

Направление подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»
Магистерская программа: "Электроэнергетические системы, сети,
электропередачи, их режимы, устойчивость, надежность"
РПД Б1.В.ОД.4 «Устойчивость и надежность электроэнергетических систем»



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



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Устойчивость и надежность электроэнергетических систем»**

Направление подготовки: 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Уровень высшего образования: магистратура

Программы: «Электроэнергетические системы, сети, электропередачи, их режимы, устойчивость и надежность»

«Оптимизация развивающихся систем электроснабжения»

Нормативный срок обучения: 2 года

Смоленск – 2016 г.

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

Цель освоения дисциплины – подготовка обучающихся к проектно-конструкторской, научно-исследовательской и производственно-технологической деятельности по направлению подготовки 13.04.02. «Электроэнергетика и электротехника» посредством обеспечения этапов формирования компетенций, предусматриваемых ФГОС, в части представленных ниже знаний, умений и навыков.

Задачи дисциплины – изучение понятийного аппарата дисциплины, основных теоретических положений и методов, привитие навыков применения теоретических знаний для решения практических задач.

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать: основные понятия, свойства и количественные показатели устойчивости и надежности электроэнергетических систем (ЭЭС); современные методы исследований оценки показателей надежности и устойчивости ЭЭС; устойчивость как свойство надежности ЭЭС; основные нормативные документы, регламентирующие требования к уровню надежности электроснабжения потребителей электроэнергии; современные методы экспериментальных исследований и технической диагностики показателей надежности, основные положения технико-экономической оптимизации надежности ЭЭС;

уметь: планировать и ставить задачи количественной оценки надежности и устойчивости ЭЭС с учетом её структуры и состава элементов; формировать, обрабатывать и анализировать информацию о техническом состоянии надежности ЭЭС и их элементов; определять эффективные производственно-технологические режимы ЭЭС и надежной работы оборудования электрических станций и электрических сетей;

владеть: современными методами исследования и прогнозирования надежности ЭЭС и их элементов; навыками исследования, анализа и расчета показателей устойчивости и надежности ЭЭС и электроснабжения потребителей; прогрессивными методами повышения устойчивости и надежности функционирования электроэнергетических систем.

Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций:

ОПК-2– способность применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы.

ПК-1– способностью планировать и ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы, интерпретировать и представлять результаты научных исследований;

ПК-8–способность применять методы создания и анализа моделей, позволяющих прогнозировать свойства и поведение объектов профессиональной деятельности.

ПК-11– способностью осуществлять технико-экономическое обоснование проектов;

ПК-26– способностью определять эффективные производственно-технологические режимы работы объектов электроэнергетики и электротехники.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к вариативной части цикла Б1 основной образовательной программы подготовки магистров по направлению «Электроэнергетика и электротехника».

В соответствии с учебным планом изучение дисциплины базируется на следующих дисциплинах: «Современные научные и прикладные задачи электроэнергетики».

Знания, умения и навыки, полученные студентами в процессе изучения дисциплины, являются базой для выполнения научно-исследовательской работы, прохождения научно-исследовательской работы, и научно-производственной практик и подготовки магистерской диссертации.

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	Семестр
Часть цикла:	вариативная	
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.В.ОД.4	
Часов (всего) по учебному плану:	144	2 семестр
Трудоемкость в зачетных единицах (ЗЕТ)	4	2 семестр
Лекции (часов)	36	2 семестр
Практические занятия (часов)	18	2 семестр
Лабораторные работы (часов)	-	-
Курсовые проекты (работы)	-	-
Объем самостоятельной работы по учебному плану (часов всего)	54	2 семестр
Экзамен	36	2 семестр

