью перечисляется в федеральный бюджет. Ставка НДС=18%.

$$C_{\text{прод}} = C_{\text{п}} + \Pi_{\text{риб}}, \text{ тыс.руб.}; \quad (43)$$

$$\text{Сумма НДС} = \frac{18 \cdot C_{\text{прод}}}{100}, \text{ тыс.руб.}; \quad (44)$$

$$C_{\text{реал}} = C_{\text{прод}} + \text{НДС}, \text{ тыс.руб.}; \quad (45)$$

$$C_{\text{прод}} = 4067,593 + 1220,2779 = 5287,8709;$$

$$\text{Сумма НДС} = \frac{18 \cdot 5287,8709}{100} = 951,817;$$

$$C_{\text{реал}} = 5287,8709 + 951,817 = 6239,6879.$$

Все произведенные расчеты и процентные ставки приведены в таблице 12.

Таблица 12 – Результаты произведенных расчетов

Наименование статей затрат	Сумма, тыс. руб.	Процентная Ставка, %
1.Материалы, покупные изделия	3291,692	
2.Основная заработная плата	142,9	
3.Дополнительная заработная плата	15,719	11
4.Отчисление на социальное страхование	45,682	28,8
5.Накладные расходы	571,6	400
6.Себестоимость	4067,593	
7.Прибыль (% рентабельности)	1220,2779	30
8.Цена	5287,8709	

9.НДС	951,817	18
10.Всего с НДС	6239,6879	

Расчет налогооблагаемой базы

Расчет суммы льгот по налогам:

$$\text{ЛьГ} = \frac{\text{П}_{\text{риб}} \cdot \% \text{Осв}}{100} \text{ тыс.руб.}; \quad (46)$$

$$\text{ЛьГ} = 1220,2779 \cdot 0,06 = 73,2166 \text{ тыс.руб.}$$

Налогооблагаемая прибыль:

$$\text{Пр.нал} = \text{П}_{\text{риб}} - \text{ЛьГ}, \text{ тыс.руб.}; \quad (47)$$

$$\text{Пр.нал} = 1220,2779 - 73,2166 = 1147,061 \text{ тыс.руб.}$$

Расчет суммы налога на прибыль

$$\text{Налог} = \frac{\text{Пр.нал} \cdot \% \text{ННа}}{100}, \text{ тыс.руб.}; \quad (48)$$

$$\text{Налог} = \frac{1147,061 \cdot 24}{100} = 275,2946 \text{ тыс.руб.}$$

Расчет чистой (остаточной) прибыли

Чистая прибыль - это прибыль, остающаяся в распоряжении предприятия после уплаты в бюджет налогов и других обязательных платежей. Чистая прибыль рассчитывается как разница между балансовой (валовой) прибылью и платежами в бюджет (налогами). Из чистой прибыли формируются денежные фонды предприятия:

Резервный фонд - создается на случай прекращения деятельности и покрытия кредитной задолженности.

Фонд накопления - создается для приобретения производственных фондов и создание нового имущества.

Фонд потребления - предназначается для реализации мероприятий по социальному развитию и материальному поощрению коллектива предприятия.

$$\Pi_{\text{риб. ост}} = \Pi_{\text{риб}} - \text{Налог тыс.руб}; \quad (49)$$

$$\Pi_{\text{риб. ост}} = 1220,2779 - 275,2946 = 944,9833 \text{ тыс.руб.}$$

Расчет рентабельности

Рентабельность - это показатель эффективности единовременных и текущих затрат. Различают:

1. Рентабельность производства.
2. Рентабельность продукции.

Рентабельность продукции (работ, услуг) показывает результативность текущих затрат. Рассчитывается как отношение остаточной прибыли от реализации продукции к себестоимости продукции:

$$\text{Рент} = \left(\frac{\Pi_{\text{риб. ост}}}{\text{СП}} \right) \cdot 100; \quad (50)$$

$$\text{Рент} = \left(\frac{944,9833}{4067,593} \right) \cdot 100 = 23,23\% .$$

Нормативный уровень рентабельности производственных работ не менее 20%, уровень рентабельности расчетный составляет 23,23%.

Данный проект является рентабельным, так как $23,23 > 20\%$.

