

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Набережночелнинский институт (филиал)  
Отделение информационных технологий и энергетических систем



Утверждаю

Первый заместитель директора  
НЧИ КФУ Симонова Л. А.



\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

*подписано электронно-цифровой подписью*

## Программа дисциплины

Основы электроснабжения Б1.О.19

Направление подготовки: 13.03.02 - Электроэнергетика и электротехника

Профиль подготовки: Электроснабжение

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2019

**Автор(ы):** Ахметшин Р.С.

**Рецензент(ы):** Илюхин А.Н.

### **СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Башмаков Д. А.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Учебно-методическая комиссия Высшей инженерной школы (Отделение информационных технологий и энергетических систем) (Набережночелнинский институт (филиал)):

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
  - 6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения
  - 6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
  - 6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы
  - 6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
  - 7.1. Основная литература
  - 7.2. Дополнительная литература
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Ахметшин Р.С. (Кафедра электроэнергетики и электротехники, Отделение информационных технологий и энергетических систем), RSAhmetshin@kpfu.ru

### **1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Выпускник, освоивший дисциплину, должен обладать следующими компетенциями:

<b>Шифр компетенции</b>	<b>Расшифровка приобретаемой компетенции</b>
ПК-11	Способен планировать и вести деятельность по техническому обслуживанию и ремонту воздушных линий электропередачи
ПК-6	Готов определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности

Выпускник, освоивший дисциплину:

Должен демонстрировать способность и готовность:

Выпускник, освоивший дисциплину:

Должен демонстрировать способность и готовность:

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- основные параметры элементов электроэнергетической системы и сетей, а также ознакомление с выбором оптимальных параметров элементов и их схем.

- основные категории, понятия и термины отрасли;

- перспективы развития электроэнергетических систем электроснабжения.

Уметь: определять параметры схем замещения и режимов работы оборудования; рассчитывать установившиеся режимы; выбирать средства регулирования на?пряжения в электроэнергетических системах электроснабжения; рассчитывать технико-экономические показатели вариантов и выбрать рациональный вариант;

Владеть: навыками разработки чертежей, использования справочной, научно-технической и специальной литературой, анализа и оценки результатов расчетов режимов работы электростанций и подстанций в электроэнергетических системах

### **2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования**

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.О.19 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника (Электроснабжение)" и относится к обязательным дисциплинам.

Осваивается на 3 курсе в 6 семестре.

### **3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных(ые) единиц(ы) на 144 часа(ов).

Контактная работа - 48 часа(ов), в том числе лекции - 16 часа(ов), практические занятия - 16 часа(ов), лабораторные работы - 16 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 60 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 36 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 6 семестре.

### **4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

#### **4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)**

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Особенности и основные требования к системам электроснабжения промышленных предприятий	6	4	4	4	15
2.	Тема 2. Электрические нагрузки и их графики. Режимы работы электроприемников. Выбор числа и мощности цеховых трансформаторов.	6	4	4	4	15
3.	Тема 3. Методы расчета электрических нагрузок. Метод коэффициента спроса. Конструктивное выполнение внутрицеховых электрических сетей.	6	4	4	4	15
<b>4.2 Содержание дисциплины</b>						
<b>Тема 1. Особенности и основные требования к системам электроснабжения промышленных предприятий</b>						
Тема 4. Выбор аппаратов защиты. Выбор сечения проводов, кабелей и шин по нагреву						
Система ЭСПП как часть энергосистемы, в энергетическом плане более простая (более низкие напряжения, меньшая мощность и протяженность линии, отсутствие замкнутых контуров и др.) и более сложная						
в плане использования и преобразования ЭЭ в технологических целях промышленного производства. Электроприемники как электрическая часть технологических агрегатов входят неотъемлемыми элементами в систему ЭСПП и во многом определяют работу этой системы и ее параметры.						
Электроэнергетика как жизнеобеспечивающая отрасль промышленности обладает рядом особенностей, выделяющих ее из других отраслей промышленности.						
Первая особенность электроэнергетики - неразрывность и практически полное совпадение во времени процессов производства, распределения и потребления, т.е. выполняется баланс:						
$P_G = P_{ПОТР} + P_{С.Н} + \Delta P$ (2.1)						
$Q_G = Q_{ПОТР} + Q_{С.Н} + \Delta Q$ (2.2)						
где: $P_G, Q_G$ - вырабатываемая источником питания (ИП) активная и реактивная мощности;						
$P_{ПОТР}, Q_{ПОТР}$ - потребленная активная и реактивная мощности;						
$P_{С.Н}, Q_{С.Н}$ - потребленная активная и реактивная мощность на собственные нужды ИП,						
$\Delta P, \Delta Q$ - потери активной и реактивной мощности во всех звеньях энергосистемы.						
Вторая особенность - это относительная быстрота протекания переходных процессов в ней. Волновые процессы совершаются в тысячные доли секунды. Это процессы, связанные с короткими замыканиями (КЗ), включениями и отключениями, изменениями нагрузки, нарушениями устойчивости в системе.						
Третья особенность - обеспечение ЭЭ всех отраслей промышленности, отличающихся технологией производства, способами преобразования ЭЭ в другие виды энергии, многообразием ЭП.						
Особенности энергетики обуславливают особые требования к системе ЭСПП:						
1. быстрота протекания переходных процессов требует обязательного применения в системе ЭСПП специальных автоматических устройств, основное назначение которых - обеспечение функционирования системы ЭСПП, заключающееся в передаче ЭЭ от ИП к месту потребления в необходимом количестве и соответствующего качества;						

2. технологические особенности промышленных предприятий различных отраслей промышленности обуславливают различия в

применении проектных решений по системе ЭСПП;

3. современные промышленные предприятия, особенно машиностроительные, характеризуются динамичностью технологического процесса, связанной с непрерывным введением новых методов

обработки, нового оборудования, переналадкой производства в

связи с непрерывным изменением и усовершенствованием выпускаемой продукции. Это предъявляет требования к системе

ЭСПП - высокая ее гибкость.

