

**Автономная некоммерческая организация высшего образования
«СЕВЕРО-ЗАПАДНЫЙ ОТКРЫТЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



«Утверждаю»

Проректор по УМР

О.М. Вальц

«13» сентября 2018 г.

**Рабочая программа дисциплины
«НАДЕЖНОСТЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ
СИСТЕМ И СЕТЕЙ»**

Направление подготовки:

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Профили подготовки:

13.03.02.2 Электроэнергетические системы и сети

Квалификация (степень):

бакалавр

Форма обучения:

заочная

Санкт-Петербург, 20178

Рабочая программа дисциплины «Надежность электроэнергетических систем и сетей» разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

Основным документом для разработки рабочей программы является рабочий учебный план по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»
Профиль подготовки: 13.03.02.2 «Электроэнергетические системы и сети»

Учебные и методические материалы по учебной дисциплине размещены в электронной информационно-образовательной среде университета

Разработчик: Родченко Е.А., доцент СЗТУ

Рецензент: М.И. Божков к.т.н., доцент, специалист ООО
«Городского центра экспертиз»

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры Электроэнергетики и автомобильного транспорта от «12» сентября 2018 года, протокол №1

СОДЕРЖАНИЕ

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	4
2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	5
3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ	6
4. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	6
5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	10
5.1. Темы контрольной работы	10
5.2. Темы курсовых работ	10
5.3. Перечень методических рекомендаций	10
5.4. Перечень вопросов для подготовки к экзамену	10
6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	12
7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	12
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО – ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ "ИНТЕРНЕТ", НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	12
9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	13
10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	13
11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ	14
12. БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ	14
Приложение	16

1.ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1.1. Целями освоения дисциплины «Надежность электроэнергетических систем и сетей» является:

получение знаний о современной теории надежности в технике и применении её методов в электроэнергетических системах.

—

1.2. Изучение дисциплины «Надежность электроэнергетических систем и сетей» способствует решению следующих задач профессиональной деятельности:

- производить определения оптимальной структуры электроэнергетических систем и сетей на основе анализа и расчета надежности;
- производить оценку влияния различных факторов на надежную работу электроэнергетических систем и сетей;

—

- владеть статистическими методами оценки надежности

1.3. Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Профессиональные (ПК)

<i>Код компетенции</i>	<i>Наименование и (или) описание компетенции</i>
ПК-2	способностью обрабатывать результаты экспериментов
ПК-5	Готовностью определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности
ПК-6	Способностью рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности
ПК-8	Способностью использовать технические средства для измерения и контроля основных параметров технологического процесса
ПК-14	способностью применять методы и технические средства эксплуатационных испытаний и диагностики электроэнергетического и электротехнического оборудования ;
ПК-15	способностью оценивать техническое состояние и остаточный ресурс оборудования

1.4. В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- общую характеристику надёжности работы электроэнергетических систем и сетей
- назначение показателей надёжности ;

Уметь:

- - выбирать состав оборудования в электроэнергетических системах и сетях
- оценивать надёжность их работы;

Владеть:

- методами расчета показателей надёжности электроэнергетических систем и сетей.

2.МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Надёжность электроэнергетических систем и сетей» относится к вариативной части дисциплин по выбору блока Б.1.

Дисциплина взаимосвязана с дисциплинами опорных учебных дисциплин учебного плана: математика, химия, начертательная геометрия и инженерная графика, физика, информатики, теоретическая механика , физические основы электроники, электрическое и конструкционное материаловедение, теоретические основы электротехники, прикладная механика, метрология, стандартизация и сертификация, основы электромеханики, теоретические основы электротехники, электрические машины, общая энергетика, теория автоматического управления, силовая электроника, электрические и электронные аппараты, электрический привод, основы теории надёжности.

Изучение курса необходимо для освоения следующих специальных дисциплин:, испытания электроэнергетических систем и сетей, технические средства диспетчерского управления.

