

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»**
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

УТВЕРЖДАЮ

Директор института энергетики, информационных
технологий и управляющих систем

канд. техн. наук, доцент **А. В. Белоусов**

« 28 »  2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ ЦЕХОВЫХ ЭЛЕКТРОПРИЕМНИКОВ

направление подготовки

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

профиль подготовки

Электроснабжение

Квалификация

бакалавр

Форма обучения

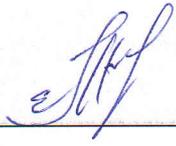
очная

**Институт энергетики, информационных технологий и управляющих систем
Кафедра электроэнергетики и автоматики**

Белгород – 2022

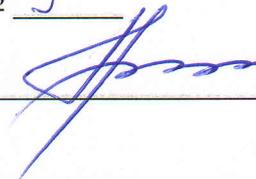
Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» (уровень бакалавриата), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 144 от 28 февраля 2018 г.;
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В. Г. Шухова в 2022 году.

Составитель: канд. техн. наук, доцент  (Е. В. Жилин)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры электроэнергетики и автоматике

« 26 » апреля 2022 г., протокол № 9

Заведующий кафедрой: канд. техн. наук, доцент  (А. В. Белоусов)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой электроэнергетики и автоматике

Заведующий кафедрой: канд. техн. наук, доцент  (А. В. Белоусов)

« 26 » апреля 2022 г.

Рабочая программа одобрена методической комиссией института энергетики, информационных технологий и управляющих систем

« 28 » апреля 2022 г., протокол № 8

Председатель: канд. техн. наук, доцент  (А. Н. Семернин)

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
профессиональная	ПК-1. Способен участвовать в проектировании систем электроснабжения объектов.	ПК-1.5. Участвует в проектировании цеховых систем электроснабжения электрических приводов с соблюдением нормативно-технических и энергоэффективных требований	<p>Знания основные требования, нормы правил устройства электроустановок применяемых при проектирование цеховых систем электроснабжения.</p> <p>Умения проектировать цеховые системы электроснабжения на основании сведений о электрических нагрузках цеховых электроприемников.</p> <p>Навыки выбора всех элементов цеховой системы электроснабжения, разбираться в ассортименте кабельной продукции, силовых трансформаторов и коммутационной аппаратуры.</p>

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Компетенция ПК-1. Способен участвовать в проектировании систем электроснабжения объектов.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Инженерная экология
2	Математические задачи электроэнергетики
3	Электроснабжение
4	Переходные процессы в электроэнергетических системах
5	Электроснабжение цеховых электроприемников
6	Электроснабжение промышленных предприятий
7	Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем
8	Проектирование систем электроснабжения жилых зданий
9	Проектирование систем электроснабжения общественных зданий и сооружений
10	Электрические станции и подстанции
11	Электроэнергетические системы и сети
12	Автоматизированные системы диспетчерского управления
13	Экономика энергетики
14	Производственная преддипломная практика

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зач. единиц, 144 часа.

Дисциплина реализуется в рамках практической подготовки

Форма промежуточной аттестации зачет (5 семестр)

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 5
Общая трудоемкость дисциплины, час	144	144
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	71	71
лекции	34	34
лабораторные	-	-
практические	34	34
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	3	3
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	73	73
Курсовой проект	-	-
Курсовая работа	-	-
Расчетно-графическое задание	18	18
Индивидуальное домашнее задание	-	-
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	55	55
Зачет	-	-

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Наименование тем, их содержание и объем Курс 3 Семестр 5

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
1. Основные сведения о системах электроснабжения объектов					
1.1	Общие сведения. Электрические параметры электроэнергетических систем. Напряжения электрических сетей. Классификация электроприемников по различным признакам. Основное электрооборудование электрических подстанций.	2	-		3
1.2	Режимы работы нейтрали в системах электроснабжения. Конструктивное выполнение электрических сетей. Конструктивное выполнение трансформаторных и распределительных подстанций.	2	2		3
1.3	Принцип выбора схемы электрической сети. Схемы электрических сетей внутри объекта на напряжение 6-10 кВ. Схемы цеховых распределительных сетей напряжением до 1 кВ. Схемы осветительных сетей.	2	1		3
1.4	Принципы выбора схем электроподстанций. Схемы главных понижающих подстанций и подстанций глубокого ввода. Схемы распределительных подстанций напряжением выше 1 кВ. Схемы трансформаторных подстанций напряжением 6...10/0,4...0,66 кВ.	2	1		3
2. Графики нагрузки и расчет электрических нагрузок систем электроснабжения					
2.1	Показатели графиков электрических нагрузки. Коэффициент использования, коэффициенты включения, загрузки, формы графика нагрузки, заполнения графика.	2	2		3
2.2	Расчет электрических нагрузок. Понятие расчетной электрической нагрузки. Расчет электрических нагрузок по коэффициенту расчетной мощности.	2	2		3
2.3	Потери активной мощности на передачу в электрических сетях. Расчет нагрузочных потерь электроэнергии в элементах в элементах системы электроснабжения. Снижение потерь электроэнергии в элементах системы электроснабжения.	2	2		3
3. Компенсация реактивных мощностей и выбор мощности силовых трансформаторов					
3.1	Компенсация реактивных мощностей в системах электроснабжения. Баланс активных и реактивных мощностей. Основные потребители реактивной мощности на промышленных предприятиях	2	2		3

