Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 25.09.2023 15:37:19
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета урбанистики и городского хозяйства

_____ Л.А. Марюшин

«20» 04 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Надежность электромеханических и электронных систем»

Направление подготовки
13.03.02 - «Электроэнергетика и электротехника»

Профиль подготовки
«Электрооборудование и промышленная электроника»

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Москва 2022

1. Цели освоения дисциплины.

К **основным целям** освоения дисциплины «Надежность электромеханических и электронных систем» следует отнести:

– изучение основ и методов расчета надежности систем электромеханических и электронных систем методик выбора оптимальной степени их надежности;

– усвоение студентами теоретических и практических знаний в объёме, необходимом для создания изделий техники электромеханических и электронных систем, а именно изучений технологии традиционного и автоматизированного проектирования объектов техники для реализации технического замысла и раскрытия инженерной сущности конструкции на всех этапах их разработки, в том числе при выполнении проектов специалистами, работающими по профилю подготовки «Электрооборудование и промышленная электроника».

К **основным задачам** освоения дисциплины «Надежность электромеханических и электронных систем» следует отнести:

- изучение вопросов надежности режимов работы электроэнергетических систем при малых и больших возмущениях.
- овладение методами расчета переходных процессов в узлах нагрузки и расчета токов симметричных и несимметричных коротких замыканий методами, а также использование критериев выбора электрооборудования по условиям аварийных режимов при организационно-управленческой деятельности.

«Надежность электромеханических и электронных систем» – профессиональная дисциплина, которая является основой технологической подготовки студентов и способствует успешному усвоению других специальных дисциплин.

Для ведения организационно-управленческой деятельности дисциплина учит моделировать системы электромеханических и электронных систем с последующим анализом и выработкой управленческих решений.

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата.

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений профессиональных учебных дисциплин базовой части (Б1) основной образовательной программы бакалавриата профессионального цикла модуля «Электроэнергетика и электротехника» основной образовательной программы подготовки бакалавров по профилю «Электрооборудование и промышленная электроника».

Дисциплина взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП.

–математика;

– физика.

– общие вопросы энергетики;

– теоретические основы электротехники;

– электроника;
- электрические и электронные аппараты;
Учебная и производственная практики.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы).

В результате освоения дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций:

Код компетенции	**В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать**	**Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине**
ОПК-3	Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	**знать:** • методики и способы оперативного изменения схем, режимов работы электропередач, сетей и систем **уметь:** • разрабатывать методики и способы оперативного изменения схем, режимов работы электропередач, сетей и систем **владеть:** • методами и приемами работы с компьютером как средством управления информацией; • методами проектирования, испытаний и диагностики
ПК-2	Способен участвовать в эксплуатации объектов профессиональной деятельности	**знать:** • принципы, используемые при построении автомобильной и тракторной автоматики **уметь:** • применять методы испытаний и организовывать опытную проверку систем автоматики на транспортных средствах **владеть:** • основными методами диагностики систем автоматики для оценки их эксплуатационных характеристик

3. Структура и содержание дисциплины.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, т.е. **144** академических часа.

Из них:

72 часа – аудиторные занятия, в том числе 36 часов– лекции, 36 часов – лабораторные занятия;

72 часа – самостоятельная работа.

Четвертый семестр: 4 зачетные единицы форма контроля – зачет.

4. Содержание разделов дисциплины.

Структура и содержание дисциплины «Надежность электромеханических и электронных систем» по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» (бакалавриата) представлены в Приложении №1 к данной рабочей программе.

Раздел 1. Основные понятия и показатели надежности.

Раздел 2. Расчеты характеристик надежности.

5. Перечень и содержание занятий лекционного типа

Раздел 1. Основные понятия и показатели надежности.

Методы теории вероятностей и характеристики параметрической надежности систем электромеханических и электронных систем.

Свойства надежности: безотказность, долговечность, ремонтопригодность, 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 электромеханических и электронных систем. Надежность элементов систем электромеханических и электронных систем. Анализ отказов элементов Невосстанавливаемый элемент. Восстанавливаемый элемент.