Приобретённые знания будут непосредственно использованы студентами при изучении последующих дисциплин, прохождении производственной практики , написании выпускных квалификационных работ.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ

№ п/п	Наименование модуля и темы учебной дисциплины	Грудоемкость по учебному плану (час/з.е.)	Виды занятий				Виды контроля		
			Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа	Контрольная работа	Курсовая р(проект)	Зачёт (экзамен)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Модуль 1. Основные понятия и показатели надежности	108/3	5		6	97			
2	Тема 1.1. Методы теории вероятностей и характеристики параметрической надежности электроэнергетических систем и сетей	54/1,5	2.5		3	48,5			
3	Тема 1.2. . Статистические методы оценки, анализа и контроля надежности электроэнергетических систем и сетей. Методы проверки статистических гипотез об их ненадежности.	54/1,5	2.5		3	48,5			
4	Модуль 2. Расчеты характеристик надежности	108/3	5		6	97			
5	Тема 2.1. Расчет характеристик надежности восстанавливаемых и невосстанавливаемых объектов	54/1,5	2.5		3	48,5			
6	Тема 2.2. Оптимальное резервирование. Повышение надежности электроэнергетических систем и сетей	54/1,5	2.5		3	48,5			
	Всего	216/6	10		12	194	1		Экз

4. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (216 часов)

МОДУЛЬ 1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ПОКАЗАТЕЛИ НАДЕЖНОСТИ (108 часов)

Тема 1.1 . Методы теории вероятностей и характеристики параметрической надежности электроэнергетических систем и сетей (54 часа)

Свойства надежности: безотказность, долговечность, ремонтпригодность, сохраняемость. Состояния объекта: исправное, работоспособное, неработоспособное, предельное. События, связанные с объектом: повреждение, отказ. Восстанавливаемый и невосстанавливаемый объекты. Показатели надежности: наработка, время восстановления, резервирование (общее, раздельное, постоянное, динамическое, замещением). Характеристики надежности невосстанавливаемых объектов: вероятность безотказной работы объекта; вероятность отказа объекта; плотность вероятности отказа объекта; интенсивность отказа объекта. Характеристики надежности восстанавливаемых объектов: функция отказов и восстановления; интенсивность потока отказов; интенсивность потока восстановлений; вероятность восстановления объекта за период времени; вероятность невосстановления; плотность вероятности восстановления; интенсивность восстановления. Функция готовности и коэффициент готовности. Режимы эксплуатации: длительные, циклические и факторные.

Элементы общей теории множеств. Основные операции с множествами.

Графические методы проверки формул алгебры множеств. Общие вопросы теории множеств.

Элементы математической логики. Основные логические связи. Законы математической логики, их взаимосвязь с формулами теории множеств.

Основные понятия теории вероятностей. Событие и вероятность. Случайные величины. Операции с элементами в теории вероятностей. Понятие о надежности элемента технической системы как о вероятностной величине.

Факторы, влияющие на надежность систем электроснабжения. Надежность элементов систем электроснабжения. Анализ отказов элементов. Невосстанавливаемый элемент. Восстанавливаемый элемент.

Оценка точности выходных параметров систем электроснабжения. Анализ погрешностей выходных параметров. Согласование параметров функционально связанных составных частей электроэнергетических систем и сетей.

Виды учебных занятий:

Лекция:	Методы теории вероятностей и характеристики параметрической надежности	2,5час.
Практические занятия.	Качественные и количественные характеристики надёжности	3час

Тема 1.2. . Статистические методы оценки, анализа и контроля надежности электроэнергетических систем и сетей. Методы проверки статистических гипотез об их ненадежности.(54часа)

Методы оценки по характеристикам надежности, получаемые экспериментальным путем. Определенные и контрольные испытания. Вычисление и

построение графиков экспериментальных распределений наработки до отказа невосстанавливаемых изделий.

Статистическая оценка показателей надежности невосстанавливаемых изделий при определенных испытаниях. Выбор закона распределения наработки до отказа, используемого при оценивании надежности систем электроснабжения. Нормальный закон распределения. Равновероятностный закон. Закон Симпсона. Трапецеидальный закон. Композиция нормального и равновероятностного законов. Распределение Вейбулла, Рэлея. Распределение Максвелла. Точечные оценки. Интервальные оценки.