3.2	Источники реактивной мощности. Синхронные двигатели как источник реактивной мощности. Силовые конденсаторы. Регулирование мощности компенсирующих устройств. Выбор числа и мощности силовых трансформаторов с учетом компенсации реактивной мощности.	2	2		3
4. Короткие замыкания в системах электроснабжения.					
4.1	Короткие замыкания в системах электроснабжения. Причины возникновения и последствия коротких замыканий. Переходной процесс при трехфазном коротком замыкании	2	3		4
4.2	Основные соотношения между токами при трехфазном коротком замыкании. Система относительных единиц. Расчетные схемы определения результирующих сопротивлений цепи короткого замыкания.	2	3		4
4.3	Расчет токов короткого замыкания от системы неограниченной мощности. Определение токов короткого замыкания в произвольный момент времени по расчетным кривым. Расчет токов короткого замыкания в сети и установках до и выше 1 кВ. Расчет токов однофазного короткого замыкания. Электродинамическое и термическое действие токов короткого замыкания.	2	4		4
5. Выбор сечения проводников					
5.1	Выбор проводников напряжением до и выше 1 кВ. Выбор сечения кабельных и воздушных линий по экономической плотности тока и допустимым токам нагрева в нормальном режиме. Выбор сечения проводников по потере напряжения в нормальном режиме и при пуске наиболее мощного электрически удаленного двигателя. Проверка проводников по термической стойкости токам трехфазного короткого замыкания.	2	4		4
6. Выбор аппаратов системы электроснабжения					
6.1	Выбор аппаратов системы электроснабжения объектов напряжением выше 1 кВ. Выбор и проверка высоковольтных выключателей, предохранителей, трансформаторов тока и напряжения.	2	2		3
6.2	Выбор аппаратов системы электроснабжения объектов напряжением до 1 кВ. Выбор автоматических выключателей, шинпроводов и предохранителей	2	2		3
7. Повышение надежности систем цехового электроснабжения					
7.1	Качество электроэнергии в системах электроснабжения объектов. Показатели качества электроэнергии. Влияние качества электроэнергии на элементы системы электроснабжения. Заземление и зануление в системах цехового электроснабжения. Расчет заземляющих устройств.	2	2		3
7.2	Микропроцессорная (цифровая) защита в системах цехового электроснабжения. Характеристика основных узлов цифровых устройств защиты автоматики. Обработка информации в цифровых защитах.	2			3
	ВСЕГО	34	34	-	55

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
семестр № 5				
1.	Основные сведения о системах электроснабжения объектов	Режимы работы нейтрали в системах электроснабжения. Конструктивное выполнение электрических сетей. Конструктивное выполнение трансформаторных и распределительных подстанций.	2	2
		Принцип выбора схемы электрической сети и электроподстанций. Схемы цеховых распределительных сетей, осветительных сетей и цеховых подстанций.	2	2
2.	Графики нагрузки и расчет электрических нагрузок систем электроснабжения	Показатели графиков электрических нагрузки. Коэффициент использования, коэффициенты включения, загрузки, формы графика нагрузки, заполнения графика.	2	2
		Расчет электрических нагрузок. Понятие расчетной электрической нагрузки. Расчет электрических нагрузок по коэффициенту расчетной мощности.	2	2
		Расчет нагрузочных потерь электроэнергии в элементах в элементах системы электроснабжения.	2	2
3.	Компенсация реактивных мощностей и выбор мощности силовых трансформаторов	Компенсация реактивных мощностей в системах электроснабжения.	2	2
		Регулирование мощности компенсирующих устройств. Выбор числа и мощности силовых трансформаторов с учетом компенсации реактивной мощности.	2	2
4.	Короткие замыкания в системах электроснабжения.	Короткие замыкания в системах электроснабжения. Причины возникновения и последствия коротких замыканий.	2	2
		Переходной процесс при трехфазно коротком замыкании. Основные соотношения между токами при трехфазном коротком замыкании.	2	2
		Система относительных единиц. Расчетные схемы определения результирующих сопротивлений цепи короткого замыкания.	2	2

		Расчет токов короткого замыкания от системы неограниченной мощности. Определение токов короткого замыкания в произвольный момент времени по расчетным кривым.	2	2
		Расчет токов однофазного короткого замыкания. Электродинамическое и термическое действие токов короткого замыкания.	2	2
5.	Выбор сечения проводников	Выбор проводников напряжением до и выше 1 кВ.	2	2
		Выбор сечения проводников по потере напряжения в нормальном режиме	2	2
6.	Выбор аппаратов системы электроснабжения	Выбор аппаратов системы электроснабжения объектов напряжением выше 1 кВ.	2	2
		Выбор аппаратов системы электроснабжения объектов напряжением до 1 кВ.	2	2
7.	Повышение надежности систем цехового электроснабжения	Заземление и зануление в системах цехового электроснабжения. Расчет заземляющих устройств	2	2
ИТОГО:			34	34

3.3. Содержание лабораторных занятий

Лабораторные занятия учебным планом не предусмотрены.

