

Автономная некоммерческая организация высшего образования

«СЕВЕРО-ЗАПАДНЫЙ ОТКРЫТЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



«Утверждаю»

Проректор по УМР

О.М. Вальц

13 сентября 2018 г.

Рабочая программа дисциплины
«ОСНОВЫ ТЕОРИИ НАДЕЖНОСТИ»

Направление подготовки: **09.03.02 Информационные системы и технологии**

Профиль подготовки: **Информационные системы и технологии**

Квалификация: **бакалавр**

Форма обучения: **заочная**

Санкт-Петербург, 2018

Рабочая программа дисциплины «Основы теории надёжности» составлена в соответствии с ФГОС ВО направления подготовки 09.03.02 Информационные системы и технологии.

Основным документом для разработки рабочей программы является рабочий учебный план направления 09.03.02 Информационные системы и технологии и профиля подготовки Информационные системы и технологии.

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

Разработчик: М.А. Чепурная, к.т.н., доц.

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

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры Электроэнергетики и автомобильного транспорта «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.....	9
5.1. Темы контрольной работы	9
5.2. Темы курсовых работ.....	10
5.3. Перечень методических рекомендаций	10
5.4. Перечень вопросов для подготовки к зачету.....	10
6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	15
7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	15
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО–ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ "ИНТЕРНЕТ", НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	16
9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	16
10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	18
11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	18
12. БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА	19
Приложение	20

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

1.1. Целью освоения дисциплины «**Основы теории надёжности**» является: изучение основ и методов расчета надежности изделий, методик выбора оптимальной степени надежности изделий.

1.2. Изучение дисциплины «**Основы теории надёжности**» способствует решению следующей задачи профессиональной деятельности: подготовка студентов к проектной, технологической, конструкторской, и эксплуатационной деятельности.

1.3. Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Общепрофессиональные (ОПК)

Код компетенции	Наименование и (или) описание компетенции
ОПК-1	владением широкой общей подготовкой (базовыми знаниями) для решения практических задач в области информационных систем и технологий
ОПК-2	способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования

Профессиональные (ПК)

Код компетенции	Наименование и (или) описание компетенции
ПК-6	способностью оценивать надежность и качество функционирования объекта проектирования

1.4. В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

- **Знать:** терминологию теории надежности, основные количественные характеристики и методы расчета надежности электроэнергетических систем, теории вероятностей и математической статистики, а также основы статистических методов оценки надежности технических систем по результатам испытаний.
- **Уметь:** производить расчет характеристик надежности систем с различными типами структур и при различных объемах исходной информации, формализовать прикладную задачу и интерпретировать её в терминах теории надежности; проводить анализ и синтез технических устройств и систем с учетом требований надежности
- **Владеть:** расчетами надежности электрических сетей и распределительных устройств станций и подстанций, методами оценки

вероятностного ущерба от недоотпуска электроэнергии потребителям; навыками самостоятельной работы и проведения инженерных расчетов надежности электроэнергетических систем с применением компьютерных технологий.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплины «Основы теории надёжности» относится к вариативной части дисциплин по выбору блока Б1

Для освоения дисциплины «Основы теории надёжности» достаточно знаний, умений и компетенций по гуманитарно-социально-экономическим предметам в объёме среднего (полного) общего или среднего профессионального образования.

«Основы теории надёжности» представляет собой самостоятельную дисциплину, способствующую приобретению профессиональной культуры. Предшествующими дисциплинами учебного плана являются: Математика, ч.1 и ч.2; Химия; Компьютерная графика; Физика; Информатика; Информационные технологии.

Минимальные требования к «входным» знаниям, необходимым для успешного освоения данной дисциплины, состоят в удовлетворительных знаниях опорных программ и во владении персональным компьютером на уровне уверенного пользователя.

Изучение курса необходимо для освоения следующих дисциплин:

Основы научных исследований, Техника и теория экспериментальных исследований; Методы и средства проектирования информационных систем и технологий; Проектирование информационных систем управления; Интеллектуальные системы и технологии.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ

№ п/п	Наименование модуля и темы учебной дисциплины	Трудоёмкость по учебному плану (час/з.е.)	Виды занятий				Виды контроля		
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа	Контрольная работа	Курсовая работа (проект)	Зачёт (экзамен)
1.	Модуль 1. Характеристики и стратегия обеспечения надёжности изделий	54/1,5	2	2		50			
2.	Тема 1.1. Общая характеристика надёжности как науки	9/0,25	1			8			
3.	Тема 1.2. Качественные и количественные характеристики надёжности	9/0,25				9			
4.	Тема 1.3. Назначение показателей надёжности сложных систем	18/0,25	1	1		16			
5.	Тема 1.4. Причины потери работоспособности технических объектов	9/0,25				9			
6.	Тема 1.5. Физика отказов	9/0,25		1		8			
7.	Модуль 2. Стратегия обеспечения и испытания на надёжность	54/1,5	2	4		48	1		
8.	Тема 2.1. Общие положения	9/0,25				9			
9.	Тема 2.2. Методы структурных схем	9/0,25	1			8			
10.	Тема 2.3. Обеспечение надёжности в производстве	9/0,25				9			
11.	Тема 2.4. Статистические методы оценки, анализа и контроля надёжности	9/0,25	1	2		6			
12.	Тема 2.5. Испытания на надёжность	9/0,25				9			
13.	Тема 2.6. Оценка показателей надёжности по статистической информации об отказах при эксплуатации и испытаниях	9/0,25		2		7			
14.	Всего:	108/3	4	6		98	1		зач

4. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Модуль 1. Характеристики и стратегия обеспечения надёжности изделий (54 часа)

Тема 1.1. Общая характеристика надёжности как науки (9 часов)

Надёжность как качественный показатель, характеризующий техническое устройства. Общая и прикладная теория надёжности. Математическая теория надёжности, статистическая теория надёжности и физическая теория надёжности. Состояние объекта с точки зрения надёжности. Основные этапы жизненного цикла объекта. Поддержание требуемого уровня надёжности

технических объектов в процессе эксплуатации,

Виды учебных занятий:

Лекция: Надежность как качественный показатель, характеризующий техническое устройства 1 час

Тема 1.2. Качественные и количественные характеристики надёжности (9 часов)

Основные виды надёжности: физическая надёжность, схемная надёжность, аппаратная надёжность, программная надёжность и функциональная надёжность. Основные качественные и количественные характеристики надёжности: безотказность, наработка, долговечность, ремонтпригодность, невосстанавливаемое изделие, восстанавливаемое изделие, ремонтируемый объект, неремонтируемый объект и сохраняемость. Основные качественные и количественные характеристики прикладной надёжности: безопасность, живучесть, исправное состояние, неисправное состояние, работоспособное состояние, неработоспособное состояние и предельное состояние. Понятие отказа и его классификация: полный отказ, частичный отказ, постепенный отказ, внезапный отказ, совместный отказ, несовместный отказы, независимый отказ и зависимый отказ,

Тема 1.3. Назначение показателей надёжности сложных систем (18 часов)

Основные конструкторско-технологические факторы повышения надёжности. Повышение надёжности технических объектов на стадии эксплуатации. Общее и раздельное резервирования. Резервирование замещением и скользящее резервирование. Статистические параметры нормального распределения. Функция распределения и вероятность безотказной работы при нормальном законе распределения. Нормированное нормальное распределение. Экспоненциальное распределение: функции распределения, вероятности безотказной работы и Плотности вероятности случайной величины. Распределение Вейбулла: функция распределения, вероятности безотказной работы и плотность вероятности распределения. Гамма-распределение: функция распределения, вероятности безотказной работы и плотность вероятности гамма-распределения. Распределение Пуассона, [3],

Виды учебных занятий:

Лекция: Основные конструкторско-технологические факторы повышения надёжности 1 час

Практическое занятие: Резервирование замещением и скользящее резервирование 1 час

Тема 1.4. Причины потери работоспособности технического объекта (9 часов)

Тепловая энергия, действующая на систему и ее части. Коррозия отдельных узлов системы. Условия агрессивных сред. Ядерная (атомная) энергия, выделяющаяся в процессе превращения атомных ядер. Электромагнитная энергия в виде радиоволн (электромагнитных колебаний).

Биологические факторы, влияющие на работоспособность системы.

Тема 1.5. Физика отказов (9 часов)

Анализ закономерностей изменения свойств материалов: субмикроскопический уровень, микроскопический и макроскопический уровень. Законы состояния статические: закон Гука, закон теплового расширения твердых тел и др. Законы состояния, описывающие переходные процессы. Законы старения, связанные с фактором времени.

Виды учебных занятий:

Практическое занятие: Анализ закономерностей изменения свойств материалов 1 час

Модуль 2. Стратегия обеспечения и испытания на надёжность (54 часа)

Тема 2.1. Общие положения (9 часов)

Вероятность появления события, заключающегося в безотказной работе создаваемого изделия. Вероятность появления противоположного события, выражающегося в появлении отказа изделия при его работе в заданных условиях эксплуатации. Признаки отказов: параметрические, функциональные, прочностные и эксплуатационные.