Вычисление и построение экспериментальных графиков параметров потока полных отказов для восстанавливаемых изделий.

Статистическая оценка показателей надежности восстанавливаемых систем при определенных испытаниях. Интервальные оценки. Разновидность испытания на надежность. Числовые характеристики случайных величин.

Основные понятия метода статистических гипотез. Проверка гипотезы о равенстве двух вероятностей отказа. Проверка гипотезы об однородности двух выборок. Проверка согласованности теоретического распределения с экспериментальными данными. Проверка гипотезы о законе распределения. Статистический приемочный контроль надежности.

Виды учебных занятий:

Лекция:	Статистические методы оценки, анализа и контроля надежности электроэнергетических систем и сетей. Методы проверки статистических гипотез об их ненадежности.	2,5час.
Практические занятия.	Физика отказов	3часа

МОДУЛЬ 2. РАСЧЕТЫ ХАРАКТЕРИСТИК НАДЕЖНОСТИ(108часов)

Тема 2.1. Расчет характеристик надежности восстанавливаемых и невосстанавливаемых объектов(54часа)

Методы расчета. Модели надежности системы. Логические схемы надежности: с последовательным соединением элементов; с параллельным соединением элементов; с последовательно-параллельным соединением элементов. Схемы состояний. Составление логических схем. Применение схем состояний. Виды расчетов характеристик надежности: прикидочный расчет; расчет при подборе типов элементов; уточненный расчет.

Расчеты характеристик надежности нерезервированных систем. Пассивное резервирование с неизменной нагрузкой. Нагруженное активное резервирование с абсолютно надежными переключателями. Активное ненагруженное и облегченное резервирование с учетом надежности переключателей. Скользящее резервирование.

Понятие Марковского случайного процесса. Параметр потока отказов. Вероятность безотказной работы в течение наработки. Вероятность безотказной работы в интервале наработки. Общая характеристика методов расчета

надежности восстанавливаемых систем. Вычисление функций готовности и простоя систем. Особенности расчета резервированных систем.

Виды учебных занятий:

Лекция:	Расчет характеристик надежности восстанавливаемых и невосстанавливаемых объектов	2,5час.
Практические занятия.	Статистические методы оценки, анализа и контроля	3 часа

Тема 2.2. Оптимальное резервирование. Повышение надежности электроэнергетических систем и сетей(54часа)

Методы расчета. Оптимальное число участков резервирования с учетом экономических факторов. Задачи по расчету показателей надежности при минимальных затратах. Задачи по определению требуемого количества резервных элементов, обеспечивающих максимальные значения показателей надежности объекта при величине затрат, не превышающей заданную. Задачи по расчету потребного количества резервных элементов по обеспечению максимально возможного значения показателя надежности объекта при удовлетворении всех заданных ограничений. Градиентный метод. Методы прямого перебора и динамического программирования.

Общие принципы повышения надежности при проектировании, при изготовлении электроэнергетических систем и сетей и в период эксплуатации. Оптимизация надежности элементов.

Обеспечение надежности электроэнергетических систем и сетей по стадиям жизненного цикла. Модель изменения надежности по стадиям жизненного цикла. Сетевое планирование и управление. Метод ориентированных графов с поглощением ресурсов в вершинах. Модель экспериментальных работ и испытаний. Оценка экономической эффективности технических мероприятий по обеспечению надежности изделий. Надежность электроэнергетических систем и сетей при учете надежности человека как звена сложной системы.

Задачи анализа надежности работы электроэнергетических систем и сетей с учетом надежности работы оператора. Воздействие помехонесущих токов (сетевых помех) и внешних электромагнитных полей (полевых помех) на характеристики надежности электроэнергетических систем и сетей.