Оценка точности выходных параметров систем электромеханических и электронных систем. Анализ погрешностей выходных параметров. Согласование параметров функционально связанных составных частей систем электромеханических и электронных систем.

Статистические методы оценки, анализа и контроля надежности систем электромеханических и электронных систем. Методы проверки статистических гипотез об их ненадежности.

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 электромеханических и электронных систем. 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.

Раздел 2. Расчеты характеристик надежности.

Расчет характеристик надежности восстанавливаемых и невосстанавливаемых объектов.

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.

Оптимальное резервирование. Повышение надежности систем электромеханических и электронных систем.

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 систем электромеханических и электронных систем и в период эксплуатации. Оптимизация надежности элементов.

Обеспечение надежности систем электромеханических и электронных систем 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 систем электромеханических и электронных систем при учете надежности человека как звена сложной системы.

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

6. Образовательные технологии.

Методика преподавания дисциплины «Надежность электромеханических и электронных систем» и реализация компетентного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

- подготовка к выполнению практических работ в лабораториях вуза;
- обсуждение и защита рефератов по дисциплине;
- организация и проведение текущего контроля знаний студентов в форме бланкового тестирования;
- проведение мастер-классов экспертов и специалистов по методам и средствам испытаний;
- проведение занятий, в том числе в интерактивных формах, определено главной целью образовательной программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием дисциплины «Надежность электромеханических и электронных систем» и в целом по дисциплине составляют 25% аудиторных занятий. Занятия лекционного типа составляют 15% от объема аудиторных занятий.

7. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

Оценочные средства текущего контроля успеваемости включают контрольные вопросы и задания в форме устного, бланкового и (или) компьютерного тестирования, для контроля освоения обучающимися разделов дисциплины, защита курсовой работы.

7.1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю).

7.1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

Код компетенции	**В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать**
ОПК-3	Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач
ПК-2	Способен участвовать в эксплуатации объектов профессиональной

	деятельности

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

7.1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля), описание шкал оценивания.

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

ОПК-3 способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач

Показатель	**Критерии оценивания**			
	2	**3**	**4**	**5**
знать: методы коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: методы коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: методы коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: методы коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: методы коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия, свободно оперирует приобретенными знаниями.

		затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.		
уметь: разрабатывать методы коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет разрабатывать методы коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: разрабатывать методы коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: разрабатывать методы коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: разрабатывать методы коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия. Обучающийся свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

владеть: методами коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет методами коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия	Обучающийся владеет методами коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей, Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	Обучающийся частично владеет методами коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия, навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся в полном объеме владеет методами коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.
ПК-2 - Способен участвовать в эксплуатации объектов профессиональной деятельности				
знать: принципы, используемые при построении автомобильной и тракторной автоматики	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: принципов, используемых при построении автомобильной и тракторной автоматики	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний о принципах, используемых при построении автомобильной и тракторной автоматики Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие знаний о теоретических и практических при построении автомобильной и тракторной автоматики, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний о теоретических и практических подходах при построении автомобильной и тракторной автоматики, свободно оперирует приобретенными знаниями.

		испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.		
уметь: применять методы испытаний и организовывать опытную проверку систем автоматики на транспортных средствах	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет применять методы испытаний и организовывать опытную проверку систем автоматики на транспортных средствах	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: применять методы испытаний и организовывать опытную проверку систем автоматики на транспортных средствах Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие умений по применению методов испытаний и организации проверок систем автоматики транспортных средств. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие умений по применению методов испытаний и организации проверок систем автоматики транспортных средств. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
владеть: основными методами диагностики систем автоматики для оценки их эксплуатационных характеристик	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет основными методами диагностики систем автоматики для оценки их эксплуатационных характеристик	Обучающийся владеет методами диагностики систем автоматики для оценки их эксплуатационных характеристик в неполном объеме, допускаются значительные ошибки,	Обучающийся частично владеет методами диагностики систем автоматики для оценки их эксплуатационных характеристик, навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки,	Обучающийся в полном объеме владеет методами диагностики систем автоматики для оценки их эксплуатационных характеристик свободно применяет полученные

		проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей, Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	навыки в ситуациях повышенной сложности.

