Унифицированная форма

№ СМК.11.ДП.ОР.237.002-16

от12.04.2016г.№ 26-п

**ЧАСТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ**

**«ГАЗПРОМ ТЕХНИКУМ НОВЫЙ УРЕНГОЙ»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ И КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ**

**ДЛЯ СТУДЕНТОВ**

**ОТДЕЛЕНИЯ ЗАОЧНОЙ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ**

**К ВЫПОЛНЕНИЮ ДОМАШНЕЙ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ**

по МДК 02.02 Внутреннее электроснабжение промышленных и гражданских зданий

ПМ.02 «Организация и выполнение работ по монтажу и наладке электрооборудования промышленных и гражданских зданий»

программы подготовки специалистов среднего звена

*08.02.09Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования*

*промышленных и гражданских зданий*

Новый Уренгой 2017

 Методические указания и контрольные задания для студентов отделения заочной формы обучения к выполнению домашней контрольной работы разработаны в соответствии с рабочей программой профессионального модуля *ПМ.02 «Организация и выполнение работ по монтажу и наладке электрооборудования промышленных и гражданских зданий*» на основе ФГОС СПО по специальности ***08.02.09*** «*Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования промышленных и гражданских зданий* » и содержат требования по подготовке, выполнению и оформлению домашней контрольной работы.

 Методические указания по выполнению и оформлению домашней контрольной работы адресованы студентам заочной формы обучения.

Разработчик:

Елена Георгиевна Константинова, преподаватель высшей категории.

Людмила Викторовна Байол, преподаватель

Данные методические указания

являются собственностью

© ЧПОУ «Газпром техникум Новый Уренгой»

Рассмотрены на заседании кафедры

электротехнических дисциплин

и рекомендованы к применению

Протокол №\_\_ от «\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2017 г.

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Е.Г. Константинова

Зарегистрированы в реестре банка программной,

оценочной и учебно-методической

документации

Регистрационный номер \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**Содержание**

[1 Пояснительная записка 4](#_Toc484698867)

[Критерии оценки 6](#_Toc484698868)

[2 Тематический план 7](#_Toc484698869)

[3 Содержание и методические указания 8](#_Toc484698870)

[4 Перечень практических и лабораторных работ 13](#_Toc484698871)

[5 Список использованных источников 14](#_Toc484698872)

[6 Методические указания к выполнению контрольной работы 15](#_Toc484698873)

[Задание на контрольную работу 23](#_Toc484698874)

[Приложение А 36](#_Toc484698875)

# **1 Пояснительная записка**

**Уважаемый студент!**

Методические указания по МДК02.02 «*Внутреннее электроснабжение промышленных и гражданских зданий*» созданы Вам в помощь, для работы над домашней контрольной работой.

Приступая к выполнению контрольной работы, Вы должны внимательно ознакомиться с краткими теоретическими положениями и учебно-методическими материалами по теме контрольной работы, ответить на вопросы для закрепления теоретического материала.

Домашнюю контрольную работу Вы должны выполнять по приведенному алгоритму, приведённому в методическом указании.

Наличие зачёта по домашней контрольной и по практическим работам необходим для получения зачета по МДК и допуска к экзамену.

Выполнение домашней контрольной работы направлено на достижение следующих целей:

- обобщение, систематизация, углубление, закрепление полученных теоретических знаний;

- формирование умений, получение первоначального практического опыта по выполнению профессиональных задач в соответствии с требованиями к результатам освоения МДК02.02 «Внутреннее электроснабжение промышленных и гражданских зданий»;

- совершенствование умений применять полученные знания на практике, реализация единства интеллектуальной и практической деятельности;

- выработка при решении поставленных задач таких профессионально значимых качеств, как творческая инициатива, самостоятельность, ответственность, способность работать в команде и брать на себя ответственность за работу всех членов команды, способность к саморазвитию и самореализации, которые соответствуют общим компетенциям.

Образовательные результаты, подлежащие проверке в ходе выполнения домашней контрольной работы - в ходе освоения МДК02.02 «*Внутреннее электроснабжение промышленных и гражданских зданий*» и выполнения практических работ у студента формируются *результаты обучения:*

* - умения:

| Код | Наименование результата обучения |
| --- | --- |
| У 1 | составлять отдельные разделы проекта производства работ |
| У6 | выполнять работы по проверке и настройке электрооборудования |
| У 7 | выполнять расчет электрических нагрузок |
| У 8 | осуществлять выбор электрооборудования на разных уровнях напряжения; |

* - знания:

| Код | Наименование результата обучения |
| --- | --- |
| Зн. 3 | номенклатуру наиболее распространенного электрооборудования, кабельной продукции и электромонтажных изделий |
| Зн. 5 | методы организации проверки и настройки электрооборудования |
| Зн. 8 | основные методы расчета и условия выбора электрооборудования |

* формируемые профессиональные компетенции:

|  |  |
| --- | --- |
| Код | Наименование результата обучения |
| ПК 2.4 | Участвовать в проектировании силового и осветительного электрооборудования. |

* -формируемые общие компетенции:

| Код | Наименование результата обучения |
| --- | --- |
| ОК 1 | Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес. |
| ОК 2 | Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество. |
| ОК 4 | Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.  |

При возникновении вопросов при выполнении домашней контрольной работы необходимо обращаться к преподавателю.

# **Критерии оценки**

|  |  |
| --- | --- |
| Оценка | Критерии |
| «Отлично» | 1. Правильно и подробно выполнен расчёт (мощностей, сопротивлений, токов короткого замыкания, экономических показателей.)2 Правильно определены параметры и по справочной литературе, выбрано электрооборудование, 3 Расшифрованы марки выбранного электрооборудования;4 Графическая часть практических работ выполнена по ГОСТ с указанием электрооборудования;5 Вывод составлен с ссылками на Правила устройства электроустановок. |
| «Хорошо» | 1 При расчёте не расписаны формулы;2 Не проставлены единицы измерения; 3 Допущены одна ошибка при расчётах. |
| «Удовлетворительно» | 1. Задания выполняются правильно не более, чем наполовину, однако объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы по основным, принципиально важным заданиям. 2. Задание выполнено частично с помощью преподавателя. 3 Были допущены ошибки при расчётах или в формулировании выводов. |
| «Неудовлетворительно» | 1 Вычисления производились неправильно.2При выполнении заданий обнаружены все недостатки, отмеченные в требованиях к оценке «Удовлетворительно». |

## 2 Тематический план

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование разделов и тем | Кол-во ауд.часов при очной форме обучения |
| всего | Практич. и лаб.занятий |
| Введение |  |  |
| **Тема 1** Основные понятия о системах электроснабжения | 14 | 4 |
| **Тема 2** Внутрицеховое электроснабжение | 52 | 32 |
| **Тема 3** Электроснабжение гражданских зданий **Тема 4** Релейная защита и автоматизация систем электроснабжения **Тема 5** Курсовое проектирование | 10830 | 44 |
| Всего | 114 | 44 |

## 3 Содержание и методические указания

**Введение [1, 4]**

Цели и задачи раздела «**Проектирование внутреннего электроснабжения промышленных и гражданских здания**» и связь с профессиональной деятельностью. Роль и значение энергетики в экономике страны.

**Вопросы для самопроверки:**

1 Назначение трансформаторной подстанции.

2 Назначение электротеплоэнергетики?

3 Перечислить электрооборудование трансформаторной подстанции

4 Перечислить электроприёмники жилищно-бытового комплекса.

5 Перечислить электрооборудование технологических цехов

**Тема 1 Основные понятия о системах электроснабжения [1, 4 ]**

Определение основных элементов системы электроснабжения. Шкала номинальных напряжений. Определение основных элементов энергетической системы: электрическая сеть, электрические подстанции, приемники электрической энергии, условные обозначения в системах электроснабжения.

 Режимы работы нейтрали электрической сети. Область применения согласно требованиям ПУЭ. Схемы соединения обмоток трансформаторов. Режимы работы нейтрали трансформаторов и особенности сетей с глухо-заземленной и изолированной нейтралями. Принцип выбора режима работы нейтрали различных напряжений.

Общие сведения об электрооборудовании промышленных и гражданских зданий.Основные потребители электроэнергии. Классификация электроприемников; характеристика и режимы их работы. Понятие номинальной и установленной мощности. Приведение мощности электроприемников работающих в повторно-кратковременном режиме к мощности длительного режима работы.

 Графики электрических нагрузок. Назначение и виды графиков нагрузки: индивидуальные, суточные, годовые. Основные величины и коэффициенты, характеризующие работу электроприемников и их определение при помощи графиков электрических нагрузок.