Тема 2.2. Метод структурных схем (9 часов)

Структурная схема системы. Расчетная схема конструкции объекта и его принципиальная схема. Правила соединения элементов системы. Правила при использовании структурного метода расчёта надёжности системы. Последовательное и параллельное соединение элементов системы. Вероятность отказа для последовательного соединения элементов. Вероятность безотказной работы для последовательного соединения элементов. Вероятность отказа для параллельного соединения элементов. Вероятность безотказной работы для параллельного соединения элементов. Вероятность отказа для смешанного соединения элементов. Вероятность безотказной работы для смешанного соединения элементов.

Виды учебных занятий:

Лекция: Структурная схема системы. 1 час

Тема 2.3. Обеспечение надёжности в производстве (9 часов)

Система стандартизации при управлении качеством и надёжности продукции. Качество выпускаемых изделий, документации на изготовление, сырья, материалов, комплектующих изделий, запасных частей и принадлежностей, труда исполнителей. Организация контроля качества. Конструктивные методы. Обеспечение надёжности в производстве: комплексный подход к изучению и разработке технологических процессов и выбор управляющих воздействий. Система технического обслуживания и ремонтов. Виды технического обслуживания. Периодичность выполнения технических обслуживаний.

Тема 2.4. Статистические методы оценки, анализа и контроля надёжности (9 часов)

Вероятностные показатели надёжности восстанавливаемых элементов. Статистические показатели надёжности восстанавливаемых систем: поток отказов и восстановлений, параметр потока отказов, интенсивность потока отказов, наработка на отказ, среднее время восстановления, Коэффициент готовности.

Виды учебных занятий:

Лекция:	Вероятностные показатели надёжности восстанавливаемых элементов	1 час
Практическое занятие:	Статистические показатели надёжности восстанавливаемых систем	2 часа

Тема 2.5 Испытания на надёжность (9 часов)

Основные критерии, определяющие качество статистической информации. Стендовые испытания, определительные испытания, контрольные испытания и ускоренные испытания на надёжность. Риск изготовителя и потребителя. Статистических метода контроля надёжности: метод однократной выборки (одиночный контроль); метод двукратной выборки (двойной контроль); метод последовательного анализа.

Тема 2.6. Оценка показателей надёжности по статистической информации об отказах при эксплуатации и испытаниях (9 часов)

Этапы определения закона распределения: подготовка опытных данных, построение гистограммы и проверка соответствия закона распределения с использованием одного из критериев согласия (Колмогорова, Пирсона, Стьюдента, Фишера и др.). Точечные и интервальные оценки (доверительные интервалы), доверительная вероятность и уровень значимости. Планы испытаний.

Виды учебных занятий:

Практическое занятие:	Точечные и интервальные оценки	2 часа
-----------------------	--------------------------------	--------

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

5.1. Темы контрольной работы

Рабочими учебными планами профилей подготовки предусмотрена контрольная работа.

Модуль дисциплины	Наименование тем
Модуль 2. Стратегия обеспечения и испытания на надёжность	Расчёт показателей надёжности восстанавливаемых и восстанавливаемых изделий

Методические материалы по выполнению контрольной работы размещены в электронной информационно-образовательной среде университета и оформлены отдельным приложением

5.2. Темы курсовых работ

Рабочим учебным планом профиля подготовки выполнение курсовых работ (проектов) не предусмотрено

5.3. Перечень методических рекомендаций

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

5.4. Перечень вопросов для подготовки к зачету

Модуль 1. Характеристики и стратегия обеспечения надёжности изделий

Тема 1.1. Общая характеристика надёжности как науки

1. Какую группу событий составляют отказ и безотказность изделий ?
2. Если любые два события группы не могут произойти одновременно, то как они называются?
3. Чему равна вероятность полной группы событий A , B и C , образующих полную группу событий, то есть хотя бы одно из которых обязательно осуществится?
4. Чему равна сумма вероятностей полной группы несовместных событий A , B и C ?
5. Чему равна сумма вероятностей противоположных событий ?
6. Как называется величина, которая в результате испытания может принять одно из возможных заранее неизвестных значений?

Тема 1.2. Качественные и количественные характеристики надёжности

1. Как называется надёжность, обусловленная физическими и химическими свойствами, условиями работы, нагружением и т.д.?
2. Как называется надёжность, обусловленная уровнем физической надёжности отдельных элементов и схемой их взаимосвязи?
3. Как называется надёжность, обусловленная состоянием аппаратуры?
4. Как называется надёжность, обусловленная выполнением отдельных функций, возлагаемых на объект?
5. Как называется свойство объекта непрерывно сохранять работоспособное состояние в течение некоторого времени или некоторой наработки?
6. Как называется временное понятие, характеризующее продолжительность или объем работы объекта (в часах, циклах, километрах пробега и др.)?
7. Как называется свойство объекта сохранять работоспособное состояние до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонта?
8. Как называется свойство объекта, заключающееся в его приспособленности к поддержанию и восстановлению работоспособного состояния путем проведения технического обслуживания и ремонта?

