

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

Физика отказов и надежность изделий электроснабжения Б1.В.04

Направление подготовки: 13.04.02 - Электроэнергетика и электротехника

Профиль подготовки: Проектирование электротехнических комплексов и систем

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: заочное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2019

**Автор(ы):** Ахметсагиров Р.И.

**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) начальник учебного (учебно-методического) отдела Ахметсагиров Р.И. (Учебный отдел, Набережночелнинский институт (филиал) КФУ), RIAhmet sagirov@kpfu.ru

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

Выпускник, освоивший дисциплину, должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-1	Способен управлять работами по компьютерному проектированию технологических процессов
ПК-2	Способен разрабатывать проект системы электроснабжения объектов капитального строительства

Выпускник, освоивший дисциплину:

Должен знать:

схемы и основное электротехническое и коммутационное оборудование автомобилей; схемы электроэнергетических систем и сетей, проблемы статической и динамической устойчивости, конструктивное выполнение линий электропередачи; основы систем электрооборудования автомобилей транспортных систем; принципы построения электронной защиты и автоматизации электрических систем

Должен уметь:

находить нестандартные решения профессиональных задач, применять современные методы и средства исследования, проектирования, технологической подготовки производства и эксплуатации электроэнергетических и электротехнических объектов, применять, эксплуатировать и производить выбор электрооборудования, формировать законченное представление о принятых решениях и полученных результатах в виде научно-технического отчета с его публичной защитой

Должен владеть:

навыками исследовательской работы; методами анализа режимов работы электроэнергетического и электротехнического оборудования и систем; навыками проведения стандартных испытаний электронного и электромеханического оборудования и систем; методами расчета параметров электроэнергетических устройств и электроустановок, электроэнергетических сетей и систем, систем электроснабжения; методами эксплуатации и испытаний

Должен демонстрировать способность и готовность:

Знания, умения и навыки приобретаемые в ходе изучения дисциплины необходимы для выполнения научно-исследовательской практики и научно-исследовательской работы студента бакалавриата. Для освоения дисциплины необходимо приобретение компетенций по дисциплинам: Физика, Высшая математика

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.04 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 13.04.02 "Электроэнергетика и электротехника (Проектирование электротехнических комплексов и систем)" и относится к вариативной части.

Осваивается на 2 курсе в 3 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 - 20 часа(ов), в том числе лекции - 0 часа(ов), практические занятия - 20 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 115 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 9 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 3 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	
1.	Тема 1. Основные понятия и определения теории надежности	3	0	2	0	12
2.	Тема 2. Задачи и исходные данные положения оценки надежности.	3	0	2	0	12
3.	Тема 3. Факторы, нарушающие надежность системы и их математические описания.	3	0	2	0	12
4.	Тема 4. Математические модели и количественные описания.	3	0	2	0	12
5.	Тема 5. Основные законы распределения показателей надежности.	3	0	2	0	12
6.	Тема 6. Математические модели и количественные расчеты надежности систем.	3	0	2	0	12
7.	Тема 7. Определение показателей надежности систем.	3	0	2	0	12
8.	Тема 8. Логико-графические методы анализа надежности и риска систем	3	0	2	0	7
9.	Тема 9. Методы обеспечения надежности сложных систем	3	0	2	0	12
10.	Тема 10. Физическая сущность изменения надежности конструктивных элементов автомобилей при их эксплуатации.	3	0	2	0	12
	Итого		0	20	0	115

#### 4.2 Содержание дисциплины

##### Тема 1. Основные понятия и определения теории надежности

Практическое занятие.

Основные применяемые термины, свойства и состояния технического объекта, характеризующие его надежность.

- Основные свойства, обеспечивающие надежность.
- Состояние электрооборудования.
- Классификация отказов электрооборудования.
- Типы отказов.
- Показатели надежности восстанавливаемых элементов.

##### Тема 2. Задачи и исходные данные положения оценки надежности.

Практическое занятие.