Самостоятельная работа студентов

Вид работ	Трудоёмкость, час
Изучение материалов лекций (лк)	18
Подготовка к практическим занятиям (пз)	18
Подготовка к защите лабораторной работы (лаб)	-
Выполнение расчетно-графической работы (реферата)	-
Выполнение курсового проекта (работы)	-
Самостоятельное изучение дополнительных материалов дисциплины (СРС)	-
Подготовка к контрольным работам	9
Подготовка к тестированию	-
Подготовка к зачету	-
Всего (в соответствии с УП):	54
Подготовка к экзамену	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 учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость (в часах) (в соответствии с УП)					
			лк	пр	лаб	КР,КП	СРС	в т.ч. интеракт.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Тема 1. Вероятностные и статистические модели в задачах надежности и устойчивости ЭЭС.	21	8	4			9	8
2	Тема 2. Основные положения и свойства надежности и устойчивости ЭЭС	15	4	2			9	4
3	Тема 3. Основные показатели и методы расчета надежности ЭЭС.	21	8	4			9	8
4	Тема 4. Техничко-экономическая оценка и нормирование надежности и устойчивости ЭЭС.	13	2	2			9	2
5	Тема 5. Устойчивоспособность как свойство надежности ЭЭС. Количественные показатели . Методы расчета.	21	8	4			9	8
6	Тема 6. Методы и средства обеспечения надежности ЭЭС.	17	6	2			9	6
всего по видам учебных занятий (учетом экзам- замена 36 часов) 144 часа		108	36	18			54	36

Содержание по видам учебных занятий

Тема 1. Вероятностные и статистические модели в задачах надежности и устойчивости ЭЭС.

Лекция 1 Основные понятия и модели теории вероятности.

Лекция 2 Случайные величины в ЭЭС. Распределение дискретных случайных величин.

Лекция 3 Статистическое оценивание.

Лекция 4 Критерии и оценка стохастической связи в задачах электроэнергетики.

Практическое занятие 1. Применение моделей о случайных событиях в ЭЭС. Использование случайных величин в задачах надежности ЭЭС.

Практическое занятие 2. Статистические распределения в задачах надежности и устойчивости ЭЭС. Построение регрессионных моделей.

Самостоятельная работа 1 Подготовка к практическим занятиям. Выполнение индивидуальных задач расчетного задания.

Текущий контроль: Опрос по теме.

Тема 2. Основные положения и свойства надежности и устойчивости ЭЭС

Лекция 5. Основные понятия и свойства надежности и устойчивости ЭЭС.

Лекция 6. Виды устойчивости ЭЭС и их влияние на работу ЭЭС.

Практическое занятие 3. Контрольная работа по теме.. Задачи оценки надежности и устойчивости ЭЭС.

Самостоятельная работа 2. Подготовка к контрольной работе. Подготовка к практическим занятиям. Выполнение индивидуальных задач расчетного задания.

Текущий контроль: проверка результатов контрольной работы, индивидуальная оценка выполнения учебного графика в I контрольной недели.

Тема 3. Основные показатели и методы расчета надежности ЭЭС.

Лекция 7. Основные показатели безотказности..

Лекция 8. Основные показатели восстанавливаемости ЭЭС.

Лекция 9. Расчет надежности системы. Общие положения. Метод структурного анализа (невосстанавливаемая система).

Лекция 10. Расчет надежности восстанавливаемой системы.

Практическое занятие 4. Статистическая оценка показателей безотказной работы. Комплексные показатели надежности.

Практическое занятие 5. Оценка показателей надежности восстанавливаемой системы. Последовательная и параллельная структура. Показатели надежности последовательной и параллельной структуры.

Самостоятельная работа 3: Подготовка к практическим занятиям. Выполнение индивидуальных задач расчетного задания.

Текущий контроль: опрос по практическим занятиям.

Тема 4. Техничко-экономическая оценка и нормирование надежности и устойчивости ЭЭС.

Лекция 11. Техничко-экономическая оценка надежности СЭС. Понятие ущерба от недоотпуска электроэнергии. Удельный ущерб. Виды ущербов и их оценка. Расчет ущерба от недоотпуска электрической энергии в сложной системе электроснабжения. Нормирование надежности и устойчивости ЭЭС.

Практическое занятие 6. Расчет ущерба от недоотпуска электрической энергии. Контрольная работа.

Самостоятельная работа 4. Подготовка к практическим занятиям. Выполнение индивидуальных задач расчетного задания.