Форма промежуточной аттестации: зачет (4 семестр).

Промежуточная аттестация обучающихся в форме зачёта проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине, при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено».

Шкала оценивания	**Описание**
Зачтено	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Не зачтено	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

а) основная литература:

1. Мировая энергетика – 2050. Белая книга/ В.В. Бушуев [и др.]. – Электрон. текстовые данные. – М.: Энергия, 2011. – 355 с.
2. Богославчик П.М. Гидротехнические сооружения ТЭС и АЭС: учеб. пособие/ Богославчик П.М., Круглов Г.Г. – Электрон. текстовые данные. – Минск: Высшая школа, 2014. – 270 с.
3. Электрические станции и сети: сборник нормативных документов/ – Электрон. текстовые данные. – М.: ЭНАС, 2013. – 720 с.
4. Дубинский Г. Н. Наладка устройств электромеханических и электронных систем напряжением свыше 1000 вольт: учебное пособие / Дубинский Г. Н. - СОЛОН-ПРЕСС, 2009. - 416 с.
5. Назарычев А. Н. Справочник инженера по наладке, совершенствованию технологии и эксплуатации электрических станций и сетей: учебное пособие / Назарычев А. Н. - Инфра-Инженерия, 2006.
6. Почаевец В. С. Защита и автоматика устройств электромеханических и электронных систем: учебник / Почаевец В. С. - Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2013. - 191 с.

б) дополнительная литература:

1. Гужов Н. П. Системы электромеханических и электронных систем: учеб. для вузов / Н. П. Гужов, В. Я. Ольховский, Д. А. Павлюченко. - Феникс, 2011. - 382 с.
2. Кудрин Б. И. Системы электромеханических и электронных систем: учеб. пособие для вузов / Б. И. Кудрин. - Академия, 2011. - 350, [1] с.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Электронно-библиотечные системы, предоставляющей возможность круглосуточного дистанционного индивидуального доступа для каждого обучающегося:

1. ZNANIUM.COM http://znanium.com/. Одновременный и неограниченный доступ ко всем книгам, входящим в пакеты, в любое время, из любого места посредством сети Интернет.
2. Книгафонд http://www.knigafund.ru/.
3. БиблиоТех http://www.bibliotech.ru/.

г) электронные образовательные ресурсы

Проведение занятий и аттестаций возможно в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS) на основе разработанных кафедрой электронных образовательных ресурсов (ЭОР) по всем разделам программы:

Название ЭОР	Ссылка
Надежность электроснабжения	https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=9813

Разработанный ЭОР включают промежуточный и итоговый тесты.

Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

Каждый студент обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронным библиотекам университета (http://lib.mami.ru/lib/content/elektronnyy-katalog).

Ссылка на электронную библиотеку:
https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=7621&section=1

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

Лаборатории кафедры «Электрооборудование и промышленная электроника» (В-305, В-310), оснащены как компьютерные классы на 25 рабочих мест с соответствующим программным обеспечением, мультимедийным оборудованием, доступом на кафедральный сервер и в интернет.

10. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов.

10.1. Занятия лекционного типа.

В ходе лекций преподаватель излагает и разъясняет основные, наиболее сложные понятия темы, а также связанные с ней теоретические и практические проблемы, дает рекомендации на выполнение самостоятельной работы.

В ходе лекций обучающимся рекомендуется:

- вести конспектирование учебного материала;
- обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению;
- задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

В рабочих конспектах желательно оставлять поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся, дополняющего материал прослушанной лекции, а также пометки, подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Для успешного овладения курсом необходимо посещать все лекции, так как тематический материал взаимосвязан между собой. В случаях пропуска занятия студенту необходимо самостоятельно изучить материал и ответить

на контрольные вопросы по пропущенной теме во время индивидуальных консультаций.

10.2. Занятия семинарского типа. Практические занятия.

Практическое занятие - это занятие, проводимое под руководством преподавателя в учебной аудитории, направленное на углубление научно-теоретических знаний и овладение определенными методами самостоятельной работы. В процессе таких занятий вырабатываются практические умения.