Понятие о надежности электроснабжения и качестве электроэнергии. Категории электроприёмнников и обеспечение надёжности электроснабжения. Основные принципы электроснабжения электроприемников различных категорий. Основные и дополнительные показатели качества электроэнергии. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. Отклонение частоты и причины его возникновения. Отклонение, колебание, несинусоидальность, несимметрия и провалы напряжения. Импульсное напряжение. Временное перенапряжение.

 Схемы внутреннего электроснабжения. Общие требования при проектировании. Основные сведения о распределении электроэнергии. Понятие внутреннего электроснабжения и схем внутреннего электроснабжения. Общие требования ПУЭ при проектировании систем электроснабжения.Требования СП 31-110-2003 «Проектирование и монтаж электроустановок жилых и общественных зданий» предъявляемые к схемам и электрооборудованию гражданских зданий. ПУЭ 4.1. Распределительные устройства в сетях до 1кВ: силовые пункты, шинопроводы, вводно-распределительные устройства.

**Вопросы для самопроверки:**

1. Перечислить основные задачи СЭС.
2. Перечислить основные элементы энергетической системы.
3. Дать характеристику 1, 2, 3 категориям по надёжности электроснабжения потребителей.
4. Перечислить показатели качества электроэнергии.
5. Причины возникновения отклонения и колебания частоты.
6. Причины возникновения отклонения и колебания напряжения.
7. Что такое доза фликера?
8. Как влияет качество электроэнергии на работу электроприемников?
9. Перечислить режимы работы нейтрали электрической цепи.
10. Какой режим нейтрали, согласно ПУЭ может работать при коротком замыкании более 2 часов?
11. Как определить потребляемую мощность электроприёмников по графику электрической нагрузки?
12. Перечислить условия выбора сечения кабельной линии.

13 Устройство, распределительных пунктов напряжением до 1 кВ

**Тема 2 Внутрицеховое электроснабжение[1,3,4]**

Устройство и конструктивное выполнение сетей до 1 кВ. Виды электрических сетей: питающие и распределительные. Основные понятия об электропроводках. Конструктивное выполнение электрических проводок: открытой, скрытой, выполненной проводами и кабелями.

Схемы электроснабжения: радиальные, магистральные, смешанные. Их достоинства и недостатки. Распределительные устройства в сетях до 1 кВ: силовые пункты, шинопроводы, вводно-распределительные устройства.

Выбор способа прокладки силовой сети. Влияние условий окружающей среды на выбор способа прокладки проводов и кабелей. Выбор способа прокладки проводов и кабелей согласно требованиям ПУЭ.

Расчет электрических нагрузок в электроустановках напряжением до 1кВ. Назначение расчетов электрических нагрузок. Понятие и определение расчетной и средней нагрузок. Методы расчета электрических нагрузок в электроустановках напряжением до 1кВ (упорядоченных диаграмм, удельной нагрузки, по удельному расходу электроэнергии, метод коэффициента спроса). Расчет электрических нагрузок от однофазных электроприемников (ЭП).

Системы электроосвещения промышленных зданий. Источники света электрического освещения и светильники. Системы освещения (общее, местное и комбинированное) и виды освещения (рабочее и аварийное). Требования к устройству аварийного освещения. Нормы освещенности согласно СНиП 23-05-95\* «Естественное и искусственное освещение».

Расчет установленного освещения методом удельной мощности. Основные схемы осветительных электрических сетей промышленного предприятия (питающая, распределительная и групповая).

Расчет и выбор сечений проводников по нагреву.Нагрев проводников электрическим током при различных режима работы электроприемников. Предельно допустимые температуры нагрева проводников; поправочные коэффициенты на температуру среды и на количество работающих кабелей в одной траншее. Условия выбора сечений проводников по длительно допустимому току при различных режимах работы электроприемников.

Защита электрических сетей до 1 кВ Устройство и принцип действия автоматических выключателей, предохранителей. Различные виды и типы защитных аппаратов и их технические характеристики. Понятие о селективности (избирательности) срабатывания защиты. Определение пикового тока для электроустановок. Алгоритм расчетов и выбора защитных аппаратов. Выбор места установки аппаратов защиты согласно требованиям ПУЭ.

 Потери напряжения в электрических сетях напряжением до 1 кВ.

Понятие об отклонении, колебании, падении, потерях напряжения в электрических сетях напряжением до 1 кВ. Предельное значение отклонений напряжений от номинального для электроприемников и электрических сетей. Момент нагрузки. Расчет сетей по потере напряжения с равномерной и неравномерной нагрузкой для силовой и осветительной сети.

Регулирование напряжения. Компенсация реактивной мощности. Необходимость регулирования напряжения в электрических сетях и системах. Требования к уровням напряжения ПУЭ.Способы и средства регулирования напряжения: стабилизация напряжения, встречное регулирование. Реактивная мощность, коэффициент мощности (cosϕ) и их физический смысл.Основные потребители реактивной мощности. Необходимость в увеличении коэффициента мощности (cosϕ). Естественная и искусственная компенсация. Компенсирующие устройства: диаграмма работы, автоматическое регулирование мощности, размещение и маркировка. Расчет мощности компенсирующих установок. Требования ПУЭ к выбору и размещению устройств компенсации реактивной мощности.

Цеховые трансформаторные подстанции. Назначение и виды трансформаторных подстанций. Конструкция и схемы комплектных трансформаторных подстанций (КТП) для различных категорий электроприемников. Основное электрооборудование трансформаторных подстанций.

Понятие центра электрических нагрузок. Расчет центра электрических нагрузок цеха. Выбор местоположения цеховой трансформаторной подстанции с учетом влияния технологического процесса, центра электрических нагрузок и условий окружающей среды.

Выбор числа и мощности трансформаторов на подстанциях Характеристика электрических нагрузок. Выбор количества трансформаторов на подстанции по условиям надежности электроснабжения. Коэффициент загрузки трансформаторов в рабочем и аварийном режимах. Расчет мощности трансформаторов.

Короткие замыкания в электроустановках напряжением до 1 кВ. Виды коротких замыканий (КЗ). Физическая сущность процесса КЗ. Причины, последствия и способы устранения КЗ. Методика расчетов токов КЗ. Электродинамическое и термическое действия токов КЗ и последствия этих воздействий на электрооборудование. Способы ограничения токов короткого замыкания.

Выбор электрических аппаратов по условиям короткого замыкания Необходимость проверки токоведущих частей и аппаратов на действие токов К.З. ПУЭ 1.4 Выбор электрических аппаратов и проводников по условиям короткого замыкания. Алгоритм проверки выбора токоведущих частей и аппаратов по токам К.З. Ограничение токов К.З. Токоограничивающие реакторы, принцип их действия и включение в сеть

Защитное заземление и зануление в электроустановках. Назначение и устройство защитных заземлений в сетях с изолированной нейтралью и защитных занулений в сетях с глухозаземленнойнейтралью. Принцип действия защитного заземления. Конструктивное выполнение заземляющих устройств. Устройство защитного отключения (УЗО). Расчет заземляющего устройства подстанции 6 – 10/0,4 кВ.

**Вопросы для самопроверки:**

1. Конструктивное выполнение распределительных сетей
2. Перечислить достоинство и недостатки радиальных и магистральных схем.
3. Перечислить методы расчёта электрических нагрузок.
4. Методы расчёта осветительных нагрузок.
5. Условия выбора защитной аппаратуры в электрических цепях напряжением до 1кВ.
6. Условия выбора сечения токопроводящей жилы.
7. Перечислить потери электроэнергии в СЭС.
8. Что такое коэффициент мощности(cosφ)?
9. Потери электроэнергии в трансформаторах, причины и способы их снижения.
10. Потери электроэнергии в линии и пути их снижения.
11. Назначение компенсирующего устройства.
12. Условия выбора компенсирующего устройства.
13. Условия выбора числа и мощности силового трансформатора.
14. Какое электрооборудование, согласно требованиям ПУЭ, подлежит проверки на устойчивость к токам короткого замыкания?
15. Перечислить типы трансформаторных подстанций и их основное электрооборудование.
16. Причины коротких замыканий в электроустановках.
17. Последовательность расчета токов короткого замыкания.
18. Как определяется термическое и электродинамическое действие токов короткого замыкания?
19. Требования ПУЭ к заземлению.
20. Требования ПУЭ к занулению.
21. Особенности заземления электроустановок в условиях Крайнего Севера.
22. Требования к релейной защите.
23. Перечислить типы реле, применяемые в устройстве РЗиА.
24. Принцип работы релейной защиты (максимальная токовая защита, токовая отсечка, дифференциальная токовая защита, защита от замыканий на землю).
25. отсечка, дифференциальная токовая защита, защита от замыканий на землю

**Тема 3 Электроснабжение гражданских зданий [1,3,4]**

Расчет электрических нагрузок гражданских зданий. Общие положения по расчету электрических нагрузок. Определение расчетных нагрузок общественных зданий методом коэффициента спроса с учетом рекомендаций СП 31-110-2003 «Проектирование и монтаж электроустановок жилых и общественных зданий». Определение расчетных электрических нагрузок от однофазных электроприемников. Методика выполнения расчетов.