Виды учебных занятий:

Лекция:	Оптимальное резервирование. Повышение надежности электроэнергетических систем и сетей	2,5час.
Практические занятия.	Оценка показателей надёжности по статистической информации об отказах при эксплуатации и испытаниях	3 часа

5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

5.1. Темы контрольной работы

Основные понятия и показатели надежности

Расчеты характеристик надежности

5.2. Темы курсовой работы

Учебным планом не предусмотрены

5.3. Перечень методических рекомендаций

№ п/п	Наименование
1	Методические рекомендации по выполнению контрольной работы

5.4. Перечень вопросов для подготовки к экзамену

1. Общие сведения о теории надежности технических систем и электроэнергетических систем. Надежность в технике и энергетике. Исторические сведения о надежности. Развитие науки о надежности электроэнергетических систем. Задачи надежности при проектировании и эксплуатации электроэнергетических систем и сетей. Основные особенности электроэнергетических систем с точки зрения теории надежности

2. Причины и физические основы возникновения и развития аварий в электроэнергетических системах и сетях. Классификация аварий.

3. Практические методы и средства обеспечения надежности в технических и энергетических системах.

4. Основные понятия, термины и определения теории надежности в технике и энергетике.

5. Относительность понятия "элемент" и "система" при анализе надежности сложных технических систем.

6. Понятие отказа. Причины отказов основных элементов электроэнергетических систем и сетей: воздушных линий электропередачи, кабельных линий электропередачи, трансформаторов, коммутационных аппаратов, устройств релейной защиты и автоматики.

7. Классификация отказов. Потоки отказов элементов и их свойства.

8. Элементы теории вероятностей и математической статистики и их применение в расчетах надежности. Основные понятия теории вероятностей. Событие. Вероятность события. Классификация случайных событий. Основы теории множеств. Алгебра событий. Аксиомы теории вероятностей. Основные законы и правила теории вероятностей. Формула полной вероятности и формула Байеса.

9. Случайные величины и их характеристики. Законы распределения случайных величин, используемые в теории надежности.

10. Теория массового обслуживания. Модель «гибели и размножения». Формула Литла

11. Математические модели отказов и восстановления элементов электроэнергетических систем

12. Показатели надежности невосстанавливаемых и восстанавливаемых элементов и систем. Комплексные показатели надежности восстанавливаемых элементов электрических систем.

13. Процессы отказов и восстановлений одноэлементной схемы Процессы отказов и восстановления в простейших и сложных системах.

14. Принципы составления систем дифференциальных уравнений для описания процессов отказов и восстановления элементов и систем. Приемы формализации при формировании систем дифференциальных уравнений. Асимптотические методы при анализе надежности простейших систем.

15. Модели процессов преднамеренных отключений, ремонтных состояний в реальных системах электроснабжения. Асимптотические методы при анализе надежности простейших и сложных систем.

16. Методы расчета надежности электроэнергетических систем Практические методы расчета надежности схем электрических соединений при последовательном, параллельном и последовательно-параллельном соединении элементов в системе.

17. Основные приемы и методы структурного анализа при расчетах надежности электроэнергетических систем. Метод минимальных путей и сечений. Методы определения минимальных путей и сечений относительно расчетных объектов (узлов нагрузки, узлов генерации, передающих элементов) в электроэнергетических системах.

18. Понятия об основных и дополнительных сечениях.

19. Составление расчетных схем по надежности электроэнергетических систем и сетей с учетом оперативных переключений.

20. Понятия о структурной и функциональной надежности.

21. Методы учета ограничений пропускной способности элементов и их групп при анализе структурной и функциональной надежности. Использование интегральных характеристик режимов в расчетах показателей надежности.

22. Экономические аспекты надежности. Методы расчета недоотпуска электроэнергии на различных интервалах времени и при переменных коммутационных состояниях систем. Методы экономической оценки уровня надежности электроэнергетических систем.

23. Синтез электроэнергетических систем по уровню надежности. Основные приемы синтеза схем электрических соединений с заданным уровнем надежности. Требования нормативных материалов, предъявляемые к уровню надежности электроэнергетических систем и сетей.

24. Сведения о современных методах расчета надежности. Влияние принципов построения и особенностей управления электроэнергетических систем на уровень надежности электроснабжения потребителей.

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине по решению кафедры оформлен отдельным приложением к рабочей программе.