4.4. Содержание курсового проекта/работы

Курсовой проект /работа учебным планом не предусмотрены.

4.5. Содержание расчетно-графического задания

Тема РГЗ – расчет и построение схемы электроснабжения цеха (участка) промышленного предприятия. Объем – 12-16 стр.

Цель РГЗ – научить студента рассчитывать схему электроснабжения отдельных участков с регулируемым электроприводом и вспомогательным электрооборудованием.

Основные задачи, решаемые в РГЗ:

- расчет электрических нагрузок;
- выбор участковой (цеховой) трансформаторной подстанции;
- расчет и выбор кабельных (воздушных) линий;
- расчет токов короткого замыкания;
- выбор коммутационной аппаратуры;
- компоновка распределительных устройств.

Пример задания РГЗ

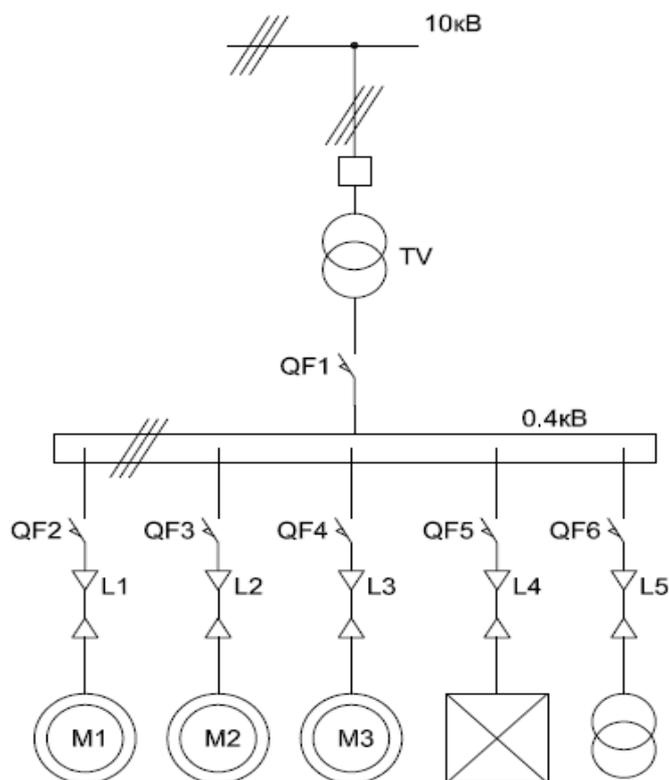


Рис. 1. Расчетная схема электроснабжения цеха

На рис. 1 представлена расчетная схема электроснабжения цеха.

Примерные значения нагрузок цеховой подстанции представлены в табл. 1.

Таблица 1

Наименование электроприемника	Тип двигателя	Количество	Номинальная мощность	$\cos\varphi_n$	η_n	Примечание
Подкачивающий насос	4А-18,5	3	18,5	0,88	0,895	S1
Циркуляционный насос	4А-30	1	30	0,89	0,91	S1
Сварочный трансформатор	-	1	36 кВА	0,8	0,8	S3
Технологическая электрическая печь	-	1	46	1	0,82	S1
Электрическая таль	4А-3	1	3	0,83	0,82	S2

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

1. Компетенция ПК-1. Способен участвовать в проектировании систем электроснабжения объектов.

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-1.5. Участвует в проектировании цеховых систем электроснабжения электрических приводов с соблюдением нормативно-технических и энергоэффективных требований	Зачет, расчетно-графическое задание, тесты, практические занятия, собеседование.

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация осуществляется в конце **5-го семестра** изучения дисциплины в форме зачета.

