

**Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»  
в г. Смоленске**

**УТВЕРЖДАЮ**

Зам. директора  
филиала ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»  
в г. Смоленске  
по научной работе

М.И. Длин  
«31» 08 2015 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ И СИСТЕМЫ**

**Направление подготовки: 13.06.01 "Электро- и теплотехника"**

**Направленность: "Электротехнические комплексы и системы"**

**Уровень высшего образования: подготовка кадров высшей квалификации**

**Нормативный срок обучения: 4 года**

**Смоленск – 2015 г.**

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

**Цель освоения дисциплины** - подготовка обучающихся к научно-исследовательской и преподавательской деятельности по направлению подготовки 13.06.01 "Электро- и теплотехника" посредством обеспечения этапов формирования компетенций, предусматриваемых ФГОС, в части представленных ниже знаний, умений и навыков, а также подготовка к сдаче кандидатского экзамена по специальной дисциплине.

**Задачи дисциплины** - изучить особенности и условия функционирования электротехнических комплексов и систем, научить составлять схемы замещения электрических сетей и определять их параметры, познакомиться с мероприятиями по снижению потерь электроэнергии в электрических сетях и способами регулирования напряжения, освоить методы расчета режимов простейших и замкнутых электрических сетей и уметь проанализировать результаты расчетов.

Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций:

ОПК-1: владением методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности;

ОПК-2: владением культурой научного исследования в том числе, с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий;

ОПК-3: способностью к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности

ПК-1: способностью к самостоятельным исследованиям и разработке новых систем управления электроэнергетических и электротехнических объектов и систем;

ПК-2: способностью к анализу и систематизации информации об исследуемых электротехнических и электроэнергетических объектах и системах;

ПК-3: готовностью к разработке физических и математических моделей исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере.

В результате изучения дисциплины аспирант должен:

### **Знать:**

- нормальные, аварийные и специальные режимы работы электроэнергетических установок.
- основы построения сложных электроэнергетических систем;
- нормативные документы, используемые при оценке качества, стандартизации и сертификации электроэнергетических и электротехнических объектов.

### **Уметь:**

- определять состав оборудования электроэнергетических объектов и его параметры.
- проектировать электроэнергетические системы различной сложности;
- использовать элементы экономического анализа в практической деятельности.

### **Владеть:**

- навыками использования специализированных пакетов прикладных компьютерных программ, предназначенных для расчета режимов работы электроэнергетических установок.
- практическими навыками по оценке качества, стандартизации и сертификации электроэнергетических и электротехнических объектов.

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина Б1.В.ОД.2 «Электротехнические комплексы и системы» вариативной части цикла Б1 образовательной программы подготовки аспирантов по направленности «Электротехнические комплексы и системы».

Дисциплина базируется на знаниях, полученных на предыдущих уровнях обучения по направлению «Электроэнергетика и электротехника».

Знания, умения и навыки, полученные аспирантами в процессе изучения дисциплины, являются базой для:

- Б1.В.ДВ.2.1 Программируемые логические контроллеры в задачах электроэнергетики и электротехники
- Б1.В.ДВ.2.2 Системы управления на микроконтроллерах
- Б1.В.ДВ.3.1 Интеллектуальные системы автоматического контроля и регулирования параметров
- Б1.В.ДВ.3.2 Инновационные системы управления объектами электроэнергетики
- Б4 Государственная итоговая аттестация.

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

### Аудиторная работа

Цикл:	Б1	3 курс (5,6 семестр)
Часть цикла:	вариативная	
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.В.ОД.2	
Часов (всего) по учебному плану:	252	3 курс (5,6 семестр)
Трудоемкость в зачетных единицах (ЗЕТ)	7	3 курс (5,6 семестр)
Лекции (ЗЕТ, часов)	26/36;26	3 курс (5,6 семестр)
Практические занятия (ЗЕТ, часов)	-	
Лабораторные работы (ЗЕТ, часов)	-	
Объем самостоятельной работы по учебному плану (ЗЕТ, часов всего)	190/36;190	3 курс (5,6 семестр)
Экзамен	1;36	3 курс (5,6 семестр)

