

**Приложение 2 к РПД Энергетическое оборудование  
высокого напряжения и его надежность  
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника  
Направленность (профиль) – Высоковольтные  
электроэнергетика и электротехника  
Форма обучения – заочная  
Год набора - 2018**

**ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ  
АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

**1. Общие сведения**

1.	Кафедра	Физики, биологии и инженерных технологий
2.	Направление подготовки	13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
3.	Направленность (профиль)	Высоковольтные электроэнергетика и электротехника
4.	Дисциплина (модуль)	Энергетическое оборудование высокого напряжения и его надежность
5.	Форма обучения	заочная
6.	Год набора	2018

**2. Перечень компетенций**

- способностью применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач (ОПК-2);
- способностью участвовать в планировании, подготовке и выполнении типовых экспериментальных исследований по заданной методике (ПК-1);
- готовностью определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности (ПК-5).

## 1. Критерии и показатели оценивания компетенций на различных этапах их формирования

Этап формирования компетенции (разделы, темы дисциплины)	Формируемая компетенция	Критерии и показатели оценивания компетенций			Формы контроля сформированности компетенций
		Знать:	Уметь:	Владеть:	
<p>Общие сведения о теории надежности технических систем и систем электроснабжения.</p> <p>Задачи надежности при проектировании и эксплуатации электроэнергетических систем. Основные особенности электроэнергетических систем с точки зрения теории надежности. Методы и средства обеспечения надежности в технических и электроэнергетических системах.</p>	ОПК-2 ПК-1 ПК-5	<p>электрооборудование высокого напряжения (определения, термины, стандарты), классификацию, назначение, область применения различных видов оборудования, тенденции в области разработки новых видов оборудования, критерии выбора, основные технические характеристики, обозначения в схемах и документации, основные понятия (безотказность, долговечность, ремонтпригодность, сохраняемость), основные показатели надежности (вероятность безотказной работы, технический ресурс, срок службы), оборудование и его элементы, работающие до первого отказа, теоретическое и статистическое определение функции надежности, плотность вероятности отказа элементов, законы надежности</p>	<p>определять перечисленные выше характеристики надежности единичного элемента либо на основе испытаний, либо на основе анализа статистики эксплуатации;</p> <p>составлять расчетные схемы для определения характеристик надежности сложных систем при известных характеристиках надежности для отдельных элементов;</p> <p>Выбирать оборудование в зависимости от его положения в технологической цепочке: производство – преобразование – передача – распределение и потребление электрической энергии; сопоставлять основные технические характеристики и применять критерии выбора для соответствующего электрооборудования</p>		Защита лабораторной работы
<p>Понятия, термины и определения теории надежности в технике и энергетике.</p> <p>Понятие отказа в электроэнергетической системе. Классификация отказов. Относительность понятия "элемент" и "система" при анализе надежности сложных технических систем. Приемы идентификации "элемента" и "системы" при анализе надежности в электроэнергетических системах Показатели (характеристики) надежности элемента, эксплуатируемого до первого отказа.</p>	ОПК-2 ПК-1 ПК-5				Защита лабораторной работы
<p>Физическая природа отказов электрооборудования, математические модели отказов.</p> <p>Математические модели отказов и восстановления элементов систем электроснабжения.</p> <p>Принципы составления систем дифференциальных уравнений для описания процессов отказов и восстановления элементов и систем. Приемы формализации при формировании систем</p>	ОПК-2 ПК-1 ПК-5				Защита лабораторной работы

дифференциальных уравнений.					
Надежность системы независимых элементов Последовательное и параллельное соединение элементов в смысле надежности Надежность системы при последовательно- параллельном соединении элементов Оценка надежности главных схем коммутации станций, подстанций и схем электропитания потребителей	ОПК-2 ПК-1 ПК-5				Защита лабораторной работы
Резервирование в технических системах Виды резервирования. Понятие нагруженного и ненагруженного резервов Применение процесса гибели и размножения к резервированию с восстановлением	ОПК-2 ПК-1 ПК-5				Защита лабораторной работы
Обеспечение надежности при проектировании и эксплуатации энергосистем. Определение структуры межсистемных связей и резерва генерирующей мощности по заданным характеристикам.	ОПК-2 ПК-1 ПК-5			навыками расчета задач анализа надежности при проектировании и эксплуатации энергосистем	Защита лабораторной работы
Методы расчета надежности сложных схем электропитания. Основные приемы и методы структурного анализа при расчетах надежности электроэнергетических систем. Методы определения минимальных путей и сечений относительно расчетных объектов (узлов нагрузки, узлов генерации, передающих элементов) в электроэнергетических системах.	ОПК-2 ПК-1 ПК-5			навыками расчета задач анализа надежности при проектировании и эксплуатации энергосистем	Контрольный опрос
Понятия о структурной и функциональной надежности сложных электроэнергетических систем. Методы учета ограничений пропускной способности элементов и их групп при анализе структурной и функциональной надежности сложных электроэнергетических систем. Использование интегральных характеристик режимов в расчетах показателей надежности.	ОПК-2 ПК-1 ПК-5				Контрольный опрос