Вопросы для подготовки к зачету

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1.	Основные сведения о системах электроснабжения объектов	<ol style="list-style-type: none"> 1. Какие виды электроустановок существуют в системе электроснабжения объектов? 2. По каким признакам подразделяются электрические сети? 3. Какие номинальные напряжения установлены в электрических системах? 4. Что такое графики электрических нагрузок потребителей? 5. Какие режимы работы нейтралей применяются в системах электроснабжения?
2.	Графики нагрузки и расчет электрических нагрузок систем электроснабжения	<ol style="list-style-type: none"> 1. Перечислите основные показатели графиков нагрузок? 2. Что понимается под расчетной электрической нагрузкой? 3. Перечислите методы расчета электрических нагрузок?
3.	Компенсация реактивных мощностей и выбор мощности силовых трансформаторов	<ol style="list-style-type: none"> 1. Назовите основные потребители реактивной мощности на промышленных предприятиях? 2. Что используется в электрических системах для компенсации реактивной мощности?
4.	Короткие замыкания в системах электроснабжения.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Назовите основные причины возникновения коротких замыканий и их последствия? 2. В чем заключается смысл расчетов токов короткого замыкания? 3. Как составляются расчетные схемы для определения результирующих сопротивлений цепи КЗ? 4. Что такое расчетные кривые для типовых турбогенераторов с АРВ? 5. Перечислите, какие виды токов КЗ определяются в сетях и установках напряжением до 1 кВ?
5.	Выбор сечения проводников	<ol style="list-style-type: none"> 1. По каким параметрам производится выбор сечения кабелей напряжением выше 1 кВ?

		2. По каким параметрам производится выбор сечения кабелей напряжением до 1 кВ?
6.	Выбор аппаратов системы электроснабжения	1. Как производится выбор автоматических выключателей, предохранителей на напряжение до 1 кВ? 2. Как производится выбор автоматических выключателей, предохранителей на напряжение выше 1 кВ? 3. Как производится выбор разъединителей, отделителей, короткозамыкателей на напряжение выше 1 кВ?
7.	Повышение надежности систем цехового электроснабжения	1. Перечислите основные показатели качества электроэнергии? 2. Перечислите дополнительные показатели качества электроэнергии? 3. Перечислите основные виды влияния качества электроэнергии на работу электроприемников?

Пример тестов для контроля освоения материала

Раздел: Основные сведения о системах электроснабжения объектов

Приемник электрической энергии (электроприемник) – это:

- 1) Аппарат, агрегат и др., предназначенный для преобразования электрической энергии в другой вид энергии;
 - 2) Аппарат, агрегат и др., предназначенный для преобразования параметров электроэнергии (напряжения и частоты);
 - 3) Аппарат, агрегат и др., предназначенный как для преобразования электроэнергии в другой вид энергии, так и для преобразования параметров электроэнергии;
 - 4) Аппарат, агрегат и др., объединенный с другим аппаратом, агрегатом и др. общим технологическим процессом.
- , питающиеся от общего для всех источника питания (общих источников питания).

Выберите правильный ряд номинальных значений напряжения:

- 1) **6, 10, 35, 110, 220, 330, 500, 750, 1150 кВ**
- 2) 35, 10, 48, 220, 380, 500, 750, 1000, 1150 кВ
- 3) 6, 12, 24, 48, 110, 220, 380, 500, 750, 1150 кВ
- 4) 10, 35, 110, 220, 330, 380, 500, 750, 1150 кВ
- 5) 12, 24, 33, 48, 250, 330, 550, 750, 1150 кВ

Какой вид топологии распределительной схемы применяется для промышленного предприятия без специального обоснования?

- 1) **Магистральная**
- 2) Смешанная
- 3) Все перечисленные
- 4) Радиальная

Какой вид топологии распределительной схемы применяется для электро-приемников, расположенных в зонах В-I и В-Ia?

- А) Все перечисленные
- Б) **Радиальная**

- В) Магистральная
- Д) Смешанная

В каком режиме работы нейтрали ток нулевой последовательности отсутствует?

- а) Режим заземленной нейтрали
- б) Режим изолированной нейтрали**
- с) Режим замкнутой нейтрали
- д) Режим неуравновешенной нейтрали

Раздел: Графики нагрузки и расчет электрических нагрузок систем электроснабжения

Какое утверждение относительно графиков нагрузки верно?

- а) График нагрузки показывает изменения потребления электроэнергии в течение дня, недели, месяца или года.**
- б) График нагрузки показывает только суммарное потребление электроэнергии за определенный период времени.
- с) График нагрузки не имеет никакого отношения к потреблению электроэнергии.
- д) График нагрузки показывает только максимальную нагрузку на сеть в определенный момент времени.

Показатель, характеризующий отношение средней активной мощности отдельного приемника (или группы их) к её номинальному значению ($P_c/P_{ном}$) называется:

- 1) коэффициентом загрузки
- 2) коэффициентом формы
- 3) коэффициентом максимума
- 4) коэффициентом заполнения графика активной нагрузки
- 5) коэффициентом использования активной мощности**

Какой метод применим для оценочного определения расчетной нагрузки предприятия на стадии проектирования?

- 1) Метод коэффициента расчетной мощности
- 2) Метод удельной мощности на единицу производственной площади;
- 3) Метод удельной мощности на единицу продукции;**
- 4) Метод коэффициента загрузки.