### Самостоятельная работа аспирантов

Вид работ	Трудоёмкость, ЗЕТ, час
Изучение материалов лекций (лк)	52/36;52
Подготовка к практическим занятиям (пз)	-
Подготовка к защите лабораторной работы (лаб)	-
Выполнение расчетно-графической работы (реферата)	-
Выполнение курсового проекта (работы)	-
Самостоятельное изучение дополнительных материалов дисциплины (СРС)	138/36;138
Подготовка к контрольным работам	-
Подготовка к тестированию	-
Подготовка к зачету	-
Всего:	190/36;190
Подготовка к экзамену	1;36

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

№ п/п	Темы дисциплины	Всего часов на тему	Виды учебной занятий, включая самостоятельную работу аспирантов, и трудоемкость (в часах)				
			лк	пр	лаб	СРС	Контроль (экзамен)
1	2	3	4			7	8
1	<b>Тема 1.</b> Базовые понятия об электроэнергетических системах и электрических сетях.	51	2			40	9
2	<b>Тема 2.</b> Характеристики и параметры элементов электротехнических комплексов и систем.	67	8			50	9
3	<b>Тема 3.</b> Нормальные и специальные режимы электротехнических комплексов и систем. Потери электроэнергии. Качество электроэнергии. Регулирование напряжения.	67	8			50	9
4	<b>Тема 4.</b> Расчеты режимов электрических сетей.	67	8			50	9
<b>всего часов по видам учебных занятий</b>		<b>252</b>	<b>26</b>			<b>190</b>	<b>36</b>

**Содержание по видам учебных занятий**

**Тема 1.** «Базовые понятия об электроэнергетических системах и электрических сетях»

**Лекция 1.** «Основные понятия об энергетических, электроэнергетических системах и электрических сетях. Классификация электрических сетей, виды конфигураций электрических сетей. Основные элементы линий электропередачи. Структурные схемы подстанций. Классификация подстанций по их способу присоединения к электрической сети» (2 часа).

**Самостоятельная работа 1.** «Современные элементы конструктивной части линий электропередачи. Составление схемы замещения электрической сети. Изучение устройства специализированной модели ЭЭС на переменном токе» (40 часов).

**Текущий контроль** – опрос по теме лекций.

**Тема 2.** «Характеристики и параметры элементов электротехнических комплексов и систем»

**Лекция 2.** «Схемы замещения элементов электроэнергетических систем» (2 часа).

**Лекция 3.** «Методы учета нагрузок при расчетах режимов ЭЭС. Графики электрических нагрузок и определение их параметров» (2 часа).

**Лекция 4.** «Статические характеристики нагрузок потребителей. Задание нагрузок при расчетах режимов электрических сетей» (2 часа).

**Лекция 5.** «Особые режимы ЭЭС. Режимы работы нейтралей электрических сетей. (2 часа).

**Самостоятельная работа 2.** Конструктивное выполнение трансформаторов и автотрансформаторов» Определение параметров схемы замещения линий электропередачи. Определение параметров схемы замещения трансформаторов и автотрансформаторов. Построение суточных графиков нагрузки и определение их параметров. Расчет параметров схемы замещения электрической сети. Моделирование элементов электроэнергетической системы. Определение параметров обобщенно-

го четырехполюсника линии электропередачи. Связь параметров обобщенного четырехполюсника с параметрами линий электропередачи» (50 часов).

**Текущий контроль** - опрос по теме лекций.

**Тема 3.** «Нормальные и специальные режимы электротехнических комплексов и систем. Потери электроэнергии. Качество электроэнергии. Регулирование напряжения»

**Лекция 6.** «Классификация потерь электроэнергии. Методика расчета потерь электроэнергии» (2 часа).

**Лекция 7.** «Мероприятия по снижению потерь электроэнергии» (2 часа).

**Лекция 8.** «Показатели качества электроэнергии. Несимметрия и несинусоидальность в электрических сетях» (2 часа).

**Лекция 9.** «Способы регулирования напряжения в электрических сетях. Регулирование напряжения в электрических сетях с помощью РПН и ПБВ трансформаторов» (2 часа).