Расчет силовых и осветительных сетей гражданских зданий. Выбор электрооборудования, проводов и кабелей гражданских зданий. Устройство и схемы внутриквартирных электрических сетей и внутренних сетей жилых и общественных зданий. Требования ПУЭ к электрическим сетям жилых и общественных зданий. Расчет и выбор внутриквартирных электрических сетей. Расчет осветительных сетей гражданских зданий.

 Компенсация реактивной мощности для потребителей жилых и общественных зданий. Схемы электрических сетей гражданских зданий. Защита внутренних электрических сетей напряжением до 1 кВ в жилых и общественных зданиях.

**Вопросы для самопроверки:**

1. Методы определения электрических нагрузок гражданских зданий.
2. Условия выбора основного электрооборудования
3. Условия выбора сечения проводов и кабелей.
4. Категории надёжности электроснабжения электроприёмников гражданских зданий, согласно СП31-110.
5. Выбор схемы электроснабжения микрорайона.
6. Методика определения места расположения трансформаторной подстанции.
7. Нужны ли мероприятия по компенсации реактивной мощности?

**Тема 4 Релейная защита и автоматизация систем электроснабжения [1,4,7]**

Основные понятия и виды релейных защит. Назначение релейной защиты и основные требования, предъявляемые к ней. Устройство и принцип действий различных видов реле (реле тока, напряжения времени, указатель­ных, промежуточных).

Виды релейных защит: максимальная токовая зашита, токовая отсечка, дифференциальная токовая зашита, газовая защита, защита от замыканий на землю; принцип их действия.

Оперативный ток в схемах релейной защиты (постоянный, переменный). Схемы соединения вторичных обмоток трансформатора тока (звезда, неполная звезда). Расчет тока срабатывания максимальной токовой защиты и токовой отсечки.

**Вопросы для самопроверки:**

1. Назначение релейной защиты.
2. Виды релейной защиты и основные требования к устройствам автоматики в системах электроснабжения.
3. Принцип действия дифференциальная токовая защита.
4. Принцип действия максимальная токовая защита.
5. Принцип действия токовая отсечка.
6. Какие показатели учитываются при расчёте оперативного тока релейной защиты?

**5 Курсовое проектирование[ 1, 3, 4]**

Курсовое проектирование предназначено закрепить и систематизировать знания студентов по дисциплине, развить их навыки в самостоятельной работе и в применении теоретических знаний при решении вопросов производственно-технического характера.

**Тематика курсовых проектов**

1. Электроснабжение цеха предприятия.
2. Электроснабжение микрорайона города.
3. Электроснабжение газового промысла.
4. Электроснабжение компрессорного цеха.

Содержание пояснительной записки:

1 Характеристика объекта, категории потребителей, выбор схемы электроснабжения

2 Компенсация реактивной мощности

3. Выбор числа и мощности силовых трансформаторов

4. Расчет токов короткого замыкания

5. Выбор питающей линии электроснабжения

6. Выбор электрооборудования подстанции

7. Заключение.

Содержание графической части

Лист 1. Схема электрическая принципиальная электроснабжения.

Лист 2. План электрооборудования подстанции

## 4 Перечень практических и лабораторных работ

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| №работы | Наименование работы | Кол-во часов |
| Практические занятия |  |
| 1 | [«Расчет мощности электроприёмников цеха с различными режимами работы»](#_Toc470874368)  | 4 |
| 2 | «Расчет мощности электроприёмников силового оборудования и осветительной сети по методу удельной мощности» | 2 |
| 3 | Расчёт электрических нагрузок методом коэффициента максимума | 2 |
| 4 | «Расчёт и выбор сечения проводников по нагреву электрическим током» | 2 |
| 5 | «Выбор аппаратов защиты электрических сетей до 1 кВ» | 2 |
| 6 | «Расчёт и выбор вводного аппарата защиты силового щита и выполнение схемы однолинейной электрической принципиальной щита» | 4 |
| 7 | «Расчёт и выбор компенсирующего устройства» | 2 |
| 8 | «Выбор числа и мощности силовых трансформаторов на подстанции» | 2 |
| 9 | «Расчёт токов короткого замыкания» | 4 |
| 10 | «Выбор электрооборудования и токоведущих частей по условиям короткого замыкания» | 4 |
| 11 | «Расчёт и выбор шинопроводов» | 4 |
| 12 |  «Выполнение схемы электрической принципиальной электроснабжения цеха» | 4 |
| 13 | [Расчет электрических нагрузок микрорайона. Определение центра нагрузок](#_Toc470874392) | 4 |
| 14 | Лабораторная работа № 1«Максимальная токовая защита линии электропередачи с односторонним питанием»  | 4 |
|  | Итого  | 44 |

## 5 Список использованных источников

1 Бычков А.В. Организация и выполнение работ по монтажу и наладке электрооборудования промышленных и гражданских зданий. В 2 ч. Ч. 1. Внутреннее электроснабжение промышленных и гражданский зданий: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования. М.: Издательский центр «Академия», 2015. 256с.

2 Киреева Э.А. Электроснабжение и электрооборудование цехов промышленных предприятий: учеб. пособие. М.: КНОРУС, 2011. 368 с.

3 Ополева Г.Н. Схемы и подстанции электроснабжения (справочник). М.: Форум; Инфра-М, 2010. 480с.

4 Правила устройства электроустановок. 6-е . и 7-е изд. с изм. и доп. М.: КНОРУС, 2011. 488 с.

5 Киреева Э.А, Шерстнев С.Н. Полный справочник по электрооборудованию и электротехнике М.: КНОРУС, 2012. 864 с.

6 Макаров Е.Ф. Справочник по электрическим сетям 0,4-35 кВ и 110-1150 кВ. В 12 т. Т.1,3-5,7, 9.2. М.: Энергия, 2008.

7 Щербаков Е.Ф, Александров Д.С, Дубов А.А. Электроснабжение и электропотребление на предприятиях: учеб. пособие для СПО. М.: ФОРУМ; Инфра-М, 2010. 496 с.

8 Шеховцов В.П. Расчёт и проектирование схем электроснабжения. М.: Форум; Инфра-М, 2010. 214 с.

9 Свод правил СП 48.13330.2011 «СНиП 12-01-2004. Организация строительства». Актуализированная редакция.

10 СТО Газпром 11-002-2011. Обозначения условные и графические на схемах и чертежах.

10 ПС «Электромонтажник домовых электрических систем и оборудования» № 795.

 11 ПС «Работник по ремонту трансформаторов в инженерной инфраструктуре электроснабжения населения» № 784.

12 ПС «Работник по обслуживанию оборудования подстанций электрических сетей» № 828.

Интернет-ресурсы:

1 Нормативно-технические документы: ГОСТы, Правила, СНиПы, СТО Газпром и др. Промышленный портал. URL:http:www.**c**omplexdoc.ru (дата обращения: 10.09.2016).

2 Электротехническая библиотека. URL:http://www.electrolibrary.info(дата обращения: 10.09.2016).

## 6 Методические указания к выполнению контрольной работы

 Учебным планом предусматривается одна домашняя контрольная работа. Выполнение контрольной работы – это один из основных видов самостоятельной работы студента – заочника, позволяющих освоить программу учебной дисциплины .

 Прежде чем приступить к выполнению домашней контрольной работы необходимо изучить программный материал курса согласно тематическому плану.

Контрольная работа состоит из четырех задач. При выполнении расчётной части необходимо ссылаться на справочную литературу, выбранное электрооборудование расшифровывать.

При выполнении контрольной работы необходимо:

* выполнить расчётную часть в тетради в клетку, («от руки»);
* начертить схемы в соответствии с действующими стандартами на буквенные и графические обозначения элементов схем (схемы можно выполнить в графическом редакторе на компьютере);
* привести список использованных источников литературы в конце контрольной работы;
* произвести все расчеты в системе СИ;
* не допускается применение ксерокопий в контрольной работе.

Все расчеты и выбор электрооборудования должны выполняться с подробными пояснениями и ссылками на литературу.