На какое количество категорий по надежности разделяют электроприемники ?

- 1) 4
- 2) 5
- 3) 2
- 4) 3**

Раздел: Компенсация реактивных мощностей и выбор мощности силовых трансформаторов

Укажите несуществующее значение трансформатора из номинального ряда мощностей?

- 1) 1000 кВА
- 2) 100 кВА

- 3) 400 кВА
- 4) **300 кВА**

Какую функцию выполняют трансформаторы в составе трансформаторной подстанции цеха?

- a) **Понижают напряжение электрической энергии до уровня потребления цеха**
- b) Увеличивают напряжение электрической энергии до уровня потребления цеха
- c) Обеспечивают автоматическую защиту от перегрузок и коротких замыканий
- d) Обеспечивают синхронизацию сети цеха с главной электрической сетью

Что такое компенсация реактивных мощностей в системах электроснабжения?

- a) Увеличение активной мощности системы
- b) **Уменьшение реактивной мощности системы**
- c) Увеличение реактивной мощности системы
- d) Уменьшение активной мощности системы

Какие устройства на промышленных предприятиях потребляют реактивную мощность?

- a) Трансформаторы
- b) **Электродвигатели**
- c) Силовые кабели
- d) Коммутационные аппараты

Как осуществляется компенсация реактивных мощностей?

- a) **Установкой конденсаторных батарей**
- b) Установкой индуктивных компенсаторов
- c) Установкой активных фильтров
- d) Установкой стабилизаторов напряжения

Какой тип устройства можно использовать для компенсации реактивной мощности в системах электроснабжения промышленных предприятий?

- a) Синхронный генератор
- b) Силовой трансформатор
- c) **Силовой конденсатор**
- d) Автоматический выключатель

Раздел: Короткие замыкания в системах электроснабжения

Укажите точки, для которых ведется расчет тока короткого замыкания для проверки кабелей?

- 1) За трансформаторами
- 2) **В начале кабеля**
- 3) В конце кабеля
- 4) В середине кабеля

От каких параметров зависит ударный коэффициент тока короткого замыкания?

- 1) Ступени селективности
- 2) Расчетной нагрузки

- 3) **Отношения реактивного сопротивления сети к активному**
- 4) **Общей протяженности участка сети**

Какое общее влияние на ток короткого замыкания оказывают высоковольтные двигатели?

- 1) Никакого
- 2) Уменьшают ток короткого замыкания
- 3) Уменьшают ударный ток
- 4) **Увеличивают ток короткого замыкания**

Что такое короткое замыкание в системах электроснабжения?

- a) Снижение напряжения в сети
- b) Увеличение напряжения в сети
- c) **Снижение сопротивления в цепи**
- d) Увеличение сопротивления в цепи

Каковы последствия короткого замыкания?

- a) Повреждение оборудования
- b) Потеря энергии
- c) Снижение мощности
- d) **Все вышеперечисленные последствия**

Раздел: Выбор сечения проводников

От какого конструктивного элемента кабеля зависит его термическая стойкость?

- 1) Материал жилы
- 2) **Изоляция жилы**
- 3 Оболочка
- 4) Сечение жилы

Какой фактор не учитывается при выборе проводника напряжением до 1 кВ?

- a) Допустимая температура нагрева проводника
- b) Экономическая плотность тока
- c) Коэффициент мощности
- d) **Магнитное поле окружающей среды**

Какой фактор учитывается при выборе сечения проводников по потере напряжения в нормальном режиме?

- a) Допустимая температура нагрева проводника
- b) Экономическая плотность тока
- c) **Длина линии и её сопротивление**
- d) Мощность нагрузки

Какая характеристика проводника определяет его термическую стойкость?

- a) Экономическая плотность тока
- b) **Допустимая температура нагрева проводника**
- c) Ток нагрузки
- d) Сечение проводника

Какой фактор необходимо учитывать при выборе сечения проводников для снижения потерь напряжения в нормальном режиме?

- a) длина линии;
- b) мощность нагрузки;
- c) материал проводника;
- d) все перечисленное.**

Раздел: Выбор аппаратов системы электроснабжения

Какое назначение автоматических выключателей в установках напряжением до 1000 В?

- a) Защита электрооборудования от перегрузки и короткого замыкания;**
- б) Регулирование напряжения в электрической сети;
- в) Снижение потерь электроэнергии;
- г) Подключение дополнительного электрооборудования.

Какой аппарат электрической защиты используется для измерения тока высокого напряжения?

- a) Автоматический выключатель
- б) Высоковольтный выключатель
- в) Предохранитель
- г) Трансформатор тока**

Какой аппарат электрической защиты используется для уменьшения напряжения сети на требуемое значение?