**Самостоятельная работа 3.** «Расчет потерь электроэнергии в линиях электропередачи. Расчет потерь электроэнергии в трансформаторах по графикам их нагрузок. Определение собственных и взаимных проводимостей и коэффициентов распределения тока электрической сети на расчетной модели. Изучение режимов работы электропередачи, соединяющей станцию с системой. Регулирование напряжения на электростанциях. Мероприятия по снижению несимметрии и борьба с несинусоидальностью в электрических сетях». (50 часов).

**Текущий контроль** - опрос по теме лекций.

**Тема 4.** «Расчеты режимов электрических сетей»

**Лекция 10.** «Характеристика основных режимов работы электрических сетей. Задачи расчета режимов» (2 часа).

**Лекция 11.** «Векторная диаграмма токов и напряжений линии электропередачи. Падение и потери напряжения» (2 часа).

**Лекция 12.** «Определение потокораспределения мощности в замкнутых сетях» (2 часа).

**Лекция 13.** «Расчеты режимов электроэнергетических сетей» (2 часа).

**Самостоятельная работа 4.** «Особенности расчета режимов замкнутых сетей и сетей с двухсторонним питанием. Методы расчета режимов электрической сети. Регулирование напряжения в электрических сетях» Исследование различных режимов электрической сети. Моделирование режимов работы разветвленной электрической сети. Исследование различных режимов замкнутой электрической сети. Анализ режимов работы линий электропередачи с помощью векторных диаграмм. Круговые диаграммы мощности ЛЭП» (50 часов).

**Текущий контроль** - опрос по теме лекций.

#### **Промежуточная аттестация по дисциплине: экзамен**

Изучение дисциплины заканчивается экзаменом. Экзамен проводится в соответствии с Положением о порядке организации и проведения промежуточной аттестации обучающихся по программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (ред.2 утверждена директором филиала ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске А.С. Федуловым 08.09.2015 г.).

#### **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

Для обеспечения самостоятельной работы разработаны: краткий конспект лекций по дисциплине, другие теоретические и методические материалы. (см. Приложение к РПД).

## **6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

### **6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования**

При освоении дисциплины формируются следующие компетенции:

ОПК-1: владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности;

ОПК-2: владение культурой научного исследования в том числе, с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий;

ОПК-3: способность к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности

ПК-1: способность к самостоятельным исследованиям и разработке новых систем управления электроэнергетических и электротехнических объектов и систем;

ПК-2: способность к анализу и систематизации информации об исследуемых электротехнических и электроэнергетических объектах и системах;

ПК-3: готовность к разработке физических и математических моделей исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере.

Указанные компетенции формируются в соответствии со следующими этапами:

1. Формирование и развитие теоретических знаний, предусмотренных указанными компетенциями (лекционные занятия, самостоятельная работа аспирантов).

2. Приобретение и развитие практических умений, предусмотренных компетенциями (самостоятельная работа аспирантов).

3. Закрепление теоретических знаний, умений и практических навыков, предусмотренных компетенциями в ходе сдачи экзамена.

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

Сформированность каждой компетенции в рамках освоения данной дисциплины оценивается по трехуровневой шкале:

- пороговый уровень является обязательным для всех обучающихся по завершении освоения дисциплины;

- продвинутый уровень характеризуется превышением минимальных характеристик сформированности компетенции по завершении освоения дисциплины;

- эталонный уровень характеризуется максимально возможной выраженностью компетенции и является важным качественным ориентиром для самосовершенствования.

Критерии оценивания уровня сформированности компетенции в процессе выполнения и защиты (на текущих опросах и на экзамене).

Например, для оценки сформированности в рамках данной дисциплины компетенции **ПК-1: способностью к самостоятельным исследованиям и разработке новых систем управления электроэнергетических и электротехнических объектов и систем** преподавателем оценивается содержательная сторона и качество материалов, приведенных в отчетах аспиранта контрольным и самостоятельной работам. Учитываются также ответы аспиранта на вопросы по соответствующим видам занятий при текущем контроле – контрольных опросах.