9. Как называется изделие, которое не может быть восстановлено потребителем и подлежит замене?
10. Как называется изделие, которое может быть восстановлено потребителем?
11. Как называется объект, ремонт которого возможен и предусмотрен нормативно-технической, ремонтной и (или) конструкторской (проектной) документацией?
12. Как называется объект, ремонт которого невозможен или непредусмотрен нормативно-технической, ремонтной и (или) конструкторской (проектной) документацией?
13. Как называется свойство объекта сохранять в заданных пределах значения параметров, характеризующих способности объекта выполнять требуемые функции в течение хранения и (или) транспортирования?
14. Как называется свойство в случае нарушения работоспособного состояния не создавать угрозу для жизни и здоровья людей, а также для окружающей среды?
15. Как называется свойство объекта сохранять работоспособность (полностью или частично) в условиях неблагоприятных воздействий, не предусмотренных нормальными условиями эксплуатации?
16. Как называется состояние объекта, при котором он соответствует всем требованиям нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации?
17. Как называется состояние объекта, при котором он не удовлетворяет хотя бы одному из требований нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации?
18. Как называется состояние объекта, при котором значения всех параметров, характеризующих способность выполнять заданные функции, соответствуют нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации?
19. Как называется состояние объекта, при котором значение хотя бы одного параметра характеризующего его способность выполнять заданные функции, не соответствует нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации?
20. Как называется состояние объекта, при котором его дальнейшее применение по назначению недопустимо или нецелесообразно, либо восстановление его работоспособного состояния невозможно или нецелесообразно?
21. Как называется событие, заключающееся в нарушении работоспособного состояния объекта?

Тема 1.3. Назначение показателей надёжности сложных систем

1. Назовите основными конструкторско-технологическими факторами повышения надёжности.
2. Назовите основные факторы повышения надёжности технических объектов на стадии эксплуатации.
3. Назовите метод повышения надёжности объекта введением избыточности, т.е. введением дополнительных средств сверх минимально необходимых

для выполнения объектом заданных функций.

4. Какой метод резервирования является наиболее распространённым?
5. Назовите способы резервирования.
6. Как называется резервирование, если группа основных элементов резервируется одним или несколькими резервными элементами, каждый из которых может заменить любой отказавший основной элемент?
7. Какими параметрами характеризуется нормальный закон распределения отказов?
8. Какими параметрами характеризуется экспоненциальный закон распределения отказов?
9. Какими параметрами характеризуется закон распределения отказов Вейбулла?
10. Какими параметрами характеризуется закон отказов Гамма-распределения?

Тема 1.4. Причины потери работоспособности технического объекта

1. Назовите те явления, которые происходят с течением времени в любой технической системе и приводят к потере ее работоспособности.
2. Назовите основные виды энергии, влияющие на работоспособность технического объекта при его работе.
3. Как называется отклонение контролируемых свойств материала изделия от начальных?
4. Как называется состояние изделия, при котором оно не соответствует хотя бы одному из требований технической документации, однако остается работоспособным?
5. Что происходит при достижении некоторого максимального значения степени повреждения?

Тема 1.5. Физика отказов

1. На каких уровнях современная наука изучает закономерности изменения свойств и состояния материалов?
2. Какие физические законы, так и полученные на их основе частные зависимости, описывающие изменение свойств и состояния материалов, можно разделить на две основные группы?
3. Как называются закономерности, описывающие взаимосвязи обратимых процессов, когда после прекращения действия внешних факторов материал (и соответственно деталь) возвращается в исходное состояние?
4. Как называются закономерности, которые описывают необратимые процессы и, следовательно, позволяют оценить те изменения начальных свойств материалов, которые происходят или могут происходить в процессе эксплуатации изделия?
5. Как называются зависимости, описывающие процессы коррозии?

Модуль 2. Стратегия обеспечения и испытания на надёжность

Тема 2.1. Общие положения

1. Сформулируйте основные признаки отказов.
2. Как называется признак, связанный с ухудшением параметров объекта, например, нестабильность рабочих параметров двигателя или их ухудшение сверх допустимых значений?
3. Как называется признак, связанный с выполнением функций объекта (ухудшение функций или ненадлежащее выполнение и невыполнение некоторых из них), например, замедленный выход двигателя на рабочий режим, неустойчивый запуск, нестабильная приемистость?
4. Как называется признак, связанный с напряженностью динамических и тепловых режимов объекта, например повышенный уровень вибраций, перегрев?
5. Как называется признак, связаны с наблюдаемыми изменениями в процессе эксплуатации объекта, например, появление металлической стружки в смазочном масле, повышенное засорение маслофильтров, топливных фильтров, разрегулировка топливной аппаратуры?