3 МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Студенты высшего образования (ВО) проходящие обучение по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника. В результате изучения данной темы студенты должны овладеть следующим: профессиональной компетенцией (ПК) и навыками (*знать, уметь, владеть*):

Способностью демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин и готовностью использовать основные законы в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ПК-2).

Знать

Знать физические основы формирования режимов электропотребления, методы и практические приемы расчета электрических нагрузок отдельных элементов и систем электроснабжения в целом, методы выбора и расстановки компенсирующих и регулирующих устройств;

Уметь

Уметь рассчитывать интегральные характеристики режимов, показатели качества электроэнергии, показатели уровня надежности электроснабжения; уметь составлять расчетные схемы замещения для расчета интегральных характеристик режимов, показателей качества электроэнергии, надежности;

Владеть

Навыками практического выбора параметров оборудования систем электроснабжения и выбора параметров регулирующих и компенсирующих устройств, схем электроснабжения объектов различного назначения.

3.1. Цели и задачи учебной дисциплины

Цель изучения дисциплины состоит в получении знаний о построении и режимах работы систем электроснабжения городов, промышленных предприятий, объектов сельского хозяйства и транспортных систем.

Задачей дисциплины является изучение физических основ формирования режимов электропотребления, освоение основных методов расчета интегральных характеристик режимов и определения расчетных нагрузок, показателей качества электроснабжения, изучение методов достижения заданного уровня надежности оборудования и систем электроснабжения.

3.2. Теоретические основы разработки листов рабочей тетради

Широкое применение в учебной деятельности получила предметно-знаковая система обучения, назначением которой является опредмечивание в разных формах информации об объекте учебного познания. Одним из таких средств обучения является рабочая тетрадь.

Существенное отличие листов рабочей тетради от других знаковых форм обучения заключается в том, что учебная деятельность в них специально конструируется, «...обеспечивается пооперационное формирование мыслительных процессов» (Л.Н. Ланда).

Обеспечить пооперационное формирование мыслительных процессов можно, разрабатывая средства пооперационного контроля за течением этих процессов. Источником знаний педагога о ходе усвоения учащимися технических знаний и умений являются листы рабочей тетради или сами рабочие тетради.

Для таких листов рабочей тетради разрабатываются специальные типы заданий-упражнений. Их специфика состоит в том, что, выполняя такие задания, учащиеся расчленяют весь процесс мышления на отдельные

операции. Задания построены так, что, работая над ними, учащийся не может не производить всех операций, его ошибка на каждом этапе учебного познания может быть замечена педагогом и исправлена, при этом она исправляется в том месте, где была совершена.

За основу разработки листов рабочей тетради можно взять операции, которые необходимо выполнять учащимся при формировании электротехнических понятий:

- операционное определение электротехнических понятий;
- вычерчивание принципиальных электрических схем;
- преобразование схем электрической цепи для расчета параметров;
- определение элементов конструкции устройств;
- анализ физических процессов, режимов работы устройств в виде векторных, потенциальных временных диаграмм и графиков изменения сигналов;
- расчет системы параметров устройств по формулам, временным и векторным диаграммам.

В качестве операций, которые необходимо выполнить учащимся, используются:

- включение в определение пропущенных ключевых слов;
- запись формулы с определёнными компонентами;
- алгоритмы выполнения каких-либо операций;
- основы графиков для построения характеристик и диаграмм;
- таблицы, которые необходимо последовательно заполнить, внести информацию поясняющего характера;
- преобразование схем;
- определение элементов конструкций.

Виды листов рабочей тетради:

- Обучающие
- Контролирующие
- Смешанные

При работе с листами рабочей тетради учащимся можно включать разного рода задания, требующие от них активизации мышления.

В определениях электротехнических понятий пропущены ключевые слова, т.е. названия изучаемых понятий или технических операций, которые нужно вставить. Для вычерчивания схем задается основа построения, т.е. вычерчены отдельные элементы, вспомогательные устройства, а учащиеся должны достроить схему с помощью условных обозначений элементов. Можно также представить схему электрической цепи с целью преобразования схемы соединения элементов с тем, чтобы рассчитать систему параметров по указанному в тетради методу. Для определения элементов по условному обозначению и описанию их функционального значения дается электрическая принципиальная схема или устройство в готовом виде. Анализ физических процессов, протекающих в устройствах и системах, режимов работы электротехнических устройств проводится посредством построения временных и векторных диаграмм, для чего в рабочей тетради задается вектор или вид временной диаграммы опорного сигнала. Для определения режима работы учащиеся строят графики, диаграммы сигналов в рассматриваемом устройстве. Работа с формулами может заключаться в заполнении многоточий в представленных в тетради формулах. Это может быть внесение по определенному алгоритму символа изучаемого понятия или коэффициента, знак математического действия и т.д. Для контроля уровня сформированности знаний можно включать задачи или проблемные вопросы.