Принимается во внимание следующее, аспирант должен:

**Знать:** нормативные документы, используемые при оценке качества, стандартизации и сертификации электроэнергетических и электротехнических объектов.

**Уметь:** использовать элементы экономического анализа в практической деятельности.

**Владеть:** практическими навыками по оценке качества, стандартизации и сертификации электроэнергетических и электротехнических объектов.

Критерии оценивания уровня сформированности компетенции **ПК-1: способностью к самостоятельным исследованиям и разработке новых систем управления электроэнергетических и электротехнических объектов и систем** в процессе текущего контроля. При текущем контроле задается 4 вопроса из примерного перечня:

1. Как устроена расчетная модель электрических систем, из каких элементов она состоит?
2. Какими схемами замещения изображаются линии, трансформаторы, нагрузка, СГС, УПК, БСК на модели РМЭС и в расчетах?
3. Каковы пределы измерений комплекта приборов?
4. Как по показаниям приборов определить измеряемое напряжение, ток или мощность модели и оригинала?
5. Каким образом можно на стенде определить направления потоков активной и реактивной мощности начала и конца электропередачи?
6. Каковы правила работы на расчетных моделях электрических систем?
7. Каким образом определить цену деления амперметра, вольтметра, ватметра, ваттметра?
8. Из каких условий выбираются масштабы при моделировании электропередачи?
9. Какая связь существует между масштабами моделирования электрической сети?
10. Как определить параметры модели линии, трансформатора?
11. Как учитывается на модели реактивная проводимость трансформаторов?
12. Каковы размерности и физический смысл обобщенных постоянных  $A, B, C, D$ ?
13. Записать уравнения четырехполюсника с использованием параметров  $A, B, C, D$ .
14. Каким образом можно приближенно найти величину постоянных  $B$  и  $C$  линии электропередачи? Каковы значения углов  $\varphi_B$  и  $\varphi_C$  этих постоянных?
15. Чему приближенно равны абсолютные значения и углы постоянных  $A$  и  $D$ ?
16. Чему равны обобщенные параметры  $A, B, C, D$  электропередачи, если при их определении учитывать только последовательно включенное реактивное сопротивление  $X$  или активное сопротивление  $R$ ?

Полный ответ на два вопроса соответствует пороговому уровню сформированности компетенции на данном этапе ее формирования, полный ответ на три вопроса – продвинутому уровню; при полном ответе на четыре вопроса – эталонному уровню.

Критерии оценивания уровня сформированности компетенции **ПК-2: способностью к анализу и систематизации информации об исследуемых электротехнических и электроэнергетических объектах и системах** в результате выполнения заданий на лекционных занятиях.

Оценивается активность работы аспиранта на лекционных занятиях, глубина ответов аспиранта при устных опросах:

Например, на лекционном занятии задается 1 вопрос из примерного перечня:

1. Как по показаниям приборов определить измеряемое напряжение, ток или мощность модели и оригинала?
2. Каким образом можно на стенде определить направления потоков активной и реактивной мощности начала и конца электропередачи?
3. Каковы правила работы на расчетных моделях электрических систем?

4. Каким образом определить цену деления амперметра, вольтметра, ватметра, ваттметра?
5. Из каких условий выбираются масштабы при моделировании электропередачи?
6. Какая связь существует между масштабами моделирования электрической сети?
7. Как определить параметры модели линии, трансформатора?
8. Как учитывается на модели реактивная проводимость трансформаторов?
9. Каковы размерности и физический смысл обобщенных постоянных  $A, B, C, D$ ?
10. Записать уравнения четырехполюсника с использованием параметров  $A, B, C, D$ .
11. Каким образом можно приближенно найти величину постоянных  $B$  и  $C$  линии электропередачи? Каковы значения углов  $\varphi_B$  и  $\varphi_C$  этих постоянных?
12. Чему приближенно равны абсолютные значения и углы постоянных  $A$  и  $D$ ?
13. Чему равны обобщенные параметры  $A, B, C, D$  электропередачи, если при их определении учитывать только последовательно включенное реактивное сопротивление  $X$  или активное сопротивление  $R$ ?
14. Как на модели РМЭС провести опыт холостого хода и короткого замыкания?
15. Какие постоянные электропередачи определяются из опыта холостого хода и какие – из опыта короткого замыкания?
16. Каково соотношение напряжений в начале и в конце электропередачи при холостом ходе?
17. Каково соотношение токов в начале и в конце электропередачи при коротком замыкании?
18. Как влияет установка батареи статических конденсаторов у потребителя на величину передаваемой по линии активной и реактивной мощности?
19. Для чего используются установки продольной компенсации?
20. Как учитываются потери мощности холостого хода трансформатора при составлении схемы замещения электропередачи?

