МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ
ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ «БЕЛЭНЕРГО»
УО «МИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ
КОЛЛЕДЖ»

УТВЕРЖДАЮ
Директор УО «МГЭК»
_____ А.А. Новиков
«29» 01 2021 г.

ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Методические указания по выполнению домашней контрольной работе для учащихся заочной формы получения образования

2-43 01 01 «Электрические станции»
(шифр и название специальности)

Разработал преподаватель _____ А.В.Рылач
(подпись) (ФИО)

Рассмотрено и одобрено на заседании цикловой комиссии
специальных электротехнических дисциплин
(наименование цикловой комиссии)
Протокол № 5 от 26.01 2021 г.

Председатель цикловой комиссии _____ Н.Н.Ядловский
(подпись) (ФИО)

Согласовано
Методист колледжа _____ О.В.Какорина
(подпись) (ФИО)

Заведующий заочным отделением _____ А.А.Куцов
(подпись) (ФИО)

Год издания 2021

Содержание

1. Пояснительная записка 3
2. Краткое содержание программы 6
3. Общие требования по оформлению домашней контрольной работы 14
4. Методические рекомендации для выполнения задач домашней контрольной работы 16
5. Задания для домашних контрольных работ 23
6. Оценка результатов учебной деятельности при выполнении домашней контрольной работы 28
7. Литература 29

УО МГЭУ

1. Пояснительная записка

Методические указания по изучению учебной дисциплины «Основы электроснабжения» по выполнению домашней контрольной работы разработаны в соответствии с образовательным стандартом среднего специального образования для специальности 2-43 01 01 «Электрические станции».

Дисциплина «Основы электроснабжения» является частью профессионального компонента цикла специальных дисциплин.

Для успешного освоения дисциплины «Основы электроснабжения» необходимо знание естественнонаучных дисциплин «Математика», «Физика», общепрофессиональных дисциплин «Теоретические основы электротехники», «Электрические измерения», «Электрические машины», «Электрические материалы».

Цели изучения учебной дисциплины «Основы электроснабжения»:

- развивающая цель при изучении дисциплины способствует развитию абстрактного и образного мышления при изучении электроснабжения предприятий. Кроме того, происходит формирование учебно-организационных, учебно-интеллектуальных, учебно-информационных и учебнокоммуникативных умений и навыков, оказывает развивающее воздействие на учащихся;

- образовательная цель достигается повышением уровня технических знаний по электроснабжению предприятий;

- воспитательная цель достигается за счет привыкания к дисциплине на занятиях, к режиму работы.

Программой учебной дисциплины предусматривается проведение практических занятий.

В результате изучения дисциплины учащиеся должны знать:

на уровне представления:

- основные сведения об энергетических системах;

- характер влияния электротехнических объектов на окружающую среду и меры по ее защите;

УОМТЭК

- классификацию электрических источников света;

знать на уровне понимания:

- схемы электроснабжения напряжением до 1кВ;
- схемы внутризаводского электроснабжения напряжением свыше 1 кВ;
- схемы подстанций на высшем напряжении 35-220 кВ;
- назначение конструкцию и типы силовых трансформаторов;
- режимы работы нейтрали силовых трансформаторов и источников питания систем электроснабжения;
- категории электроприемников по надежности обеспечения электроснабжением;
- индивидуальные, групповые, суточные и годовые графики нагрузок;
- какие линии цеховой сети образуют питающие и распределительные сети;
- основное оборудование цеховых электрических сетей;
- назначение электрических сетей напряжением свыше 1 кВ;
- методы определения электрических нагрузок потребителей электрической энергии;
- расчет и выбор проводов, кабелей распределительной сети;
- электрооборудования предприятий, организаций и гражданских зданий;

уметь:

- выполнять расчеты внутрицеховых электрических сетей напряжением до 1кВ;
- производить расчеты осветительных нагрузок;
- составлять схемы электроснабжения предприятий;
- выбирать необходимую схему электроснабжения для различных категорий потребителей по надежности обеспечения электроснабжением;
- выбирать сечение проводов и кабелей по допустимому току нагрева, по допустимой потере напряжения, по экономическим соображениям;

УОМТЭК

- определять потери напряжения в линиях, трансформаторах, шинопроводах;

- определять напряжение на зажимах электроприемника;

- выбирать мощность компенсирующего устройства.

В методических указаниях учебной дисциплины «Основы электроснабжения» приведены примерные критерии оценки результатов учебной деятельности учащихся по дисциплине, разработанные на основе десятибалльной шкалы и показателей оценки результатов учебной деятельности, обучающихся в учреждениях, обеспечивающих получение среднего специального образования (постановление Министерства образования Республики Беларусь от 29 марта 2004 г. №17).

УО МГЭК

2. Краткое содержание программы

Учебная дисциплина «Основы электроснабжения» изучается в соответствии с учебным планом и программой в количестве 32 часа.

Введение

Связь дисциплины с другими изучаемыми дисциплинами. Задачи дисциплины. Роль энергетики в народном хозяйстве страны. Комплекс государственных стандартов ЕСКД на схемную документацию и условные графические обозначения в электрических схемах.

Методические указания.

Изучая вопросы введения в предмет «Электроснабжение промышленных зданий» необходимо сформировать представление роли дисциплины подготовке В специалистов, о роли энергетики в народном хозяйстве страны, об основных направлениях научно-технического прогресса в энергетике.

Раздел 1 Основные сведения об энергетических системах и системах электроснабжения промышленных предприятий

Тема 1.1 Общие понятие и определения

Понятие об энергосистеме. Принципиальная схема энергосистемы. Основные энергосистемы: электростанции, межсистемные связи, подстанции, районные электрические сети, местные распределительные сети; их роль в электроснабжения потребителей. Общие сведения об электроснабжении.

