Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 02.09.2023 15:24:12
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

УТВЕРЖДЕНО
Декан Факультета урбанистики и городского хозяйства
К.И. Лушин
«___» _____ 2022г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Надежность при проектировании и эксплуатации силовых установок»

Направление подготовки

13.03.03 Энергетическое машиностроение

Профиль

Автоматизированные энергетические установки

Квалификация (степень) выпускника

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Москва

2022

1. Цели освоения дисциплины

К **основным целям** освоения дисциплины **«Надежность при проектировании и эксплуатации силовых установок»** следует отнести:

- обучение студентов основам и практическому применению теории надежности энергетических систем. Изучение её структуры, методической базы, теоретических и технических основ и принципов построения математических моделей для оценки надежности энергетических систем;
- способность оценивать надежность электросиловых агрегатов, контролировать текущее техническое состояние с использованием современных методов технического контроля.

К **основным задачам** освоения дисциплины **«Надежность при проектировании и эксплуатации силовых установок»** следует отнести:

- познакомить обучающихся с основами теории надежности технических систем, с вероятностно-статистическим направлением теории надежности;
- ознакомить обучающихся с особенностями практического применения теории надежности технических систем на примере систем энергоснабжения, формирование умения выбирать диагностические (контролируемые) параметры, разрабатывать диагностические модели.

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина **«Надежность при проектировании и эксплуатации силовых установок»** входит в вариативную часть цикла профессиональных дисциплин основной образовательной программы подготовки бакалавров, по профилю «**Автоматизированные энергетические установки**» направления **13.03.03 Энергетическое машиностроение.**

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах и практиках ООП:

- «Цифровая грамотность»;
- «Электротехника и электроника»;
- «Гибридные силовые энергоустановки»;
- «Метрология, технические измерения и управление процессами в энергетике».

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

В результате освоения дисциплины (модуля) 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
ПК-3	Организация эксплуатации и развития автоматизированной системы диспетчерского управления (АСДУ) объектов профессиональной деятельности	**Знать:** основные понятия и определения теории надежности; физические основы надежности машин; современные методы сбора информации и оценки надежности машин; методы обработки информации о силовых установок; понятия об управлении надежностью силовых установок. **Уметь:** собирать и анализировать информацию при эксплуатации парков машин; пользоваться расчетно-аналитическими методами оценки надежности силовых установок; проводить статистическую оценку показателей надежности. **Владеть:** компьютерной, информационной техникой и технологиями; навыками определения надежности. силовых установок..

4. Структура и содержание дисциплины

Разделы дисциплины **«Надежность при проектировании и эксплуатации силовых установок»** изучаются на четвертом курсе в **седьмом** семестре.

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет **5** зачетных единиц (**180** часов). Аудиторные часы – **90**, в том числе лекции **36**, практические занятия – **54**, самостоятельная подготовка – **90** часов.

Форма контроля: **экзамен**

Структура и содержание дисциплины **«Надежность при проектировании и эксплуатации силовых установок»** отражены в Приложении 1.

Содержание разделов дисциплины. Седьмой семестр.

Тема 1. Введение. Цель и задачи. Основные понятия и определения теории надежности. Отказы машин и их узлов и агрегатов. Показатели надежности. Физические основы надежности силовых установок.

Тема 2. Системы сбора информации и методы оценки надежности парков машин Цели и задачи сбора информации и оценки надежности машин. Структура первичных данных и формы учетной документации. Методы сбора информации при эксплуатации парков машин. Экспертная оценка надежности силовых установок

Тема 3 . Методы обработки информации о надежности Основные законы распределения случайных величин, применяемые в теории надежности. Проверка гипотезы о законе распределения. Определение числа объектов наблюдений при сборе информации о силовых установок.

Тема 4. Обеспечение надежности машин Общие понятия об управлении надежностью машин. Планирование показателей надежности машин. Программа обеспечения надежности машин. Жизненный цикл силовых установок.

Тема 5 . Основные направления повышения надежности машин. Прогнозирование надежности силовых установок . Прогноз, общая характеристика способов повышения надежности машин. Конструктивные, технологические, эксплуатационные мероприятия по повышению надежности. Нормирование показателей надежности

Тема 6. Подтверждение показателей надежности Подконтрольная эксплуатация парков машин. Оценка показателей надежности силовых установок.