- a) Автоматический выключатель
- б) Высоковольтный выключатель
- в) Предохранитель
- г) Трансформатор напряжения**

Раздел: Повышение надежности систем цехового электроснабжения

Отклонение напряжения может быть:

- a. положительным, отрицательным или нулевым;
- b. только положительным или отрицательным;**
- c. только отрицательным или нулевым;
- d. только нулевым.

Что такое мерцание напряжения?

- a) Резкое изменение напряжения в короткий промежуток времени
- б) Изменение амплитуды напряжения со временем
- с) Медленное изменение формы синусоиды напряжения
- d) Быстрое колебание амплитуды напряжения на частоте, близкой к 50 Гц**

Перечень контрольных материалов для защиты расчетно-графического задания

Примеры типовых вопросов для защиты расчетно-графического задания

1. Что влияет на выбор схемы и конструктивного исполнения внутрицеховой сети.
2. Основные схемы цеховых электрических сетей, области их применения, достоинства и недостатки каждой из схем.
3. Основные требования, предъявляемые к цеховым электрическим сетям.
4. Назовите основные способы определения расчетных нагрузок.
5. Как рассчитать нагрузку однофазных электроприемников.
6. Объяснить метод расчета с использованием коэффициента расчетной мощности.
7. Какие уровни (ступени) системы электроснабжения вы знаете.
8. Как влияет ступень системы электроснабжения на выбор способа расчета нагрузок.
9. Чему равен пиковый ток группы электроприемников.
10. Критерии выбора мощности трансформатора цеховых ТП и количества трансформаторов.
11. В каких случаях можно установить одно- двухтрехтрансформаторные цеховые ТП.
12. Как рассчитать потери мощности в трансформаторах.
13. Какие условия и основные допущения принимаются при расчете токов КЗ в системах электроснабжения.
14. В каких случаях допускается не учитывать активные сопротивления элементов схемы электроснабжения.
15. Особенности расчета токов КЗ в сетях напряжением ниже 1000 В.
16. Условия выбора и проверки высоковольтных выключателей.
17. Условия выбора и проверки разъединителей и предохранителей.
18. По каким условиям выбирается сечение линии в сетях ниже 1000 В.
19. Поясните сущность выбора сечения проводника по условиям нагрева и согласования выбранного сечения проводника с аппаратами защиты.
20. Выбор аппаратов защиты в сетях до 1 кВ.
21. Способы уменьшения потерь напряжения.
22. Как определить потери напряжения в основных элементах системы электроснабжения.
23. Критерии проверки выбранных автоматических выключателей по токам короткого замыкания.
24. Критерии проверки выбранных сечений кабельных линий по токам короткого замыкания.

5.3. Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре

Текущий контроль осуществляется в течение **5-го** семестра в форме собеседования во время проведения практических занятий.

Примеры типовых вопросов для практических занятий соответствуют перечню вопросов для зачета.

Примеры типовых задач для практических занятий

Задача

Для группы из пяти электроприемников (10, 11, 19, 20, 26) построим групповой график и рассчитаем его параметры. Исходные данные по группе представлены в таблице. Номинальное напряжение $U_{\text{НОМ}} = 380 \text{ В}$.

№ электроприемника	$P_{\text{пасп}}$, кВт	$S_{\text{пасп}}$, кВт	$\cos\varphi_{\text{н}}$	$\eta_{\text{н}}$, %	$i_{\text{п}}/i_{\text{н}}$	ПВ, %
10	45	-	0,89	92,5	7,5	100
11	42,3	65	0,65	-	3,5	50
19	1,5	-	0,72	77	4,5	40
20	28,4	40,5	0,7	-	2	65
26	75	-	0,88	94,6	7,5	100
Итого:	192,2					

Задача

Используя метод упорядоченных диаграмм определить расчетную нагрузку группы трехфазных электроприемников. Коэффициенты использования заданных электроприемников $k_{\text{и}}$ необходимо определить на основании индивидуальных графиков нагрузки. Наименования электроприемников принять ориентировочно. Для этой же группы электроприемников построить групповой график нагрузки и определить расчетную активную мощность статистическим методом.

Задача

Определить максимальную нагрузку, создаваемую однофазными электроприемниками, включенными на фазное и линейное напряжения сети 380/220 В.

Каталожные данные по электроприемникам:

А – регулируемая нагревательная печь $P_{\text{НОМ}} = 20 \text{ кВт}$, $\cos\varphi = 1$, $k_{\text{и}} = 0,5$;

В - сварочная машина с тремя однофазными сварочными трансформаторами, $S_{\text{НОМ}} = 100 \text{ кВт}\cdot\text{А}$, $\cos\varphi = 0,4$, $k_{\text{и}} = 0,4$;

С - сварочный аппарат $S_{\text{НОМ}} = 48 \text{ кВт}\cdot\text{А}$, $\cos\varphi = 0,4$, $k_{\text{и}} = 0,4$;

Д- сварочный аппарат $S_{\text{пасп}} = 40 \text{ кВт}\cdot\text{А}$, $\cos\varphi = 0,4$, $k_{\text{и}} = 0,4$.