Единичные и комплексные показатели надежности. Показатели, связанные с ресурсом объекта. Показатели, связанные со сроком службы изделия. Показатели надежности электрооборудования

- События и процессы, влияющие на надежность систем электроснабжения.
- Расчет средней вероятности состояния элемента

##### Тема 3. Факторы, нарушающие надежность системы и их математические описания.

Причины и общая характеристика повреждений воздушных линий. Причины и общая характеристика повреждений кабельных линий. Причины и общая характеристика повреждений силовых трансформаторов. Причины и общая характеристика повреждений электродвигателей. Причины и общая характеристика повреждений коммутационной аппаратуры. Причины и общая характеристика повреждений элементов релейной защиты и автоматики. Эксплуатационная информация о надежности.

Практическое занятие.

- Классификация отказов электрооборудования.
- Типы отказов.
- Определение показателей надежности коммутационных аппаратов.
- Определение показателей надежности линий с коммутационными аппаратами.

#### **Тема 4. Математические модели и количественные описания.**

Функциональные зависимости надежности. Теорема сложения вероятностей. Теорема умножения вероятностей. Формула полной вероятности.

Практическое занятие.

- Основные показатели надежности (вероятность безотказной работы, вероятность появления отказов, частота отказов, интенсивность отказов).
- Расчет потоков отказов.

#### **Тема 5. Основные законы распределения показателей надежности.**

Закон распределения Пуансона. Экспоненциальное распределение. Нормальный закон распределения. Логарифмически нормальное распределение. Распределение Вейбулла. Гамма распределение. Установление функции распределения показателей надежности по данным статистической информации.

Практическое занятие.

- Показатели надежности восстанавливаемых элементов.
- Влияний показателей качества напряжения и частоты на работу потребителей.
- Показатели надежности систем электроснабжения.

#### **Тема 6. Математические модели и количественные расчеты надежности систем.**

Надежность систем с последовательным соединением элементов. Надежность систем с параллельным соединением элементов. Резервирование. Виды резервирования. Надежность систем при постоянном общем резервировании. Надежность систем при постоянном раздельном резервировании. Надежность систем со смешанным соединением элементов.

Практическое занятие.

- Расчет вероятности отказового и безотказового состояний схем с последовательным соединением элементов
- Расчет вероятности отказового и безотказового состояния схем с параллельным соединением элементов

#### **Тема 7. Определение показателей надежности систем.**

Определение показателей надежности коммутационных аппаратов. Определение показателей надежности линий с коммутационными аппаратами. Определение показателей надежности воздушных линий с глухим присоединением элементов. Определение показателей надежности потребителей, подключенных по кольцевой схеме. Определение показателей надежности многократнорезервируемых линий.

#### **Тема 8. Логико-графические методы анализа надежности и риска систем**

Практическое занятие.

Определения и символы, используемые при построении дерева. Процедура анализа дерева отказов. Построение дерева отказов. Качественная и количественная оценка дерева отказов. Дерево с повторяющимися событиями. Вероятностная оценка дерева отказов.

- Определение показателей надежности многократнорезервируемых линий.
- Классификация потребителей по степени последствия отказов системы электроснабжения.
- Группы потребителей, в зависимости от требований, предъявляемых к системам электрооборудования автомобилей.

#### **Тема 9. Методы обеспечения надежности сложных систем**

Преднамеренные отключения при последовательном соединении элементов. Преднамеренные отключения при параллельном соединении элементов.

Практическое занятие.

Разработка технической документации обеспечение надежности: способы рационального проектирования и расчетно-экспериментальные методы оценки надежности

- Эксплуатационная информация о надежности.
- Показатели надежности электрических сетей и оборудования подстанции.

#### **Тема 10. Физическая сущность изменения надежности конструктивных элементов автомобилей при их эксплуатации.**

Группы потребителей, в зависимости от требований, предъявляемых к системам электро-снабжения.