Основные приемы определения законов распределения параметров режимов в элементах СЭС.					
Методы расчета интегральных характеристик режимов в СЭС произвольной сложности и конфигурации. Характеристика обобщенных параметров схем, области их применения. Методы расчета недоотпуска электроэнергии на различных интервалах времени и при переменных коммутационных состояниях систем.	ОПК-2 ПК-1 ПК-5			навыками расчета задач анализа надежности при проектировании и эксплуатации энергосистем	Защита лабораторной работы
Экономические аспекты надежности, проблемы синтеза по уровню надежности. Основные приемы синтеза схем электрических соединений с заданным уровнем надежности.	ОПК-2 ПК-1 ПК-5				
Сведения о современных методах расчета надежности ЭЭС и СЭС. Влияние принципов построения и особенностей управления на уровень надежности электроснабжения потребителей.	ОПК-2 ПК-1 ПК-5			навыками расчета задач анализа надежности при проектировании и эксплуатации энергосистем	Защита лабораторной работы

## Критерии и шкалы оценивания

### 1. Защита лабораторных работ

Баллы	Характеристики ответа студента
6	- в полном объеме выполнено задание; - опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью; - делает выводы и обобщения; - свободно владеет понятиями
4	- выполнено не менее 85% задания; - студент твердо усвоил тему, грамотно и по существу излагает ее, опираясь на знания основной литературы; - не допускает существенных неточностей; - увязывает усвоенные знания с практической деятельностью; - аргументирует научные положения; - делает выводы и обобщения; - владеет системой основных понятий
2	- выполнено не менее 65% задания; - допускает несущественные ошибки и неточности; - испытывает затруднения в практическом применении знаний; - слабо аргументирует научные положения; - затрудняется в формулировании выводов и обобщений; - частично владеет системой понятий
0	- выполнено менее 50% задания; - студент не усвоил значительной части проблемы; - допускает существенные ошибки и неточности; - испытывает трудности в практическом применении знаний; - не может аргументировать научные положения; - не формулирует выводов и обобщений; - не владеет понятийным аппаратом

### 2. Контрольный опрос

Процент правильных ответов	До 60	61-80	81-100
Количество баллов	2	4	6

***Типовые контрольные задания и методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы***

#### ***Примерные вопросы по курсу***

1. Основные положения и терминология теории надежности. Факторы, влияющие на надежность элементов электроустановок.
2. Классификация, назначение, области применения различных видов оборудования высокого напряжения. Общие вопросы производства и эксплуатации электрооборудования
3. Электроэнергетическое оборудование в технологической цепочке: производство - преобразование - передача - распределение и потребление электрической энергии
4. Источники активной и реактивной мощности. Генераторы переменного тока. Синхронные компенсаторы, генерирующие установки специального назначения.

5. Электрооборудование высокого напряжения электрических станций и подстанций, линий электропередачи, потребителей электрической энергии.
6. Установки преобразования электрической энергии в другие виды энергии. Электротехнологические установки высокого напряжения.
7. Основные принципы разработки и изготовления электрооборудования высокого напряжения.
8. Основные показатели надежности. Теоретическое и статистическое определение функции надежности.
9. Информационное обеспечение и статистические показатели надежности. Классификация отказов.
10. Логические и вероятностные меры надежности. Меры надежности во времени.
11. Статистические и вероятностные модели оценки надежности. Вычисление показателей надежности.
12. Надежность восстанавливаемых и самовосстанавливающихся элементов высокого напряжения.
13. Процессы, приводящие к отказам оборудования и к восстановлению изоляции. АПВ.
14. Методы резервирования. Характеристика постоянного резервирования и резервирования замещением.
15. Характеристика моделей надежности электроэнергетической системы. Модель надежности энергосистемы.
16. Структурная, режимная и расчетная надежность энергосистемы. Структурная модель сети.
17. Алгоритмы расчета надежности и анализ состояния энергосистемы.
18. Определение структуры межсистемных связей и резерва генерирующей мощности по заданным характеристикам.
19. Выбор сечения проводов линий электропередачи.
20. Оптимизация профилактики обслуживания силового оборудования.
21. Прогнозирование надежности и профилактика электрических аппаратов.
22. Анализ причин аварий в электроэнергетических системах.
23. Основные приемы и методы структурного анализа при расчетах надежности электроэнергетических систем.
24. Основные приемы определения законов распределения параметров режимов в элементах СЭС.
25. Методы определения минимальных путей и сечений относительно расчетных объектов (узлов нагрузки, узлов генерации, передающих элементов) в электроэнергетических системах.
26. Структурная и функциональная надежности сложных электроэнергетических систем.
27. Методы учета ограничений пропускной способности при анализе структурной и функциональной надежности сложных электроэнергетических систем.
28. Характеристика обобщенных параметров схем, области их применения.
29. Методы расчета недоотпуска электроэнергии на различных интервалах времени и при переменных коммутационных состояниях систем.
30. Методы экономической оценки уровня надежности электроэнергетических систем.