Задача

Определить трехфазную нагрузку от трех сварочных трансформаторов при $\cos\varphi = 0,5$, номинальные мощности которых составляют: $P_{\text{НОМ1}, \text{ab}} = 28 \text{ кВт}$, $P_{\text{НОМ2}, \text{bc}} = 13 \text{ кВт}$, $P_{\text{НОМ3}, \text{ca}} = 14 \text{ кВт}$. Трансформаторы присоединены на $U_{\text{л}} = 380 \text{ В}$.

Задача

Определить расчетную нагрузку от группы однофазных электроприемников,

подключенных на $U_{л}$ и $U_{ф}$ и имеющих следующие данные:

$U_{ф}$:

«а-о» – 2×5 кВт $k_{и} = 0,3$ $\cos\varphi = 0,6$ ($\operatorname{tg}\varphi = 1,33$),

«в-о» – 1×6 кВт $k_{и} = 0,2$ $\cos\varphi = 0,8$ ($\operatorname{tg}\varphi = 0,75$),

«с-о» – 2×8 кВт $k_{и} = 0,4$ $\cos\varphi = 0,7$ ($\operatorname{tg}\varphi = 1,0$);

$U_{л}$:

«а-в» – 2×4 кВт $k_{и} = 0,2$ $\cos\varphi = 0,8$,

«с-а» – 3×2 кВт $k_{и} = 0,3$ $\cos\varphi = 0,7$,

«в-с» – 1×10 кВт $k_{и} = 0,3$ $\cos\varphi = 0,65$.

1.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме зачета (**6-й** семестр) используется следующая шкала оценивания: не зачтено, зачтено.

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	Знания правил устройства электроустановок при меняемых при проектировании цеховых систем электроснабжения.
	Полнота ответов на вопросы.
Умения	Самостоятельность выполнения задания.
	Правильность применения теоретического материала.
	Проектировать цеховые системы электроснабжения на основании электрических нагрузок
	Полнота выполнения заданий, полнота ответов на дополнительные вопросы.
	Умение сравнивать, делать выводы по результатам выполненного задания.
	Качество оформления заданий.
Навыки	Навыки выбора силовых трансформаторов, электрических проводников и коммутационных аппаратов.
	Выбор методики выполнения задания.
	Анализ и обоснование полученных результатов.

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

При промежуточной аттестации в форме **зачета**:

Оценка сформированности компетенций по показателю *Знания*.

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	не зачтено	зачтено
Знания правил устройства электроустановок при меняемых при проектировании цеховых систем электроснабжения.	Не знает правил устройства электроустановок при проектировании цеховых систем электроснабжения.	Знает правила устройства электроустановок при проектировании цеховых систем электроснабжения.
Полнота ответов на вопросы.	не отвечает на вопросы для защиты расчетно-графического задания и вопросы для подготовки к зачету.	верно отвечает на вопросы для защиты расчетно-графического задания и вопросы для подготовки к зачету.

Оценка сформированности компетенций по показателю *Умения*.

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	не зачтено	зачтено
Самостоятельность выполнения задания.	Не может выполнить расчеты в рамках решения задач на практическом занятии, в том числе и с дополнительной помощью.	Самостоятельно выполняет расчеты на практическом занятии.
Правильность применения теоретического материала.	При применении теоретического (лекционного) материала допускаются ошибки, относящиеся к решению задач и защите расчетно-графического задания.	Теоретический (лекционный) материал применяется и интерпретируется правильно при решении задач и защите расчетно-графического задания.
Проектировать цеховые системы электроснабжения на основании электрических нагрузок	Не может проектировать цеховые системы электроснабжения на основании электрических нагрузок	Верно проектирует цеховые системы электроснабжения на основании электрических нагрузок
Полнота выполнения заданий, полнота ответов на дополнительные вопросы.	Имеются существенные ошибки при решении задач, не отвечает на дополнительные вопросы.	Верно выполняет расчеты при решении задач, верно отвечает на дополнительные вопросы.
Умение сравнивать, делать выводы по результатам выполненного задания.	Не умеет сравнивать, сопоставлять и обобщать, а также делать выводы по результатам выполнения расчетно-графического задания.	Сравнивает, сопоставляет и обобщает данные, самостоятельно оценивает полученные результаты, делает выводы по результатам выполнения расчетно-графического задания.
Качество оформления заданий.	Расчетно-графическое задание оформлено не в соответствии с требованиями, не полностью, имеются ошибки. Или расчетно-графического задания не оформлено вообще.	Расчетно-графическое задание оформлено в соответствии с требованиями, в полном объеме, имеются незначительные ошибки, неточности, опечатки.

Оценка сформированности компетенций по показателю *Навыки*.