Определение ущерба от нарушения электроснабжения. Учет преднамеренных отключений. Выбор схем систем электроснабжения потребителей в зависимости от удельного ущерба.

Практическое занятие.

- Определение ущерба от нарушения электроснабжения

□ Выбор схем систем электроснабжения потребителей в зависимости от удельного ущерба.

## 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 3</b>			
	<i>Текущий контроль</i>		
1	Устный опрос	ПК-2 , ПК-1	1. Основные понятия и определения теории надежности 2. Задачи и исходные данные положения оценки надежности. 3. Факторы, нарушающие надежность системы и их математические описания. 4. Математические модели и количественные описания. 5. Основные законы распределения показателей надежности. 6. Математические модели и количественные расчеты надежности систем. 7. Определение показателей надежности систем. 8. Логико-графические методы анализа надежности и риска систем 9. Методы обеспечения надежности сложных систем 10. Физическая сущность изменения надежности конструктивных элементов автомобилей при их эксплуатации.

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
2	Контрольная работа	ПК-2 , ПК-1	1. Основные понятия и определения теории надежности 2. Задачи и исходные данные положения оценки надежности. 3. Факторы, нарушающие надежность системы и их математические описания. 4. Математические модели и количественные описания. 5. Основные законы распределения показателей надежности. 6. Математические модели и количественные расчеты надежности систем. 7. Определение показателей надежности систем. 8. Логико-графические методы анализа надежности и риска систем 9. Методы обеспечения надежности сложных систем 10. Физическая сущность изменения надежности конструктивных элементов автомобилей при их эксплуатации.
3	Презентация	ПК-2 , ПК-1	1. Основные понятия и определения теории надежности 2. Задачи и исходные данные положения оценки надежности. 3. Факторы, нарушающие надежность системы и их математические описания. 4. Математические модели и количественные описания. 5. Основные законы распределения показателей надежности. 6. Математические модели и количественные расчеты надежности систем. 7. Определение показателей надежности систем. 8. Логико-графические методы анализа надежности и риска систем 9. Методы обеспечения надежности сложных систем 10. Физическая сущность изменения надежности конструктивных элементов автомобилей при их эксплуатации.
	<b>Экзамен</b>	ПК-1, ПК-2	

### 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 3</b>					
<b>Текущий контроль</b>					
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.	1

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
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. 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
Презентация	Превосходный уровень владения материалом. Высокий уровень доказательности, наглядности, качества преподнесения информации. Степень полноты раскрытия материала и использованные решения полностью соответствуют задачам презентации. Используются надлежащие источники и методы.	Хороший уровень владения материалом. Средний уровень доказательности, наглядности, качества преподнесения информации. Степень полноты раскрытия материала и использованные решения в основном соответствуют задачам презентации. Используются источники и методы в основном соответствуют поставленным задачам.	Удовлетворительный уровень владения материалом. Низкий уровень доказательности, наглядности, качества преподнесения информации. Степень полноты раскрытия материала и использованные решения слабо соответствуют задачам презентации. Используются источники и методы частично соответствуют поставленным задачам.	Неудовлетворительный уровень владения материалом. Неудовлетворительный уровень доказательности, наглядности, качества преподнесения информации. Степень полноты раскрытия материала и использованные решения не соответствуют задачам презентации. Используются источники и методы не соответствуют поставленным задачам.	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 устранением 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 3

#### Текущий контроль

##### 1. Устный опрос

Темы 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10

Вопросы к зачету:

1. Какие закономерности изучает наука ?Теория надежности??
2. Что включает в себя отработка на надежность серийно выпускаемых изделий?
3. Определение понятия ?Техническая диагностика?.
4. Назовите три основных этапа диагностики.
5. Составляющие элементы комплекса ?автомобиль-водитель-дорога-среда?.
6. Дайте определение качества по стандарту ISO 8402-86 и определение качества как совокупность эксплуатационных свойств автомобиля.
7. Выходные параметры автомобиля как критерии оценки его качества.
8. Понятие ?надежность? в связке с понятием ?качество?. Абсолютное и относительное изменения качества.
9. На каких этапах закладывается и поддерживается надежность автомобиля?
10. К каким двум основным нарушениям работоспособности приводит недостаточный уровень надежности автомобиля?