При подготовке к практическим занятиям обучающемуся необходимо изучить основную литературу, ознакомится с дополнительной литературой, подготовит конспект по методической литературе с учетом рекомендаций преподавателя.

На практическом занятии главное - уяснить связь решаемых задач с теоретическими положениями. При решении предложенной задачи нужно стремиться не только получить правильный ответ, но и усвоить общий метод решения подобных задач.

Рекомендуется использовать следующий порядок записи решения задачи:

- исходные данные для решения задачи (что дано);
- что требуется получить в результате решения;
- какие законы и положения должны быть применены;
- общий план (последовательность) решения;
- расчеты;
- полученный результат и его анализ.

Логическая связь лекций и практических занятий заключается в том, что информация, полученная на лекции, в процессе самостоятельной работы на практическом занятии осмысливается и перерабатывается, при помощи преподавателя анализируется до мельчайших подробностей, после чего прочно усваивается.

10.3. Занятия семинарского типа. Лабораторные работы.

Цель лабораторных работ - изучить и осознать определенные физические процессы и закономерности. Выполнение работы и получение достоверных результатов осуществляется опытным путем в специальном помещении – лаборатории, то есть наглядно, так сказать.

Накануне работы преподаватель сообщает тему и просит студентов дополнительно к ней подготовиться, выполнить конспект теоретического материала.

Лабораторная работа подразумевает:

1. Изучение определенного физического или технологического процесса на практике, используя при этом методы, предварительно изученные на лекциях.

2. Выбор наиболее оптимального приема выполнения замеров и исследования, которые обеспечивает наиболее точный результат.

3. Определение фактического результата и его сравнение с теоретическими данными, описанными в учебнике согласно выбранной тематике.

4. Обнаружение причин полученного несоответствия и грамотное изложение их в отчете лабораторной работы.

5. Грамотное оформление выводов согласно требованиям методички.

6. Оформление отчета по лабораторной работе и его защита.

10.4. Самостоятельная работа. Подготовка к занятиям лекционного и семинарского типа.

Важной частью самостоятельной работы является умение выделить основополагающие, отправные точки в понимании материала. Особо важную роль в этом процессе необходимо уделить конспекту лекций, в котором преподаватель сформировал «скелет», структуру раздела дисциплины. Чтением учебной и научной литературы обучающийся углубляет и расширяет знания о предмете изучения. Основная функция учебников – ориентировать студента в системе знаний, умений и навыков, которые должны быть усвоены будущими специалистами по данной дисциплине.

Подготовка к занятиям лекционного типа подразумевает приобретение обучающимся первичных знаний по теме лекции для подготовки к структуризации объекта изучения, которую преподаватель выполняет на лекции. Изучение материала по теме лекции имеет цель уточнения отдельных моментов.

Перед практическим занятием следует изучить конспект лекции и рекомендованную преподавателем литературу, обращая внимание на практическое применение теории и на методику решения типовых задач.

Перед лабораторной работой обучающийся подготавливает заготовку отчета, выполняя конспект теоретического материала по методической литературе с учетом рекомендаций преподавателя. В процессе конспектирования обучающийся теоретически знакомиться с предстоящим заданием или получает общее представление о том, что необходимо будет сделать лабораторной работе.

10.5. Самостоятельная работа. Проработка тем вынесенных на самостоятельное изучение.

Дисциплина «Надежность электромеханических и электронных систем» содержит, в том числе, сведения о методах испытаний электрооборудования автомобилей и тракторов, а также их узлов, агрегатов и систем. Успешное освоение дисциплины невозможно без самостоятельной проработки отдельных тем.

10.6. Самостоятельная работа. Подготовка к экзамену.

Подготовка к экзамену предполагает:

- изучение основной и дополнительной литературы;
- изучение конспектов лекций;
- изучение конспектов практических занятий и отчетов по лабораторным работам;

- дистанционное тестирование по темам.

11.Методические рекомендации для преподавателя

Методика преподавания и реализация компетентностного подхода в процессе обучения предполагает использование в процессе обучения инновационных образовательных технологий (лекций с применением мультимедийных технологий,) с помощью стационарно установленной мультимедийной системы, а также безбумажных технологий выполнения тестовых заданий (хранение заданий и результатов их выполнения на кафедральном сервере и выполнение заданий индивидуально на рабочих станциях в компьютерных классах).