7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

Борисов Б. Д. Снижение рисков каскадных аварий в электроэнергетических системах [Электронный учебник] / Борисов Б. Д.. - Сибирское отделение РАН, 2011. - 303 с. - Режим доступа: <http://iprbookshop.ru/15818> [Электронный учебник]

Гуревич В. И. Электрические реле. Устройство, принцип действия и применения [Электронный учебник] : настольная книга электротехника / Гуревич В. И.. - СОЛОН-ПРЕСС, 2011. - 688 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20929>

Александровская Л.Н. Безопасность и надежность технических систем [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Александровская Л.Н., Аронов И.З., Круглов В.И.— Электрон. текстовые данные.— М.: Логос, 2008.— 376 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/9055>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

Белявин К.Е. Электробезопасность при эксплуатации электроустановок [Электронный ресурс]: монография/ Белявин К.Е., Кузнецов Б.В.— Электрон. текстовые данные.— Минск: Белорусская наука, 2007.— 195 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/12328>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

Программное обеспечение

1. ППП MS Office 2016
2. Текстовый редактор Блокнот
3. Браузеры IE, Google Chrome, Mozilla Firefox

8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО – ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ "ИНТЕРНЕТ", НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Электронная информационно-образовательная среда АНО ВО "СЗТУ" (ЭИОС СЗТУ) [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://edu.nwotu.ru/>
2. Электронная библиотека АНО ВО "СЗТУ" [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://lib.nwotu.ru:8087/jirbis2/>
3. Электронно-библиотечная система IPR books [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/>
4. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://window.edu.ru/>

5. Информационные системы доступа к электронным каталогам библиотек сферы образования и науки (ИС ЭКБСОН)[Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.vlibrary.ru/>

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

При изучении учебной дисциплины студенту необходимо руководствоваться следующими методическими указаниями.

9.1. При изучении тем из модулей повторить лекционный учебный материал, изучить рекомендованную литературу, а также учебный материал, находящийся в указанных информационных ресурсах.

На завершающем этапе изучения тем необходимо, воспользовавшись предложенными вопросами для самоконтроля, размещенных в электронной информационной образовательной среде (ЭИОС), проверить качество усвоения учебного материала.

В случае затруднения в ответах на поставленные вопросы рекомендуется повторить учебный материал.

9.2. После изучения модуля дисциплины необходимо пройти контрольный тест по данному модулю с целью оценивания знаний и получения баллов.

9.3. После изучения модулей приступить к выполнению контрольной работы, руководствуясь методическими рекомендациями

9.4. В завершении изучения учебной дисциплины в семестре студент обязан пройти промежуточную аттестацию. Вид промежуточной аттестации определяется рабочим учебным планом. Форма проведения промежуточной аттестации – компьютерное тестирование с использованием автоматизированной системы тестирования знаний студентов в ЭИОС.

9.5. К промежуточной аттестации допускаются студенты, выполнившие требования рабочего учебного плана и набравшие достаточное количество баллов за учебную работу в соответствии с балльно-рейтинговой системой.

9.6. Особенности освоения дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Обучение обучающихся с ограниченными возможностями здоровья при необходимости, по личному заявлению, осуществляется на основе адаптированной рабочей программы с использованием специальных методов обучения и дидактических материалов, составленных с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся (обучающегося).

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационные технологии:

1. Internet – технологии:

WWW (англ. World Wide Web – Всемирная Паутина) – технология работы в сети с гипертекстами;

FTP (англ. File Transfer Protocol – протокол передачи файлов) – технология передачи по сети файлов произвольного формата;

IRC (англ. Internet Relay Chat – поочередный разговор в сети, чат) – технология ведения переговоров в реальном масштабе времени, дающая возможность разговаривать с другими людьми по сети в режиме прямого диалога;

ICQ (англ. I seek you – я ищу тебя, можно записать тремя указанными буквами) – технология ведения переговоров один на один в синхронном режиме.

2. Дистанционное обучение с использованием ЭИОС на платформе Moodle.

3. Технология мультимедиа в режиме диалога.

4. Технология неконтактного информационного взаимодействия (виртуальные кабинеты, лаборатории).