##### 2. Контрольная работа

Темы 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10

Расчет осуществляется в следующем порядке:

- принципиальная электрическая схема заменяется на расчетную по надежности;
- для всех элементов расчетной схемы определяются параметры потоков отказов и вероятность отказового состояния;
- последовательно включенные элементы на расчетной схеме заменяются эквивалентным с со-ответствующим определением параметра потока отказа и вероятности отказового состояния;
- расчетная схема по надежности сводится к простой схеме с параллельно-последовательным соединением элементов;
- определяются все интересующие параметры надежности системы для узла нагрузки, относительно которого решается задача;
- оценка влияния элемента цепи на параметры функционирования системы может быть получена просчетом вариантов с вариацией параметров интересующих элементов и сравнением полученных результатов.

В соответствии с шифром задания для узла нагрузки А требуется определить:

1. параметр потока отказа системы электроснабжения с учетом преднамеренных отключений;
2. среднюю вероятность отказа с учетом преднамеренных отключений;
3. среднее время безотказной работы;
4. среднее время восстановления;
5. исследовать влияние на результаты параметров надежности системы отклонения параметров элементов на 25%, 50% от средних значений:

По результатам исследований построить графики изменения параметров надежности в функции изменяемого параметра.

Эти исследования необходимо провести для двух блоков отдельно. Сделать анализ зависимостей и сопоставление полученных результатов по обоим исследованиям.

##### 3. Презентация

Темы 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10

1. Понятие сложной системы. Виды соединений элементов сложной системы.
2. Вероятность безотказной работы сложной системы с последовательным соединением элементов.
3. Вероятность безотказной работы сложной системы с параллельным соединением элементов.
4. Вероятность безотказной работы сложной системы со смешанным соединением элементов.
5. Назовите три основных метода повышения надежности систем.
6. Методы прочностного и структурного резервирования.
7. Что является основной причиной эксплуатационных отказов автомобилей?
8. Понятие старения материалов.
9. Понятия прочности, упругой и пластичной деформации, хрупкого и пластичного изломов. Ползучесть материала.
10. Понятие трибологии. Трибологическая надежность. Износ. Классификация видов изнашивания деталей автомобилей.
11. Отказы по параметрам коррозии.
12. Диаграмма изнашивания деталей автомобиля.

#### Экзамен

Вопросы к экзамену:

Вопросы:

1. Какие закономерности изучает наука ?Теория надежности??
2. Что включает в себя отработка на надежность серийно выпускаемых изделий?
3. Определение понятия ?Техническая диагностика?.
4. Назовите три основных этапа диагностики.
5. Составляющие элементы комплекса ?автомобиль-водитель-дорога-среда?.
6. Дайте определение качества по стандарту ISO 8402-86 и определение качества как совокупность эксплуатационных свойств автомобиля.
7. Выходные параметры автомобиля как критерии оценки его качества.
8. Понятие ?надежность? в связке с понятием ?качество?. Абсолютное и относительное изменения качества.
9. На каких этапах закладывается и поддерживается надежность автомобиля?
10. К каким двум основным нарушениям работоспособности приводит недостаточный уровень надежности автомобиля?
11. Укажите основные объекты теории надежности.
12. Приведите классификацию технических систем.
13. Что понимается под резервированием?
14. Пять основных состояний объекта, их характеристики.
15. Понятие отказа. Критерии и основные категории отказов.
16. В чем отличие отказа от сбоя или повреждения?
17. Что называется восстановлением?
18. Определение понятия ?надежность?.
19. Понятие показателей надежности. Четыре метода определения значений показателей надежности.
20. Чем устанавливаются нормативные значения показателей надежности?
21. Четыре группы показателей надежности. Характеристика групп.
22. Отличие единичных и комплексных показателей надежности.
23. Перечислите основные пять критериев надежности невосстанавливаемых систем.
24. Что называется вероятностью безотказной работы (функцией надежности)  $P(t)$ ?
25. Приведите в одной системе координат графики функций вероятности безотказной работы  $P(t)$  и вероятности отказа  $F(t)$ .
26. Определение понятия гамма-процентной наработки до отказа  $\gamma$ .
27. Определение понятия средней наработки до отказа  $T_{ср}$ .
28. Что характеризует плотность распределения времени безотказной работы (частота отказов)  $f(t)$ ?
29. Понятие интенсивности отказов  $\lambda(t)$ .
30. В какой период (1 - период приработки; 2 - период нормальной эксплуатации; 3 - период старения) интенсивность отказов  $\lambda(t) = const$  ?
31. Приведите U-образную кривую интенсивности отказов. Какими физическими процессами вызвана такая форма кривой?
32. Три основных критерия надежности невосстанавливаемых систем.
33. Назовите четыре основных показателя долговечности.
34. Назовите два основных показателя сохраняемости.
35. Назовите пять основных показателей ремонтпригодности.
36. Для чего применяются комплексные показатели надежности? Что характеризует коэффициент готовности, коэффициент оперативной готовности, коэффициент технического использования?
37. Что должна охватывать и что обеспечивать система сбора и обработки эксплуатационной информации?
38. Возможность решения каких задач должны обеспечить результаты сбора и обработки статистической и информации о надежности объектов?
39. Назовите четыре метода сбора информации о надежности машин в период эксплуатации.
40. Назовите пять этапов построения эмпирического распределения и статистической оценки его параметров.
41. Какая проверка производится по критерию Пирсона  $\chi^2$  (хи квадрат)?
42. Что характеризует дисперсия  $D$ ?
43. Перечислите четыре основных закона распределения случайных величин в теории технической эксплуатации автомобилей и области их применения.
44. Понятие доверительного интервала.
45. Понятие сложной системы. Виды соединений элементов сложной системы.
46. Вероятность безотказной работы сложной системы с последовательным соединением элементов.
47. Вероятность безотказной работы сложной системы с параллельным соединением элементов.
48. Вероятность безотказной работы сложной системы со смешанным соединением элементов.
49. Назовите три основных метода повышения надежности систем.
50. Методы прочностного и структурного резервирования.
51. Что является основной причиной эксплуатационных отказов автомобилей?

#### 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 3</b>			
<b>Текущий контроль</b>			
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.	1	10
Контрольная работа	Контрольная работа проводится в часы аудиторной работы. Обучающиеся получают задания для проверки усвоения пройденного материала. Работа выполняется в письменном виде и сдается преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	2	20
Презентация	Обучающиеся выполняют презентацию с применением необходимых программных средств, решая в презентации поставленные преподавателем задачи. Обучающийся выступает с презентацией на занятии или сдает её в электронном виде преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме презентации, логичность, информативность, способы представления информации, решение поставленных задач.	3	20
<b>Экзамен</b>	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:

1. Сибикин Ю. Д. Электроснабжение [Текст]: учебное пособие / Ю. Д. Сибикин, М. Ю. Сибикин - Москва: РадиоСофт, 2012. - 328 с., 22 экз.
2. Щербаков Е. Ф. Электроснабжение и электропотребление на предприятиях [Текст]: учебное пособие / Е.Ф. Щербаков, Д.С. Александров, А.Л. Дубов. - Москва: ФОРУМ, 2012. - 495 с., 22 экз
3. Секретарев Ю.А. Надежность электроснабжения [Электронный ресурс]: учебное пособие / Ю.А. Секретарев - Новосиб.: НГТУ, 2010. - 104 с.- ISBN 978-5-7782-1517-7 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/548307>