Методические указания.

Изучая эту тему, необходимо сформировать знания об энергосистеме и о назначения её основных частей, их роли в электроснабжении потребителей, четко усвоить такие понятия, как система электроснабжения, энергетическая система, приемные пункты электроэнергии, электроприемник, электрические сети, четко усвоить режимы работы нейтрали электрических сетей. Обратить внимание на связь электростанций между собой и потребителями, на взаиморезервирование электроснабжения.

Литература: [2] §1.1-1.3.

УОМТЭК

Тема 1.2 Типы электрических станций

Типы электрических станций, принцип действия режимы работы. Нетрадиционные типы электростанций. Влияние электрических станций на окружающую среду и меры по её защите при эксплуатации электрических станций.

Методические указания.

Электрические станции предназначены для производства электрической или электрической и тепловой энергии. Они могут быть разделены на основные типы: тепловые (конденсационные КЭС, теплофикационные ТЭЦ, атомные АЭС) и электростанции, работающие на основе возобновляемых источников энергии (плотинные и деривационные гидроэлектростанции, гидроаккумулирующие станции и др.). Обратить внимание на альтернативные способы получения электрической энергии, основанные на использовании энергии ветра, солнца, приливов и отливов, геотермальной энергии, и возможность их применения в условиях Республики Беларусь. Влияние электрических станций на окружающую среду.

Литература: [2] §1.4,1.7.

Тема 1.3 Силовые трансформаторы

Силовые трансформаторы, их назначение, типы, особенности конструкции и систем охлаждения.

Методические указания.

Сформировать знания о назначении силовых трансформаторов, особенностях конструкции и систем охлаждения и их основных характеристиках.

Литература: [2] §1.5.

Раздел 2 Электрические нагрузки промышленных предприятий

Тема 2.1 Общие сведения об электроприемниках

Потребители электроэнергии силовые и осветительные. Характеристика и режимы их работы. Классификация электроприёмников по роду то ка и напряжения, по мощности и часто те. Номинальные напряжения электроустановок до 1 кВ. Понятие об установленной и номинальной мощности. Классификация приёмников электроэнергии по надёжности электроснабжения.

УОМГЭК

Методические указания.

Электроприемник – это любое устройство, в котором электроэнергия преобразуется в другой вид энергии или изменяются род тока, уровень напряжения, часто та, число фаз и тд. Электрооборудование делится на силовое и осветительное, поэтому при проектировании внутрицеховых линий различают чертежи силового и осветительного оборудования. Электрическая нагрузка – это величина электрической мощности, протекающей в сети при подключении к ней электроприемника. Различают восемь режимов работы электроприемников, но наиболее распространенными являются продолжительный режим, кратковременный повторно-кратковременный. Электроприемники классифицируются по напряжению, роду тока, назначению, в отношении мер безопасности и надежности электроснабжения. Согласно ТКП, по бесперебойности электроснабжения электроприемники делят на первую, вторую и третью категории, а также выделяют особую группу электроприемнию в I категории. Необходимо обратить внимание на критерии, по которым электроприемники делятся на категории, и на допускаемое ТКП время перерыва электроснабжения. Связь между установленной и номинальной мощностях электроприемника.

Литература: [2] §2.1,2.2.

Тема 2.2 Расчет нагрузок промышленных установок

Понятие о графиках электрических нагрузок. Характеристики электрических нагрузок. Показатели графиков нагрузки. Методы расчёта электрических нагрузок В электроустановках напряжение до 1 кВ (метод упорядоченных диаграмм, методом расчётных коэффициентов, методом коэффициента спроса). Определение расхода электроэнергии.

Методические указания.

За расчетную нагрузку принят получасовой максимум за наиболее загруженную смену. Обратить внимание на такие параметры в расчетах электрических нагрузок как установленная, потребляемая, средняя, максимальная и расчетная мощности электроприемников, коэффициенты расчетной мощности,

УОМТЭК

использования, спроса, одновременности. Нагрузку рассчитывают с точностью ±10%. Одними из наиболее точных методов расчета являются методы построения графика электрических нагрузок, аналитический, эффективного числа токоприемников (метод упорядоченных диаграмм), коэффициента одновременности. К приближенным методикам относят Метод удельного расхода электроэнергии на производство единицы продукции и метод коэффициента спроса являются приближенными и используются для оценочных расчетов.

Практическое занятие №1 Расчёт электрических нагрузок промышленного предприятия

Литература: [2] §2.3, 2.4.

Раздел 3 Внутрицеховые электрические сети напряжением до 1 кВ

Тема 3.1 Схемы цеховых электрических сетей. Основное оборудование

Схемы цеховых электрических сетей. Конструктивное выполнение внутрицеховых электрических сетей.

Методические указания.

Различают питающие и распределительные сети. Существуют следующие виды распределения электрической энергии: магистральная схема, радиальная и смешанная. Обратить внимание на основные факторы, влияющие на построение распределительной сети, знать достоинства и недостатки каждой схемы. Обратить внимание на конструктивное исполнение внутрицеховых сетей, на требования ТКП к прокладке сетей во взрыво- и пожароопасных помещениях, в помещениях с коррозионно-активной средой. Основные типы распределительных шкафов, осветительные и силовых щитов и панелей, классификация аппаратов управления и защиты (коммутационные: предохранители, автоматические выключатели, неавтоматические выключатели рубильники, пакетные выключатели, штепсельные разъемы/ аппараты управления: пускатели, контакторы, контроллеры, командоаппараты, реостаты, реле). Требования к аппаратам управления и защиты и условия их выбора. Основные варианты установки аппаратов управления и защиты.

Литература: [2] §3.1-3.4.