Текущий контроль: Контрольная работа.

Тема 5. Устойчивоспособность как свойство надежности ЭЭС. Количественные показатели . Методы расчета.

Лекция 12. Статическая устойчивость. Алгебраические и частотные методы анализа.

Лекция 13. Динамическая устойчивость. Методы расчета.

Лекция 14. Результирующая устойчивость ЭЭС. Определение метода анализа и расчёта.

Лекция 15. Устойчивость узлов нагрузки. Методы повышения устойчивости ЭЭС.

Практическое занятие 7. Решение задач: Критерий Гурвица и метод Д-разбиения. Метод площадей.

Практическое занятие 8. Метод последовательных интервалов. Решение задач по оценке устойчивости узлов нагрузки.

Самостоятельная работа 5. Подготовка к практическим занятиям. Выполнение индивидуальных задач расчетного задания.

Текущий контроль: опрос по практическим занятиям.

Тема 6. Методы и средства обеспечения надежности ЭЭС.

Лекция 16. Классификация методов и средств обеспечения надежности при проектировании, производстве и эксплуатации ЭЭС.

Лекция 17. Методы повышения надежности ЭЭС. Резервирование. Виды метода расчета. Организация технического обслуживания и ремонта.

Лекция 18. Надежность оборудования ЭЭС. Анализ причин отказов. Техническая диагностика электроэнергетического оборудования.

Практическое занятие 9. Контрольная работа. Расчет надежности ЭЭС при различных видах резервирования. Защита индивидуального расчетного задания.

Самостоятельная работа 6. Подготовка к контрольной работе и практическим занятиям. Выполнение индивидуальных задач расчетного задания.

Текущий контроль: проверка РЗ и их защита.

Итоговая аттестация по дисциплине: экзамен

Изучение дисциплины заканчивается экзаменом. Экзамен проводится в соответствии с Положением о зачетной и экзаменационной сессиях в НИУ МЭИ и инструктивным письмом от 14.05.2012 г. № И-23.

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

Для обеспечения самостоятельной работы разработаны: конспект лекций по дисциплине, демонстрационные слайды лекций, методические указания (описания) практических занятий другие теоретические и методические материалы.

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-2– способность применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы.

ПК-1– способностью планировать и ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы, интерпретировать и представлять результаты научных исследований;

ПК-8–способность применять методы создания и анализа моделей, позволяющих прогнозировать свойства и поведение объектов профессиональной деятельности.

ПК-11– способностью осуществлять технико-экономическое обоснование проектов;

ПК-26– способностью определять эффективные производственно-технологические режимы работы объектов электроэнергетики и электротехники.

Указанные компетенции формируются в соответствии со следующими этапами:

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

2. Приобретение и развитие практических умений, предусмотренных компетенциями (практические занятия, самостоятельная работа студентов).

3. Закрепление теоретических знаний, умений и практических навыков, предусмотренных компетенциями, а также решения конкретных научно-исследовательских задач при подготовке рефератов и успешной сдачи зачета.

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.

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 компетенций преподавателем оценивается содержательная сторона и качество материалов, приведенных в отчетах студента по практическим занятиям, курсовой работе, контрольным работам. Учитываются также ответы студента на вопросы по соответствующим видам занятий при текущем контроле – контрольных опросах, контрольные работы.

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

Формой итоговой 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 (в соответствии с инструктивным письмом НИУ МЭИ от 14 мая 2012 года № И-23):

Оценки «отлично» заслуживает студент, 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 студент, 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 студент, 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 выполнившим другие практические задания из того же раздела дисциплины.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, обнаружившему серьезные проблемы 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 студентам, 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 студент: 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 студента и выписку к диплому выносятся оценка экзамена по дисциплине за 2 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, закрепленными за дисциплиной.