##### 7.2. Дополнительная литература:

- Анчарова Т. В. Электроснабжение и электрооборудование зданий и сооружений [Электронный ресурс]: учебник / Т. В. Анчарова, М. А. Рашевская, Е. Д. Стебунова. - Москва: Форум: НИЦ Инфра-М, 2012. - 416 с. - (Высшее образование). ISBN 978-5-91134-672-0. - <http://znanium.com/bookread.php?book=326458#none>
- Надежность электроснабжения : учеб. пособие / В.Я. Хорольский, М.А. Таранов. М. : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2017. 127 с. (Высшее образование: Бакалавриат). - <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=538218>

Сибикин Ю. Д. Технология энергосбережения [Электронный ресурс]: учебник / Ю. Д. Сибикин, М. Ю. Сибикин. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва: Форум: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 352 с.: ISBN 978-5-91134-596-9. - <http://znanium.com/bookread.php?book=400962#none>

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

Анчарова Т. В. Электроснабжение и электрооборудование зданий и сооружений [Электронный ресурс]: учебник / Т. В. Анчарова, М. А. Рашевская, Е. Д. Стебунова. - Москва: Форум: НИЦ Инфра-М, 2012. - 416 с. - (Высшее образование). ISBN 978-5-91134-672-0. - <http://znanium.com/bookread.php?book=326458#none>

Надежность электроснабжения : учеб. пособие / В.Я. Хорольский, М.А. Таранов. М. : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2017. 127 с. (Высшее образование: Бакалавриат). - <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=538218>

Сибикин Ю. Д. Технология энергосбережения [Электронный ресурс]: учебник / Ю. Д. Сибикин, М. Ю. Сибикин. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва: Форум: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 352 с.: ISBN 978-5-91134-596-9. - <http://znanium.com/bookread.php?book=400962#none>

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

Вид работ	Методические рекомендации
практические занятия	Работа на практических занятиях предполагает активное участие в осуждении выдвинутых в рамках тем вопросов. Для подготовки к занятиям рекомендуется обращать внимание на проблемные вопросы, затрагиваемые преподавателем в лекции, и группировать информацию вокруг них. На основании постановки таких вопросов следует собирать аргументы в пользу различных вариантов решения поставленных проблем.
самостоятельная работа	Целью самостоятельной работы студентов является овладение фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками деятельности по профилю, опытом творческой, исследовательской деятельности. Самостоятельная работа студентов способствует развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровня.
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:
контрольная работа	Методические указания к контрольной работе 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
презентация	Выполнение презентаций преследует несколько целей: закрепление, систематизацию у студентов знаний основ обязательного социального страхования; выработку навыков самостоятельной работы с законодательством о данном страховании, учебной и специальной литературой. Презентация на избранную тему - это законченное, самостоятельное сочинение, написание которого во многом обусловлено особенностями данного страхования, она должна быть написана на актуальную тему, которая к тому же имеет теоретическую важность и практическую значимость.