Такая работа учащихся формирует у них исполнительские действия и определяет уровень сформированности знаний и умений.

При разработке и применении листов рабочей тетради учитываются такие факторы, как психофизиологические особенности человека и закономерности гигиены умственного труда.

Эффективность того или иного методического приема формирования профессиональных знаний, умений и навыков, успешность проведения урока во многом определяется теми психологическими закономерностями, которые лежат в основе учебно-познавательной деятельности учащихся.

Целью такого подхода к средствам обучения является, прежде всего, снижение нагрузки на учащихся и педагога.

Рассматривая листы рабочей тетради с точки зрения понимания учебной информации, кратко остановимся лишь на этапах процесса понимания: восприятия, понимания текста (осмысливание, связанное с раскрытием символических смыслов, эмоциями, оценкой, включающее умозаключение) и его интерпретацией (в личностный или предметный контекст).

Именно в листы рабочей тетради учащийся может самостоятельно внести необходимую информацию, перечитать и осмыслить уже имеющийся текст и в последствии выполнить не только теоретические знания, но и практические, что позволяет ему, прежде всего, научиться выстраивать алгоритм практического действия.

Для формирования внутренней устойчивости мотивации при работе с листами рабочей тетради выбран очень удачный рычаг – стремление более быстро и качественно выполнить работу. Но не все учащиеся с легкостью осваивают изучаемые дисциплины. Листы рабочей тетради рассчитаны на индивидуальные темпы работы и степень обученности. Они не дают отстающим учащимся почувствовать себя таковыми, т.к. работы с ними индивидуальны – даже при недостаточной высокой скорости выполнения задания такой учащийся не выставляет на показ свою медлительность, а это,

не создавая имиджа не успешности, мотивирует впоследствии наверстать упущенное и разобраться в спорном для ученика вопросе.

Таким образом, в личностно-психологическом плане листы рабочей тетради развивают самомотивацию. Параллельно снимаются проблемы со сниженной способностью к запоминанию, так как при выполнении практической работы происходит многократное обращение к информационной базе, что позволяет без утомительного заучивания легко запоминать материал.

В методическом разделе представлены листы рабочей тетради (5 листов), которые представляют собой такие разработанные темы, как характеристики электроприемников города, расчет нагрузок общественных зданий и т.д. В них применяются такие задания и упражнения, как: включение в определение пропущенных ключевых слов; преобразование схем; определение элементов конструкции; запись формулы с определенными компонентами; заполнение пустых прямоугольников соответствующими параметрами и т. д..

Данные листы используются для контроля знаний учащихся по данным темам.

3.3. Листы рабочей тетради

Лист 1

Характеристика электроприемников города

Систематически увеличивается расход электроэнергии на бытовые нужды городского населения в результате _____

Для размещения жилых районов, микрорайонов, общественных зданий и сооружений служит _____ зона.

Первой структурной единицей селитебной зоны является _____

Второй структурной единицей селитебной зоны является

Электроприемники жилых зданий

Электроприемники жилых зданий подразделяются на две большие группы: 1) электроприемники _____; 2) электроприемники _____

К первым относятся осветительные и бытовые электроприборы. Ко вторым относятся светильники лестничных клеток, входов в подъезды, холлов, тамбуров, лифтовых шахт, чердаков, технических подпольев, светильники, встроенные в жилые дома, служебных и других помещений, а также охранное наружное освещение, лифтовые установки, вентиляционные системы, противопожарные устройства, элементы диспетчеризации и т.п..

Потребление электроэнергии отдельными квартирами колеблется в зависимости от _____

Наибольшее число электроприемников жилых квартир подключаются к питающей сети через _____, то в настоящее время в жилых комнатах квартир и общежитий должно быть установлено не менее _____ штепсельной розетки на каждые полные и неполные ___ м² площади комнаты, в коридорах квартир - не менее _____ штепсельной розетки на каждые полные и неполные ___ кв.м площади коридоров.