Достаточный, но неполный ответ на вопрос соответствует пороговому уровню сформированности компетенции на данном этапе ее формирования, полный ответ на вопрос – продвинутому уровню; полный ответ на вопрос и ответ на дополнительные вопросы по теме – эталонному уровню.

Критерии оценивания уровня сформированности компетенции **ПК-3: готовностью к разработке физических и математических моделей исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере** в результате текущего контроля.

Оценивается полнота и правильность выполнения 2-х заданий. Одно выполненное задание соответствует пороговому уровню сформированности компетенции на данном этапе ее формирования, два выполненных задания – продвинутому уровню; два выполненных задания с использованием дополнительной справочной информации и нормативных правовых актов – эталонному уровню.

Критерии оценивания уровня сформированности компетенции **ОПК-1: владением методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности** в результате текущего контроля

Оценивается полнота и правильность выполнения 2-х заданий, например:

1. Расчет режима сети заданным методом».
2. Определение потокораспределения мощности в простейших замкнутых сетях.

Одно выполненное задание соответствует пороговому уровню сформированности компетенции на данном этапе ее формирования, два выполненных задания – продвинутому уровню; два



выполненных задания с использованием дополнительной справочной информации и нормативных правовых актов – эталонному уровню.

Критерии оценивания уровня сформированности компетенции **ОПК-2: владением культурой научного исследования в том числе, с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий** оценивается при проверке работ аспирантов по уровню качества оформления и использованию новых компьютерных и информационных технологий. При достаточном качестве освоения более 80% приведенных знаний, умений и навыков преподаватель оценивает освоение данной компетенции в рамках настоящей дисциплины на эталонном уровне, при освоении более 60% приведенных знаний, умений и навыков – на продвинутом, при освоении более 40% приведенных знаний, умений и навыков - на пороговом уровне. В противном случае компетенция в рамках настоящей дисциплины считается неосвоенной.

Критерии оценивания уровня сформированности компетенции **ОПК-3: способностью к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности** осуществляется при самостоятельной работе аспирантов по их отчетам. Оценивается актуальность используемых методов при исследовании и самостоятельность принимаемых решений.

При достаточном качестве освоения более 80% приведенных знаний, умений и навыков преподаватель оценивает освоение данной компетенции в рамках настоящей дисциплины на эталонном уровне, при освоении более 60% приведенных знаний, умений и навыков – на продвинутом, при освоении более 40% приведенных знаний, умений и навыков - на пороговом уровне. В противном случае компетенция в рамках настоящей дисциплины считается неосвоенной.

Уровень сформированности каждой компетенции на различных этапах ее формирования в процессе освоения данной дисциплины оценивается в ходе текущего контроля успеваемости и представлен различными видами оценочных средств.

Для оценки сформированности в рамках данной дисциплины компетенции преподавателем оценивается содержательная сторона и качество материалов, приведенных в отчетах аспиранта по контрольным работам. Учитываются также ответы аспиранта на вопросы по соответствующим видам занятий при текущем контроле – контрольных опросах.

Сформированность уровня компетенции не ниже порогового является основанием для допуска обучающегося к промежуточной аттестации по данной дисциплине.

Формой промежуточной аттестации по данной дисциплине является экзамен, оцениваемый по принятой в НИУ «МЭИ» четырехбалльной системе: "отлично", "хорошо", "удовлетворительно", "неудовлетворительно".

Экзамен проводится в устной форме.