5. Гипертекстовая технология (электронные учебники, справочники, словари, энциклопедии) и т.д.

11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

1. Библиотека.

2. Справочно-правовая система Консультант Плюс.

3. Электронная информационно-образовательная среда университета.

4. Локальная сеть с выходом в Интернет.

12. БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ

Формирование оценки текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины осуществляется с использованием балльно-рейтинговой оценки работы студента.

Вид учебной работы, за которую ставятся баллы	баллы
Участие в online занятиях, прослушивание видео лекций	0 – 5
Тест по модулю 1	0 – 18
Тест по модулю 2	0 – 17
Контрольная работа	0 – 30
Итого за учебную работу	0 – 70
Промежуточная аттестация	0 – 30
Всего	0 - 100

Оценка (экзамен)	Баллы
отлично	86 – 100
хорошо	69 – 85
удовлетворительно	51 – 68
неудовлетворительно	менее 51

Оценка по контрольной работе

Оценка	Количество баллов
отлично	27-30
хорошо	23-26
удовлетворительно	18-22
неудовлетворительно	менее 18

БОНУСЫ (баллы, которые могут быть добавлены до 100)	Баллы
- за активность	0 -10
- за участие в олимпиаде	0 - 50
- за участие в НИРС	0-50
- за оформление заявок на полезные методы (рац. предложения)	0-50

ФОНД
ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
1. Перечень формируемых компетенций

Профессиональные (ПК)

<i>Код компетенции</i>	<i>Наименование и (или) описание компетенции</i>
ПК-2	способностью обрабатывать результаты экспериментов
ПК-5	Готовностью определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности
ПК-6	Способностью рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности
ПК-8	Способностью использовать технические средства для измерения и контроля основных параметров технологического процесса
ПК-14	способностью применять методы и технические средства эксплуатационных испытаний и диагностики электроэнергетического и электротехнического оборудования ;
ПК-15	способностью оценивать техническое состояние и остаточный ресурс оборудования

2. Паспорт фонда оценочных средств

№ п/п	Контролируемые модули (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	Модуль 1. Основные понятия и показатели надежности	ПК-2,5,6,8,14,15.	Контрольный тест 1
2	Модуль 2. Расчеты характеристик надежности	ПК-2,5,6,8,14,15	Контрольный тест 2
	Модуль 1-2	ПК-2,5,6,8,14,15	Контрольная работа Итоговый контрольный тест

3. Показатели и критерии оценивания компетенций по этапам формирования, описание шкал оценивания

Этапы освоения компетенции	Показатели достижения заданного уровня освоения компетенций	Критерии оценивания результатов обучения				
		1	2	3	4	5
Первый этап	Знать ПК-2,5,6,8,14,15. общие характеристики надежности, ее качественные и количественные характеристики	Не знает	Имеет понятие об общих характеристиках надежности, но не знает методик их расчета	Знает основные понятия расчета характеристик надежности, но не может оценить эти показатели.	Знает основные понятия расчета характеристик надежности, может оценить эти показатели, но не знает методики испытаний.	Знает основные понятия расчета характеристик надежности, может оценить эти показатели, знает методики испытаний.
Второй этап	Уметь ПК-2,5,6,8,14,15. рассчитывать показатели надежности и оценивать надежность работы электроэнергетических систем и сетей	Не умеет	Умеет оценивать основные показатели надежности, но не умеет оценивать надежность работы с	Умеет оценивать основные показатели надежности и применять статистические методы их оценки, но не имеет достаточных знаний об испытаниях.	Умеет оценивать основные показатели надежности и применять статистические методы их оценки, имеет достаточные знания об испытаниях, но не умеет оценить общую стратегию надежности.	Умеет оценивать основные показатели надежности и применять статистические методы их оценки, имеет достаточные знания об испытаниях, правильно оценивает общую стратегию надежности.
Третий этап	Владеть ПК-2,5,6,8,14,15 статистическими методами оценки анализа и контроля надежности, методиками испытания на надежность.	Не владеет	Владеет стратегией обеспечения надежности, но не владеет методиками расчета ее показателей.	Владеет стратегией обеспечения надежности, методиками расчета ее показателей, но не владеет способностью оценки этих показателей	Владеет стратегией обеспечения надежности, методиками расчета ее показателей, владеет способностью оценки этих показателей, но не владеет методиками испытаний.	Владеет стратегией обеспечения надежности, методиками расчета ее показателей, владеет способностью оценки этих показателей, владеет методиками испытаний.