Рационально выполненная современная система ЭСПП должна

удовлетворять техническим и экономическим требованиям, а именно:

□ обеспечение безопасности работ, как для электротехнического персонала, так и для не электротехнического;

□ надежность электроснабжения;

□ качество ЭЭ, удовлетворяющее требованиям ГОСТ 13109-97;

□ экономичность;

□ возможность частых перестроек технологии производства и развития предприятия;

□ отсутствие вредного влияния на окружающую среду.

Эти требования должны обеспечиваться при проектировании и эксплуатации систем ЭСПП.

## **Тема 2. Электрические нагрузки и их графики .Режимы работы электроприемников. Выбор числа и мощности цеховых трансформаторов.**

ие потребителей по сети низкого напряжения, а также когда возможна замена повреждённого трансформатора в течение нормируемого времени.

Схемы электроснабжения цеха с одним (а), и двумя (б) трансформаторами

Рис. 1 Схемы электроснабжения цеха с одним (а), и двумя (б) трансформаторами

Двухтрансформаторные подстанции применяются при значительном числе потребителей II категории, либо при наличии потребителей I категории. Кроме того, двухтрансформаторные подстанции целесообразны при неравномерном суточном и годовом графике нагрузки предприятия, при сезонном режиме работы при значительной разнице нагрузки в сменах. Тогда при снижении нагрузки один из трансформаторов отключается.

Задача выбора количества трансформаторов заключается в том, чтобы из двух вариантов (рис. 1 а и б) выбрать вариант с лучшими технико-экономическими показателями. Оптимальный вариант схемы электроснабжения выбирается на основе сравнения приведённых годовых затрат по каждому варианту:

$$Z_i = C_{э,i} + k_n \cdot \Delta K_i + U_i,$$

где  $C_{э,i}$  - эксплуатационные расходы  $i$ -го варианта,  $k_n, \Delta K_i$  - нормативный коэффициент эффективности,  $K_i$  - капитальные затраты  $i$ -го варианта,  $U_i$  - убытки потребителя от перерыва электроснабжения.

трансформаторная подстанция Следует отметить, что при варианте рис. 1 (а) наступает полный перерыв в электроснабжении, и здесь питание потребителей по резервной линии на напряжение 0,4 кВ не может быть принято во внимание, так как такая схема аналогична двухтрансформаторной схеме, но с худшими показателями за счёт длинной линии 0,4 кВ.

При сравнении вариантов немаловажную роль играет вопрос о перспективном развитии предприятия. Так, например, если в настоящее время в цехе имеются потребители только второй категории, то рассмотрение вариантов имеет смысл. Но если, через год планируется переоборудование производства, и в цехе появляются потребители первой категории, то необходимо, безусловно, выбирать вариант с двумя трансформаторами.

В основном, установка двух трансформаторов обеспечивает надёжное питание потребителей. Это значит, что при повреждении одного трансформатора, второй, с учётом его перегрузочной способности, обеспечивает 100 % надёжность питания в течении времени, необходимого для ремонта трансформатора.

Но, бывают случаи, когда мощность уже существующих двух трансформаторов становится недостаточной, для обеспечения питанием всех приёмников, например, при установке более мощного оборудования, изменение режима работы электроприёмников и т.п. Тогда рассматриваются варианты установки более мощных трансформаторов на подстанции, либо установки третьего трансформатора для покрытия возросшей мощности.

Второй вариант кажется предпочтительней, поскольку увеличивается надёжность подстанции, отпадает необходимость реализовывать старые трансформаторы и капитальные затраты на установку третьего трансформатора, как правило, значительно меньше, чем при переоборудовании всей подстанции.

Но такой вариант возможен не всегда, например, при плотной застройке территории предприятия для дополнительного трансформатора просто может не хватить места. С другой стороны, происходит значительное усложнение схемы, которое может оказаться невозможной при работе трансформаторов в параллель. Поэтому рассмотрение вариантов производится в каждом конкретном случае индивидуально.

Кроме требований надёжности при выборе числа трансформаторов следует учитывать режим работы приёмников. Так, например, при низком коэффициенте заполнения графика нагрузки бывает экономически целесообразна установка не одного, а двух трансформаторов.

На крупных трансформаторных подстанциях, ГПП, как правило, число трансформаторов выбирается не более двух. Это обусловлено, главным образом тем, что стоимость коммутационной аппаратуры на стороне высшего напряжения предприятия соизмерима со стоимостью трансформатора.

### **Тема 3. Методы расчета электрических нагрузок. Метод коэффициента спроса. Конструктивное выполнение внутрицеховых электрических сетей**

Электрические нагрузки промышленных предприятий определяют выбор всех элементов системы электроснабжения: линий электропередачи, районных ТП, питающих и распределительных сетей. Поэтому

правильное определение электрических нагрузок является решающим фактором при проектировании и эксплуатации электрических сетей.

6-10 кВ секция I секция II

УР-2

УР-4

УР-5

35-220 кВ УР-6

6(10) кВ

УР-1 УР-1

УР-3

УР-4

УР-1

УР-2

УР-3

УР-1

УР-2

Рису терными местами определения элекпо уровням систем элек (рисунок 3.11):

нок 3.11. Схема электроснабжения с характеристических нагрузок.

Расчет электрических нагрузок производится

троснабжения. Различают шесть уровней

УР1 □ отдельные ЭП или агрегаты;

УР2 □ распределительные шкафы, шинопроводы, сборки;

УР3 □ РУНН трансформатора 6-10/0,4 кВ;

УР4 □ шины РП 6-10 кВ и ЭП 6-10 кВ;

УР5 □ шины РУ 6-10 кВ ГПП;

62

УР6 □ граница раздела балансовой принадлежности предприятия и энергосистемы.