УОМТЭК

3.2 Расчет сетей по потере напряжения

Понятие о потере, падении и об отклонении напряжения в электрических сетях. Определение потери напряжения в трёх фазной линии переменного тока с учётом сопротивлений проводов (активно-индуктивная нагрузка в конце линии). Построение векторной диаграммы для определения потери напряжения.

Методические указания

Сформировать понятие о потере, падении и об отклонении напряжения в электрических сетях. Научиться рассчитывать электрические сети по потере напряжения. Уметь объяснить построение векторной диаграммы.

Практическое занятие №2. Расчёт электрических сетей по потере напряжения

Литература: [2] §3.5.

Раздел 4 Системы электроосвещения

Тема 4.1 Электрические источники света

Классификация и основные параметры электрических источников света. Лампы накаливания, люминесцентные трубчатые лампы низкого давления, лампы ртутные высокого давления, светодиодные лампы.

Методические указания

Научиться классифицировать электрические источники света по способу генерирования и ми излучения и дать понятие об основных параметр ах электрических источников света. Обратить внимание на схемы включения газоразрядных ламп в сеть.

Литература: [3] §3.3-3.6,3.8.

Тема 4.2 Устройство светотехнической части осветительной установки

Схемы питания люминесцентных ламп. Электрические осветительные приборы. Установление нормируемых величин освещённости и качественных показателей освещения. Выбор системы освещения, типа источников света, светильников и мест их размещения. Расчёт мощности осветительной установки,

Методические указания.

УОМТЭК

Познакомиться со схемами питания люминесцентных ламп, с характеристиками и конструктивным исполнением осветительных приборов. Познакомиться с методами расчета освещения: метод коэффициента использования светового потока, метод удельной мощности, точечный метод. Ознакомиться с правилами размещения осветительных установок.

Литература: [3] §3.7, [4] §3.1-3.4.

Тема 4.3 Устройство электротехнической части осветительной установки

Номинальное напряжение осветительной установки. Схемы питания осветительной установки. Требования к вводным устройствам, распределительным пунктам и групповым щиткам. Монтаж открытых и скрытых электропроводок.

Методические указания.

Познакомиться со схемами питания люминесцентных ламп, с характеристиками и конструктивным исполнением осветительных приборов. Познакомиться с методами расчета освещения: метод коэффициента использования светового потока, метод удельной мощности, точечный метод. Ознакомиться с правилами размещения осветительных установок. Конструктивное исполнение осветительных сетей.

Литература: [4] §5.1-5.3, 6.1.

Тема 4.4 Выбор сечения проводов для групповой сети и питающих линий

Условия выбора сечения проводов для осветительной сети. Выбор сечения проводов по условиям нагрева. Выбор сечения проводов осветительной сети по потере напряжения. Выбор сечения проводов по условиям механической прочности. Согласование сечения провода с номинальным током защитных аппаратов.

Методические указания.

Выбор сечения провода осуществляется по трем условиям: по нагреву (определяется расчетный ток линии и сравнивается с предельно допустимым), по потере напряжения (потери напряжения вы проводе не должны превышать

УОМТЭК

допустимых потерь и по механической прочности (для изолированных алюминиевых проводов на скобах и трубах не менее 25 мм). Выбранное сечение провода должно быть согласовано с током срабатывания защиты. При выборе уставок защиты должна выполняться селективность срабатывания защитных аппаратов.

Практическое занятие №3. Выбор сечения проводов для групповой сети и питающих линий.

Литература: [2] §3.6, [4] §6.2-6.3.

Раздел 5 Внутризаводское электроснабжение промышленных установок

Тема 5.1 Электрические сети напряжением свыше 1 кВ

Назначение и особенности электрических сетей внутри заводского электроснабжения напряжением выше 1 кВ. Схемы электрических сетей и подстанций с высшим напряжением 6-220 кВ на промышленных предприятиях.

Методические указания.

Сформировать знания о назначении и особенностях электрических сетей внутризаводского электроснабжения напряжением выше 1 кВ, о канализации электрической энергии. Познакомиться со схемами электрических сетей и подстанции с высшим напряжением 6-220 кВ на промышленных предприятиях. Обратить внимание на электрический расчет токопроводов.

Литература: [2] §4.1 -4.2.

5.2 Трансформаторные подстанции и распределительные пункты

Назначение и классификация подстанций. Схемы и основное электрооборудование главных понизительных подстанций. Подстанции на 6...10/0,4...0,66 кВ. Распределительные устройства. Электрические измерения, контроль, управление и сигнализация на подстанциях. Выбор числа и мощности трансформаторов.

Методические указания

Познакомиться с конструктивным выполнением трансформаторных подстанций и распределительных пунктов, с основным оборудованием подстанций промышленных предприятий. Научиться выбирать число и мощность

ХОМТЭК

трансформаторов на подстанции

Литература: [2] §4.3-4.6.

Раздел 6 Компенсация реактивной мощности

Потребители реактивной мощности и меры по её уменьшению. Средства компенсации реактивной мощности. Выбор компенсирующих устройств. Размещение компенсирующих устройств в электрических сетях и управление ими.

Методические указания.

Сформировать знания о потребителях реактивной мощности, о средствах компенсации реактивной мощности. Научить выбирать компенсирующие устройства и размещать их в электрических сетях.

Практическое занятие №4. Расчёт мощности компенсирующего устройства.

Литература: [2] §5.1-5.5.

Раздел 7 Качество электроэнергии в системах электроснабжения промышленных предприятий

Качество электрической энергии. Параметры, характеризующие электрической энергии. Экономия и тарификация электроэнергии.

Методические указания.