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	не зачтено	зачтено
Навыки выбора силовых трансформаторов, электрических проводников и коммутационных аппаратов.	Выбор силовых трансформаторов, электрических проводников и коммутационных аппаратов выполнен не верно.	Выбор силовых трансформаторов, электрических проводников и коммутационных аппаратов выполнен верно, по исходным данным и рекомендуемым методикам.
Выбор методики выполнения задания.	Неверно выбрана методика решения задач и выполнения заданий при защите расчетно-графического задания.	Методика решения задач и выполнения заданий при защите расчетно-графического задания выбрана верно с учетом исходных данных.
Анализ и обоснование полученных результатов.	Не произведен анализ результатов решения задач и результатов выполнения расчетно-графического задания.	Произведен анализ результатов решения задач, сделаны выводы по расчетно-графическому заданию. Результаты работы обоснованы и в целом аргументированы, имеются ссылки на нормативные, справочные и учебно-методические источники.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Материально-техническое обеспечение

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1.	Учебная аудитория для проведения лекционных занятий.	Специализированная мебель; мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук.
2.	Учебная аудитория для проведения практических занятий, консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации.	Учебная аудитория кафедры «Электроэнергетика и автоматика» (лаборатория электроэнергетических систем). Специализированная мебель; мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук.
3.	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы.	Специализированная мебель; компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет», имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду.

6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
1.	Microsoft Windows 10 Корпоративная	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023). Договор поставки ПО 0326100004117000038-0003147-01 от 06.10.2017
2.	Microsoft Office Professional Plus 2016	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023
4.	Google Chrome	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения

6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

1. Конюхова Е.А. Электроснабжение объектов: учеб. пособие для студ. учреждений сред. проф. образования / Е.А. Конюхова. – 10-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2013. – 320 с

2. Шеховцов В.П. Расчет и проектирование схем электроснабжения. Методическое пособие для курсового проектирования. – М.: ФОРУМ: ИНФРО-М, 2006. – 214 с. 15экз

3. Конюхова Е.А. Проектирование систем электроснабжения промышленных предприятий (теория и примеры) [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е.А. Конюхова. — Электрон. текстовые данные. — М. : Русайнс, 2016. — 159 с. — 978-5-4365-0628-9. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/61647.html>

4. Шлейников В.Б. Электроснабжение силовых электроприемников цеха про-

мышленного предприятия [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Б. Шлейников, Т.В. Сазонова. — Электрон. текстовые данные. — Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2012. — 110 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/30146.html>

5. Старкова Л.Е. Справочник цехового энергетика [Электронный ресурс] : учебно-практическое пособие / Л.Е. Старкова. — Электрон. текстовые данные. — М. : Инфра-Инженерия, 2013. — 352 с. — 978-5-9729-0021-3. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13558.html>

6. Электроснабжение предприятий [Электронный ресурс] : учебное пособие / Б.Н. Абрамович [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Санкт-Петербургский горный университет, 2015. — 297 с. — 978-5-94211-716-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/71713.html>

7. Кудрин, Б. И. Системы электроснабжения : учеб. пособие для студентов вузов / Б. И. Кудрин. - Москва : Академия, 2011. - 352 с. 10 экз

8. Электротехнический справочник в 4-х т. Т.3. Производство, передача и распределение электрической энергии / Под общей ред. профессоров МЭИ В.Г. Герасимова и др.- 9-е изд.- М.: Издательство МЭИ, 2004. – 964 с.

9. Сивков А.А. Основы электроснабжения [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.А. Сивков, Д.Ю. Герасимов, А.С. Сайгаш. — Электрон. текстовые данные. — Томск: Томский политехнический университет, 2014. — 174 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/34694.html>

6.4. Перечень интернет ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

1. Техническая коллекция Шнейдер Электрик. Выпуск 017- Защита от замыканий на землю [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://download.schneider-electric.com/files?p_enDocType=Cahier+Technique&p_File_Id=334073169&p_File_Name=RCT017.pdf&p_Reference=RCT017

2. Техническая коллекция Шнейдер Электрик. Выпуск 1 - Защита электрических сетей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.pro-schneider.ru/content/files/118.pdf>

3. Техническая коллекция Шнейдер Электрик. Выпуск 021- Руководство по компенсации реактивной мощности с учетом влияния гармоник [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.schneider-electric.ru/ru/download/document/RCT021/>

4. Техническая коллекция Шнейдер Электрик. Выпуск 020- Системы заземления в электроустановках низкого напряжения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.pro-schneider.ru/content/files/138.pdf>

7. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ¹

Рабочая программа утверждена на 20____ /20____ учебный год
без изменений / с изменениями, дополнениями²

Протокол № _____ заседания кафедры от «__» _____ 20____ г.

Заведующий кафедрой _____
подпись, ФИО

Директор института _____
подпись, ФИО

¹ Заполняется каждый учебный год на отдельных листах

² Нужно подчеркнуть