Тема 2.2. Метод структурных схем

1. Как называется совокупность звеньев, для которых необходимым и достаточным условием отказа является отказ хотя бы одного звена?
2. Как называется совокупность звеньев, работоспособность которой нарушается только при условии отказа всех звеньев?
3. Приведите формулу вероятности безотказной работы для последовательного соединения элементов.
4. Приведите формулу вероятность отказа для последовательного соединения элементов.
5. Приведите формулу вероятность отказа для параллельного соединения элементов.
6. Приведите формулу вероятность отказа для смешанного соединения элементов.

Тема 2.3. Обеспечение надёжности в производстве

1. Что даёт процесс упрочнения элементов?
2. Что даёт чистовая обработка деталей?
3. Что даёт подготовка поверхностей элементов к восприятию эксплуатационных нагрузок?
4. Что даёт контроль качества?
5. Что даёт создание лабораторий?
6. Что даёт введение автоматизированной системы управления производством?

Тема 2.4. Статистические методы оценки, анализа и контроля надёжности

1. Как называется вероятность того, что в заданном интервале времени t при определенных режимах и условиях эксплуатации не произойдет ни одного отказа?
2. Как называется вероятность того, что в заданном интервале времени t

- произойдет хотя бы один отказ?
3. Как называется условная плотность вероятности возникновения отказа для рассматриваемого момента времени при условии, что до этого момента отказ не возник?
 4. Как называется количество отказов элемента на протяжении какого-либо достаточно малого интервала времени?
 5. Как называется среднее время работы элемента от периода пуска в эксплуатацию до отказа?
 6. Как называется плотность вероятности возникновения отказа восстанавливаемой системы (элемента)?
 7. Как называется изменение параметра потока отказов во времени?
 8. Как называется среднее время работы восстанавливаемого элемента между двумя соседними отказами?
 9. Как называется среднее время отыскания и устранения одного отказа?
 10. Как называется вероятность того, что система будет работоспособна в произвольно выбранный момент времени?
 11. Как называется отношение суммарного времени пребывания системы в работоспособном состоянии к общему времени безотказной работы и вынужденных простоев системы, взятых за один и тот же календарный срок?
 12. Как называется вероятность того, что система в данный момент неработоспособна?
 13. Как называется отношение времени вынужденного простоя к общему времени безотказной работы и вынужденных простоев системы, взятых за один и тот же календарный срок?
 14. Как называется отношение времени простоя системы из-за отказов i -го элемента к общему времени простоя системы?

Тема 2.5 Испытания на надежность

1. Для чего и где проводятся стендовые испытания на надёжность?
2. С какой целью проводятся определительные испытания?
3. С какой целью проводятся контрольные испытания?
4. Что называется ошибкой первого рода?
5. Что называется ошибкой второго рода?
6. Что называется вероятностью ошибки первого рода?
7. Что называется совокупностью условий испытаний контролируемых изделий и правил принятия решений?
8. Назовите три основных статистических метода контроля надёжности.

Тема 2.6. Оценка показателей надёжности по статистической информации об отказах при эксплуатации и испытаниях

1. Сформулируйте критерий Пирсона соответствие теоретического и экспериментального распределений.
2. Сформулируйте критерий Колмогорова соответствие теоретического и экспериментального распределений.
3. Назовите план испытаний $[nBn]$.
4. Назовите план испытаний $[nBt_0]$ при $d \neq 0$.

5. Назовите план испытаний $[nBt_0]$ при $d = 0$.
6. Назовите план испытаний $[nBd]$.
7. Назовите план испытаний $[nBt_0]$.
8. Назовите план испытаний $[nVd]$.

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:

1. Афонин В.А. Основы теории надежности [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Афонин В.А.— Электрон. текстовые данные.— М.: Издательский дом МЭИ, 2016.— 208 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/55950.html>.

2. Нетес В.А. Основы теории надежности [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Нетес В.А.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский технический университет связи и информатики, 2014.—73 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/61518.html>.

3. Горелик А.В. Практикум по основам теории надежности [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Горелик А.В., Ермакова О.П.— Электрон. текстовые данные.— М.: Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2013.— 133 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/26826.html>

Дополнительная литература:

1. Основы теории надежности: Учебное пособие / В.Я. Кучер. - СПб.: СЗТУ, 2013. -59с.

2. Основы теории надежности [Электронный ресурс]: методические указания к выполнению практических заданий для студентов направлений подготовки 190600.62 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» и 190700.62 «Технология транспортных процессов»/ — Электрон. текстовые данные.— Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2014.— 17 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/55125.html>.