Обычно расчет электрических нагрузок ведется от низших уровней

к высшим. При проектировании крупных предприятий иногда приходится вести расчеты от высших уровней к низшим. В этом случае пользуются информацией базы аналогичного завода.

Комплексный метод предусматривает

неск дующим

и на УР6.

р 3.18)

$M, \text{Э} (\text{кВ}\cdot\text{ч}/\text{ед}) \square \text{объ}$

имума нагрузки (опию на УР6, УР5, УР4.

(3.19)

$K_m \square \text{среднегодовой коэфф ие}$

А  $\square$  общегодовое энергопо

Вт/м

2

;

4. По среднегодовому

ти и коэффициенту максимума.

(3.22)

Для первых трех способов не имеются исходные данные.

Поэт

циента спроса

ся комплексным методом расчета. За осно

одновременное применение

ольких способов расчета максимальной нагрузки  $R_{расч}$  по сле

параметрам:

1. По энергоемкости продукци

$R_{асч\ i} = \square \Theta \ ?M / T_m$  (

ем и энергоемкость продукции  $i$ -го вида;  $i$

$T_m$

ределяется по заводу-аналогу).

$\square$  годовое число часов использования макс

2. По общегодовому энергопотреблен

$R_{расч} = K_m \ ?A / T_g = K_m \ ?P_{ср.г.}$

иц нт максимума;

ребление, МВт?ч;

$P_{ср.г.}$   $\square$  среднегодовая мощность, МВт;

$T_g = 8760 \square$  число часов в году.

3. По удельным мощностям нагрузок на УР6-УР2.

$R_{расч} = \square \ ?F$  (3.20)

$\square$   $\square$  удельная мощность (плотность) нагрузки, к

$F$   $\square$  площадь предприятия, района, цеха, м

2

.

коэффициенту спроса  $K_C$  УР6-УР2.

$R_{расч} = K_c \ ?P_{ном}$  (3.21)

$P_{уст}$   $\square$  сумма установленных мощностей, МВт.

5. По средней мощнос

$R_{расч} = K_m \ ?K_i \ ?P_{ном}$

всегда

ому наиболее распространены метод коэффициента спроса и метод

коэффициента максимума.

#### **Тема 4. Выбор аппаратов защиты. Выбор сечения проводов, кабелей и шин по нагреву**

Сечение проводов и кабелей определяют, исходя из допустимого нагрева с учетом нормального и аварийного режимов, а также неравномерного распределения токов между отдельными линиями, поскольку нагрев изменяет физические свойства проводника, повышает его сопротивление, увеличивает бесполезный расход электрической энергии на нагрев токопроводящих частей и сокращает срок службы изоляции. Чрезмерный нагрев опасен для изоляции и контактных соединений и может привести к пожару и взрыву.

Выбор сечения кабеля и провода по нагреву

Выбор сечения из условий допустимого нагрева сводится к пользованию соответствующими таблицами длительно допустимых токовых нагрузок  $I_d$  при которых токопроводящие жилы нагреваются до предельно допустимой температуры, установленной практикой так, чтобы предупредить преждевременный износ изоляции, гарантировать надежный контакт в местах соединения проводников и устранить различные аварийные ситуации, что наблюдается при  $I_d \geq I_p$ ,  $I_p$  - расчетный ток нагрузки.

Периодические нагрузки повторно-кратковременного режима при выборе сечения кабеля пересчитывают на приведенный длительный ток

где  $I_{пв}$  - ток повторно-кратковременного режима приемника с продолжительностью включения ПВ.

### Выбор сечения кабеля и провода

При выборе сечения проводов и кабелей следует иметь в виду, что при одинаковой температуре нагрева допустимая плотность тока токопроводящих жил большего сечения должна быть меньше, так как увеличение сечения их происходит в большей степени, чем растет охлаждающая поверхность (смотрите рис. 1). По этой причине часто с целью экономии цветных металлов вместо одного кабеля большего сечения выбирают два или несколько кабелей меньшего сечения.

График зависимости допустимой плотности тока от сечения медных жил открыто проложенного трехжильного кабеля на напряжение 6 кВ с бумажной пропитанной изоляцией, нагретых током до температуры +65°C при температуре воздуха +25

Рис 1. График зависимости допустимой плотности тока от сечения медных жил открыто проложенного трехжильного кабеля на напряжение 6 кВ с бумажной пропитанной изоляцией, нагретых током до температуры +65°C при температуре воздуха +25 °С.

Выбор сечения кабеля и провода При окончательном выборе сечения проводов и кабелей из условия допустимого нагрева по соответствующим таблицам необходимо учитывать не только расчетный ток линии, но и способ прокладки ее, материал проводников и температуру окружающей среды.

Кабельные линии на напряжение выше 1000 В, выбранные по условиям допустимого нагрева длительным током, проверяют еще на нагрев токами короткого замыкания. В случае превышения температуры медных и алюминиевых жил кабелей с бумажной пропитанной изоляцией напряжением до 10 кВ свыше 200 °С, а кабелей на напряжения 35 - 220 кВ свыше 125 °С сечение их соответственно увеличивают.

Сечение жил проводов и кабелей сетей внутреннего электроснабжения напряжением до 1000 В согласуют с коммутационными возможностями аппаратов защиты линий - плавких предохранителей и автоматических выключателей - так, чтобы оправдывалось неравенство  $I_d / I_z \leq k_z$ , где  $k_z$  - кратность допустимого длительного тока проводника по отношению к номинальному току или току срабатывания аппарата защиты  $I_z$  (из ПУЭ). Несоблюдение приведенного неравенства вынуждает выбранное сечение жил соответственно увеличить.

Выбор сечения кабелей и проводов по потере напряжения

Сечение кабелей и проводов, выбранное из условий нагрева и согласованное с коммутационными возможностями аппаратов защиты, нужно проверять на относительную линейную потерю напряжения.

где  $U$  - напряжение источника электрической энергии,  $U_{ном}$  - напряжение в месте присоединения приемника.