Контрольные задания приведены на 30 вариантов. *Номер варианта соответствует порядковому номеру в журнале учебных занятий.*

Контрольные работы, выполненные небрежно, с нарушениями предъявляемых требований, и несоответствующие заданному варианту, не зачитываются.

*6.1 Расчет параметров графика*

 Для ориентировочных расчетов и экономичной эксплуатации электрооборудования источников питания и сетей можно пользоваться типовыми суточными и годовыми графиками нагрузок, характерными для некоторых отраслей промышленности. Наибольшая возможная за сутки нагрузка принимается за 100% (рис.1). При известном расчетном максимуме нагрузки Рр, кВт, можно перевести типовой график (%) в график нагрузки данного промышленного потребителя в значении мощности, кВт:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | $$P\_{ст}=\frac{n\%P\_{p}}{100}$$ | (1) |

где Рст– мощность графика в определенное время суток, кВт;

*п* % – ордината соответствующей ступени типового графика, %.

Годовой график по продолжительности представляет собой кривую изменения убывающей нагрузки в течение года (8760 ч). С достаточной точностью годовой график по продолжительности можно построить по характерным суточным графикам только двух дней в году – зимнего и летнего. Если предположить, что в году 183 зимних дня и 182 летних, тогда продолжительность действия нагрузок P1, Р2, ..., Рп в течение года соответственно

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | $$t\_{n}=183t\_{nзим}+182t\_{nлет}$$ | (2) |

где tзим, и tлет–соответственно время действия той или иной нагрузки Р1 Р2, .... Рппо зимнему и летнему суточному графикам нагрузки. Откладывая соответствующие точки в координатах Р и t соединяя их ломаной кривой, получаем годовой график по продолжительности (рис. 1).



Рисунок 1 Годовой график потребления электроэнергии

Площадь годового графика в определенном масштабе выражает количество потребленной промышленным предприятием электроэнергии за год. По годовому графику нагрузки можно определить число часов использования максимума нагрузки, по формуле (3):

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | $$T\_{max}=365∙t\_{max}$$ | (3) |

где tmax– время использования максимума нагрузки за сутки, час., определяется по формуле:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | $$t\_{max}=\frac{W\_{сут}}{Р\_{max}} \_{}$$ | (4) |

Потребляемую установкой электроэнергию Wa, кВт·ч, за рассматриваемый период времени, рассчитывается по формуле:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | $$W\_{сут}=ΣP\_{i}∙t\_{i}$$ | (5) |

где Pi– мощность i-й ступени графика, кВт;

ti— продолжительность времени i-й ступени графика, ч.

Среднее значение мощности за сутки определяется по формуле, кВт:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | $$P\_{ср}=\frac{W\_{сут}}{t\_{сут}} \_{}$$ | (6) |

Время максимальных потерь определяется по формуле, час:

τmax = 8760 (7)

где Тmax – время использования максимальной мощности за год, час

Таблица 1 Годовое число часов работы предприятий

| Продолжительностьсмены, ч | Тг, ч, при числе смен |
| --- | --- |
| одна | две | три |
| 8 | 2250 | 4500 | 6600 |
| 7 | 2000 | 4000 | 5870 |

Для непрерывных производств годовое число часов работы Тг определяется с учетом остановок агрегатов на ремонт. Для агрегатов с многолетними периодами работы без ремонтов Тг можно принимать равным 7900—8200 ч.

 *6.2* *Расчет электрической нагрузки для группы потребителей методом коэффициента максимума*

1 По исходным данным определяется суммарная мощность и суммарное количество электроприёмников . ∑Рном = ∑(Рном i ∙ n i);

2 Определяется показатель силовой сборки:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | $$m=\frac{P\_{ном max}}{P\_{ном min}}$$ | (1) |

3 По заданному значению коэффициента мощности (cosϕ) определяется коэффициент реактивной мощности (tgϕ).

4 Определяется средняя активная нагрузка за наиболее загруженную смену, по формулам:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | $$P\_{ср}=K\_{и}∙\left(P\_{ном i}∙n\_{i}\right) ,кВт$$ | (2) |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | $$Q\_{ср}=P\_{ср}∙tgφ ,квар$$ | (3) |

где Ки – коэффициент использования, табличное значение

5 Определяется суммарные активная и реактивная мощности Рср и Qср,

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | $$P\_{срΣ}=ΣP\_{см}, кВт$$ | (4) |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | $$Q\_{срΣ}=ΣQ\_{сс}, квар$$ | (5) |

6 Определяется значение средневзвешенного коэффициента использования узла, по формуле:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | $$K\_{и уз}=\frac{P\_{срΣ}}{ΣP\_{ном}}$$ | (6) |

7 Рассчитывается эффективное число электроприёмников (ЭП):

- если в группе пять и более электроприёмников и значение m, равное отношению номинальный мощности наибольшего электроприёмника группы Рномmaxк мощности наименьшего приёмника Рномmin, определяемой по формуле (1), меньше или равно 3, можно считать nэ≈n;

 - если при m>3 и Ки≥0,2

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | nэ = | (7) |

Если найденное по формуле nэ оказывается больше действительного числа ЭП n, следует принимать nэ= n.

- если количество ЭП n≤3, то можно не определять эффективное число ЭП nэ, ограничившись нахождением расчётной мощности:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | $$P\_{расч}=P\_{ном}∙K\_{заг}$$ | (8) |

где Кзаг- коэффициент загрузки, принимаемый для продолжительного режима равным 0,9; для повторно- кратковременного режима 0,75 и для продолжительного автоматического режима 1. Коэффициент загрузки Кзаг представляет собой отношение средней за время включения в цикле мощности ЭП к его номинальной мощности.

средневзвешенное значение:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | $$tgφ\_{уз}=\frac{Q\_{см.уз}}{P\_{см.уз}}$$ | (9) |

-при m>3 и Ки <0,2, то эффективное число ЭП определяется с помощью относительного эффективного числа ЭП, nэ\*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | $$n\_{Э}^{\*}=n\_{1}/n$$ | (10) |

и в свою очередь зависит от Р\*=Рном1/Рном;

где n1- число наибольших ЭП в группе из которых имеет мощность не менее половины наибольшего по мощности ЭП данной группы Рномmax;

Рном1- суммарная номинальная мощность этих n1 ЭП, кВт;

Рном- суммарная номинальная мощность всей группы n ЭП, кВт.

-если полученное nэ окажется больше действительного числа ЭП, то следует принимать nэ=n.

-для остальных случаев

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | $$n\_{Э}=\frac{(ΣP\_{ном})^{2}}{ΣP\_{ном}^{2}}$$ | (11) |

8 В зависимости от полученных значений Киуз и nэ определяется по таблице 3 коэффициент максимума Км.

С учетом Км определяется расчетная максимальная нагрузка Рmax, кВт, по формуле:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | $$P\_{max}=K\_{м}∙P\_{ср Σ}$$ | (12) |

9 Определяется расчетная реактивная мощность, квар, по формуле:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | $$Q\_{max}=K\_{м}^{'}∙Q\_{срΣ}$$ | (13) |

где: К'м - коэффициент максимума реактивной мощности, принимается равным: К'м =1,1 при Ки<0,2 и nэ<100, а также при Ки>0,2 и nэ<10, в остальных случаях К'м =1.

10 Рассчитывается полная максимальная мощность, кВА, по формуле:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | $$S\_{max}=\sqrt{P\_{mаx}²+Q\_{max}^{2}}$$ | (14) |

При nэ>200 и любых значениях Ки, а также при Ки>0,8 и любых значениях nэ допускается расчетную нагрузку принимать равной средней за наиболее загруженную смену:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | $$P\_{max}=P\_{срΣ}, кВт$$ | (15) |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | $$Q\_{max}=Q\_{срΣ}, квар$$ | (16) |

 Все результаты расчётов сводятся в таблицу 2

Таблица 2 Результаты расчётов электрической нагрузки

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование ЭП | n∙PномкВт | Ки | cos ϕ | tgϕ | Рср кВт | Qср квар |
|  |  |  |  |  |  |  |
| Итого по ЭП | Σ |  |  |  | Σ | Σ |