3. Статистическое моделирование надежности работы системы на ЭВМ [Электронный ресурс]: методические указания к выполнению домашнего задания по курсу «Теория надежности элементов и систем»/ В.М. Крикун [и др.].— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2010.— 32 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31268.html>.

Программное обеспечение

1. ППП MS Office 2010
2. Тестовый редактор Блокнот
3. Браузеры IE, Google Chrome, Opera и др.

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 IPRbooks [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. Информационная 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 дисциплины используется балльно-рейтинговая технология, которая позволяет реализовать непрерывную и комплексную систему оценивания учебных достижений студентов. Непрерывность означает, что текущие оценки не усредняются, а непрерывно складываются на всем протяжении при изучении дисциплины в семестре. Комплексность означает учет всех форм учебной и творческой работы студента в течение семестра.

Балльно-рейтинговая технология, включает в себя два вида контроля: текущий контроль и промежуточная аттестация по дисциплине.

Лекционные занятия проводятся в форме контактной работы со студентами и с применением дистанционных образовательных технологий.

Контрольная работа выполняется студентом самостоятельно используя знания и практические навыки, полученные на лекциях, практических занятиях, в ходе выполнения лабораторных работ.

Консультирование студентов в процессе изучения дисциплины организуется кафедрой и осуществляется преподавателем в форме контактной работы со студентами с применением дистанционных образовательных технологий. Консультирование может осуществляться как в режиме on-line, так и заочно в форме ответов на вопросы студентов, направляемых преподавателю посредством размещения их в разделе «Консультации» в структуре изучаемой дисциплины в электронной информационно-образовательной среде (ЭИОС) университета.

Роль консультаций должна сводиться, в основном, к помощи в изучении дисциплины (модуля), выполнении контрольных работ.

Текущий контроль (ТК) - основная часть балльно-рейтинговая технологии, основанная на поэтапном контроле усвоения студентом учебного материала, выполнении индивидуальных заданий.

Форма контроля: тестовые оценки в ходе изучения дисциплины, оценки за выполнение индивидуальных заданий, контрольных работ.

Основная цель ТК: своевременная оценка успеваемости студентов, побуждающая их работать равномерно, исключая малые загрузки или перегрузки в течение семестра.

ТК осуществляется программными средствами ЭИОС в период самостоятельной работы студента по его готовности.

Оценивание учебной работы студента осуществляется в соответствии с критериями оценивания, определяемые балльно-рейтинговой системой (БРС) рабочей программы учебной дисциплины

По результатам ТК, при достаточной личной организованности и усердии, студенты имеют возможность получить оценку при промежуточной аттестации по итогам текущей успеваемости,

Промежуточная аттестация (ПА) - это проверка оценочными средствами уровня учебных достижений студентов по всей дисциплине за семестр.

Формы контроля: зачет в виде многовариантного теста (до 35 заданий). Тесты формируются соответствующими программными средствами случайным образом из банка тестовых заданий по учебной дисциплине.

ПА осуществляется с применением дистанционных образовательных технологий.

Цель ПА: проверка базовых знаний дисциплины и практических навыков, полученных при изучении модуля (дисциплины) и уровня сформированности компетенций.

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:

10.1. 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.

10.2. Дистанционное обучение с использованием ЭИОС на платформе Moodle.

- Технология мультимедиа в режиме диалога.
- Технология неконтактного информационного взаимодействия (виртуальные кабинеты, лаборатории).
- Гипертекстовая технология (электронные учебники, справочники, словари, энциклопедии).

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

Вид учебной работы, за которую ставятся баллы	Баллы
Участие в online занятиях, прослушивание видео лекций	0 - 5
Контрольный тест по модулю 1	0 - 20
Контрольный тест по модулю 2	0 - 15
Контрольная работа	0 - 30
Итого за учебную работу	0 - 70
Промежуточная аттестация	0 - 30
Всего	0 - 100

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
ОЦЕНКА	Баллы
Зачтено	51 – 100
Не зачтено	менее 51

Оценка по контрольной работе

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

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

1. Перечень формируемых компетенций *Общепрофессиональные (ОПК)*

Код компетенции	Наименование и (или) описание компетенции
ОПК-1	владением широкой общей подготовкой (базовыми знаниями) для решения практических задач в области информационных систем и технологий
ОПК-2	способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования

Профессиональные (ПК)

Код компетенции	Наименование и (или) описание компетенции
ПК-6	способностью оценивать надежность и качество функционирования объекта проектирования