4. Шкалы оценивания (балльно-рейтинговая система)

Вид учебной работы, за которую ставятся баллы	баллы
Участие в online занятиях, прослушивание видео лекций	0 – 5
Тест по модулю 1	0 – 18
Тест по модулю 2	0 – 17

Контрольная работа	0 – 30
Итого за учебную работу	0 – 70
Промежуточная аттестация	0 – 30
Всего	0 - 100

Оценка (экзамен)	Баллы
отлично	86 – 100
хорошо	69 – 85
удовлетворительно	51 – 68
неудовлетворительно	менее 51

- 5. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций при изучении учебной дисциплины в процессе освоения образовательной программы**

5.1.Типовой вариант задания на контрольную работу

«Основные понятия и показатели надежности»
«Расчеты характеристик надежности»

Система состоит из $n = 10$ равнонадежных элементов, средняя наработка до первого отказа $T_{\text{ср}} = 1000$ час.

Предполагается, что справедлив экспоненциальный закон надежности для элементов системы и основная и резервированная системы равнонадежны.

Необходимо найти среднюю наработку до первого отказа $T_{\text{ср}}$ системы, а также частоту отказов $a_c(t)$ и интенсивность отказов $\lambda_c(t)$ в момент времени $t = 50$ час в следующих случаях:

нерезервированной системы;

дублированной системы при постоянном включённом резерве;

дублированной системы при включении резерва по способу замещения.

5.2. Типовой тест промежуточной аттестации

1. Назовите вид функции реакции сети 1, изображённой на рисунке.

- A. КЗ на линии, защищенной предохранителем
- B. КЗ на отходящей линии с выключателем
- C. КЗ на питающей линии, резервируемой АВР
- D. повреждение на нерезервированном источнике питания

2. Назовите вид функции реакции сети 2, изображённой на рисунке.

- A. КЗ на отходящей линии с выключателем
- B. КЗ на питающей линии, резервируемой АВР
- C. повреждение на нерезервированном источнике питания
- D. КЗ на линии, защищенной предохранителем

3. Назовите вид функции реакции сети 3, изображённой на рисунке.

- A. КЗ на питающей линии, резервируемой АВР
- B. повреждение на нерезервированном источнике питания
- C. КЗ на линии, защищенной предохранителем
- D. КЗ на отходящей линии с выключателем

4. Назовите вид функции реакции сети 4, изображённой на рисунке.

- A. повреждение на нерезервированном источнике питания
- B. КЗ на линии, защищенной предохранителем
- C. КЗ на отходящей линии с выключателем
- D. КЗ на питающей линии, резервируемой АВР

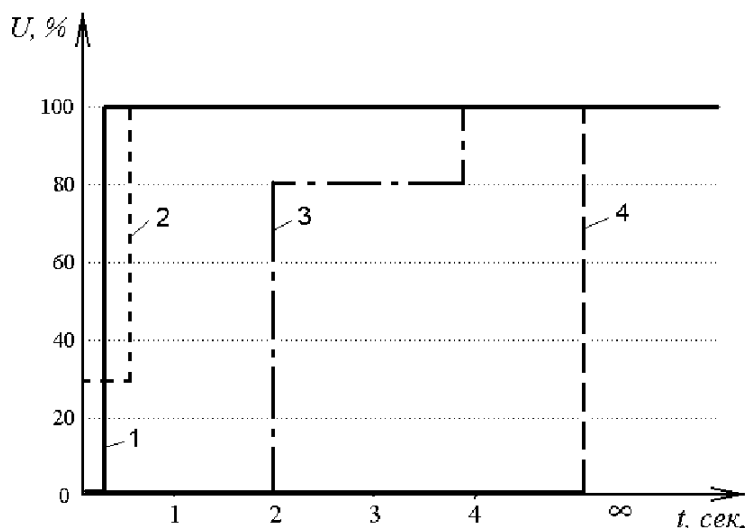


Рис. Вид функции реакции сети.