Примерный перечень вопросов по лекционному материалу дисциплины:

1. Основные модели теории вероятностей для оценки случайных событий.
2. Случайные величины и их характеристики. Примеры из электроэнергетики.
3. Законы распределения дискретных случайных величин. Интегральная функция распределения. Использование в задачах надежности ЭЭС.
4. Законы распределения непрерывных случайных величин и их использование в задачах оценки надежности ЭЭС.
5. Виды статистических оценок случайных величин. Примеры.
6. Интервальные оценки параметров ЭЭС.
7. Статистическая функция распределения и её сглаживание. Критерий А.Н. Колмогорова.
8. Гистограмма и её сглаживание. Критерий К Пирсона. Применение в задачах надежности ЭЭС.
9. Определение стохастической связи между параметрами. Уравнение регрессии.
10. Коэффициенты корреляции и детерминации. Их использование в задачах оценки устойчивости и надежности ЭЭС.
11. Понятие надежности ЭЭС. Свойства надежности. Определения.
12. Классификация отказов.
13. Основные показатели безотказности восстанавливаемых объектов и их статистическая оценка.
14. Интенсивность отказов, её определение и расчет. Связь с другими показателями.
15. Характерный вид интенсивности отказов технических устройств.
16. Основные показатели надежности восстанавливаемых объектов и их определение.
17. Параметр потока отказов и его связь с другими показателями надежности.
18. Основные показатели ремонтпригодности.
19. Показатели долговечности.
20. Комплексные показатели надежности. Коэффициент готовности.
21. Разновидности коэффициентов простоя и коэффициент технического использования.
22. Дополнительные показатели надежности ЭЭС: дефицит мощности в системе, величина недоотпуска электроэнергии, модифицированный индекс надежности.
23. Основные этапы расчета надежности системы. Метод анализа последовательно-параллельной структуры.

24. Расчет надежности последовательной структуры невосстанавливаемой системы: вероятности безотказной работы и отказа, среднее время безотказной работы.
25. Расчет надежности параллельной структуры невосстанавливаемой системы. Эффективность нагруженного резервирования.
26. Расчет надежности сложной структуры с использованием формулы полной вероятности.
27. Показатели надежности последовательной структуры восстанавливаемых систем.
28. Оценка вероятности заставить систему в состоянии простоя и коэффициент готовности.
29. Расчет надежности восстанавливаемой системы при параллельной структуре. Основные показатели: вероятности безотказной работы и отказа, параметр потока отказов.
30. Среднее время восстановления параллельной структуры и его оценка.
31. Коэффициенты готовности и простоя параллельной структуры восстанавливаемой системы.
32. Преднамеренные отключения и их влияние на дефектности. Основные показатели.
33. Расчет надежности сложных структур с использованием теории массового обслуживания.
34. Расчет надежности сложных структур методом статистического моделирования.
35. Классификация резервирования.
36. Сравнительная характеристика различных видов резервирования.
37. Эффективность активного резервирования: нагруженный, ненагруженный и облегченный резерв.
38. Скользящее резервирование.
39. Пассивное резервирование.
40. Техничко-экономическая оценка надежности ЭЭС. Общие положения.
41. Техничко-экономическая оптимизация надежности ЭЭС.
42. Нормирование надежности. Основные документы. Объекты нормирования.
43. Категории надежности электроприемников и уровни нормирования.
44. Нормативные требования к организации эксплуатации электроэнергетического оборудования.
45. Управление надежностью. Стандарты и компетенции. Зарубежный опыт.
46. Методы и средства обеспечения надежности. Общая классификация.
47. Методы обеспечения надежности ЭЭС и электроэнергетического оборудования при проектировании.
48. Методы обеспечения надежности ЭЭС и электроэнергетического оборудования при производстве (сооружении). Общая характеристика.
49. Характеристика методов повышения надежности ЭЭС при эксплуатации.
50. Расчет надежности по модели «нагрузка-прочность».
51. Условия обеспечения устойчивоспособности и режимной управляемости ЭЭС.
52. Системы и устройства предотвращения и развития аварий в ЭЭС.
53. Направления развития ЭЭС нового поколения.
54. Оценочные и ускоренные испытания на надежность. Основные характеристики, достоинства и недостатки.
55. Контрольные испытания. Основные виды и алгоритмы проведения.
56. Основные задачи и методы сбора и обработки информации о надежности ЭЭС.
57. Организация ТОР: правила, принципы, стратегия.
58. Классификация системы ТОР.
59. Надежность основного электрооборудования ЭЭС.
60. Организация технической диагностики электрооборудования: цели и задачи.
61. Организация технической диагностики электрооборудования: категории и периодичность контроля.
62. Признаки старения и износа проводов ВЛ, контролируемые параметры, методы контроля.
63. Классификация методов и средств диагностики.
64. Основные методы технической диагностики электрооборудования. Общие сведения.
65. Методы акустической и вибродиагностики электрооборудования.
66. Методы тепловизионного контроля и измерения параметров электрооборудования.
67. Хронометрический метод технической диагностики электрооборудования. Примеры.
68. Виды устойчивости ЭЭС и методы их расчета.
69. Статическая устойчивость. Пределы передаваемой мощности. Коэффициент запаса статической устойчивости.