Допустимое отклонение напряжения на зажимах двигателей от номинального не должно превышать 5 %, а в отдельных случаях оно может достигать +10 %.

## 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301).

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений".

Положение от 29 декабря 2018 г. № 0.1.1.67-08/328 "О порядке проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Положение № 0.1.1.67-06/241/15 от 14 декабря 2015 г. "О формировании фонда оценочных средств для проведения текущей, промежуточной и итоговой аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Положение № 0.1.1.56-06/54/11 от 26 октября 2011 г. "Об электронных образовательных ресурсах федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Регламент № 0.1.1.67-06/66/16 от 30 марта 2016 г. "Разработки, регистрации, подготовки к использованию в учебном процессе и удаления электронных образовательных ресурсов в системе электронного обучения федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Регламент № 0.1.1.67-06/11/16 от 25 января 2016 г. "О балльно-рейтинговой системе оценки знаний обучающихся в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Регламент № 0.1.1.67-06/91/13 от 21 июня 2013 г. "О порядке разработки и выпуска учебных изданий в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

## 6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

### 6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
<b>Семестр 6</b>			
	<i>Текущий контроль</i>		
1	Контрольная работа	ПК-6	1. Особенности и основные требования к системам электроснабжения промышленных предприятий
2	Письменная работа	ПК-11	2. Электрические нагрузки и их графики. Режимы работы электроприемников. Выбор числа и мощности цеховых трансформаторов. 3. Методы расчета электрических нагрузок. Метод коэффициента спроса. Конструктивное выполнение внутрицеховых электрических сетей
3	Устный опрос	ПК-6, ПК-11	4. Выбор аппаратов защиты. Выбор сечения проводов, кабелей и шин по нагреву
	<i>Экзамен</i>	ПК-11, ПК-6	

### 6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
<b>Семестр 6</b>					
<b>Текущий контроль</b>					
Контрольная работа	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Проявлен хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Проявлен удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Проявлен неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	1

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Письменная работа	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	2
Устный опрос	В ответе качественно раскрыто содержание темы. Ответ хорошо структурирован. Прекрасно освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован высокий уровень понимания материала. Превосходное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Основные вопросы темы раскрыты. Структура ответа в целом адекватна теме. Хорошо освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован хороший уровень понимания материала. Хорошее умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема частично раскрыта. Ответ слабо структурирован. Понятийный аппарат освоен частично. Понимание отдельных положений из материала по теме. Удовлетворительное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема не раскрыта. Понятийный аппарат освоен неудовлетворительно. Понимание материала фрагментарное или отсутствует. Неумение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	3
Экзамен	Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины, усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.	Обучающийся обнаружил полное знание учебно-программного материала, успешно выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, рекомендованную программой дисциплины, показал систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой дисциплины, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.	Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.	

**6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

**Семестр 6**

**Текущий контроль**

## 1. Контрольная работа

### Тема 1

Система ЭСПП, как часть энергосистемы, в энергетическом плане более простая (более низкие напряжения, меньшая мощность и протяженность линий, отсутствие замкнутых контуров и др.) и более сложная

в плане использования и преобразования ЭЭ в технологических целях промышленного производства. Электроприемники как электрическая часть технологических агрегатов входят неотъемлемыми элементами в систему ЭСПП и во многом определяют работу этой системы и ее параметры.

Электроэнергетика как жизнеобеспечивающая отрасль промышленности обладает рядом особенностей, выделяющих ее из других отраслей промышленности.

Первая особенность электроэнергетики - неразрывность и практически полное совпадение во времени процессов производства, распределения и потребления, т.е. выполняется баланс:

$$P_G = P_{ПОТР} + P_{С.Н} + \Delta P \quad (2.1)$$

$$Q_G = Q_{ПОТР} + Q_{С.Н} + \Delta Q \quad (2.2)$$

где:  $P_G$ ,  $Q_G$  - вырабатываемая источником питания (ИП) активная и реактивная мощности;

$P_{ПОТР}$ ,  $Q_{ПОТР}$  - потребленная активная и реактивная мощности;

$P_{С.Н}$ ,  $Q_{С.Н}$  - потребленная активная и реактивная мощность на собственные нужды ИП,

$\Delta P$ ,  $\Delta Q$  - потери активной и реактивной мощности во всех звеньях энергосистемы.

Вторая особенность - это относительная быстрота протекания переходных процессов в ней. Волновые процессы совершаются в тысячные доли секунды. Это процессы, связанные с короткими замыканиями (КЗ), включениями и отключениями, изменениями нагрузки, нарушениями устойчивости в системе.

Третья особенность - обеспечение ЭЭ всех отраслей промышленности, отличающихся технологией производства, способами преобразования ЭЭ в другие виды энергии, многообразием ЭП.

Особенности энергетики обуславливают особые требования к системе ЭСПП:

1. быстрота протекания переходных процессов требует обязательного применения в системе ЭСПП специальных автоматических

устройств, основное назначение которых - обеспечение функционирования системы ЭСПП, заключающееся в передаче ЭЭ от

ИП к месту потребления в необходимом количестве и соответствующего качества;

2. технологические особенности промышленных предприятий различных отраслей промышленности обуславливают различия в

применении проектных решений по системе ЭСПП;

3. современные промышленные предприятия, особенно машиностроительные, характеризуются динамичностью технологического процесса, связанной с непрерывным введением новых методов

обработки, нового оборудования, переналадкой производства в связи с непрерывным изменением и усовершенствованием выпускаемой продукции. Это предъявляет требования к системе

ЭСПП - высокая ее гибкость.

Рационально выполненная современная система ЭСПП должна удовлетворять техническим и экономическим требованиям, а именно:

□ обеспечение безопасности работ, как для электротехнического персонала, так и для не электротехнического;

□ надежность электроснабжения;

□ качество ЭЭ, удовлетворяющее требованиям ГОСТ 13109-97;

□ экономичность;

□ возможность частых перестроек технологии производства и развития предприятия;

□ отсутствие вредного влияния на окружающую среду.