2. Паспорт фонда оценочных средств

№ п/п	Контролируемые модули (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	Модуль 1. Характеристики и стратегия обеспечения надёжности изделий	ОПК-1, ОПК-2, ПК-6	Контрольный тест по модулю 1
2	Модуль 2. Стратегия обеспечения и испытания на надёжность	ОПК-1, ОПК-2, ПК-6	Контрольный тест по модулю 2
3	Модули 1 - 2	ОПК-1, ОПК-2, ПК-6	Итоговый контрольный тест Контрольная работа

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: (ОПК-1, ОПК-2, ПК-6) терминологию теории надежности, основные количественные характеристики и методы расчета надежности электроэнергетических систем, теории вероятностей и математической статистики, а также основы статистических методов оценки надежности технических систем по результатам испытаний.	Не знает	Знает основные понятия теории надежности	Знает терминологию теории надежности, основные количественные характеристики и методы расчета надежности электроэнергетических систем	Знает терминологию теории надежности, основные количественные характеристики и методы расчета надежности электроэнергетических систем, теории вероятностей и математической статистики, но допускает ошибки в выборе методов оценки надежности технических систем	Знает терминологию теории надежности, основные количественные характеристики и методы расчета надежности электроэнергетических систем, теории вероятностей и математической статистики, а также основы статистических методов оценки надежности технических систем по результатам испытаний.
Второй этап	Уметь: (ОПК-1, ОПК-2, ПК-6) производить расчет характеристик надежности систем с различными типами структур и при различных объемах исходной информации, формализовать прикладную задачу и интерпретировать её в терминах теории надежности; проводить анализ и синтез технических устройств и систем с учетом требований надежности	Не умеет	Ошибается в проведении расчета характеристик надежности систем	Умеет производить расчет характеристик надежности систем с различными типами структур и при различных объемах исходной информации	Умеет производить расчет характеристик надежности систем с различными типами структур и при различных объемах исходной информации, формализовать прикладную задачу и интерпретировать её в терминах теории надежности	Умеет производить расчет характеристик надежности систем с различными типами структур и при различных объемах исходной информации, формализовать прикладную задачу и интерпретировать её в терминах теории надежности; проводить анализ и синтез технических устройств и систем с учетом

						требований надежности
Третий этап	Владеть (ОПК-1, ОПК-2, ПК-6) расчетами надежности электрических сетей и распределительных устройств станций и подстанций, методами оценки вероятностного ущерба от недоотпуска электроэнергии потребителям; навыками самостоятельной работы и проведения инженерных расчетов надежности электроэнергетических систем с применением компьютерных технологий.	Не владеет	Частично владеет расчетами надежности электрических сетей	Владеет расчетами надежности электрических сетей и распределительных устройств станций и подстанций	Владеет расчетами надежности электрических сетей и распределительных устройств станций и подстанций, методами оценки вероятностного ущерба от недоотпуска электроэнергии потребителям, но допускает ошибки в расчетах.	Владеет расчетами надежности электрических сетей и распределительных устройств станций и подстанций, методами оценки вероятностного ущерба от недоотпуска электроэнергии потребителям; навыками самостоятельной работы и проведения инженерных расчетов надежности электроэнергетических систем с применением компьютерных технологий

4. Шкалы оценивания

(балльно-рейтинговая система)

Вид учебной работы, за которую ставятся баллы	Баллы
Участие в online занятиях, прослушивание видео лекций	0 - 5
Контрольный тест по модулю 1	0 - 20
Контрольный тест по модулю 2	0 - 15
Контрольная работа	0 - 30
Итого за учебную работу	0 - 70
Промежуточная аттестация	0 - 30
Всего	0 - 100

ОЦЕНКА	Баллы
Зачтено	51 – 100
Не зачтено	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

В процессе изучения дисциплины студент выполняет одну контрольную работу. Варианты заданий приведены в таблицах ниже. Номер варианта выбирается по последней цифре студента.

Задание № 1

В течение некоторого времени проводилось наблюдение за работой N0 экземпляров восстанавливаемых изделий. Каждый из образцов проработал t_i часов и имел p_i отказов. Требуется определить среднюю наработку на отказ по данным наблюдения за работой всех изделий. Исходные данные для расчёта приведены в табл. 1, ответы – в табл. 2.