70. Метод малых колебаний. Критерий Гурвица и метод Д-разбиения.
71. Динамическая устойчивость ЭЭС. Определение метода расчета.
72. Расчет динамической устойчивости ЭЭС. Метод площадей. Определение запаса динамической устойчивости.
73. Метод последовательных интервалов в расчетах устойчивости ЭЭС. Пример.
74. Результирующая устойчивость ЭЭС и её анализ. Необходимые и достаточные условия успешной ресинхронизации.
75. Устойчивость узлов нагрузки. Методы оценки. Критерии.
76. Методы повышения устойчивости ЭЭС.

Вопросы по закреплению теоретических знаний, умений и практических навыков, предусмотренных компетенциями к экзамену.

Примерный перечень вопросов к экзамену по дисциплине:

1. Основные модели теории вероятностей для оценки случайных событий.
2. Случайные величины и их характеристики. Примеры из электроэнергетики.
3. Законы распределения дискретных случайных величин. Интегральная функция распределения. Использование в задачах надежности ЭЭС.
4. Законы распределения непрерывных случайных величин и их использование в задачах оценки надежности ЭЭС.
5. Виды статистических оценок случайных величин. Примеры.
6. Интервальные оценки случайных величин.
7. Статистическая функция распределения и её сглаживание. Критерий А.Н. Колмогорова.
8. Гистограмма и её сглаживание. Критерий К Пирсона. Применение в задачах надежности ЭЭС.
9. Определение стохастической связи между параметрами. Уравнение регрессии.
10. Коэффициенты корреляции и детерминации. Их использование в задачах оценки устойчивости и надежности ЭЭС.
11. Понятие надежности ЭЭС. Свойства надежности. Определения.
12. Классификация отказов. Примеры из электроэнергетики.
13. Основные показатели безотказности невосстанавливаемых объектов и их статистическая оценка.
14. Интенсивность отказов, её определение и расчет. Связь с другими показателями.
15. Основные показатели надежности восстанавливаемых объектов и их определение.
16. Параметр потока отказов и его связь с другими показателями надежности.
17. Основные показатели ремонтпригодности и долговечности.
18. Комплексные показатели надежности. Коэффициенты готовности, простоя и технического использования.
19. Дополнительные показатели надежности ЭЭС: дефицит мощности в системе, величина недоотпуска электроэнергии, модифицированный индекс надежности.
20. Основные этапы расчета надежности системы. Метод анализа последовательно-параллельной структуры.
21. Расчет показателей надежности последовательной структуры невосстанавливаемой системы.
22. Расчет надежности параллельной структуры невосстанавливаемой системы. Эффективность нагруженного резервирования.
23. Расчет надежности сложной структуры с использованием формулы полной вероятности.
24. Показатели надежности последовательной структуры восстанавливаемых систем.
25. Расчет показателей надежности восстанавливаемой системы с параллельной структурой. Среднее время восстановления параллельной структуры и его оценка.
26. Коэффициенты готовности и простоя параллельной структуры восстанавливаемой системы.
27. Преднамеренные отключения и их влияние на дефектности. Основные показатели.
28. Расчет надежности сложных структур с использованием теории массового обслуживания и методом статистического моделирования.