Вопросы к экзамену по дисциплине «Надежность электромеханических и электронных систем» для направления подготовки 13.03.02 - «Электроэнергетика и электротехника» (профиль подготовки «Электроснабжение»).

Вопросы к экзамену:

1. Назовите характерные нормальные и аварийные режимы работы технической системы. 2. Что является критерием отказа технической системы?

3. Как можно классифицировать отказы?

4. Что является критерием восстановления?

5. Какие системы являются восстанавливаемыми?

6. Приведите примеры восстанавливаемых и невосстанавливаемых технических изделий?

7. Дайте определение критического отказа и критичного элемента системы.

8. Раскройте смысл понятий устойчивости, режимной управляемости и живучести технической системы.

9. Какие специфические свойства описывают надежность энергетических объектов?

11

10. Дайте определения вероятности безотказной работы и вероятности отказа. Поясните их математический смысл.

11. Что называется интенсивностью отказов? Сформулируйте математический и физический смысл этого понятия.

12. Дайте определение параметра потока отказов. Сформулируйте физический смысл этого понятия.

13. Как изменяется параметр потока отказов технической системы в течение ее срока службы.

14. Перечислите основные коэффициенты, характеризующие надежность технических систем.

15. Назовите статистические законы распределения, применяемые в теории надежности, и область их применения.

16. Сформулируйте алгоритм испытания надежности технической системы.

17. Поясните общий смысл статистических критериев согласия.

18. Для чего в исследованиях надежности используются статистические критерии однородности.

19. Что называется моделью отказов и моделью надежности? В чем различие этих терминов?

20. Нарисуйте графы состояний и переходов для невосстанавливаемой системы с внезапными отказами и постепенным износом. Поясните их основные числовые параметры.

21. Покажите общий вид модели надежности для восстанавливаемых систем и поясните ее основные числовые характеристики.

22. Запишите уравнения для расчета вероятности безотказной работы систем с последовательным и параллельным соединением элементов.

23. Дайте определение резервированной системы. Перечислите виды резервирования энергетических систем.

24. Дайте определение кратности резервирования и поясните ее влияние на надежность и экономичность технической системы.

25. Назовите основные практические методы расчета надежности, применяемые в энергетике. Сформулируйте их область применения, достоинства и недостатки.

26. Перечислите основные этапы аналитического расчета надежности и упрощения, допускаемые в расчетах.

27. Запишите формулы эквивалентных преобразований структурной схемы надежности при последовательном, параллельном и смешанном соединении элементов.

28. Каким образом преобразуются структурные схемы, содержащие поперечные связи?

29. Запишите формулы эквивалентных преобразований структурной схемы из «треугольника» в «звезду» и обратно.

30. Опишите алгоритм логико-вероятностного расчета надежности электромеханических и электронных систем. Поясните порядок составления дерева отказов.

12

31. Сформулируйте основные законы алгебры логики, используемые при анализе надежности технических систем.

32. В чем особенность таблично-логического метода расчета надежности? Поясните порядок составления таблицы состояний и переходов.

33. Перечислите основные технико-экономические показатели, характеризующие надежность системы электромеханических и электронных систем.

34. Сформулируйте определение экономического ущерба от нарушения режима электромеханических и электронных систем. Назовите основные слагающие этой величины.

35. Что такое основной ущерб и ущерб внезапности? Как они определяются на действующем производстве?

36. Запишите уравнения для практического расчета ущерба при проектировании системы электромеханических и электронных систем.

37. Как зависит ущерб потребителя от качества электроэнергии?

38. Опишите порядок построения функций реакции электрической сети и потребителя при оценке последствий нарушения качества электроэнергии.

39. Из каких основных величин складывается ущерб энергоснабжающей организации при нарушении питания потребителей?

40. Как определяется оптимально-компромиссный вариант электромеханических и электронных систем с точки зрения надежности.

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки бакалавров 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», утвержденным Минобрнауки России (Приказ от 28.02.2018 г.)