Вид работ	Методические рекомендации
экзамен	<p>Билеты на вопросы:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Какие закономерности изучает наука ?Теория надежности??</li> <li>2. Что включает в себя отработка на надежность серийно выпускаемых изделий?</li> <li>3. Определение понятия ?Техническая диагностика?.</li> <li>4. Назовите три основных этапа диагностики.</li> <li>5. Составляющие элементы комплекса ?автомобиль-водитель-дорога-среда?.</li> <li>6. Дайте определение качества по стандарту ISO 8402-86 и определение качества как совокупность эксплуатационных свойств автомобиля.</li> <li>7. Выходные параметры автомобиля как критерии оценки его качества.</li> <li>8. Понятие ?надежность? в связке с понятием ?качество?. Абсолютное и относительное изменения качества.</li> <li>9. На каких этапах закладывается и поддерживается надежность автомобиля?</li> <li>10. К каким двум основным нарушениям работоспособности приводит недостаточный уровень надежности автомобиля?</li> <li>11. Укажите основные объекты теории надежности.</li> <li>12. Приведите классификацию технических систем.</li> <li>13. Что понимается под резервированием?</li> <li>14. Пять основных состояний объекта, их характеристики.</li> <li>15. Понятие отказа. Критерии и основные категории отказов.</li> <li>16. В чем отличие отказа от сбоя или повреждения?</li> <li>17. Что называется восстановлением?</li> <li>18. Определение понятия ?надежность?.</li> <li>19. Понятие показателей надежности. Четыре метода определения значений показателей надежности.</li> <li>20. Чем устанавливаются нормативные значения показателей надежности?</li> <li>21. Четыре группы показателей надежности. Характеристика групп.</li> <li>22. Отличие единичных и комплексных показателей надежности.</li> <li>23. Перечислите основные пять критериев надежности невосстанавливаемых систем.</li> <li>24. Что называется вероятностью безотказной работы (функцией надежности) <math>P(t)</math>?</li> <li>25. Приведите в одной системе координат графики функций вероятности безотказной работы <math>P(t)</math> и вероятности отказа <math>F(t)</math>.</li> <li>26. Определение понятия гамма-процентной наработки до отказа <math>\gamma</math>.</li> <li>27. Определение понятия средней наработки до отказа <math>T_{ср}</math>.</li> <li>28. Что характеризует плотность распределения времени безотказной работы (частота отказов) <math>f(t)</math>?</li> <li>29. Понятие интенсивности отказов <math>\lambda(t)</math>.</li> <li>30. В какой период (1 - период приработки; 2 - период нормальной эксплуатации; 3 - период старения) интенсивность отказов <math>\lambda(t) = const</math> ?</li> <li>31. Приведите U-образную кривую интенсивности отказов. Какими физическими процессами вызвана такая форма кривой?</li> <li>32. Три основных критерия надежности невосстанавливаемых систем.</li> <li>33. Назовите четыре основных показателя долговечности.</li> <li>34. Назовите два основных показателя сохраняемости.</li> <li>35. Назовите пять основных показателей ремонтпригодности.</li> <li>36. Для чего применяются комплексные показатели надежности? Что характеризует коэффициент готовности, коэффициент оперативной готовности, коэффициент технического использования?</li> <li>37. Что должна охватывать и что обеспечивать система сбора и обработки эксплуатационной информации?</li> <li>38. Возможность решения каких задач должны обеспечить результаты сбора и обработки статистической и информации о надежности объектов?</li> <li>39. Назовите четыре метода сбора информации о надежности машин в период эксплуатации.</li> <li>40. Назовите пять этапов построения эмпирического распределения и статистической оценки его параметров.</li> <li>41. Какая проверка производится по критерию Пирсона <math>\chi^2</math> (хи квадрат)?</li> <li>42. Что характеризует дисперсия <math>D</math>?</li> <li>43. Перечислите четыре основных закона распределения случайных величин в теории технической эксплуатации автомобилей и области их применения.</li> <li>44. Понятие доверительного интервала.</li> <li>45. Понятие сложной системы. Виды соединений элементов сложной системы.</li> <li>46. Вероятность безотказной работы сложной системы с последовательным соединением элементов.</li> <li>47. Вероятность безотказной работы сложной системы с параллельным соединением элементов.</li> <li>48. Вероятность безотказной работы сложной системы со смешанным соединением элементов.</li> <li>49. Назовите три основных метода повышения надежности систем.</li> <li>50. Методы прочностного и структурного резервирования.</li> </ol>

51. Что является основной причиной эксплуатационных отказов автомобилей?

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

Освоение дисциплины "Физика отказов и надежность изделий 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

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

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

Освоение дисциплины "Физика отказов и надежность изделий 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.

## **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, выступления 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 13.04.02 "Электроэнергетика и электротехника" и магистерской программе Проектирование электротехнических комплексов и систем .