Эти требования должны обеспечиваться при проектировании и эксплуатации систем ЭСПП.

## 2. Письменная работа

### Темы 2, 3

ие потребителей по сети низкого напряжения, а также когда возможна замена повреждённого трансформатора в течение нормируемого времени.

Схемы электроснабжения цеха с одним (а), и двумя (б) трансформаторами

Рис. 1 Схемы электроснабжения цеха с одним (а), и двумя (б) трансформаторами

Двухтрансформаторные подстанции применяются при значительном числе потребителей II категории, либо при наличии потребителей I категории. Кроме того, двухтрансформаторные подстанции целесообразны при неравномерном суточном и годовом графике нагрузки предприятия, при сезонном режиме работы при значительной разнице нагрузки в сменах. Тогда при снижении нагрузки один из трансформаторов отключается.

Задача выбора количества трансформаторов заключается в том, чтобы из двух вариантов (рис. 1 а и б) выбрать вариант с лучшими технико-экономическими показателями. Оптимальный вариант схемы электроснабжения выбирается на основе сравнения приведённых годовых затрат по каждому варианту:

$$Z_i = C_{э,i} + k_{н,э} K_i + U_i,$$

где  $C_{э,i}$  - эксплуатационные расходы i-го варианта,  $k_{н,э}$  - нормативный коэффициент эффективности,  $K_i$  - капитальные затраты i-го варианта,  $U_i$  - убытки потребителя от перерыва электроснабжения.

трансформаторная подстанция Следует отметить, что при варианте рис. 1 (а) наступает полный перерыв в электроснабжении, и здесь питание потребителей по резервной линии на напряжение 0,4 кВ не может быть принято во внимание, так как такая схема аналогична двухтрансформаторной схеме, но с худшими показателями за счёт длинной линии 0,4 кВ.

При сравнении вариантов немаловажную роль играет вопрос о перспективном развитии предприятия. Так, например, если в настоящее время в цехе имеются потребители только второй категории, то рассмотрение вариантов имеет смысл. Но если, через год планируется переоборудование производства, и в цехе появятся потребители первой категории, то необходимо, безусловно, выбирать вариант с двумя трансформаторами.

В основном, установка двух трансформаторов обеспечивает надёжное питание потребителей. Это значит, что при повреждении одного трансформатора, второй, с учётом его перегрузочной способности, обеспечивает 100 % надёжность питания в течении времени, необходимого для ремонта трансформатора.

Но, бывают случаи, когда мощность уже существующих двух трансформаторов становится недостаточной, для обеспечения питанием всех приёмников, например, при установке более мощного оборудования, изменение режима работы электроприёмников и т.п. Тогда рассматриваются варианты установки более мощных трансформаторов на подстанции, либо установки третьего трансформатора для покрытия возросшей мощности.

Второй вариант кажется предпочтительней, поскольку увеличивается надёжность подстанции, отпадает необходимость реализовывать старые трансформаторы и капитальные затраты на установку третьего трансформатора, как правило, значительно меньше, чем при переоборудовании всей подстанции.

Но такой вариант возможен не всегда, например, при плотной застройке территории предприятия для дополнительного трансформатора просто может не хватить места. С другой стороны, происходит значительное усложнение схемы, которое может оказаться невозможной при работе трансформаторов в параллель. Поэтому рассмотрение вариантов производится в каждом конкретном случае индивидуально.

Кроме требований надёжности при выборе числа трансформаторов следует учитывать режим работы приёмников. Так, например, при низком коэффициенте заполнения графика нагрузки бывает экономически целесообразна установка не одного, а двух трансформаторов.

На крупных трансформаторных подстанциях, ГПП, как правило, число трансформаторов выбирается не более двух. Это обусловлено, главным образом тем, что стоимость коммутационной аппаратуры на стороне высшего напряжения предприятия соизмерима со стоимостью трансформатора.

### 3. Устный опрос

#### Тема 4

Электрические нагрузки промышленных предприятий определяют выбор всех элементов системы электроснабжения: линий электропередачи, районных ТП, питающих и распределительных сетей. Поэтому правильное определение электрических нагрузок является решающим фактором при проектировании и эксплуатации электрических сетей.

6-10 кВ секция I секция II

УР-2

УР-4

УР-5

35-220 кВ УР-6

6(10) кВ

УР-1 УР-1

УР-3

УР-4

УР-1

УР-2

УР-3

УР-1

УР-2

Рису терными местами определения элекпо уровням систем

элек (рисунок 3.11):

нок 3.11. Схема электроснабжения с харак  
трических нагрузок.

Расчет электрических нагрузок производится

троснабжения. Различают шесть уровней

УР1 □ отдельные ЭП или агрегаты;

УР2 □ распределительные шкафы, шинопроводы, сборки;

УР3 □ РУНН трансформатора 6-10/0,4 кВ;

УР4 □ шины РП 6-10 кВ и ЭП 6-10 кВ;

УР5 □ шины РУ 6-10 кВ ГПП;

62

УР6 □ граница раздела балансовой принадлежности предприятия и  
энергосистемы.

Обычно расчет электрических нагрузок ведется от низших уровней

к высшим. При проектировании крупных предприятий иногда приходится вести расчеты от высших уровней к  
низшим. В этом случае пользуют ву берется информационная база аналогичного завода.

Комплексный метод предусматривает

неск дующим

и на УР6.

р 3.18)

$M, \text{Э} (\text{кВ}^2 \cdot \text{ч} / \text{ед}) \square \text{объ}$

имума нагрузки (опию на УР6, УР5, УР4.

(3.19)

$K_m \square \text{среднегодовой коэфф ие}$

$A \square \text{общегодовое энергопо}$

$\text{Вт} / \text{м}$

2

;

4. По среднегодовому

ти и коэффициенту максимума.