Сформировать понятие о качестве электрической энергии и параметрах, характеризующие качество электрической энергии. Средства и способы регулирования напряжения в сетях промышленных предприятий.

Литература: [2] §6.1-6.3.

УОМТЭК

3. Общие требования по оформлению домашней контрольной работы

В соответствии с требованиями ГОСТ 2.105-95 «ЕСКД. Требования к оформлению текстовых документов» оформление домашней контрольной работы должно осуществляться по следующим правилам: все части пояснительной записки следует излагать только на одном из государственных языков - белорусском или русском.

На лицевой части работы помещается наклейка установленного образца. В наклейке обязательно заполняются все графы, фамилия имя отчество пишется полностью.

Вопросы и задачи контрольной работы переписываются по порядку, без сокращений. На каждый переписанный вопрос сразу же дается ответ. После каждого ответа на вопрос выделяется свободное пространство, а в конце работы 1,2 страницы для рецензии.

При оформлении задач:

1. Изображается принципиальная схема

2. Изображается расчетная схема, на которую наносятся буквенные обозначения всех элементов, а также направления и буквенные обозначения мощностей на всех участках

3. После этого следует расчет. При проведении расчетов сначала нужно привести расчетную формулу и пояснить все входящие в нее величины. Далее следует подставить в формулу числовые значения и записать окончательный результат с указанием единицы измерения. Все промежуточные вычисления должны быть опущены.

Домашняя контрольная работа может быть выполнена рукописно в отдельной тетради «в клеточку» с пронумерованными страницами и отведенными полями шириной 30 мм. Возможно выполнение работы на компьютере и отпечатанный текст на белой бумаге формата А4 с одной стороны листа. Оформление работы должно быть единообразным, с соблюдением следующих типографических требований:

ХОМГЭК

- поля: левое – 30 мм, правое – 15 мм, верхнее – 20 мм, нижнее – 20 мм;
- шрифт текста размером 14 пт., гарнитурой TimesNewRoman;
- шрифт заголовков (все прописные), подзаголовков 16 пт., гарнитурой TimesNewRoman;
- межстрочный интервал – полуторный;
- отступ красной строки – 1,25;
- номера разделов, подразделов, пунктов и подпунктов следует выделять полужирным шрифтом;
- разрешается использовать компьютерные возможности акцентирования внимания на определённых терминах, формулах, теоремах, применяя шрифты разной гарнитуры;
- выравнивание текста – по ширине, перенос слов не допускается.

При делении вопроса на пункты и подпункты необходимо, чтобы каждый пункт содержал законченную информацию.

Вопросы должны иметь порядковые номера в пределах всего документа, обозначенные арабскими цифрами без точки. Наименование вопросов следует располагать по центру строки без точки в конце, прописными буквами жирным начертанием, отделяя от текста одной пустой строкой.

После получения прорецензированной работы учащийся должен исправить в ней все ошибки и недочеты. И повторно сдать домашнюю контрольную работу на заочное отделение.

УОМГЭК

4. Методические рекомендации для выполнения задач домашней контрольной работы

Задача № 1

Расчет нагрузки следует провести с помощью коэффициента расчетной нагрузки. Расчет электрических нагрузок ЭП напряжения до 1 кВ производится для каждого узла питания (распределительного пункта, шкафа, сборки, распределительного шинопровода).

Начертить таблицу с исходными данными для своего варианта.

При этом:

- все ЭП группируются по характерным категориям с одинаковым $К_и$ и $\operatorname{tg}\varphi$
- для электродвигателей с повторно-кратковременным их номинальная мощность приводится к длительному режиму (ПВ = 100%)
- при наличии в справочных материалах интервальных значений $К_и$ следует для расчета принимать наибольшее значение.

Таблица 1 – Номинальные параметры станков

Номер станка	Количество и мощность ЭД на одном станке, кВт	Номинальный ток ЭД $I_н$, А	$К = I_п/I_н$	Коэффициент использования $К_и$	$\cos\varphi$ / $\operatorname{tg}\varphi$
1;2;3	15 4 0,55	29,3 8,6 1,7	7 6 4,5	0,14	0,5/1,73
4;5;6;7;8	11 5,5 0,75	22 11,5 2,17	7,5 7 4,5	0,6	0,7/1,02
9;10;11;12	18,5 7,5 1,5	35,7 15,6 3,57	7 7,5 5	0,25	0,6/1,33
13;14;15;16;17	7,5 1,1	15,6 2,76	7,5 5	0,16	0,6/1,33
18;19;20	22	41,3	7	0,8	0,8/0,75
21;22;23;24	15 3,0 0,37	29,3 6,7 1,2	7 6 4	0,14	0,5/1,73
25;26;27	30	56	6,5	0,5	0,7/1,02
28;29;30	11 2,2	22 5	7,5 6	0,6	0,8/0,75
31;32;33;34;35	32 кВА	73	-	0,6	0,9/0,48

Далее определяется групповой коэффициент использования для данного узла питания:

$$K_{\text{иср}} = \frac{\sum K_{\text{и}} \cdot P_{\text{н}}}{\sum P_{\text{н}}}$$

Эффективное число электроприемников определяется по формуле:

$$n_{\text{э}} = \frac{(\sum P_{\text{н}})^2}{\sum P_{\text{н}}^{\ 2}}$$

В зависимости от коэффициента использования и эффективного числа электроприемников по таблице 2 определяется коэффициент расчётной нагрузки $K_{\text{р}}$.