Критерии оценивания:

Оценки «отлично» заслуживает аспирант, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание материалов изученной дисциплины, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; проявивший творческие способности в понимании, изложении и использовании материалов изученной дисциплины, безупречно ответившему не только на вопросы билета, но и на дополнительные вопросы в рамках рабочей программы дисциплины, правильно выполнившему практические задание

Оценки «хорошо» заслуживает аспирант, обнаруживший полное знание материала изученной дисциплины, успешно выполняющий предусмотренные задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную рабочей программой дисциплины; показавшему систематический характер знаний по дисциплине, ответившему на все вопросы билета, правильно выполнившему практические задание, но допустившему при этом не принципиальные ошибки.

Оценки «удовлетворительно» заслуживает аспирант, обнаруживший знание материала изученной дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющийся с выполнением заданий, знакомы с основной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; допустившим погрешность в ответе на теоретические вопросы и/или при выполнении практических заданий, но обладающий необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя, либо неправильно выполнившему практическое задание, но по указанию преподавателя выполнившем другие практические задания из того же раздела дисциплины.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется аспиранту, обнаружившему серьезные пробелы в знаниях основного материала изученной дисциплины, допустившему принципиальные ошибки в выполнении заданий, не ответившему на все вопросы билета и дополнительные вопросы и неправильно выполнившему практическое задание (неправильное выполнение только практического задания не является однозначной причиной для выставления оценки «неудовлетворительно»). Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится аспирантам, которые не могут продолжить обучение по образовательной программе без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине (формирования и развития компетенций, закреплённых за данной дисциплиной). Оценка «неудовлетворительно» выставляется также, если аспирант: после начала экзамена отказался его сдавать или нарушил правила сдачи экзамена (списывал, подсказывал, обманом пытался получить более высокую оценку и т.д.

В зачетную книжку аспиранта и приложение к диплому выносятся оценка экзамена по дисциплине за 6 семестр.

### **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**

Вопросы по формированию и развитию теоретических знаний, предусмотренных компетенциями, закреплёнными за дисциплиной (примерные вопросы *по лекционному материалу дисциплины*):

1. Конструктивное выполнение и условия работы воздушных и кабельных линий электропередачи.
2. Схемы замещения и параметры линий электропередачи.
3. Структурные схемы подстанций. Классификация подстанций по их способу присоединения к электрической сети.
4. Схема замещения трансформаторов и автотрансформаторов, определение их параметров.
5. Характеристики нагрузок электроэнергетических систем. Схемы замещения нагрузок.
6. Классификация потерь электроэнергии и мероприятия по их снижению.
7. Основные показатели качества электроэнергии.
8. Способы регулирования напряжения в электрических сетях.
9. Характеристика и задачи расчета режимов работы электрических сетей.
10. Методы расчета режимов электрических сетей различной конфигурации.
11. Как устроена расчетная модель электрических систем, из каких элементов она состоит?
12. Какими схемами замещения изображаются линии, трансформаторы, нагрузка, СГС, УПК, БСК на модели РМЭС и в расчетах?
13. Каковы пределы измерений комплекта приборов?
14. Как по показаниям приборов определить измеряемое напряжение, ток или мощность модели и оригинала?
15. Каким образом можно на стенде определить направления потоков активной и реактивной мощности начала и конца электропередачи?
16. Каковы правила работы на расчетных моделях электрических систем?