Программу составил:

Старший преподаватель Ю.М. Шматков

Программа утверждена на заседании кафедры «Электрооборудование и промышленная электроника» «20» апреля» 2022 г., протокол №10

Заведующий кафедрой А.Н. Шишков

Приложение №1

Структура и содержание дисциплины «Надежность электромеханических и электронных систем» по направлению подготовки бакалавров 13.03.02 - «Электроэнергетика и электротехника»

Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов					Формы аттестации	
			Л	П/С	Лаб	СРС	КСР	К.Р.	К.П.	РГР	Рефер.	К/р	Э	З
Основные понятия и показатели надежности. Методы теории вероятностей и характеристики параметрической надежности систем электромеханических и электронных систем. Свойства надежности: безотказность, долговечность, ремонтопригодность, 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	4	1-2	8		8	9					+			

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.	4	3-4	4		4	9					+			

Факторы, влияющие на надежность систем электромеханических и электронных систем. Надежность элементов систем электромеханических и электронных систем. Анализ отказов элементов Невосстанавливаемый элемент. Восстанавливаемый элемент. Оценка точности выходных параметров систем электромеханических и электронных систем. Анализ погрешностей выходных параметров. Согласование параметров функционально связанных составных частей систем электромеханических и электронных систем.														
Статистические методы оценки, анализа и контроля надежности систем электромеханических и электронных систем. Методы проверки статистических гипотез об их ненадежности. 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	4	5-6	4		4	9					+			

надежности невосстанавливаемых изделий при определенных испытаниях. Выбор закона распределения наработки до отказа, используемого при оценивании надежности систем электромеханических и электронных систем. 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	4	7-9	4		4	9					+			

экспериментальными данными. Проверка гипотезы о законе распределения. Статистический приемочный контроль надежности.														
Расчеты характеристик надежности. Расчет характеристик надежности восстанавливаемых и невосстанавливаемых объектов. 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.	4	10-12	4		4	9					+			

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.	4	13	4		4	9					+			
Оптимальное резервирование. Повышение надежности систем электромеханических и электронных систем. 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	4	14	4		4	9					+			

динамического программирования. Общие принципы повышения надежности при проектировании, при изготовлении систем электромеханических и электронных систем и в период эксплуатации. Оптимизация надежности элементов.														
Обеспечение надежности систем электромеханических и электронных систем 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 систем электромеханических и электронных систем при учете надежности человека как звена сложной системы. Задачи анализа надежности работы систем электромеханических и электронных систем с учетом надежности работы оператора. Воздействие помехонесущих токов (сетевых помех) и внешних электромагнитных полей (полевых помех) на характеристики надежности систем	4	15	4		4	9								

электромеханических и электронных систем.														
Итого за 4 семестр			36	36		72							+	
ИТОГО			36	36		72					Один реферат		+	

Заведующий кафедрой
«Электрооборудование
и промышленная электроника»

Приложение 1 к
рабочей программе

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Направление подготовки

13.04.02 - «Электроэнергетика и электротехника»

Форма обучения: заочная

Вид профессиональной деятельности: (В соответствии с ФГОС ВО)

Кафедра: «Электрооборудование и промышленная электроника»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

«Надежность электромеханических и электронных систем»

Состав: 1. Паспорт фонда оценочных средств

2. Описание оценочных средств:

Составитель: Ю.М. Шматков

Москва 2022

Таблица 1

ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

«Надежность электромеханических и электронных систем»					
ФГОС ВО **13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»**					
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие **профессиональные компетенции**:					
КОМПЕТЕНЦИИ		**Перечень компонентов**	**Технология формирования компетенций**	**Форма оценочного средства****	**Степени уровней освоения компетенций**
ИН-ДЕКС	**ФОРМУЛИРОВ-КА**				
ОПК-3	Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	**знать:** • методики и способы оперативного изменения схем, режимов работы энергообъектов **уметь:** • разрабатывать методики и способы оперативного изменения схем, режимов работы энергообъектов **владеть:** • методами и приемами работы с компьютером как средством управления информацией; • методами проектирования, испытаний и диагностики	лекция, самостоятельная работа, практическая работа	П/С	**Базовый уровень:** воспроизводство полученных знаний в ходе текущего контроля **Повышенный уровень:** практическое применение полученных знаний в процессе подготовки к практическим работам
ПК-2	Способен участвовать в эксплуатации	**знать:** • принципы, используемые при построении	лекция, самостоятельная работа,	П/С	**Базовый уровень:** воспроизводство полученных знаний в ходе текущего контроля