В кухнях квартир следует предусматривать: _____ штепсельные розетки на ток ___ А для подключения холодильника, индукционного фильтра, динамика трехпрограммного радиовещания и бытовых электроприемников мощностью до 1,3 кВт, а в кухнях квартир площадью более 8 кв.м следует предусматривать _____ штепсельные розетки на ток ___ А.

Электроприемники общественных зданий

Все электроприемники общественных зданий могут быть разделены на две группы: _____ и _____.

В помещениях общественных зданий в целях экономии электроэнергии и получения высоких уровней освещеностей используют светильники с _____ лампами. В зависимости от выполняемых технологических операций, _____ к _____ силовым относятся _____.

_____ . Конкретный перечень электрооборудования каждого общественного здания или коммунально-бытового предприятия определяется характером _____ процесса выполняемого в данном здании.

Лист 2

Расчет нагрузок жилых зданий

Расчетная активная электрическая нагрузка квартир (включая и общедомовые помещения) $P_{кв}$ на вводах жилых домов, в питающих линиях, а также на шинах РУ - 0,4 кВ ТП при посемейном заселении определяется по формуле, кВт:

$$P_{кв} = (P_{кв.уд} + P_{кв.конд}) \cdot n,$$

где $P_{кв.уд}$ - _____ ;

$P_{кв.конд}$ - _____ ;

n - _____ .

Расчетная нагрузка линии питания лифтовых установок $P_{р.л}$ определяется по формуле, кВт:

$$P_{р.л} = K_c \sum_{i=1}^{n_l} P_{ni},$$

где K_c - _____ ;

n_l - _____ ;

P_{ni} - _____ .

Расчетная нагрузки линий питания электродвигателей насосов, водоснабжения, вентиляторов и других санитарно-технических устройств определяется по их установленной мощности с учетом $K_c = \underline{\hspace{2cm}}$. Для расчета

линий питания электроприемников противопожарных устройств K_c принимается равным ____.

Расчетная нагрузка жилого дома $P_{р.ж.д}$ (квартир и силовых электроприемников) определяется по формуле, кВт:

$$P_{р.ж.д} = P_{кв} + 0,9P_c,$$

где $P_{кв}$ - _____;

P_c - _____;

0,9 - _____ коэффициент, учитывающий несовпадения времени _____.

При расчете полной нагрузки жилого дома $S_{ж.д}$ необходимо учитывать коэффициенты _____ $\cos \varphi$:

$$S_{ж.д} = \frac{P_{р.кв}}{\cos \varphi_{кв}} \dots 0,9 \frac{P_{р.с}}{\cos \varphi_c}, \text{ кВА.}$$

Расчет нагрузок общественных зданий.

Электрические нагрузки любого общественного здания делятся на нагрузки _____ и _____.

Расчетную нагрузку питающих линий и вводов в рабочем и аварийном режиме при совместном питании силовых электроприемников и электрического освещения следует определять по формуле, кВт:

$$P_p = K_{н.м} (P_{р.о} \dots P_{р.с} \dots 0,4P_{р.х.с}),$$

где $K_{н.м}$ - коэффициент, учитывающий _____;

$P_{р.о}$ - _____, кВт;

$P_{р.с}$ - _____, кВт;

$P_{р.х.с}$ - _____, кВт.

Полная расчетная мощность общественного здания

$$S_p = K_{н.м} \left(\frac{\dots}{\cos \varphi_c} + \frac{\dots}{\cos \varphi_o} + 0,4 \frac{\dots}{\cos \varphi_{х.с}} \right), \text{ кВт.}$$

Расчетная мощность освещения определяется как

$$P_{р.о} = P_{уст} \dots K_c,$$

где $K_c = P_{\max} / P_{уст}$ и в осветительных сетях коэффициент спроса для расчета нагрузок рабочего освещения питающей сети и вводов общественных зданий следует принимать в зависимости от $P_{уст}$ и типа здания.

Для расчета групповой сети рабочего освещения, питающих и групповых сетей эвакуационного и аварийного освещения зданий, освещения витрин и световой рекламы, коэффициент спроса следует принимать равным _____.