Таблица 3 Определение коэффициента максимума

|  |  |
| --- | --- |
| nэ | Коэффициент максимума км при ки.уз.. |
| 0,1 | 0,15 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 |
| 4 | 3,43 | 3,11 | 2,64 | 2,14 | 1,87 | 1,65 | 1,46 | 1,29 | 1,14 | 1,05 |
| 5 | 3,23 | 2,87 | 2,42 | 2,00 | 1,76 | 1,57 | 1,41 | 1,26 | 1,12 | 1,04 |
| 6 | 3,04 | 2,64 | 2,24 | 1,88 | 1,66 | 1,51 | 1,37 | 1,23 | 1,10 | 1,04 |
| 7 | 2,88 | 2,48 | 2,10 | 1,80 | 1,58 | 1,45 | 1,33 | 1,21 | 1,09 | 1,04 |
| 8 | 2,72 | 2,31 | 1,99 | 1,72 | 1,52 | 1,40 | 1,30 | 1,20 | 1,08 | 1,04 |
| 9 | 2,56 | 2,20 | 1,90 | 1,65 | 1,47 | 1,37 | 1,28 | 1,18 | 1,08 | 1,03 |
| 10 | 2,42 | 2,10 | 1,84 | 1,60 | 1,43 | 1,34 | 1,26 | 1,16 | 1,07 | 1,03 |
| 12 | 2,24 | 1,96 | 1,75 | 1,52 | 1,36 | 1,28 | 1,23 | 1,15 | 1,07 | 1,03 |
| 16 | 1,99 | 1,77 | 1,61 | 1,41 | 1,28 | 1,23 | 1,18 | 1,12 | 1,07 | 1,03 |
| 20 | 1,84 | 1,65 | 1,50 | 1,34 | 1,24 | 1,20 | 1,15 | 1,11 | 1,06 | 1,03 |
| 25 | 1,71 | 1,55 | 1,40 | 1,28 | 1,21 | 1,17 | 1,14 | 1,10 | 1,06 | 1,03 |
| 30 | 1,62 | 1,46 | 1,34 | 1,24 | 1,19 | 1,16 | 1,13 | 1,10 | 1,05 | 1,03 |
| 40 | 1,50 | 1,37 | 1,27 | 1,19 | 1,15 | 1,13 | 1,12 | 1,09 | 1,05 | 1,02 |
| 50 | 1,40 | 1,30 | 1,23 | 1,16 | 1,14 | 1,11 | 1,10 | 1,08 | 1,04 | 1,02 |
| 60 | 1,32 | 1,25 | 1,19 | 1,14 | 1,12 | 1,11 | 1,09 | 1,07 | 1,03 | 1,02 |
| 100 | 1,21 | 1,17 | 1,12 | 1,10 | 1,08 | 1,08 | 1,07 | 1,05 | 1,02 | 1,02 |
| 140 | 1,17 | 1,15 | 1,11 | 1,08 | 1,06 | 1,06 | 1,06 | 1,05 | 1,02 | 1,02 |
| 200 | 1,15 | 1,12 | 1,09 | 1,07 | 1,05 | 1,05 | 1,05 | 1,04 | 1,01 | 1,01 |
| 240 | 1,14 | 1,11 | 1,08 | 1,07 | 1,05 | 1,05 | 1,05 | 1,03 | 1,01 | 1,01 |
| 300 | 1,12 | 1,10 | 1,07 | 1,06 | 1,04 | 1,04 | 1,04 | 1,03 | 1,01 | 1,01 |

*6.3 Выбор сечения проводника с проверкой по потере напряжения*

По заданной марке двигателя из справочника выбрать его технические параметры.

1 Выполнить схему подключения двигателя или распределительного пункта (рисунок 2) согласно задания

QF

~

М

ℓ

КЛ

ЩСУ

ЩСУ – щит силового управления, QF – автоматический выключатель, КЛ – кабельная линия, M - двигатель, *l* – длина кабельной линии, км.

Рисунок 2. Схема электрическая принципиальная

2 Определяется расчетный ток в линии по исходным данным.

а) для двигателей, работающих в продолжительном режиме

Ip = (17)

где Рном - номинальная мощность электродвигателя, кВт;

 cosϕном  - коэффициент мощности двигателя;

 ηном - КПД двигателя.

б) для двигателей, работающих в повторно-кратовременном режиме расчётный ток определяется по формуле:

Iпв= , А (18)

где Iр - ток расчётный, определяется по формуле (18),А;

ПВ - продолжительность включения справочные данные;

0,875- коэффициент запаса.

в) для силового трансформатора, А:

Ip=  (19)

г) для трехфазной осветительной сети, А:

Ip =  , (20)

где Ро.с - суммарная активная мощность осветительной сети, кВт;

Uном.ф - номинальное напряжение, кВ.

3.С учетом номинального напряжения, технологического процесса и условий окружающей среды намечается марка провода или кабеля.

4.Определяется поправочные коэффициенты:

КI - поправочный коэффициент на температуру земли и воздуха, приведенный в справочной таблице [4];

КII - поправочный коэффициент на количество работающих кабелей, лежащих рядом, приведен в справочной таблице [4].

5Определяется сечение провода, по условию:

Iр<Iд.доп. КIКII (21)

где: Iд.доп .- ток длительно допустимый, приведенный в справочных таблицах [4]. для нормальных условий прокладки проводников температура воздуха +25 С; температура земли +15 С.

6 Проверяется выбранный кабель по потере напряжения в линии. Для этого рассчитывается величина расчетной потери напряжения в линии.

Для силовой нагрузки, %

ΔUрасч =  (22)

где ℓ - длина линии, км;

Uном - номинальное напряжение, В;

rол, хол - удельное активное и индуктивное сопротивления для выбранной марки проводника, Ом/км, взятые из справочных таблиц [5].

cosϕ - коэффициент мощности потребителя;

7 Проводник проходит по потере напряжения, если выполняется условие:

ΔUрасч% ≤ΔUдоп≤ 5%

Если условие не выполняется, то необходимо взять проводник большего сечения, пока не выполнится требуемое условие.

*6.4 Выбор защитных аппаратов для двигателей и сети до 1 кВ*

1 Условия выбора предохранителя

|  |
| --- |
| ; |
| ; |
| ; |

где Uном.FV∙- номинальные напряжения, кВ;

Iном.FV – номинальный ток предохранителя, А;

Iпуск – пусковой ток двигателя, А,

L – коэффициент снижения пускового тока, 2,5, принимается равным:

- L=2,5 при редких и легких пусках двигателей;

- L=1,6 при тяжелом и затяжном пусках.

IустFV – уставка срабатывания предохранителя, А.

2 Условия выбора автоматических выключателей (QF)

;

;

;



5 Записать марку выбранного аппарата защиты и расшифровать его тип.

*6.5 Расчет мощности компенсирующего устройства с выбором типа*

*конденсаторов*

Компенсирующие устройства выбираются на основании нормативных значений средневзвешенного коэффициента мощности и ПУЭ, требуется, чтобы средневзвешенный коэффициент мощности электроустановок, присоединенных к электрическим сетям, должен быть не ниже cosφ = 0,92 – 0,95. После расчёта нагрузок, расчётный коэффициент мощности определяется по формуле:

 . (23)

Мощность компенсирующего устройства определяется как разность между фактической наибольшей реактивной мощностью (Qmax) нагрузки предприятия и предельной реактивной мощностью Qэ предоставляемой предприятию энергосистемой по условиям режима её работы:

,$Q\_{к.у.}=P\_{maxΣ}\left⌈\left(tgφ\_{р}-tgφ\_{эф}\right)\right⌉$ (24)

где Ррасч - мощность активной нагрузки предприятия в часы максимума энергосистемы, принимаемая по средней расчётной мощности Рсм наиболее загруженной смены, кВт;

tgφр- фактический тангенс угла, соответствующий мощностям нагрузки Рmax, Qmax;

 tgφэф- эффективный коэффициент реактивной мощности, принимается равным 0,33.

3 По справочной литературе предварительно выбирается тип компенсирующего устройства по номинальной мощности и по напряжению установки

4 Рассчитывается полная мощность с учётом номинальной реактивной мощности конденсаторной установки, квар, по формуле:

 (25)

5 Фактический коэффициент мощности, после установки компенсирующего устройства, пересчитывается по формуле:

 . (26)

5 Выполнить схему подключения батареи конденсаторов к шинам потребителей, а также векторную диаграмму мощностей в масштабе.

φmax

Smax

S max

Qmax

Qку ном

Qэ

Qку ном

Qmax

Рmax

φэ

У

х

Рисунок 3

## Задание на контрольную работу

**Задание 1**

Привести годовой график по продолжительности активной нагрузки для предприятия указанного в таблице 1.