(3.22)

Для первых трех способов не имеются исходные данные.

Поэт

циента спроса

ся комплексным методом расчета. За осно

одновременное применение

ольких способов расчета максимальной нагрузки  $P_{\text{расч}}$  по сле

параметрам:

1. По энергоемкости продукции

$P_{\text{расч}} i = \square \text{Э} ? M / T_m (\square$

ем и энергоемкость продукции  $i$ -го вида;  $i \square$

$T_m$

ределяется по заводу-аналогу).

$\square$  годовое число часов использования макс

2. По общегодовому энергопотреблен

$P_{\text{расч}} = K_m ? A / T_g = K_m ? P_{\text{ср.г.}}$

иц нт максимума;

ребление,  $\text{МВт}^2 \cdot \text{ч}$ ;

$P_{\text{ср.г.}}$  □ среднегодовая мощность,  $\text{МВт}$ ;

$T_g = 8760 \square$  число часов в году.

3. По удельным мощностям нагрузок на УР6-УР2.

$P_{\text{расч}} = \square ? F (3.20)$

$\rho$  удельная мощность (плотность) нагрузки, к  
F площадь предприятия, района, цеха, м<sup>2</sup>

коэффициенту спроса КС УР6-УР2.

$P_{расч} = K_c \cdot P_{ном}$  (3.21)

Руст – сумма установленных мощностей, МВт.

5. По средней мощнос

$P_{расч} = K_m \cdot K_i \cdot P_{ном}$

всегда

ому наиболее распространены метод коэффициента спроса и метод коэффициента максимума.

### **Экзамен**

Вопросы к экзамену:

1. Особенности электроснабжения, как отрасли промышленности.
2. Основные типы электроприемников.
3. Определение энергетической и электрической системы.
4. Схемы электроэнергетической системы.
5. Типы электрических станций, характеристика, режимы работы.
6. Режимы работы энергосистемы.
7. Баланс активных и реактивных мощностей в энергосистеме. Последствия нарушения баланса.
8. Назначение УРП, ГПП, ПГВ, РП, ЦТП. Какие мощности и напряжения применяются на данных подстанциях.
9. Характеристика основных режимов работы СЭС.
10. Определение графиков нагрузки и классификация.
11. Показатели, характеризующие потребителей электроэнергии.
12. Методы определения расчетных нагрузок. Краткая характеристика.
13. Методика определения расчетных электрических нагрузок методом эффективного числа электроприемников и коэффициента максимума.
14. Определение центра электрических нагрузок.
15. Уровни СЭС.
16. Основные типы опор ВЛЭП, их назначение.
17. Маркировка и способы прокладки изолированных проводов.
18. Маркировка и способы прокладки кабелей.
19. Конструкция и назначение магистральных и распределительных шинопроводов, способы прокладки.
20. Выбор схемы электрической сети
21. Схемы цеховой электрической сети. Их достоинства и недостатки.
22. Классификация сетей в зависимости от режима нейтрали. Влияние режим нейтрали на работу электрической сети
23. Схемы нейтрали системы ТТ, TN-C, TN-S.
24. Схемы нейтрали системы IT, область применения, достоинства и недостатки.
25. Выбор типа, числа и мощности цеховых трансформаторов.
26. Источники реактивной мощности в энергосистеме и в СЭС.
27. Назначение, принцип работы, достоинства и недостатки синхронных двигателей и конденсаторных батарей.
28. Определение типа и мощности компенсирующего устройства.
29. Распределение компенсирующих устройств в электрической сети.
30. Автоматическое регулирование мощности конденсаторных батарей.
31. Причины, виды и механизм протекания токов короткого замыкания.
32. Определение периодической и апериодической составляющей тока короткого замыкания, ударный ток.
33. Назначение и порядок расчета трехфазного ТКЗ.
34. Схема замещения расчетной установки.
35. Методика расчета периодической составляющей трехфазного ТКЗ произвольный момент времени.
36. Каким образом производится учет подпитки от электродвигателей.
37. Метод симметричных составляющих.
38. Определение сопротивлений различных последовательностей.
39. Методы ограничения ТКЗ.

40. Конструкция, принцип действия, характеристики предохранителей, достоинства и недостатки.
41. Выбор предохранителя и плавкой вставки.
42. Конструкция, принцип действия, характеристики автоматических выключателей.
43. Типы расцепителей автоматических выключателей.
44. Выбор автоматических выключателей.
45. Основные понятия о релейной защите, требования предъявляемые к ней.
46. Типы релейной защиты и автоматики применяемые в СЭС.
47. Определение отклонения и колебания напряжения, пределы изменения.
48. Определение отклонения и колебания частоты, пределы изменения.
49. Влияние несимметрии и несинусоидальности напряжения на работу электрической сети.
50. Методы устранения несимметрии и несинусоидальности напряжения.
51. Схемы тупиковых и ответвительных подстанций с двумя трансформаторами.
52. Краткая характеристика аппаратов распределительных устройств и подстанций и методика их выбора.
53. Выбор типа и числа трансформаторов на подстанции.
54. Схема с 2-мя системами сборных шин, принцип работы, достоинства и недостатки.
55. Требования к РУ. Области их применения.
56. Схемы мостиков, принцип работы, достоинства и недостатки.
57. Схема с одной секционированной системой сборных шин, принцип работы, достоинства и недостатки.
58. Схемы тупиковых и ответвительных подстанций с одним трансформатором, принцип работы, достоинства и недостатки.
59. Схемы тупиковых и ответвительных подстанций с двумя трансформаторами, принцип работы, достоинства и недостатки.
60. Схемы проходных подстанций.
61. Выбор числа и мощности трансформаторов на подстанциях различного назначения
62. Компоновка и конструкции РУ и подстанций.
63. Выбор номинальных напряжений ЛЭП.
64. Выбор сечения проводов ЛЭП.
65. Проверка элементов СЭС на электродинамическую устойчивость.
66. Выбор и проверка электрооборудования.