29. Классификация и характеристика различных видов резервирования.
30. Эффективность активного резервирования: нагруженный, ненагруженный и облегченный резерв, скользящее и пассивное резервирование.
31. Техничко-экономическая оценка и оптимизация надежности ЭЭС. Общие положения.
32. Нормирование надежности. Основные документы. Объекты нормирования.
33. Категории надежности электроприемников, уровни нормирования.
34. Управление надежностью. Стандарты и компетенции. Зарубежный опыт.
35. Методы и средства обеспечения надежности. Общая классификация.
36. Методы обеспечения надежности ЭЭС и электроэнергетического оборудования при проектировании.
37. Методы обеспечения надежности ЭЭС и электроэнергетического оборудования при производстве (сооружении). Общая характеристика.
38. Характеристика методов повышения надежности ЭЭС при эксплуатации.
39. Условия, системы и устройства обеспечения устойчивости и режимной управляемости ЭЭС.
40. Оценочные и ускоренные испытания на надежность. Основные характеристики, достоинства и недостатки.
41. Контрольные испытания. Основные виды и алгоритмы проведения.
42. Основные задачи и методы сбора и обработки информации о надежности ЭЭС.
43. Организация ТОР: правила, принципы, стратегия, классификация
44. Надежность основного электрооборудования ЭЭС.
45. Организация технической диагностики электрооборудования: цели и задачи, категории и периодичность контроля.
46. Признаки старения и износа проводов ВЛ, контролируемые параметры, методы контроля.
47. Классификация методов и средств технической диагностики электрооборудования.
48. Методы акустической и вибродиагностики электрооборудования.
49. Методы тепловизионного контроля и измерения параметров электрооборудования.
50. Хронометрический метод технической диагностики электрооборудования. Примеры.
51. Виды устойчивости ЭЭС и методы их расчета.
52. Статическая устойчивость. Пределы передаваемой мощности. Коэффициент запаса статической устойчивости.
53. Метод малых колебаний. Критерий Гурвица и метод Д-разбиения.
54. Расчет динамической устойчивости ЭЭС. Метод площадей. Определение запаса динамической устойчивости.
55. Метод последовательных интервалов в расчетах устойчивости ЭЭС. Пример.
56. Результирующая устойчивость ЭЭС и её анализ. Необходимые и достаточные условия успешной ресинхронизации.
57. Устойчивость узлов нагрузки. Методы оценки. Критерии.
58. Методы повышения устойчивости ЭЭС.

Тема расчетной работы по дисциплине: Расчет показателей надежности ЭЭС.

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 по выполнению заданий на самостоятельную работу, зачета.

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

а) основная литература

1. Кавченков В.П. Элементы и модели теории вероятностей и математической статистики и надежность электроэнергетических систем.-Смоленск, Изд. «Универсум». 2015.-180с.
2. Скопинцев В.А. Качество электроэнергетических систем: надежность, безопасность, экономичность, живучесть.-М.:Энергоатомиздат, 2009.-332с.
3. Свешников А.Д. Прикладные методы теории вероятностей (электронный учебник для магистров) Изд. Лань. 2012, 430с.
4. Шабад В.К. Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах. Учебник.-М.: Академия. 2013,-194с.

б) дополнительная литература

1. Основы современной электроэнергетики. Уч.пособие для вузов.-М.: Издательский дом МЭИ Т2. Современная электроэнергетика. Под ред. А.П. Бурмана и В.А. Строева, 2008.-630 с.
2. Надежность систем энергетики (сборник рекомендуемых терминов) –М.: Энергия, 2007 (Электронная библиотека МЭИ).
3. Васильев И.Е. Надежность электроснабжения. Учебное пособие.-М.: Издательский дом МЭИ, 2014 (Электронная библиотека МЭИ).
4. Оценка надежности систем электроснабжения (сост. Долецкая Л.И., Кавченков В.П.). Методические указания к расчетному заданию.-Смоленск, СФМЭИ.2009,- 18с.
5. Электротехнический справочник ТЗ. Производство, передача и распределение электрической энергии.-М.:Изд. Дом МЭИ, 2009.-964 с.