Таблица 1 Характерные суточные графики электрических нагрузок предприятий различных отраслей промышленности.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | E:\media\image7.png | 2 | E:\media\image6.png |
| Наименование Технологический цех | Наименование Завод нефтепереработки |
| Расчётный максимум нагрузки, 110кВт | Расчётный максимум нагрузки: 310кВт |
| Число смен: три | Число смен: две |
| Продолжительность рабочей смены, 8 ч | Продолжительность рабочей смены, 8ч |
| 3 | E:\media\image8.png | 4 | E:\media\image9.png |
| Наименование Завод торфоразработки | Наименование Ремонтный цех |
| Расчётный максимум нагрузки, 560кВт | Расчётный максимум нагрузки, 255кВт |
| Число смен : одна | Число смен: одна |
| Продолжительность рабочей смены, 8ч | Продолжительность рабочей смены, 7ч |
| 5 | E:\media\image4.png | 6 | E:\media\image2.png |
| Наименование Плавильный цех | Наименование Цех тяжелого машиностроения |
| Расчётный максимум нагрузки: 5000кВт | Расчётный максимум нагрузки 2200 кВт |
| Число смен: три | Число смен: две |
| Продолжительность рабочей смены, 7ч | Продолжительность рабочей смены, 7ч |
| 7 | E:\media\image5.png | 8 | E:\media\image10.png |
| Наименование Станкостроительный цех | Наименование Ремонтно-механический цех |
| Расчётный максимум нагрузки1135 кВт | Расчётный максимум нагрузки 630кВт |
| Число смен: одна | Число смен: одна |
| Продолжительность рабочей смены, 7ч | Продолжительность рабочей смены, 630ч |
| 9 | E:\media\image12.png | 10 | E:\media\image13.png |
| Наименование Автомобильный цех | Наименование Прядильно-ткацкий цех |
| Расчётный максимум нагрузки 1000кВт | Расчётный максимум нагрузки 800 кВт |
| Число смен: две | Число смен: две |
| Продолжительность рабочей смены 7ч | Продолжительность рабочей смены 7ч |
| 11 | E:\media\image14.png | 12 | E:\media\image1.png |
| Наименование Швейный цех | Наименование Деревообрабатывающий цех |
| Расчётный максимум нагрузки 500 кВт | Расчётный максимум нагрузки 1200 кВт |
| Число смен: одна | Число смен: две |
| Продолжительность рабочей смены 7ч | Продолжительность рабочей смены 8 ч |
| 13 | E:\media\image11.png | 14 | E:\media\image15.png |
| Наименование Печатный цех | Наименование Цех станкостроения |
| Расчётный максимум нагрузки 300 кВт | Расчётный максимум нагрузки 700 кВт |
| Число смен: одна | Число смен: два |
| Продолжительность рабочей смены, 7ч | Продолжительность рабочей смены 7ч |
| 15 | E:\media\image16.png | 16 |  |
| Наименование Цех пищевой промышленности | Наименование Цех автомобилестроения |
| Расчётный максимум нагрузки 250 кВт | Расчётный максимум нагрузки 3000 кВт |
| Число смен: три | Число смен: две |
| Продолжительность рабочей смены 7 ч | Продолжительность рабочей смены 8ч |
| 17 | E:\media\image5.png | 18 | E:\media\image4.png |
| Наименование Химический завод | Наименование Инструментальный цех |
| Расчётный максимум нагрузки 2400 кВт | Расчётный максимум нагрузки 630кВт |
| Число смен: три | Число смен: один |
| Продолжительность рабочей смены, 8 ч | Продолжительность рабочей смены, 8ч |
| 19 | E:\media\image4.png | 20 | E:\media\image13.png |
| Наименование завод шарикоподшипников | Наименование металлообрабатывающий завод |
| Расчётный максимум нагрузки 480 кВт | Расчётный максимум нагрузки 1800 кВт |
| Число смен: два | Число смен: три |
| Продолжительность рабочей смены, 7ч | Продолжительность рабочей смены 8ч |
| 21 | E:\media\image14.png | 22 | E:\media\image15.png |
| Наименование завод подъёмно-транспортного оборудования | Наименование авторемонтный цех |
| Расчётный максимум нагрузки 910 кВт | Расчётный максимум нагрузки 720 кВт |
| Число смен: два | Число смен: три |
| Продолжительность рабочей смены 7ч | Продолжительность рабочей смены 7 ч |
| 23 | E:\media\image8.png | 24 | E:\media\image9.png |
| Наименование автотракторный завод | Наименование котельная установка  |
| Расчётный максимум нагрузки 1200 кВт | Расчётный максимум нагрузки, 1500 кВт |
| Число смен: одна | Число смен: три |
| Продолжительность рабочей смены 8ч | Продолжительность рабочей смены 8ч |
| 25 | E:\media\image7.png |  |
| Наименование насосная установка |
| Расчётный максимум нагрузки 1700 кВт |
| Число смен: две |
| Продолжительность рабочей смены 8ч |

Определить: Тmax – число часов использования максимума нагрузки в год, в часах;

 Р ср – средняя нагрузка, в процентах;

 τ max – время максимальных потерь в год, в часах.

**Задание 2**

Рассчитать суммарную максимальную мощность группы потребителей при следующих исходных данных методом коэффициента максимума для ТП – 10/0,4 кВ.

###### Таблица 2

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № вар. | , кВт | Кu | cos φ |
| 1 | 25\*95 | 0,15 | 0,6 |
|  | 12\*82 | 0,18 | 0,5 |
|  | 10\*120 | 0,22 | 0,8 |
|  | 25\*22 | 0,12 | 0,5 |
|  | 4\*250 | 0,16 | 0,82 |
| 2 | 20\*75 | 0,15 | 0,6 |
|  | 10\*75 | 0,17 | 0,8 |
|  | 3\*36 | 0,2 | 0,5 |
|  | 18\*66,7 | 0,18 | 0,8 |
|  | 32\*115 | 0,16 | 0,7 |
| 3 | 11\*51,6 | 0,25 | 0,65 |
|  | 15\*45 | 0,18 | 0,45 |
|  | 12\*52 | 0,65 | 0,75 |
|  | 3\*48 | 0,8 | 0,9 |
|  | 18\*250 | 0,72 | 0,62 |
| 4 | 15\*150 | 0,8 | 0,8 |
|  | 8\*15 | 0,7 | 0,8 |
|  | 1\*50 | 0,9 | 0,6 |
|  | 20\*22 | 0,5 | 0,9 |
|  | 42\*115 | 0,6 | 0,75 |
| 5 | 11\*51,6 | 0,25 | 0,65 |
|  | 15\*45 | 0,18 | 0,45 |
|  | 12\*52 | 0,75 | 0,8 |
|  | 3\*48 | 0,8 | 0,85 |
|  | 8\*12 | 0,65 | 0,78 |
| 6 | 5\*51,6 | 0,15 | 0,85 |
|  | 3\*280 | 0,2 | 0,65 |
|  | 2\*120 | 0,2 | 0,8 |
|  | 28\*45 | 0,17 | 0,5 |
|  | 32\*88 | 0,16 | 0,75 |

Продолжение таблицы 2

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № вар. | , кВт | Кu | cosφ |
| 7 | 205\*5 | 0,8 | 0,6 |
|  | 175\*8 | 0,82 | 0,72 |
|  | 200\*11 | 0,63 | 0,88 |
|  | 25\*24 | 0,48 | 0,68 |
|  | 17\*17 | 0,55 | 0,55 |
| 8 | 20\*75 | 0,15 | 0,6 |
|  | 10\*75 | 0,17 | 0,8 |
|  | 3\*36 | 0,2 | 0,5 |
|  | 18\*85 | 0,18 | 0,85 |
|  | 72\*17,5 | 0,14 | 0,92 |
| 9 | 18\*150 | 0,7 | 0,8 |
|  | 9\*18 | 0,7  | 0,8 |
|  | 1\*75 | 0,5 | 0,6 |
|  | 25\*22 | 0,6 | 0,9 |
|  | 98\*15 | 0,82 | 0,78 |
| 10 | 15\*150 | 0,8 | 0,8 |
|  | 8\*15 | 0,4 | 0,8 |
|  | 1\*50 | 0,4 | 0,6 |
|  | 20\*22 | 0,5 | 0,9 |
|  | 28\*75 | 0,6 | 0,72 |
| 11 | 11\*51,6 | 0,15 | 0,5 |
|  | 15\*45 | 0,6 | 0,75 |
|  | 12\*52 | 0,7 | 0,8 |
|  | 3\*48 | 0,5 | 0,78 |
|  | 48\*117 | 0,7 | 0,68 |
| 12 | 62\*50 | 0,2 | 0,75 |
|  | 2\*35 | 0,7 | 0,95 |
|  | 3\*135 | 0,35 | 0,5 |
|  | 2\*220 | 0,3 | 0,8 |
|  | 8\*112 | 0,52 | 0,72 |
| 13 | 17\*95 | 0,15 | 0,75 |
|  | 12\*82 | 0,4 | 0,8 |
|  | 10\*120 | 0,5 | 0,85 |
|  | 25\*2,2 | 0,12 | 0,5 |
|  | 42\*85 | 0,17 | 0,78 |