Таблица 1

Номер варианта	Исходные данные									
	n_1	t_1 , час	n_2	t_2 , час	n_3	t_3 , час	n_4	t_4 , час	n_5	t_5 , час
0	1	300	3	600	2	400	–	–	–	–
1	3	90	6	270	4	140	5	230	3	180
2	12	960	15	1112	8	808	7	1490	–	–
3	6	144	5	125	3	80	8	176	5	150
4	6	144	5	125	3	80	–	–	–	–
5	10	1020	26	3120	24	3480	18	2700	–	–
6	18	2700	32	4000	24	3480	16	2080	24	3480
7	3	720	4	1040	2	500	6	1800	–	–
8	1	300	3	600	6	2300	7	2450	–	–
9	3	1650	2	1200	4	2300	–	–	–	–

Таблица 2

Варианты	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ответы \bar{t}_{cp} , час	216	43	104	25,7	25	132	136	271	291	572

5.2. Типовой тест промежуточной аттестации

6. Интенсивность отказов определяется по формуле ...

a.
$$\lambda(t) = \frac{1}{P(t)}$$

a.

b.
$$\lambda(t) = 1 - \frac{f(t)}{P(t)}$$

b.

c.
$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{P(t)}$$

c.

d.
$$\lambda(t) = 1 + \frac{f(t)}{P(t)}$$

d.

7. Вероятность того, что объект окажется работоспособным в произвольный момент времени, кроме планируемых периодов, в течение которых применение объекта по

- назначению не предусмотрено, и, начиная с этого момента, объект будет работать безотказно в течении заданного интервала времени называется ...
- a. коэффициент технического использования
 - b. коэффициент готовности
 - c. коэффициент оперативной готовности
 - d. вероятность восстановления работоспособного состояния
8. Математическое ожидание срока службы называется ...
- a. гамма-процентный срок службы
 - b. установленный срок службы
 - c. средний срок службы
 - d. средний срок сохраняемости
9. Календарная продолжительность эксплуатации объекта или ее возобновления после ремонта от начала его применения до наступления предельного состояния называется ...
- a. ресурс
 - b. срок службы
 - c. время восстановления
 - d. наработка
10. Технико-экономически обоснованный (или заданный) срок хранения, обеспечиваемый конструкцией и эксплуатацией в пределах которого показатели безотказности, долговечности, ремонтпригодности объекта сохраняются теми же, какими они были у объекта до начала его хранения и (или) транспортирования называется ...
- a. среднее время восстановления
 - b. установленный срок сохраняемости
 - c. назначенный срок хранения
 - d. вероятность восстановления работоспособного состояния
11. Время, которое характеризует календарную продолжительность операций по восстановлению работоспособного состояния объекта или продолжительность операций по техническому обслуживанию называется ...
- a. время восстановления
 - b. срок службы
 - c. ресурс
 - d. срок сохраняемости
12. Отношение математического ожидания наработки объекта за некоторый период эксплуатации к сумме математических ожиданий наработки, продолжительности технического обслуживания, плановых ремонтов и неплановых восстановлений за тот же период эксплуатации называется ...
- a. установленный срок службы
 - b. средний срок сохраняемости
 - c. гамма- процентный срок сохраняемости
 - d. коэффициент технического использования
13. Технически обоснованная или заданная величина ресурса, обеспечиваемая конструкцией, технологией и эксплуатацией, в пределах которой объект не должен достигать предельного состояния, называется ...
- a. гамма-процентный ресурс
 - b. установленный ресурс
 - c. назначенный ресурс
 - d. средний срок службы
14. Календарная продолжительность хранения и (или) транспортирования объекта, в течении и после которой показатели безотказности, долговечности и ремонтпригодности объекта не выйдут за установленные пределы с вероятностью γ , выраженной в процентах, называется ...
- a. гамма-процентный ресурс

- b. средний ресурс
 - c. гамма- процентный срок сохраняемости
 - d. гамма-процентный срок службы
15. Нарботка, в течении которой объект не достигает предельного состояния с заданной вероятностью, выраженной в процентах называется ...
- a. средняя наработка на отказ
 - b. гамма- процентный срок сохраняемости
 - c. гамма-процентный срок службы
 - d. гамма-процентный ресурс
16. Математическое ожидание срока сохраняемости объекта называется ...
- a. средний срок службы
 - b. назначенный ресурс
 - c. установленный ресурс
 - d. средний срок сохраняемости
17. Техничко-экономический обоснованный или заданный срок службы, обеспечиваемый конструкцией, технологией и эксплуатацией, в пределах которого объект не должен достигать предельного состояния называется ...
- a. среднее время восстановления
 - b. вероятность восстановления работоспособного состояния
 - c. средний ресурс
 - d. установленный срок службы
18. Математическое ожидание наработки объекта до первого отказа называется ...
- a. назначенный ресурс
 - b. средняя наработка до отказа
 - c. средний срок службы
 - d. установленный ресурс
19. Суммарная наработка, при достижении которой применение объекта по назначению должно быть прекращено независимо от его технического состояния, называется ...
- Выберите один ответ.
- a. средняя наработка между отказами
 - b. назначенный ресурс
 - c. средний ресурс
 - d. средняя наработка до отказа

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.