Таблица 2 - Значения коэффициентов расчетной нагрузки $K_{\text{р}}$ для питающих сетей напряжением до 1000 В

$n_{\text{э}}$	Коэффициент использования $K_{\text{и}}$								
	0,1	0,15	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
1	8,00	5,33	4,00	2,67	2,00	1,60	1,33	1,14	1,0
2	6,22	4,33	3,39	2,45	1,98	1,60	1,33	1,14	1,0
3	4,05	2,89	2,31	1,74	1,45	1,34	1,22	1,14	1,0
4	3,24	2,35	1,91	1,47	1,25	1,21	1,12	1,06	1,0
5	2,84	2,09	1,72	1,35	1,16	1,16	1,08	1,03	1,0
6	2,64	1,96	1,62	1,28	1,11	1,13	1,06	1,01	1,0
7	2,49	1,86	1,54	1,23	1,12	1,10	1,04	1,0	1,0
8	2,37	1,78	1,48	1,19	1,10	1,08	1,02	1,0	1,0
9	2,27	1,71	1,43	1,16	1,09	1,07	1,01	1,0	1,0
10	2,18	1,65	1,39	1,13	1,07	1,05	1,0	1,0	1,0
11	2,11	1,61	1,35	1,1	1,06	1,04	1,0	1,0	1,0
12	2,04	1,56	1,32	1,08	1,05	1,03	1,0	1,0	1,0
13	1,99	1,52	1,29	1,06	1,04	1,01	1,0	1,0	1,0
14	1,94	1,49	1,27	1,05	1,02	1,0	1,0	1,0	1,0
15	1,89	1,46	1,25	1,03	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
16	1,85	1,43	1,23	1,02	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
17	1,81	1,41	1,21	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

Расчетные активная, реактивная и полная мощности определяются по формулам:

$$P_{\text{р}} = K_{\text{р}} \cdot \sum K_{\text{и}} \cdot P_{\text{н}}$$

$$Q_{\text{р}} = 1{,}1 \cdot \sum K_{\text{и}} \cdot P_{\text{н}} \cdot \text{tg}\,\varphi \qquad \text{при } n_{\text{э}} \leq 10$$

$$Q_{\text{р}} = \sum K_{\text{и}} \cdot P_{\text{н}} \cdot \text{tg}\,\varphi \qquad \text{при } n_{\text{э}} > 10$$

$$S_{\text{р}} = \sqrt{{P_{\text{р}}}^2 + {Q_{\text{р}}}^2}$$

При необходимости к расчетной активной и реактивной мощности ЭП до 1 кВ добавляются осветительные активная и реактивная нагрузки.

Расчетный ток линии определяется по формуле:

$$I_{\text{р}} = \frac{S_{\text{р}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{н}}}$$

Задача № 2

Вычертить схему подключения к ПР станка.

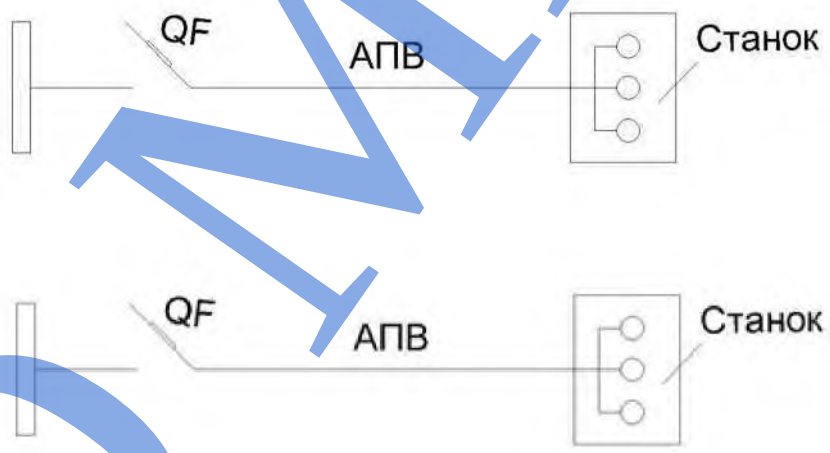

Рисунок 1 – Пример схемы подключения к ПР станка

Расчетный ток $I_{\text{расч}}$ определяется в зависимости от числа ЭД на станке:

а) $I_{\text{расч}} = \sum I_{\text{н}i}$

б) пиковый (кратковременный максимальный) ток $I_{\text{пик}}$ определяется для:

- станка с одним ЭД $I_{\text{пик}} = I_{\text{н}} \cdot K$, где K – кратность пускового тока.

УО МГЭК

- станка с несколькими ЭД электроприемников $I_{пик} = I_{пуск.м} + \sum I_р$, где $I_{пуск.м}$ – пусковой ток самого мощного электродвигателя, А; $\sum I_р$ – сумма номинальных токов остальных электродвигателей.

Сечение проводов выбирается по нагреву:

$$I_{д.д.} \geq I_{расч}$$

Таблица 3 – Длительно допустимый ток для проводов и кабелей с резиновой или пластмассовой изоляцией и алюминиевыми жилами, А

Сечение токопроводящей жилы, мм^2	Провода			Кабели	
	Открытая проводка	Два провода в трубе	Три провода в трубе	В воздухе	В земле
2,5	24	20	19	19	29
4	32	28	28	27	38
6	39	36	32	32	46
10	55	50	47	42	70
16	80	60	60	60	90
25	105	85	80	75	115
35	130	100	95	90	140
50	165	140	130	110	175
70	210	175	165	140	210
95	255	215	200	170	255
120	295	230	220	200	295

Выбор автоматов, установленных в распределительных пунктах, производится по условиям:

а) Номинальное напряжение должно соответствовать напряжению сети:

$$U_{н.авт} \geq U_с$$

б) Номинальный ток автомата должен соответствовать длительному току, току защищаемого электроприемника или линии:

$$I_{н.авт} \geq I_{дл.}$$

в) Номинальный ток расцепителя автомата должен соответствовать длительному току защищаемого электроприемника или линии:

$$I_{н.расц.} \geq (1{,}1 - 1{,}3) I_{дл.}$$

г) Далее требуется проверить выбранные расцепители автоматов на правильность срабатывания. Ток срабатывания отсечки комбинированного расцепителя проверяется по максимально кратковременному току линии:

$$I_{\text{ср.расц.}} \geq 1{,}25 I_{\text{пуск.}}$$

Таблица 4 – Технические данные автоматических выключателей

Тип	Номинальный ток, А		Кратность отсечки при токе	
	выключателя	расцепителя	переменном	постоянном
ВА51Г-25	25	0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,8; 1; 1,25; 1,6; 2; 2,5; 3,15; 4; 5;	-	-
ВА51-25		6,3; 8; 10; 12,5; 16; 20; 25	7; 10	7
ВА51-31-1	100	6,3; 8; 10; 12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100	3; 7;10	3; 7
ВА51-31		6,3; 8; 10; 12,5		
ВА51Г-31		16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100		
ВА51-33	160	80; 100;125; 160	10	6
ВА51Г-33				
ВА51-35	250	80; 100; 125; 160; 200; 250	12	10; 8 ; 6

Выбор предохранителей, установленных в распределительном пункте, производится по условиям:

а) $U_{\text{ном.пр}} \geq U_{\text{с}}$

б) $I_{\text{ном.пр}} \geq I_{\text{р.макс}}$

в) $I_{\text{ном.вст}} \geq I_{\text{пуск.}}/\alpha$

где $U_{\text{ном.пр}}$ – номинальное напряжение, В;

$I_{\text{ном.пр}}$ – номинальный ток предохранителя, А;

$I_{\text{ном.вст}}$ – номинальный ток плавкой вставки, А;

α - коэффициент перегрузки, учитывающий превышение тока двигателя сверхноминального значения в режиме пуска.

Таблица 5 – Технические данные предохранителей

Тип	Номинальное напряжение, В	Номинальный ток, А	
		предохранителя	плавкой вставки
НПН2-63	500	63	6; 10; 16; 25; 31; 40; 63
ПН2-100	380	100	31,5; 40; 50; 63; 80; 100
ПН2-250	380	250	80; 100; 125; 200;250
ПН2-400	380	400	200; 250; 315; 355; 400

Проверка защищенности проводников автоматами, имеющими комбинированный расцепитель без возможности регулирования уставок, и плавкими

вставками предохранителей:

$$I_{дд} \geq I_з K_з$$

где $I_{дд}$ – длительно допустимый ток провода, А;

$I_з$ – параметр защитного устройства (ток срабатывания, номинальный ток);

$K_з$ – коэффициент кратности, характеризующий отношение между допустимым током проводника и током защиты аппарата.

Таблица 6 – Значения коэффициентов защиты

Ток и тип защитного аппарата	Для сетей, где есть защита от перегрузок			Для сетей, не требующих защиты от перегрузок
	Проводники с резиновой и аналогичной по тепловым характеристикам изоляцией		Кабели с бумажной изоляцией	
	взрыво- и пожароопасные помещения	невзрыво- и непожароопасные помещения		
Номинальный ток расцепителя автоматического выключателя с нерегулируемой обратнозависимой от тока характеристикой (независимо от наличия или отсутствия отсечки)	1	1	1	1
Номинальный ток расцепителя автоматического выключателя с регулируемой обратнозависимой от тока характеристикой (при наличии на автоматическом выключателе отсечки ее кратность не регламентируется)	1	1	0,8	0,66
Ток срабатывания автоматического выключателя, имеющего только максимальный мгновенноедействующий расцепитель	1,25	1	1	0,22
Номинальный ток плавкой вставки предохранителя	1,25	1	1	0,33

Расчет потери напряжения производится по формуле:

$$\Delta U\% = \frac{100 \cdot \sqrt{3} \cdot I_р \cdot l \cdot (r_0 \cdot \sin\varphi + x_0 \cdot \cos\varphi)}{U_н}$$

где $I_р$ – расчетный ток в линии, А;

l – длина линии, км;

r_0 и x_0 - удельное активное и индуктивное сопротивление линии, Ом/км.

УОМГЭУ

Таблица 7 – Удельные активное и индуктивное сопротивления алюминиевых проводников

Сечение токопроводящей жилы, мм^2	Активное сопротивление при t=50°С, Ом/км	Индуктивное сопротивление Ом/км	
		для ВЛ при расстоянии между проводниками 15 см	для проводников, проложенных в трубах и кабелей
2,5	13,39	0,335	0,098
4	8,35	0,332	0,095
6	5,56	0,323	0,09
10	3,33	0,308	0,073
16	2,08	0,286	0,067
25	1,335	0,272	0,066
35	0,952	0,262	0,064
50	0,668	0,25	0,062
70	0,477	0,24	0,01
95	0,352	0,228	0,06
120	0,278	0,223	0,06
150	0,222	0,214	0,059

УО МГЭУ

5. Задания для домашних контрольных работ

К выполнению заданий следует приступать после изучения соответствующих разделов учебной дисциплины. Каждое контрольное задание состоит из вопросов и задач.

Номер выполняемого варианта выбирается для каждого учащегося в зависимости от двух последних цифр присвоенного ему шифра. Если две последние цифры номера шифра более 30, необходимо из номера шифра вычесть 30. Работы, не соответствующие своему шифру, не рассматриваются.

В контрольной работе необходимо ответить на четыре вопроса и решить две задачи.