Продолжение таблицы 2

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № вар. | , кВт | Кu | cosφ |
| 14 | 62\*55 | 0,25 | 0,65 |
|  | 2\*48 | 0,7 | 0,95 |
|  | 3\*115 | 035 | 0,5 |
|  | 2\*210 | 0,3 | 0,8 |
|  | 8\*120 | 0,45 | 0,75 |
| 15 | 15\*150 | 0,2 | 0,65 |
|  | 15\*51 | 0,25 | 0,65 |
|  | 10\*25 | 0,8 | 1 |
|  | 3\*18 | 0,75 | 0,8 |
|  | 28\*42 | 0,62 | 0,7 |
| 16 | 35\*80 | 0,6 | 0,5 |
|  | 12\*90 | 0,35 | 0,8 |
|  | 15\*200 | 0,22 | 0,86 |
|  | 25\*12,5 | 0,15 | 0,5 |
|  | 4\*500 | 0,12 | 0,88 |
| 17 | 14\*200 | 0,15 | 0,86 |
|  | 20\*75 | 0,17 | 0,88 |
|  | 3\*36 | 0,2 | 0,5 |
|  | 28\*66,7 | 0,18 | 0,86 |
|  | 2\*115 | 0,16 | 0,7 |
| 18 | 11\*12,5 | 0,25 | 0,85 |
|  | 25\*45 | 0,18 | 0,45 |
|  | 12\*37 | 0,65 | 0,85 |
|  | 3\*48 | 0,8 | 0,9 |
|  | 18\*250 | 0,72 | 0,86 |
| 19 | 5\*200 | 0,8 | 0,8 |
|  | 6\*15 | 0,7 | 0,8 |
|  | 4\*50 | 0,9 | 0,6 |
|  | 20\*22 | 0,5 | 0,9 |
|  | 2\*115 | 0,6 | 0,75 |
| 20 | 10\*46 | 0,25 | 0,65 |
|  | 15\*45 | 0,18 | 0,45 |
|  | 12\*32 | 0,75 | 0,88 |
|  | 3\*48 | 0,8 | 0,85 |
|  | 18\*12,5 | 0,65 | 0,78 |
| 21 | 5\*51,6 | 0,15 | 0,85 |
|  | 3\*280 | 0,2 | 0,65 |
|  | 2\*120 | 0,2 | 0,8 |
|  | 28\*45 | 0,17 | 0,5 |
|  | 32\*88 | 0,16 | 0,75 |

Продолжение таблицы 2

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № вар. | , кВт | Кu | cosφ |
| 22 | 20\*15 | 0,8 | 0,6 |
|  | 75\*12,5 | 0,82 | 0,72 |
|  | 11\*200 | 0,63 | 0,88 |
|  | 20\*32 | 0,48 | 0,86 |
|  | 40\*7,5 | 0,55 | 0,55 |
| 23 | 20\*5 | 0,15 | 0,6 |
|  | 10\*75 | 0,17 | 0,88 |
|  | 13\*37 | 0,2 | 0,5 |
|  | 28\*125 | 0,18 | 0,85 |
|  | 32\*17,5 | 0,14 | 0,92 |
| 24 | 10\*55 | 0,7 | 0,86 |
|  | 9\*18 | 0,7  | 0,8 |
|  | 1\*75 | 0,5 | 0,88 |
|  | 25\*22,5 | 0,6 | 0,9 |
|  | 108\*15 | 0,82 | 0,78 |
| 25 | 15\*150 | 0,8 | 0,88 |
|  | 8\*7,5 | 0,4 | 0,86 |
|  | 1\*55 | 0,4 | 0,89 |
|  | 10\*22 | 0,5 | 0,9 |
|  | 25\*75 | 0,6 | 0,82 |

**Задание 3**

Рассчитать суммарную максимальную мощность группы потребителей при следующих исходных данных методом коэффициента спроса.

Таблица 3

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № вар. | , кВт | cos φ | Кспр | Uнн, кВ |
| 1 | 6\*850 | 0,6 | 0,7 | 0,4 |
|  | 4\*320 | 0,5 | 0,48 |  |
|  | 5\*146 | 0,6 | 0,5 |  |
|  | 12\*32 | 0,8 | 0,67 |  |
|  | 8\*85 | 0,8 | 0,5 |  |
| 2 | 3\*125 | 0,6 | 0,6 | 6 |
|  | 2\*90 | 0,75 | 0,44 |  |
|  | 4\*45 | 0,8 | 0,85 |  |
|  | 2\*18 | 0,8 | 0,48 |  |
|  | 20\*8,5 | 0,8 | 0,37 |  |
| 3 | 4\*40 | 0,8 | 0,37 | 10 |
|  | 8\*120 | 0,9 | 0,45 |  |
|  | 2\*75 | 0,85 | 0,48 |  |
|  | 4\*50 | 0,8 | 0,85 |  |
|  | 2\*104 | 0,6 | 0,7 |  |

Продолжение таблицы 3

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № вар. | , кВт | cos φ | Кспр | Uнн, кВ |
| 4 | 4\*125 | 0,9 | 0,77 | 10 |
|  | 6\*130 | 0,6 | 0,59 |  |
|  | 5\*80 | 0,8 | 0,65 |  |
|  | 5\*42 | 0,75 | 0,5 |  |
|  | 2\*104 | 0,8 | 0,7 |  |
| 5 | 8\*12 | 0,4 | 0,37 | 6 |
|  | 6\*320 | 0,6 | 0,46 |  |
|  | 5\*75 | 0,8 | 0,85 |  |
|  | 2\*80 | 0,9 | 0,67 |  |
|  | 1\*32 | 0,8 | 0,6 |  |
| 6 | 6\*630 | 0,6 | 0,78 | 6 |
|  | 6\*320 | 0,5 | 0,67 |  |
|  | 5\*150 | 0,6 | 0,59 |  |
|  | 12\*32 | 0,8 | 0,5 |  |
|  | 8\*85 | 0,8 | 0,7 |  |
| 7 | 4\*120 | 0,6 | 0,5 | 0,4 |
|  | 2\*80 | 0,85 | 0,48 |  |
|  | 8\*75 | 0,8 | 0,45 |  |
|  | 15\*92 | 0,9 | 0,85 |  |
|  | 4\*145 | 0,8 | 0,37 |  |
| 8 | 6\*850 | 0,6 | 0,45 | 10 |
|  | 4\*320 | 0,5 | 0,65 |  |
|  | 5\*146 | 0,6 | 0,48 |  |
|  | 12\*32 | 0,8 | 0,85 |  |
|  | 8\*85 | 0,8 | 0,6 |  |
| 9 | 2\*50 | 0,8 | 0,37 | 0,4 |
|  | 2\*70 | 0,8 | 0,85 |  |
|  | 4\*85 | 0,9 | 0,48 |  |
|  | 8\*12 | 0,8 | 0,6 |  |
|  | 6\*7,5 | 0,78 | 0,65 |  |
| 10 | 6\*850 | 0,6 | 0,78 | 6 |
|  | 4\*320 | 0,5 | 0,67 |  |
|  | 5\*146 | 0,6 | 0,59 |  |
|  | 12\*32 | 0,8 | 0,5 |  |
|  | 8\*85 | 0,8 | 0,7 |  |

Продолжение таблицы 3

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № вар. | , кВт | cos φ | Кспр | Uнн, кВ |
| 11 | 4\*32 | 0,8 | 0,37 | 6 |
|  | 10\*12,5 | 0,8 | 0,45 |  |
|  | 22\*1,5 | 0,8 | 0,6 |  |
|  | 2\*85 | 0,6 | 0,65 |  |
|  | 8\*17 | 0,9 | 0,48 |  |
| 12 | 4\*40 | 0,6 | 0,59 | 0,4 |
|  | 8\*120 | 0,8 | 0,65 |  |
|  | 4\*72 | 0,9 | 0,7 |  |
|  | 5\*18 | 0,6 | 0,48 |  |
|  | 5\*85 | 0,8 | 0,85 |  |
| 13 | 1\*600 | 0,5 | 0,37 | 6 |
|  | 10\*32 | 0,8 | 0,85 |  |
|  | 2\*85 | 0,75 | 0,78 |  |
|  | 15\*22 | 0,8 | 0,5 |  |
|  | 3\*45 | 0,85 | 0,48 |  |
| 14 | 4\*120 | 0,6 | 0,5 | 10 |
|  | 2\*80 | 0,85 | 0,46 |  |
|  | 8\*75 | 0,8 | 0,45 |  |
|  | 15\*92 | 0,9 | 0,77 |  |
|  | 4\*145 | 0,8 | 0,37 |  |
| 15 | 4\*40 | 0,6 | 0,44 | 10 |
|  | 8\*120 | 0,8 | 0,48 |  |
|  | 4\*72 | 0,9 | 0,37 |  |
|  | 5\*18 | 0,6 | 0,85 |  |
|  | 2\*104 | 0,8 | 0,37 |  |
| 16 | 32\*12,5 | 0,86 | 0,7 | 0,4 |
|  | 10\*140 | 0,5 | 0,48 |  |
|  | 2\*320 | 0,8 | 0,5 |  |
|  | 30\*12 | 0,8 | 0,67 |  |
|  | 10\*85 | 0,8 | 0,5 |  |
| 17 | 22\*8,5 | 0,6 | 0,6 | 6 |
|  | 5\*52 | 0,75 | 0,44 |  |
|  | 3\*18 | 0,8 | 0,85 |  |
|  | 4\*125 | 0,8 | 0,48 |  |
|  | 20\*8,5 | 0,8 | 0,37 |  |