17. Каким образом определить цену деления амперметра, вольтметра, варметра, ваттметра?
18. Из каких условий выбираются масштабы при моделировании электропередачи?
19. Какая связь существует между масштабами моделирования электрической сети?
20. Как определить параметры модели линии, трансформатора?
21. Как учитывается на модели реактивная проводимость трансформаторов?
22. Каковы размерности и физический смысл обобщенных постоянных  $A, B, C, D$ ?
23. Записать уравнения четырехполюсника с использованием параметров  $A, B, C, D$ .
24. Каким образом можно приближенно найти величину постоянных  $B$  и  $C$  линии электропередачи? Каковы значения углов  $\varphi_B$  и  $\varphi_C$  этих постоянных?
25. Чему приближенно равны абсолютные значения и углы постоянных  $A$  и  $D$ ?
26. Чему равны обобщенные параметры  $A, B, C, D$  электропередачи, если при их определении учитывать только последовательно включенное реактивное сопротивление  $X$  или активное сопротивление  $R$ ?
27. Как на модели РМЭС провести опыт холостого хода и короткого замыкания?
28. Какие постоянные электропередачи определяются из опыта холостого хода и какие – из опыта короткого замыкания?
29. Каково соотношение напряжений в начале и в конце электропередачи при холостом ходе?
30. Каково соотношение токов в начале и в конце электропередачи при коротком замыкании?
31. Как влияет установка батареи статических конденсаторов у потребителя на величину передаваемой по линии активной и реактивной мощности?
32. Для чего используются установки продольной компенсации?
33. Как учитываются потери мощности холостого хода трансформатора при составлении схемы замещения электропередачи?
34. Как рассчитать необходимую величину емкости установки продольной компенсации (УПК) для уменьшения  $X_L$  на 50%?
35. Как рассчитать необходимую величину емкости батареи статических конденсаторов (БСК) при компенсации реактивной мощности нагрузки на 60%?
36. Какие существуют способы представления электрической нагрузки при аналитических расчетах и при моделировании?
37. Как изменится векторная диаграмма напряжений и токов при включении параллельно второй цепи линии электропередачи?
38. Построить векторную диаграмму напряжений и токов для линии электропередачи без учета потерь.
39. Как выбираются масштабы моделирования элементов электрической сети?
40. Как выполняется расчет режима разомкнутой электрической сети (районной, местной)?
41. В чем суть аналитического метода расчета замкнутой (кольцевой) электрической сети?
42. Указать достоинства и недостатки кольцевой сети.
43. Почему при расчетах режимов электрической сети рассматривают режимы наибольших и наименьших нагрузок?
44. В чем заключается анализ режима работы электрической сети?
45. Как произвести перерасчет показаний приборов в величины оригинала и наоборот?
46. Как изменится режим работы электрической системы, если отключить один из элементов сети, например, какую – либо линию, трансформатор или нагрузку?

Вопросы по закреплению теоретических знаний, умений и практических навыков, предусмотренных компетенциями (вопросы к экзамену)

1. Основные понятия об энергетических, электроэнергетических системах и электрических сетях.
2. Классификация электрических сетей.
3. Виды конфигураций электрических сетей.
4. Основные элементы электрических сетей.
5. Характеристика основных конструктивных элементов воздушной линии электропередачи.
6. Кабельные линии электропередачи.
7. Структурные схемы подстанций.
8. Классификация подстанций по их способу присоединения к сети.
9. Схемы замещения линий электропередачи.
10. Определение параметров схем замещения линий электропередач.
11. Схемы замещения двухобмоточных трансформаторов и определение их параметров.
12. Схемы замещения трехобмоточных трансформаторов и автотрансформаторов и определение их параметров.
13. Определение параметров графиков электрических нагрузок.
14. Статические характеристики нагрузок потребителей.
15. Задание нагрузок при расчетах режимов электрических сетей.
16. Классификация потерь электроэнергии в электрических сетях.
17. Методика расчета потерь электроэнергии.
18. Мероприятия по снижению потерь электроэнергии.
19. Показатели качества электроэнергии.
20. Несимметрия в электрических сетях и мероприятия по её снижению.
21. Несинусоидальность в ЭЭС и мероприятия по борьбе с нею.
22. Способы регулирования напряжения в электрических сетях.
23. Регулирование напряжения на источнике питания.
24. Регулирование напряжения с помощью устройств РПН и ПБВ трансформаторов.
25. Регулирование напряжения с помощью компенсирующих устройств.
26. Характеристика основных режимов работы электрических сетей.
27. Задачи расчета режимов.
28. Векторная диаграмма токов и напряжений линий электропередачи.
29. Падение и потери напряжения.
30. Расчет режима электроэнергетической сети
31. Определение потокораспределения мощности в простейших замкнутых сетях.
32. Расчет режима простейших замкнутых сетей.