#### 6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

В КФУ действует балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся. Суммарно по дисциплине (модулю) можно получить максимум 100 баллов за семестр, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов.

Для зачёта:

56 баллов и более - "зачтено".

55 баллов и менее - "не зачтено".

Для экзамена:

86 баллов и более - "отлично".

71-85 баллов - "хорошо".

56-70 баллов - "удовлетворительно".

55 баллов и менее - "неудовлетворительно".

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
<b>Семестр 6</b>			
<b>Текущий контроль</b>			
Контрольная работа	Контрольная работа проводится в часы аудиторной работы. Обучающиеся получают задания для проверки усвоения пройденного материала. Работа выполняется в письменном виде и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	1	15

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
Письменная работа	Обучающиеся получают задание по освещению определённых теоретических вопросов или решению задач. Работа выполняется письменно и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	2	20
Устный опрос	Устный опрос проводится на практических занятиях. Обучающиеся выступают с докладами, сообщениями, дополнениями, участвуют в дискуссии, отвечают на вопросы преподавателя. Оценивается уровень домашней подготовки по теме, способность системно и логично излагать материал, анализировать, формулировать собственную позицию, отвечать на дополнительные вопросы.	3	15
Экзамен	Экзамен нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Экзамен проводится в устной или письменной форме по билетам, в которых содержатся вопросы (задания) по всем темам курса. Обучающемуся даётся время на подготовку. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50

## 7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

### 7.1 Основная литература:

- Немировский А.Е. Электрооборудование электрических сетей, станций и подстанций [Электронный ресурс]: учебное пособие / Немировский А.Е., Сергиевская И.Ю., Крепышева Л.Ю. - 2-е изд., доп. - Москва: Инфра-Инженерия, 2018. - 148 с. - ISBN 978-5-9729-0207-1 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/989739>
- Хальясмаа А.И. Диагностика электрооборудования электрических станций и подстанций [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.И. Хальясмаа - 2-е изд., стер. - Москва: Флинта, Изд-во Урал. ун-та, 2017. - 64 с. - ISBN 978-5-9765-3264-9 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/947315>
- Кудинов А. А. Тепловые электрические станции. Схемы и оборудование [Электронный ресурс]: учебное пособие / А. А. Кудинов. - Москва: ИНФРА-М, 2019. - 325 с.: ил. - (Высшее образование: Бакалавриат). - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/1008982>

### 7.2. Дополнительная литература:

- Бодрухина С. С. Правила устройства электроустановок [Текст] : вопросы и ответы : учебно-практическое пособие / авт.-сост. С. С. Бодрухина. - Москва : КНОРУС, 2011. - 288 с. - ISBN 978-5-406-00936-9. (40 экз.)
- Санакулов А. Х. Электрические аппараты в устройствах релейной защиты систем электроснабжения [Электронный ресурс]: Методические указания к лабораторным и практическим занятиям по дисциплине 'Релейная защита и автоматизация систем электроснабжения'/ А. Х. Санакулов, К. З. Фатыхов. - Набережные Челны: Изд-во НЧИ К(П)ФУ, 2016. - 88 с. - Режим доступа: [https://kpfu.ru/publication?p\\_id=175506](https://kpfu.ru/publication?p_id=175506)
- Киреева Э. А. Релейная защита и автоматика электроэнергетических систем [Текст] : учебник / Э. А. Киреева, С. А. Цырук. - Москва : Академия, 2010. - 288 с : ил. - Рек. ФГУ. - Прил.: с.281. - В пер. - Библиогр.: с. 282. - ISBN 978-7695-5896-2 (25 экз.)

## 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Электрические системы и сети - [http://files.lib.sfu-kras.ru/ebibl/umkd/261/u\\_lectures.pdf](http://files.lib.sfu-kras.ru/ebibl/umkd/261/u_lectures.pdf)

Электропитающие системы и электрические сети - [https://studopedia.ru/6\\_160324\\_predislovie.html](https://studopedia.ru/6_160324_predislovie.html)

Электропитающие системы и электрические сети -

[https://docviewer.yandex.ru/view/0/?\\*=g2C7C2ExXm2AZB6xNTJzNMNY18F7InVyBC16Imh0dHA6Ly93d3cudHN0dS5ydS9ib29r](https://docviewer.yandex.ru/view/0/?*=g2C7C2ExXm2AZB6xNTJzNMNY18F7InVyBC16Imh0dHA6Ly93d3cudHN0dS5ydS9ib29r)