Продолжение таблицы 3

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № вар. | , кВт | cos φ | Кспр | Uнн, кВ |
| 18 | 3\*100 | 0,8 | 0,37 | 10 |
|  | 2\*50 | 0,9 | 0,45 |  |
|  | 2\*75 | 0,85 | 0,48 |  |
|  | 9\*120 | 0,8 | 0,85 |  |
|  | 2\*40 | 0,6 | 0,7 |  |
| 19 | 2\*100 | 0,9 | 0,77 | 10 |
|  | 3\*125 | 0,6 | 0,59 |  |
|  | 7\*130 | 0,8 | 0,65 |  |
|  | 5\*70 | 0,75 | 0,5 |  |
|  | 6\*42 | 0,8 | 0,7 |  |
| 20 | 9\*10 | 0,4 | 0,37 | 6 |
|  | 6\*320 | 0,6 | 0,46 |  |
|  | 5\*75 | 0,8 | 0,85 |  |
|  | 3\*80 | 0,9 | 0,67 |  |
|  | 2\*37 | 0,8 | 0,6 |  |
| 21 | 4\*150 | 0,6 | 0,5 | 0,4 |
|  | 2\*80 | 0,85 | 0,48 |  |
|  | 8\*75 | 0,8 | 0,45 |  |
|  | 15\*100 | 0,9 | 0,85 |  |
|  | 4\*120 | 0,8 | 0,37 |  |
| 22 | 6\*630 | 0,6 | 0,45 | 10 |
|  | 6\*320 | 0,5 | 0,65 |  |
|  | 2\*150 | 0,6 | 0,48 |  |
|  | 12\*32 | 0,8 | 0,85 |  |
|  | 8\*85 | 0,8 | 0,6 |  |
| 23 | 2\*50 | 0,8 | 0,37 | 0,4 |
|  | 4\*37 | 0,8 | 0,85 |  |
|  | 8\*50 | 0,9 | 0,48 |  |
|  | 8\*12 | 0,8 | 0,6 |  |
|  | 6\*7,5 | 0,78 | 0,65 |  |
| 24 | 6\*630 | 0,6 | 0,78 | 6 |
|  | 6\*320 | 0,5 | 0,67 |  |
|  | 5\*150 | 0,6 | 0,59 |  |
|  | 12\*32 | 0,8 | 0,5 |  |
|  | 8\*85 | 0,8 | 0,7 |  |
| 25 | 8\*32 | 0,8 | 0,37 | 6 |
|  | 25\*12,5 | 0,8 | 0,45 |  |
|  | 40\*1,5 | 0,8 | 0,6 |  |
|  | 2\*85 | 0,6 | 0,65 |  |
|  | 8\*37 | 0,9 | 0,48 |  |

**Задание 4**

Выбрать сечение проводника для питания двигателя по нагреву с проверкой потере напряжения.

Таблица 4

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| №вар. | Марка двигателя | Длина питающей линии l, км | Режим работы |
| 1  | 4А112М2У3 | 0,20 | длительный  |
| 2 | 4А132М2У3 | 0,05 | ПВ = 10% |
| 3 | 4А16052У3 | 0,06 | длительный |
| 4 | 4А18052У3 | 0,30 | ПВ = 15% |
| 5 | 4А160М4У3 | 0,08 | длительный  |
| 6 | 4А180М4УЗ | 0,10 | длительный  |
| 7 | 4А200L4У3 | 0,09 | длительный  |
| 8 | 4А225М6У3 | 0,02 | длительный  |
| 9 | 4А250М6У3 | 0,07 | ПВ = 45% |
| 10 | 4А315М10УЗ | 0,04 | Длительный  |
| 11 | 4А4250М6У3 | 0,03 | ПВ = 20% |
| 12 | А03-315S-2У3 | 0,07 | ПВ = 35% |
| 13 | А03-315S-2У3 | 0,06 | ПВ = 30% |
| 14 | А03-355S-8У3 | 0,08 | ПВ = 40% |
| 15 | 4А355М6У3 | 0,05 | ПВ = 25% |
| 16  | ВАО92-2 | 0,03 | Длительный |
| 17 | ВАО92-6 | 0,25 | Длительный |
| 18 | ВАО92-4 | 0,08 | Длительный |
| 19 | ВАО72-6 | 0,06 | Длительный |
| 20 | ВАО72-8 | 0,25 | Длительный |
| 21 | ВАО91-4 | 0,04 | Длительный |
| 22 | 4А355М8 | 0,35 | ПВ = 12% |
| 23 | ВАО91-6 | 0,15 | Длительный |
| 24 | ВАО82-4 | 0,20 | Длительный |
| 25 | 4А355М10 | 0,12 | ПВ = 30% |

**Задание 5**

Для двигателя, приведенного в предыдущем задании, выбрать защитный аппарат (автоматический выключатель с комбинированным расцепителем), который может быть установлен в начале линии. Рассчитать токи уставки аппарата и выписать его параметры.

**Задание 6**

Рассчитать требуемую мощность и выбрать батарею конденсаторов выполнить схему присоединения их при условиях, выбранных из таблицы 5.

Таблица 5

| № вар. | Ррасч кВт | Qрасч квар | Sрасч, кВА | Uуст кВ |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 1420 | - | 1620 | 0,4 |
| 2 | - | 740 | 2250 | 6 |
| 3 | 830 | - | 1290 | 0,4 |
| 4 | 5250 | - | 7200 | 6 |
| 5 | - | 3400 | 8990 | 10 |
| 6 | - | 2140 | 4100 | 6 |
| 7 | 1690 | - | 2100 | 0,4 |
| 8 | - | 550 | 1000 | 0,4 |
| 9 | 2850 | - | 3800 | 6 |
| 10 | - | 1120 | 2500 | 6 |
| 11 | 1105 | - | 1600 | 10 |
| 12 | - | 1900 | 5200 | 6 |
| 13 | 3450 | - | 4350 | 10 |
| 14 | - | 175 | 510 | 0,4 |
| 15 | 5000 | - | 7600 | 6 |
| 16 | 700 | - | 820 | 0,4 |
| 17 | - | 750 | 2300 | 6 |
| 18 | 1400 | - | 1700 | 0,4 |
| 19 | 1650 | - | 2000 | 0,4 |
| 20 | 2900 | - | 3700 | 6 |
| 21 | - | 160 | 500 | 0,4 |
| 22 | 3500 | - | 4200 | 10 |
| 23 | - | 1700 | 5000 | 6 |
| 24 | 1050 | - | 1500 | 10 |
| 25 | - | 1150 | 2500 | 6 |

Считать что cos φэ = 0,95

Q ку расч – требуемая расчетная мощность конденсаторов, квар;

Q ку ном – номинальная мощность КУ, квар;

- суммарная мощность потребителей после установки КУ, кВА;

cos φф - фактический коэффициент мощности после установки КУ.

# **Приложение А**

Образец оформления Отчета по практическим и лабораторной работам

ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ

***(Внимание! Титульный лист оформляется один раз в начале каждого семестра изучения дисциплины)***

**ЧАСТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ**

**«ГАЗПРОМ ТЕХНИКУМ НОВЫЙ УРЕНГОЙ»**

Кафедра электротехнических специальностей

Специальность *08.02.09Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования*

*промышленных и гражданских зданий*

Контрольная работа

по МДК 02.02 «Внутреннее электроснабжение промышленных и гражданских зданий»

Выполнил(а): студент группы ЭЛ-\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ И.И. Иванов

(подпись)

Принял(а): преподаватель \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(подпись)

Новый Уренгой, 201\_