#### ***Примеры вопросов для проведения контрольного опроса***

1. Что Вы понимаете под категориями теории надежности: Частота отказов и интенсивность отказов элементов
2. Дайте определение понятий последовательного и параллельного соединений элементов в смысле надежности.
3. Вероятность отказа одного элемента равна  $p$ . Определите вероятность отказа системы из 10 таких элементов, соединенных в смысле надежности последовательно.

4. Вероятность отказа одного элемента равна  $p$ . Определите вероятность отказа системы из 10 таких элементов, соединенных в смысле надежности параллельно.
5. В момент начала эксплуатации системы в ней находилось 20 элементов. К моменту времени  $t$  вышло из строя 10 элементов, в последующую единицу времени, примыкающую к времени  $t$ , вышло из строя 2 элемента. Определите частоту и интенсивность отказов в момент времени  $t$ .
6. Зависимые элементы соединены электрически параллельно. Как качественно будет меняться интенсивность отказа системы во времени?
7. Как Вы интерпретируете схему гибели и размножения?
8. Что Вы понимаете под предупредительными заменами стареющих элементов?
9. Какие факторы являются определяющими при выборе токоведущих систем на генераторном напряжении и в открытых распределительных устройствах?
10. Назовите принципиальные отличия в конструкции турбогенераторов и гидрогенераторов.
11. В чем состоит принципиальное отличие автотрансформатора от трансформатора?
12. Назовите существующие типы воздушных выключателей на высоком напряжении и укажите их отличия.
13. От каких факторов зависит отключающая способность элегазовых выключателей?
14. В чем заключается особенность гашения электрической дуги в вакуумных выключателях?
15. Какой эффект используется в измерительных оптико-электронных трансформаторах тока?
16. В чем отличие электромагнитного измерительного трансформатора напряжения от измерительных трансформаторов на емкостных делителях (НДЕ)?
17. Какой эффект используется в измерительных оптико-электронных трансформаторах напряжения?
18. Назовите основные характеристики грозозащитных разрядников.
19. Назовите основные характеристики нелинейных ограничителей перенапряжений.
20. Как обеспечивается регулируемая вебер-амперная характеристика управляемых реакторов?
21. Контролирующие материалы для аттестации студентов по дисциплине

### ***Вопросы для самоподготовки***

1. Поясните следующие понятия: «функция надежности», «функция ненадежности», «интенсивность отказов элемента», математическое ожидание и дисперсия времени безотказной эксплуатации элемента».
2. Приведите выражения для определения функции надежности, интенсивности частоты отказов элемента на основе статистических испытаний партии, состоящей из однородных элементов.
3. Приведите зависимость интенсивности отказов элемента от времени и поясните особенности различных этапов его эксплуатации.
4. При каком характере интенсивности отказов справедлив экспоненциальный закон надежности? Определите математическое ожидание и дисперсию времени безотказной эксплуатации элемент при этом законе надежности.
5. Какому закону подчиняется число отказов элементов за время  $t$  при пренебрежимо малом времени восстановления элемента? Как определяются математическое ожидание и дисперсия числа отказов за время  $t$  в этом случае?
6. Перечислите и поясните основные свойства простейшего потока отказов Пуассона.
7. В случае эксплуатации элемента с заменами при пренебрежимо малом времени его восстановления как определить наименьшее число запасных элементов, обеспечивающих нормальную эксплуатации Вашей установки? Под нормальной понимается такая эксплуатация, при которой с заданной вероятностью (близкой к

- единице) Вы могли бы обеспечить функционирование установки в течение требуемого времени  $t$ .
8. Поясните понятие «коэффициент готовности». Как определяется коэффициент готовности в стационарном режиме эксплуатации элемента в случае Пуассоновского потока отказов и восстановлений?
  9. Поясните понятие «последовательное и параллельное соединение элементов в смысле надежности». При известной функции надежности единичного элемента запишите выражения для функции надежности системы, состоящей либо из последовательного, либо из параллельного соединения элементов в смысле надежности.
  10. Как определяются средние времена эксплуатации системы, состоящей либо из последовательного, либо из параллельного соединения элементов в смысле надежности, если интенсивности отказов всех элементов одинаковы?
  11. Как Вы определяете вероятность того или иного состояния Вашей системы с резервированием, преломляя для решения этой задачи теорию гибели и размножения?
  12. Что Вы понимаете под предупредительными заменами стареющих элементов, основанными на наработке на отказ? Каким образом определяются плановые сроки замены оборудования при его предупредительных заменах?
  13. Как определяется среднее время эксплуатации стареющего элемента, эксплуатируемого с предупредительными заменами?
  14. Какая информация необходима, чтобы определить закон распределения времени эксплуатации стареющего элемента? Если Вы определили этот закон, как на его основе Вы будете осуществлять эксплуатацию стареющего элемента?