При подключении светильников через штепсельные розетки, расчетную электрическую нагрузку линий, питающих штепсельные розетки, следует определять по формуле, кВт:

$$P_{р.ш} = K_{с.ш} \cdot P_{у.ш} \cdot n,$$

где $K_{с.ш}$ - _____;

$P_{у.ш}$ - _____;

n - _____.

При совместном питании общими линиями (вводами) светильников общего освещения и штепсельных розеток (местного освещения) в аптеках, поликлиниках, больницах суммарная расчетная мощность, кВт, определяется по формуле:

$$P_{\max \Sigma} = (P_{уст.о} + 0,1P_{уст.ш}) \cdot K_{с.о} + P_{уст.э.а},$$

$P_{уст.о}$ - _____, кВт;

$P_{уст.ш}$ - _____, кВт;

$K_{с.о}$ - коэффициент _____;

$P_{уст.э.а}$ - _____.

Для всех других общественных зданий суммарная расчетная мощность $P_{\max \Sigma}$ освещения определяется по формуле, кВт:

$$P_{\max \Sigma} = \dots\dots\dots$$

Расчетную нагрузку силовых питающих линий и вводов следует определять по формуле, кВт;

$$P_{p.c} = K_{c.c} \cdot P_{y.c},$$

где $K_{c.c}$ - _____;

$P_{y.c}$ - _____ кВт.

Коэффициент спроса для расчета нагрузки вводов, питающих и распределительных линий силовых электрических сетей следует определять по _____, различным, в зависимости от наименования общественного здания.

Лист 3

Маркировка и области применения установочных проводов

Установочные провода применяют для _____. Провода выпускаются с _____, _____ и _____ изоляцией. Интервал рабочих температур для проводов с резиновой изоляцией от - ____ до + ____ °С; проводов с ПВХ и полиэтиленовой изоляцией от - ____ до + ____ °С. Все виды установочных проводов можно использовать при относительной влажности до ____% при 20°С (провода с _____ изоляцией) и 40°С (провода с _____ изоляцией).

Марки и области применения установочных проводов с резиновой изоляцией.

Марка	Сечение жилы, мм ²	Краткая характеристика	Область применения
1	2	3	4
АППР	2,5 - 10	Провод с алюминиевой жилой и резиновой изоляцией, не распространяющей горения	_____ в сетях напряжением до 660В
АПР	_____	То же, в оплетке из хлопчатобумажной пряжи, пропитанной противогнилостным составом	_____
АПРВ	2,5-16	_____	То же, и в помещениях с повышенной влажностью
АПРН	2,5-120	То же с наружной оболочкой из резины, не распространяющей горения	_____

1	2	3	4
ПРТО	_____	То же с жилой из медных проволок	_____
ПР	0,75-120	Провод _____- жилой с резиновой изоляцией в пропитанной _____ оплетке	Для неподвижной прокладки внутри и вне помещений (на изоляторах) в сетях напряжением до 660 В
ПРГ	_____	То же, с гибкой многопроволочной жилой	_____

Марки и области применения установочных проводов с пластмассовой изоляцией.

Марка	Сечение жилы, мм ²	Краткая характеристика	Область применения
ПВ	0,5-95	Провод с медной _____ жилой в _____ изоляции	Для неподвижной прокладки в силовых и осветительных сетях переменного напряжения 380 и 660В(в зависимости от толщины изоляции)
АПВ	2,5-120	с _____ жилой	_____
ПП	_____	Провод с медной однопроволочной жилой в полиэтиленовой изоляции	То же при переменном напряжении до 660В
АЛЛ	2,5-120	с а _____ жилой	_____
ПГВ	0,5-95	Провод с медной многопроволочной жилой в поливинилхлоридной изоляции	Для _____ до 660В
_____	0,75-4	Провод с двумя или тремя однопроволочными параллельными медными жилами в поливинилхлоридной изоляции с разделительным основанием	Для неподвижной прокладки в сетях с переменным напряжением 380 и 660 В (в зависимости от толщины изоляции)
АППВ	2,5-6	, с алюминиевыми жилами	_____
ППВ	0,75-4	Провод с двумя или тремя однопроволочными параллельными _____ жилами в _____ изоляции с разделительным основанием	Для неподвижной прокладки в сетях с переменным напряжением 380 и 660 В (в зависимости от толщины изоляции)
АППП	2,5-6	с алюминиевыми жилами	_____

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данная выпускная квалификационная работа позволит решить задачи по энергоснабжению объектов промышленных предприятий, в частности, сборочного участка цеха. В проекте приведены расчёты электрических нагрузок, выбор оптимальных схем энергоснабжения.