Отвечать на вопросы следует кратко, ясно, с использованием необходимых формул и схем. При решении задач необходимо объяснять все принимаемые коэффициенты, величины со ссылкой на справочную литературу. Задачи решать последовательно и полностью. Формулы, по которым ведутся вычисления, следует сначала записывать в общем виде. При необходимости представьте необходимые иллюстрации (рисунки, схемы) для наглядного представления. Схемы и рисунки следует выполнять карандашом (если пояснительная записка выполняется рукописным способом) или на компьютере с помощью графических редакторов.

Вопросы к выполнению домашней контрольной работы

1. Понятие об энергосистеме. Принципиальная схема энегосистемы. Основные части энергосистемы: электростанции, межсистемные связи, подстанции, районные электрические сети, местные распределительные сети; их роль в электроснабжении потребителей. Общие сведения об электроснабжении.
2. Типы электрических станций, принцип их действия и режимы работы.
3. Нетрадиционные типы электростанций.
4. Влияние электрических станций на окружающую среду и меры по её

УОМГЭК

защите при эксплуатации электрических станций.

5. Силовые трансформаторы, их назначение, типы, особенности конструкции и систем охлаждения.

6. Потребители электроэнергии силовые и осветительные. Характеристика и режимы их работы.

7. Классификация электроприёмников по роду тока и напряжения, по мощности и частоте. Номинальные напряжения электроустановок до 1 кВ.

8. Понятие об установленной и номинальной мощности.

9. Классификация приёмников электроэнергии по надёжности электроснабжения.

10. Понятие о графиках электрических нагрузок. Характеристики электрических нагрузок.

11. Показатели графиков нагрузки.

12. Методы расчёта электрических нагрузок в электроустановках напряжение до 1 КВ.

13. Определение расхода электроэнергии.

14. Схемы цеховых электрических внутрицеховых электрических сетей. Конструктивное выполнение внутрицеховых электрических сетей

15. Понятие о потере, падении и об отклонении напряжения в электрических сетях. Определение потери напряжения в трёхфазной линии переменного тока с учетом сопротивлений проводов (активно-индуктивная нагрузка в конце линии). Построение векторной диаграммы для определения потери напряжения.

16. Классификация и основные параметры электрических источников света. Лампы накаливания, люминесцентные трубчатые лампы низкого давления, лампы ртутные высокого давления, светодиодные лампы.

17. Схемы питания люминесцентных ламп. Электрические осветительные приборы.

18. Установление нормируемых величин освещённости и качественных показателей освещения. Выбор системы освещения, типа источников света,

УОМТЭК

светильников и мест их размещения.

19. Расчёт мощности осветительной установки.

20. Номинальное напряжение осветительной установки. Схемы питания осветительной установки

21. Монтаж открытых и скрытых электропроводок.

22. Выбор сечения проводов по условиям нагрева.

23. Выбор сечения проводов осветительной сети по потере напряжения. Выбор сечения проводов по условиям механической прочности.

24. Согласование сечения провода с номинальным током защитных аппаратов.

25. Назначение и особенности электрических сетей внутризаводского электроснабжения напряжением выше 1 кВ.

26. Схемы электрических сетей и подстанций с высшим напряжением 6-220 кВ на промышленных предприятиях.

27. Назначение и классификация подстанций.

28. Схемы и основное электрооборудование главных понизительных подстанций. Подстанции на 6... 10/0,4 0,66 кВ. Распределительные устройства.

29. Электрические измерения, контроль, управление и сигнализация на подстанциях.

30. Выбор числа и мощности трансформаторов.

31. Потребители реактивной мощности и меры по её уменьшению. Средства компенсации реактивной мощности.

32. Выбор компенсирующих устройств. Размещение компенсирующих устройств в электрических сетях и управление ими.

33. Качество электрической энергии. Параметры, характеризующие качество электрической энергии.

34. Экономия и тарификация электроэнергии.

УОМТЭК

Таблица 8 – Номера вопросов согласно варианту

Вариант	Номер вопросов	Вариант	Номер вопросов	Вариант	Номер вопросов
1	13, 26, 11, 33	11	34, 28, 5, 11	21	24, 18, 26, 32
2	19, 13, 29, 17	12	24, 10, 22, 17	22	11, 32, 17, 25
3	5, 30, 16, 22	13	13, 7, 34, 23	23	26, 18, 32, 26
4	13, 1, 10, 8	14	18, 20, 13, 3	24	7, 13, 27, 12
5	8, 29, 2, 25	15	29, 5, 11, 28	25	23, 11, 26, 34
6	5, 20, 22, 4	16	31, 22, 20, 15	26	19, 26, 16, 12
7	29, 33, 34, 21	17	23, 16, 32, 11	27	17, 7, 34, 18
8	10, 26, 13, 1	18	21, 28, 5, 32	28	5, 22, 25, 27
9	18, 8, 11, 21	19	19, 2, 32, 14	29	8, 32, 27, 30
10	23, 30, 4, 16	20	7, 26, 3, 27	30	26, 10, 5, 13

Задача № 1

Определить расчетные нагрузки P_p, Q_p, S_p, I_p распределительного пункта, к которому подключено следующее оборудование (см. таблицу 1). Номера станков, подключенных к распределительному пункту, указаны в таблице 9.