	объектов профессиональной деятельности	автомобильной и тракторной автоматики **уметь:** • применять методы испытаний и организовывать опытную проверку систем автоматики на транспортных средствах **владеть:** • основными методами диагностики систем автоматики для оценки их эксплуатационных характеристик	практическая работа		**Повышенный уровень:** практическое применение полученных знаний в процессе подготовки к практическим работам

Приложение 2
к рабочей программе

Перечень оценочных средств по дисциплине «Системы автоматизированного проектирования программного обеспечения»

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Практические работы (П/С)	Совместная деятельность группы обучающихся и педагогического работника под управлением педагогического работника с целью решения учебных и профессионально - ориентированных задач путем формирования навыков проведения исследований путем математического моделирования.	Темы: -

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

а) основная литература:

1. Мировая энергетика – 2050. Белая книга/ В.В. Бушуев [и др.]. – Электрон. текстовые данные. – М.: Энергия, 2011. – 355 с.
2. Богославчик П.М. Гидротехнические сооружения ТЭС и АЭС: учеб. пособие/ Богославчик П.М., Круглов Г.Г. – Электрон. текстовые данные. – Минск: Высшая школа, 2014. – 270 с.
3. Электрические станции и сети: сборник нормативных документов/ – Электрон. текстовые данные. – М.: ЭНАС, 2013. – 720 с.
4. Дубинский Г. Н. Наладка устройств электромеханических и электронных систем напряжением свыше 1000 вольт: учебное пособие / Дубинский Г. Н. - СОЛОН-ПРЕСС, 2009. - 416 с.
5. Назарычев А. Н. Справочник инженера по наладке, совершенствованию технологии и эксплуатации электрических станций и сетей: учебное пособие / Назарычев А. Н. - Инфра-Инженерия, 2006.

6. Почаевец В. С. Защита и автоматика устройств электромеханических и электронных систем: учебник / Почаевец В. С. - Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2013. - 191 с.

б) дополнительная литература:

1. Гужов Н. П. Системы электромеханических и электронных систем: учеб. для вузов / Н. П. Гужов, В. Я. Ольховский, Д. А. Павлюченко. - Феникс, 2011. - 382 с.

2. Кудрин Б. И. Системы электромеханических и электронных систем: учеб. пособие для вузов / Б. И. Кудрин. - Академия, 2011. - 350, [1] с.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Электронно-библиотечные системы, предоставляющей возможность круглосуточного дистанционного индивидуального доступа для каждого обучающегося:

1. ZNANIUM.COM http://znanium.com/. Одновременный и неограниченный доступ ко всем книгам, входящим в пакеты, в любое время, из любого места посредством сети Интернет.
2. Книгафонд http://www.knigafund.ru/.
3. БиблиоТех http://www.bibliotech.ru/.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

Лаборатории кафедры «Электрооборудование и промышленная электроника» (В-305, В-310), оснащены как компьютерные классы на 25 рабочих мест с соответствующим программным обеспечением, мультимедийным оборудованием, доступом на кафедральный сервер и в интернет.

9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов.

В процессе обучения студенты должны выполнить все практические работы и курсовую работу, отчет о выполнении которых является допуском к экзамену.

Темы для самостоятельной работы студентов:

Дисциплина «Надежность электромеханических и электронных систем» содержит, в том числе, сведения о методах о создании, редактировании и испытании программного обеспечения, а также их узлов, агрегатов и систем. Успешное освоение дисциплины невозможно без самостоятельной проработки отдельных тем.

10. Методические рекомендации для преподавателя.