5. Назовите вид функции реакции сети 1, изображённой на рисунке.

- А. КЗ на линии, защищенной предохранителем
- В. КЗ на отходящей линии с выключателем
- С. КЗ на питающей линии, резервируемой АВР
- Д. повреждение на нерезервированном источнике питания

6. Вероятность безотказной работы при нормальном распределении в течение требуемого времени t рассчитывается по формуле ...

- А. $P(t) = 0,5 + \frac{1}{2 \cdot \pi} \cdot \int_0^z \exp\left(-\frac{z^2}{2}\right) dz$
- В. $P(t) = 0,5 + \frac{1}{2 \cdot \pi} \cdot \int_0^z \exp\left(\frac{z^2}{2}\right) dz$
- С. $P(t) = 0,5 - \frac{1}{2 \cdot \pi} \cdot \int_0^z \exp\left(\frac{z^2}{2}\right) dz$
- Д. $P(t) = 0,5 - \frac{1}{2 \cdot \pi} \cdot \int_0^z \exp\left(-\frac{z^2}{2}\right) dz$

7. Функция распределения Вейбулла записывается в следующем виде ...

- А. $F(t) = 1 - \exp\left[-\left(\frac{t}{a}\right)^b\right]$
- В. $F(t) = 1 + \exp\left[-\left(\frac{t}{a}\right)^b\right]$
- С. $F(t) = 1 - \exp\left[\left(\frac{t}{a}\right)^b\right]$
- Д. $F(t) = 1 + \exp\left[\left(\frac{t}{a}\right)^b\right]$

8. Статистика критерия Смирнова выражается неравенствами ...

- А. $D_{mn}^+ = \sup[G_m(x) - F_n(x)] > 0, \quad |x| < \infty$
- В. $D_{mn}^+ = \sup[G_m(x) - F_n(x)] < 0, \quad |x| < \infty$
- С. $D_{mn}^+ = \sup[G_m(x) - F_n(x)] > 0, \quad |x| > \infty$
- Д. $D_{mn}^+ = \sup[G_m(x) - F_n(x)] < 0, \quad |x| > \infty$

9. Функция распределения Колмогорова имеет вид ...

$$A. K(y) = \sum_{k=-\infty}^{+\infty} (-1)^k \cdot \exp(-2 \cdot k^2 \cdot y^2)$$

$$B. K(y) = \sum_{k=-\infty}^{+\infty} (-1)^k \cdot \exp(2 \cdot k^2 \cdot y^2)$$

$$C. K(y) = \sum_{k=-\infty}^{+\infty} (1)^k \cdot \exp(-2 \cdot k^2 \cdot y^2)$$

$$D. K(y) = \sum_{k=-\infty}^{+\infty} (1)^k \cdot \exp(2 \cdot k^2 \cdot y^2)$$

10. При многократном резервировании кратность резервирования определяется по формуле ...

$$A. k = \frac{n-r}{r} = \frac{m-1}{n-m+1}$$

$$B. k = \frac{n+r}{r} = \frac{m-1}{n-m+1}$$

$$C. k = \frac{n-r}{r} = \frac{m+1}{n-m+1}$$

$$D. k = \frac{n+r}{r} = \frac{m+1}{n-m+1}$$

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

6.1. Итоговый контрольный тест доступен студенту только во время тестирования, согласно расписания занятий или в установленное деканатом время.

6.2. Студент информируется о результатах текущей успеваемости.

6.3. Студент получает информацию о текущей успеваемости, начислении бонусных баллов и допуске к процедуре итогового тестирования от преподавателя или в ЭИОС.

6.4. Производится идентификация личности студента.

6.5. Студентам, допущенным к промежуточной аттестации, открывается итоговый контрольный тест.

6.6. Тест закрывается студентом лично по завершении тестирования или автоматически по истечении времени тестирования.