Таблица 9 – Номера станков согласно варианту

Вариант	Номер станков	Вариант	Номер станков
1	31,19,4,11,32,20,28,32,8,31,6,14	16	6,14,24,34,15,31,10,23,10,16,26,13
2	11,27,22,6,7,20,16,14,26,4,20,11	17	28,6,6,30,16,34,28,28,6,26,18,4
3	12,12,9,33,33,6,14,19,32,28,29,5	18	7,11,29,9,24,31,4,8,19,31,21,5
4	31,16,19,11,21,33,27,28,26,19,31,7	19	31,31,17,16,5,29,32,14,15,25,19,3
5	5,27,13,15,29,7,33,4,5,27,18,4	20	9,17,33,2,26,3,6,4,3,5,24,22
6	3,24,25,4,13,4,29,13,2,4,22,3	21	26,26,16,25,26,1,32,3,5,3,28,29
7	5,4,20,6,18,33,20,8,19,18,34,13	22	13,32,25,2,31,26,13,31,28,3,14,27
8	30,20,23,30,24,12,29,15,18,11,24,28	23	11,25,17,11,22,15,23,3,12,1,32,8
9	8,19,2,10,32,9,22,26,5,16,24,20	24	32,11,28,31,21,13,27,14,20,13,10,3
10	26,14,5,20,8,22,12,4,17,22,2,21	25	19,10,24,33,18,32,10,30,18,13,29,10
11	29,18,6,21,23,4,28,23,26,15,10,3	26	13,11,29,17,2,19,28,18,24,10,9,14
12	34,29,13,22,32,28,12,12,28,9,31,24	27	31,6,8,31,7,6,5,21,19,18,33,30
13	19,24,5,2,2,20,4,1,18,29,21,31	28	13,14,14,34,5,33,34,22,20,13,6,3
14	11,34,5,24,15,18,18,1,29,15,23,23	29	9,28,11,5,23,5,16,20,12,20,24,24
15	18,24,23,13,19,29,5,9,18,8,12,21	30	7,31,27,18,6,6,21,34,14,4,24,12

Задача № 2

Для ответвления от распределительного пункта к металлорежущему станку (исходные данные – таблица 10, количество, мощности и номинальные токи электрических двигателей станка см. таблица 1):

1) определить расчетный $I_{\text{расч}}$ и пиковый $I_{\text{пик}}$ ток станка;
2) выбрать сечение и способ прокладки проводов АПВ;
3) в распределительном пункте выбрать:
   а) автомат (см. таблицу 4);
   б) предохранитель (см. таблицу 5);
4) проверить защищенность провода автоматом и предохранителем;
5) рассчитать потерю напряжения на участке ПР-станок приняв l=10 м; $\cos\varphi = 0{,}8$.

Таблица 10 – исходные данные для задачи №2

Вариант	Номер станка	α	Вариант	Номер станка	α	Вариант	Номер станка	α
1	22	1,6	1	22	2	21	22	2,5
2	26	2,5	12	26	2	22	26	1,6
3	30	2	13	30	1,6	23	30	2,5
4	34	2,5	14	34	1,6	24	34	2
5	11	2,5	15	11	2	25	11	1,6
6	1	1,6	16	1	2	26	1	2,5
7	6	2,5	17	6	2	27	6	1,6
8	10	2	18	10	1,6	28	10	2,5
9	15	1,6	19	15	2,5	29	15	2
10	19	2,5	20	19	2	30	19	1,6

УО МГЭК

6. Оценка результатов учебной деятельности при выполнении домашней контрольной работы

По результатам выполненной домашней контрольной работы выставляется отметка «зачтено». Отметка «не зачтено» выставляется, если в контрольной работе не раскрыты теоретические вопросы, задания, или ответы на них полностью переписаны из учебной литературы, без адаптации к конкретному заданию, если имеются грубые ошибки в решении задач, выполнении графического задания.

Результат выполнения домашней контрольной работы	Оценка результатов учебной деятельности
Работа выполнена не в полном объеме или не соответствует заданию и т.д. Допущены существенные ошибки, такие как не раскрыты теоретические вопросы (основные понятия, формулировки, отсутствует описание или объяснение схемы электрической сети и т. д.), если имеются грубые ошибки в решении задач (неверно или неполно произведен расчет. Имеются ошибки в расчетных зависимостях. Неверно указано значение из справочной литературы).	Не зачтено
Работа выполнена в полном объеме и соответствует заданию и т.д. Допущены несущественные ошибки, не искажающие сути вопроса, такие как нарушена логическая последовательность изложения ответа и (или) если ответы даны на все вопросы задания и в каждом ответе изложено не менее 75% материала от необходимого по данному вопросу.	Зачтено

УОМИЭК

7. Литература

Основная

Конюхова, В. Б. Электроснабжение объектов / В. Б. Конюхова – Москва : Академия, 2004. – 320 с. – ISBN 5-7695-1467-1.

Прима, В. М. Электоснабжение промышленных предприятий: учебно-методическое пособие к практическим занятиям / В. М. Прима – Минск : БНТУ, 2004 – 78 с. – ISBN 985-479-097-5.

Ус, А. Г. Электроснабжение промышленных предприятий и гражданских зданий / А. Г. Ус. – Москва : НПООО «ПИОН», 2002. – 352 с. – ISBN 57846-1654-2.

Дополнительная

Ермилов, А. А. Основы электроснабжения промышленных предприятий / А. А. Ермилов. – Москва : Энергоатомиздат, 2003 – 315 с. – ISBN 5-4812-3468-1.

Идельчик, В. И. Электрические системы и сети / В. И. Идельчик – Москва : Энергоатомиздат, 2001 – 544 с. – ISBN 5-6823-2654-1.

Князевский, Б. А. Электроснабжение промышленных предприятий / Б. А. Князевский, Б. Ю. Липкин. – Москва : Высшая школа, 1996 – 234 с. – ISBN 5-5498-1236-1.

Козловская, В. Б. Электрическое освещение / В. Б. Козловская. – Москва : Техноперспектива, 2008 – 286 с. – ISBN 5-4785-1789-2.

Неклепаев, Б. Н. Электрическая часть электростанций и подстанций / Б. Н. Неклепаев, И. П. Крючков. – Москва : Энергоатомиздат, 1989 – 821 с. – ISBN 5-2197-1467-1.

УОМГЭК