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

Процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, изложены в методических рекомендациях (см. Приложение к РПД).

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

### а) основная литература

1. Сибикин, Ю.Д. Основы электроснабжения объектов : учебное пособие / Ю.Д. Сибикин. - М. ; Берлин : Директ-Медиа, 2014. - 328 с. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-4458-5750-1 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=229842>
2. Фадеева, Г.А. Проектирование распределительных электрических сетей : учебное пособие / Г.А. Фадеева, В.Т. Федин ; под ред. В.Т. Федина. - Минск : Вышэйшая школа, 2009. - 367 с. : табл., схем. - ISBN 978-985-06-1597-8 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=143588>

### б) дополнительная литература

1. Справочник по проектированию электрических сетей. Под редакцией Д. Л. Файбисовича. – М.: - 4-е изд., перераб. и доп. Изд-во НИЦ ЭНАС, 2012.
2. Лыкин А. В. Электрические системы и сети: Учеб. пособие. – М.: - Университетская книга; Логос, 2006.
3. Левин, В.М. Диагностика и эксплуатация оборудования электрических сетей. Учебное пособие / В.М. Левин. - Новосибирск : НГТУ, 2011. - Ч. 1. - 116 с. - ISBN 978-5-7782-1597-9 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228919>
4. Короткевич, М.А. Монтаж электрических сетей : учебное пособие / М.А. Короткевич. - Минск : Вышэйшая школа, 2012. - 512 с. : ил., табл., схем. - ISBN 978-985-06-2085-9 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=136235>

## 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» необходимых для освоения дисциплины

1. Журнал Электричество <http://www.znack.com>
2. Министерство энергетики РФ <http://minenergo.gov.ru/activity/energoeffektivnost/>
3. <http://www.rosseti.ru/> РОССЕТИ.

## 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Успешное изучение курса требует посещения лекций, выполнения всех учебных заданий преподавателя, ознакомления с основной и дополнительной литературой.

Во время лекции аспирант должен вести краткий конспект.

Работа с конспектом лекций предполагает просмотр конспекта в тот же день после занятий. При этом необходимо пометить материалы конспекта, которые вызывают затруднения для понимания. При этом обучающийся должен стараться найти ответы на затруднительные вопросы, используя рекомендуемую литературу. Если ему самостоятельно не удалось разобраться в материале, необходимо сформулировать вопросы и обратиться за помощью к преподавателю на консультации или ближайшей лекции.

Обучающемуся необходимо регулярно отводить время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам.

При подготовке к **экзамену** в дополнение к изучению конспектов лекций, учебных пособий и слайдов, необходимо пользоваться учебной литературой, рекомендованной к настоящей программе. При подготовке к экзамену нужно изучить теорию: определения всех понятий и подходы к оцениванию до состояния понимания материала и самостоятельно решить по несколько типовых задач из каждой темы. При решении задач всегда необходимо уметь качественно интерпретировать итог решения.

**Самостоятельная работа аспирантов (СРС)** по дисциплине играет важную роль в ходе всего учебного процесса. Методические материалы и рекомендации для обеспечения СРС готовятся преподавателем и выдаются аспиранту.

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

**Лабораторные работы** по данной дисциплине проводятся в лаб.№ А-206, А-208, А120 «Лаборатория электрических сетей», оснащенных стендами моделей электрической сети и компьютерной техникой.

Автор:

канд. техн. наук, доцент

Р.В. Солопов

И.о. зав. кафедрой ЭЭС

канд. техн. наук, доцент

В.Ф. Киселёв

Программа одобрена на заседании кафедры ЭЭС протокол №3 от 28.08.2015 года.

**ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ**

Но- мер изме- не- ния	Номера страниц				Всего стра- ниц в доку- менте	Наименование и № документа, вводящего изменения	Подпись, Ф.И.О. внесшего измене- ния в данный эк- земпляр	Дата внесения из- менения в данный эк- земпляр	Дата введения из- менения
	изме- ме- нен- ных	заме- ме- нен- ных	но- вых	анну- лиро- ро- ванн- ых					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10