В выпускной квалификационной работе проведен расчет освещения цеха.

В качестве мер по безопасности проекта произведён выбор и расчёт заземляющего устройства и, выполнен экономический расчет.

Выполнена учебно-методическая часть, выше указанной дисциплины составлены листы рабочей тетради. Определены цели и задачи обучения по проектированию электроснабжения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Безопасность жизнедеятельности. Учебник для вузов / С.В. Белов, А.В. Ильницкая, А.Ф. Козьяков и др.; Под общ.ред. С.В. Белова. 6-е изд., испр. и доп. - Москва: Высш. шк., 2012. - 448с.: ил.
2. Бороздин И.В. Электроснабжение предприятий. Практикум. «Дизайн ПРО», 2000.
3. ГН 2.2.5.1313-03 ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны.
4. ГОСТ 12.1.004-96 Пожарная безопасность. Общие требования.
5. ГОСТ 12.1.030-96 Электробезопасность. Защита, заземление, зануление.
6. ГОСТ 12.1.019-96 Электробезопасность. Общие требования.
7. Григорьев В.В., Киреева Э.А. Справочные материалы по электрооборудованию систем электроснабжения промышленных предприятий. Москва: «Энергоатомаиздат», 2012.
8. Данилов Н.И., Я.М. Щелаков. Основы энергосбережения: Учебник/под редакцией Н.И. Данилова. Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2015. 553с.
9. Ермилов А.А. Основы электроснабжения промышленных предприятий - 8-е изд., перераб. и доп. - Москва: Энергоатомиздат, 2013.
10. Коновалова Л.Л., Рожкова Л.Д. Электроснабжение промышленных предприятий и установок: Учеб.пособие для техникумов. - Москва: Энергоатомиздат, 2015. - 529 с.
11. Конюхова Е.А. Электроснабжение объектов. Учебное пособие для студентов. – Москва: изд-во «Мастерство», 2011.
12. Ктиторов А.Ф. Практическое руководство по монтажу электрического освещения: Практическое пособие для ПТУ. – Москва: Высш. шк., 1990.- 239 с.

13. Кудрин Б.И. Электроснабжение промышленных предприятий. – Москва.: «Энергоатомиздат», 2010.
14. Морозова И.М., Кузнецов Ю.В. Проектирование схем энергоснабжения промышленных предприятий и городов: Учеб.пособие. Екатеринбург. 2014. Рос. гос. проф.-пед. ун-т, 200. - 86 с.
15. Надежность систем электроснабжения: Метод, разработка по дисциплинам «Электроснабжение промышленных предприятий и городов» и «Электропотребление городов»/ Состав. А.М. Холян, И.А. Киселева, Т.Ю. Пениковская: Свердл. инж.- пед. ин-т. Свердловск, 2016. - 62 с.
16. Неклепаев Б. Н., Крючков И. П. Электрическая часть электростанций и подстанций: Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования: Учеб. пособие для вузов.- 7-е изд., перераб. и доп.- Москва.: Энергоатомиздат, 2011.- 608 с.: ил.
17. Правила устройства электроустановок. Минэнерго – Москва.: «Энергоатомиздат», 2013.
18. Правила устройства электроустановок/ Минэнерго СССР. - 6-е изд., перераб. и доп. - Москва.: Энергоатомиздат, 2000. - 648 с.
19. Ристхейн Э.М. Электроснабжение промышленных предприятий. Учебн. Для вузов. Москва:«Энергоатомиздат», 2015.
20. Рожкова Л.Ц., Козулин Б. С. Электрооборудование станций и подстанций.- Москва: Энергоатомиздат, 2010. - 648 с.
21. СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений
22. СанПин 2.2.4.1329-03 Требования по защите персонала от воздействия импульсных электромагнитных полей
23. Сибикин Ю.Д. Электроснабжение промышленных предприятий и установок – М.: В.Ш., 2001.
24. СН 2.2.4/2.1.8.562-96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки

25. СНиП 23-05-95. Естественное и искусственное освещение