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

1. Апполонский С.М., Куклеев Ю.В. Надежность и эффективность энергетических аппаратов. – СПб. Изд. Лань.-2011, 448с. (электронные издания «Лань» библиотека СФМЭИ).
2. Михеев Г.М. Электростанции и электрические сети. Диагностика и контроль электрооборудования.- М.:Изд. ДМК Пресс, 2010, 297 с. (электронное издание, Лань, библиотека СФМЭИ).

(электронные учебники в свободном доступе – не из ЭБС филиала, профильные сайты и т.п.)

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Дисциплина предусматривает лекции и практические занятия каждую неделю. Изучение курса завершается экзаменом

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

Во время **лекции** студент 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.

Практические (семинарские) занятия составляют важную часть профессиональной подготовки студентов. Основная цель проведения практических (семинарских) занятий - формирование у студентов аналитического, творческого мышления путем приобретения практических навыков.

Методические указания к практическим (семинарским) занятиям по дисциплине наряду с рабочей программой и графиком учебного процесса относятся к методическим документам, определяющим уровень организации и качества образовательного процесса.

Содержание *практических (семинарских) занятий* фиксируется в РПД в разделе 4 настоящей программы.

Важнейшей составляющей любой формы практических занятий являются упражнения (задания). Основа в упражнении - пример, который разбирается с позиций теории, развитой в лекции. Как правило, основное внимание уделяется формированию конкретных умений, навыков, что и определяет содержание деятельности студентов - решение задач, графические работы, уточнение категорий и понятий науки, являющихся предпосылкой правильного мышления и речи.

Практические (семинарские) занятия выполняют следующие задачи:

стимулируют регулярное изучение рекомендуемой литературы, а также внимательное отношение к лекционному курсу;

закрепляют знания, полученные в процессе лекционного обучения и самостоятельной работы над литературой;

расширяют объём профессионально значимых знаний, умений, навыков;

позволяют проверить правильность ранее полученных знаний;

прививают навыки самостоятельного мышления, устного выступления;

способствуют свободному оперированию терминологией;

предоставляют преподавателю возможность систематически контролировать уровень самостоятельной работы студентов.

При подготовке к **практическим занятиям** необходимо просмотреть конспекты лекций и методические указания, рекомендованную литературу по данной теме; подготовиться к ответу на контрольные вопросы.

В ходе выполнения индивидуального расчетного задания студент готовит отчет о работе (в программе *MS Word* или любом другом текстовом редакторе). В отчет заносятся результаты выполнения каждого пункта задания (схемы, диаграммы (графики), таблицы, расчеты, ответы на вопросы пунктов задания, выводы и т.п.). Исходные данные, методические рекомендации и требования к выполнению расчетного задания изложены в методических указаниях к его выполнению.

После проверки отчета по расчётному заданию преподаватель может проводить устный или письменный опрос студентов для контроля усвоения ими основных теоретических и практических знаний по теме занятия (студенты должны знать смысл полученных ими результатов и ответы на контрольные вопросы). По результатам проверки отчета и защиты выставляется оценка за выполнение РЗ.

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 студентов (СРС) по дисциплине предусматривает подготовку каждым студентом реферата по тематике дисциплины по выбору студента. Каждый студент представляет реферат на бумажном носителе и в виде электронной презентации, с которой он выступит на занятиях и отвечает на вопросы преподавателя, а также студентов, которые участвуют в обсуждении материалов научного доклада.

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

При проведении **лекционных** занятий предусматривается использование систем мультимедиа.

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

Лекционные занятия:

Аудитория А-122, оснащенная презентационной мультимедийной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Практические занятия по данной дисциплине проводятся в А-122.

Автор: д.т.н., профессор



В.П.Кавченков

И.о.зав. кафедрой ЭЭС,
канд. технич. наук



Р.В. Солопов

Программа одобрена на заседании кафедры ЭЭС протокол №1 от 08.09.2016 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