Методика преподавания и реализация компетентностного подхода в процессе обучения предполагает использование в процессе обучения инновационных образовательных технологий (лекций с применением мультимедийных технологий,) с помощью стационарно установленной

мультимедийной системы, а также безбумажных технологий выполнения тестовых заданий (хранение заданий и результатов их выполнения на кафедральном сервере и выполнение заданий индивидуально на рабочих станциях в компьютерных классах).

Вопросы к экзамену по дисциплине «Надежность электромеханических и электронных систем» для направления подготовки 13.03.02 - «Электроэнергетика и электротехника» (профиль подготовки «Электроснабжение»).

1. Назовите характерные нормальные и аварийные режимы работы технической системы. 2. Что является критерием отказа технической системы?

3. Как можно классифицировать отказы?

4. Что является критерием восстановления?

5. Какие системы являются восстанавливаемыми?

6. Приведите примеры восстанавливаемых и невосстанавливаемых технических изделий?

7. Дайте определение критического отказа и критичного элемента системы.

8. Раскройте смысл понятий устойчивости, режимной управляемости и живучести технической системы.

9. Какие специфические свойства описывают надежность энергетических объектов?

11

10. Дайте определения вероятности безотказной работы и вероятности отказа. Поясните их математический смысл.

11. Что называется интенсивностью отказов? Сформулируйте математический и физический смысл этого понятия.

12. Дайте определение параметра потока отказов. Сформулируйте физический смысл этого понятия.

13. Как изменяется параметр потока отказов технической системы в течение ее срока службы.

14. Перечислите основные коэффициенты, характеризующие надежность технических систем.

15. Назовите статистические законы распределения, применяемые в теории надежности, и область их применения.

16. Сформулируйте алгоритм испытания надежности технической системы.

17. Поясните общий смысл статистических критериев согласия.

18. Для чего в исследованиях надежности используются статистические критерии однородности.

19. Что называется моделью отказов и моделью надежности? В чем различие этих терминов?

20. Нарисуйте графы состояний и переходов для невосстанавливаемой системы с внезапными отказами и постепенным износом. Поясните их основные числовые параметры.

21. Покажите общий вид модели надежности для восстанавливаемых систем и поясните ее основные числовые характеристики.

22. Запишите уравнения для расчета вероятности безотказной работы систем с последовательным и параллельным соединением элементов.

23. Дайте определение резервированной системы. Перечислите виды резервирования энергетических систем.

24. Дайте определение кратности резервирования и поясните ее влияние на надежность и экономичность технической системы.

25. Назовите основные практические методы расчета надежности, применяемые в энергетике. Сформулируйте их область применения, достоинства и недостатки.

26. Перечислите основные этапы аналитического расчета надежности и упрощения, допускаемые в расчетах.

27. Запишите формулы эквивалентных преобразований структурной схемы надежности при последовательном, параллельном и смешанном соединении элементов.

28. Каким образом преобразуются структурные схемы, содержащие поперечные связи?

29. Запишите формулы эквивалентных преобразований структурной схемы из «треугольника» в «звезду» и обратно.

30. Опишите алгоритм логико-вероятностного расчета надежности электромеханических и электронных систем. Поясните порядок составления дерева отказов.

12

31. Сформулируйте основные законы алгебры логики, используемые при анализе надежности технических систем.

32. В чем особенность таблично-логического метода расчета надежности? Поясните порядок составления таблицы состояний и переходов.

33. Перечислите основные технико-экономические показатели, характеризующие надежность системы электромеханических и электронных систем.

34. Сформулируйте определение экономического ущерба от нарушения режима электромеханических и электронных систем. Назовите основные слагающие этой величины.

35. Что такое основной ущерб и ущерб внезапности? Как они определяются на действующем производстве?

36. Запишите уравнения для практического расчета ущерба при проектировании системы электромеханических и электронных систем.

37. Как зависит ущерб потребителя от качества электроэнергии?

38. Опишите порядок построения функций реакции электрической сети и потребителя при оценке последствий нарушения качества электроэнергии.

39. Из каких основных величин складывается ущерб энергоснабжающей организации при нарушении питания потребителей?

40. Как определяется оптимально-компромиссный вариант электромеханических и электронных систем с точки зрения надежности.

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки бакалавров 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», утвержденным Минобрнауки России (Приказ от 28.02.2018 г.).