## 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	В ходе лекционных занятий необходимо вести конспектирование учебного материала. При этом обращать внимание на определения и формулировки, раскрывающие содержание тех или иных понятий, явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации. При необходимости, можно задавать преподавателю вопросы с целью уточнения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Вид работ	Методические рекомендации
практические занятия	<p>Планы практических работ, их тематика, рекомендуемая литература, цель и задачи сообщаются преподавателем в соответствующих учебно-методических материалах. В ходе подготовки к практическим работам необходимо изучить учебно-методические материалы и, при необходимости, основную и дополнительную литературу. При этом следует учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы.</p> <p>Особое внимание при этом необходимо обратить на содержание основных положений и выводов, объяснение явлений и фактов, уяснение практического приложения рассматриваемых теоретических вопросов. В процессе этой работы студент должен стремиться понять и запомнить основные положения рассматриваемого материала, примеры, поясняющие его, а также разобраться в иллюстративном материале.</p> <p>Заканчивать подготовку следует составлением конспекта теоретической части работы. Это позволяет составить концентрированное, сжатое представление по изучаемым вопросам. Типовой алгоритм действий при проведении практической работы обычно приводится в соответствующих учебно-методических материалах. При необходимости, преподаватель и обучающиеся могут внести в него изменения и дополнения. Перед началом практической работы необходимо четко уяснить порядок проведения работы.</p> <p>В ходе выполнения практической работы обучающиеся проводят необходимые расчеты, заполняют таблицы, строят графики и завершают написание отчета выводами, содержащими собственный взгляд на проблему.</p> <p>В заключение преподаватель подводит итоги занятия. Он может (выборочно) проверить отчеты студентов и, если потребуется, внести в них исправления и дополнения.</p>
лабораторные работы	<p>Планы лабораторных работ, их тематика, рекомендуемая литература, цель и задачи сообщаются преподавателем в соответствующих учебно-методических материалах. В ходе подготовки к лабораторным работам необходимо изучить учебно-методические материалы и, при необходимости, основную и дополнительную литературу. При этом следует учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы.</p> <p>Особое внимание при этом необходимо обратить на содержание основных положений и выводов, объяснение явлений и фактов, уяснение практического приложения рассматриваемых теоретических вопросов. В процессе этой работы студент должен стремиться понять и запомнить основные положения рассматриваемого материала, примеры, поясняющие его, а также разобраться в иллюстративном материале.</p> <p>Заканчивать подготовку следует составлением конспекта теоретической части работы. Это позволяет составить концентрированное, сжатое представление по изучаемым вопросам. Типовой алгоритм действий при проведении лабораторной работы обычно приводится в соответствующих учебно-методических материалах. При необходимости, преподаватель и обучающиеся могут внести в него изменения и дополнения. Перед началом лабораторной/практической работы необходимо четко уяснить порядок проведения работы.</p> <p>В ходе выполнения лабораторной работы обучающиеся проводят необходимые расчеты, заполняют таблицы, строят графики и завершают написание отчета выводами, содержащими собственный взгляд на проблему.</p> <p>В заключение преподаватель подводит итоги занятия. Он может (выборочно) проверить отчеты студентов и, если потребуется, внести в них исправления и дополнения.</p>
самостоятельная работа	<p>Необходимо помнить, что на лекции обычно рассматривается не весь материал, а только его часть. Остальная его часть восполняется в процессе самостоятельной работы. После каждой лекции преподаватель дает перечень тем на самостоятельное изучение (если это предусмотрено учебным планом). В ходе самостоятельного изучения тем дисциплины необходимо руководствоваться основной и дополнительной литературой, а также информационными источниками в сети Интернет.</p> <p>Студентам рекомендуется получить в библиотеке учебную литературу по дисциплине, необходимую для эффективной работы на всех видах аудиторных занятий, а также для самостоятельной работы по изучению дисциплины.</p> <p>Для более полного закрепления материала рекомендуется делать конспекты по темам и вопросам, заданным на самостоятельное изучение. Это позволит эффективнее их проработать и упростит подготовку к итоговому контролю.</p>

Вид работ	Методические рекомендации
письменная работа	<p>К выполнению контрольной работы студент должен приступать после тщательного изучения и соответствующих разделов курса по дисциплине.</p> <p>Работа оформляется в виде пояснительной записки с обязательным переписыванием условий задач. При решении задач студент указывает по какой формуле и в каких единицах измерения определяются величины, откуда взяты подставленные в формулу (если они не содержатся в условиях задачи).</p> <p>При использовании таблиц, диаграмм, эмпирических формул и других материалов необходимо сделать ссылку на литературный источник.</p> <p>Вычисление всех величин производится в развернутом виде. Если подставляемая в формулу величина определяется по какой-либо расчетной зависимости, это промежуточное вычисление подробно записывается. Обозначение величин и терминология в пояснительной записке должны соответствовать принятым в учебниках.</p> <p>Решение задач при необходимости должны иллюстрироваться схемами и графиками, тщательно выполненными в соответствующих местах.</p>
устный опрос	<p>В ходе устного опроса необходимо обратить внимание на определения и формулировки, раскрывающие содержание тех или иных понятий, явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации. При необходимости, можно задавать преподавателю вопросы с целью уточнения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.</p> <p>В ходе устного опроса необходимо руководствоваться основной и дополнительной литературой, а также информационными источниками в сети Интернет. Студентам рекомендуется получить в библиотеке учебную литературу по дисциплине, необходимую для эффективной работы на всех видах аудиторных занятий.</p>
контрольная работа	<p>Письменная работа представляет собой самостоятельное научное исследование студента в области определенной дисциплины. На основе изучения пра?вовых актов и специальной литературы студент должен дать само?стоятельное решение проблем в рамках избранной темы, показать свое видение тех или иных рассматриваемых вопросов. В процессе подготовки письменных работ у студентов развивается творческая активность, формируются умения выявлять имеющиеся проблемы и находить пути их решения.</p>
экзамен	<p>Экзамен является заключительным этапом изучения учебной дисциплины и имеет цель проверить теоретические знания обучающихся, их навыки и умение применять полученные знания при решении практических задач. При подготовке к экзамену необходимо опираться, прежде всего, на лекции и основную литературу по дисциплине, а также на источники, которые разбирались на лабораторных/практических занятиях в течение семестра.</p>

#### 10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Освоение дисциплины "Основы электроснабжения" предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows Professional 7 Russian  
Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 2010 Professional Plus Russian  
Браузер Mozilla Firefox  
Браузер Google Chrome

#### 11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Освоение дисциплины "Основы электроснабжения" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

Специализированная лаборатория оснащена оборудованием, необходимым для проведения лабораторных работ, практических занятий и самостоятельной работы по отдельным дисциплинам, а также практик и научно-исследовательской работы обучающихся. Лаборатория рассчитана на одновременную работу обучающихся академической группы либо подгруппы. Занятия проводятся под руководством сотрудника университета, контролирующего выполнение видов учебной работы и соблюдение правил техники безопасности. Качественный и количественный состав оборудования и расходных материалов определяется спецификой образовательных программ.

## **12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступлений с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи;
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника" и профилю подготовки Электроснабжение .