Тема 7. Технология углублённого (поэлементного) диагностирования. Методы и средства углублённого (поэлементного) диагностирования электросиловых агрегатов. Обеспечение показателей точности, достоверности и воспроизводимости измерительных, регистрационных, органолептических и экспериментальных методов диагностики технического состояния электросиловых агрегатов.

Тема 8 . Диагностирование технического состояния элементов силовых установок. Методы и средства диагностирования технического состояния элементов электросиловых агрегатов. Диагностирование технического состояния механизма пуска и торможения электросиловых агрегатов.

Тема 9. Определение экономической эффективности мероприятий по повышению надежности силовых установок. Долговечность электрооборудования машин. Методика определения оптимальной долговечности машин. Подконтрольная эксплуатация парков машин. Оценка показателей надежности машин.

5. Образовательные технологии

Методика преподавания дисциплины **«Надежность при проектировании и эксплуатации силовых установок»** и реализация компетентностного 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 аудиториях вуза и на мощностях предприятий-партнеров;

– защита и индивидуальное обсуждение выполняемых этапов расчетного задания;

– обсуждение и защита рефератов по дисциплине;

– подготовка, представление и обсуждение презентаций на семинарских занятиях;

– организация и проведение текущего контроля знаний студентов в форме бланкового тестирования;

– использование интерактивных форм текущего контроля в форме аудиторного тестирования.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определен главной целью образовательной программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием дисциплины **«Надежность при проектировании и эксплуатации силовых установок».**

Изучение дисциплины ориентировано на применение технологий контролируемой самостоятельной работы и проектного обучения. В рамках контролируемой самостоятельной работы планируется выполнение и защита индивидуальных заданий по основным темам дисциплины, задание для курсового проекта предполагает самостоятельную разработку функционально законченного микропроцессорного устройства управления.
Для проведения аудиторных занятий используется:

- при чтении лекций – компьютерная и проекционная техника;
- при проведении практических и лабораторных занятий – интерактивная доска, пакет прикладных программ моделирования электронных схем Multisim, расчетный пакет Matlab; программная среда инженерного проектирования LabView.

Проведение занятий предусматривается также на сайте http://online.mospolytech.ru на основе разработанных кафедрой «Промышленная теплоэнергетика» электронных образовательных ресурсов (ЭОР) по всем темам дисциплины.

Разработанные ЭОР включают промежуточные и итоговые тесты.

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

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций.

Выполнение рефератов по индивидуальному заданию для каждого обучающегося в соответствии с темами:

- Порядок формирования структурных элементов системы диагностики технического состояния электросиловых агрегатов.
- Прогнозирование состояния. электросиловых агрегатов формирование показателей технического уровня, безопасности и эффективности применения по назначению.
- Моделирование структурно-следственных связей контроля технического состояния электросиловых агрегатов.

Задание для выполнения реферата выбирается студентом самостоятельно в зависимости от характера его основной работы или научных интересов и утверждается преподавателем.

Реферат включает в себя: титульный лист; исходные данные; введение, обоснование актуальности темы; основную (расчетную) часть; выводы; библиографический список; приложения (если необходимо).

Текст реферата – (12–15 с.) представляется на бумажном носителе формата А-4.

Оценочные средства текущего контроля успеваемости включают контрольные вопросы и задания в форме бланкового и (или) компьютерного тестирования, для контроля освоения разделов дисциплины. Образцы тестовых заданий, контрольных вопросов и заданий для проведения текущего контроля, приведены в приложениях.

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

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

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

Код	В результате освоения образовательной программы

компетенции	обучающийся должен обладать
ПК-3	Организация эксплуатации и развития автоматизированной системы диспетчерского управления (АСДУ) объектов профессиональной деятельности

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

6.1.2. 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)

Показатель	**Критерии оценивания**			
	Оценка «неудовлетворительно» или отсутствие сформированности компетенции	**Оценка «удовлетворительно» или низкой уровень освоения компетенции**	**Оценка «хорошо» или повышенный уровень освоения компетенции**	**Оценка «отлично» или высокий уровень освоения компетенции**
ПК – 3 - Организация эксплуатации и развития автоматизированной системы диспетчерского управления (АСДУ) объектов профессиональной деятельности				

Знать: основные понятия и определения теории надежности; физические основы надежности машин; современные методы сбора информации и оценки надежности силовых установок машин; методы обработки информации о надежности машин; понятия об управлении надежностью силовых установок. **Уметь:** собирать и анализировать информацию при эксплуатации силовых установок; пользоваться расчетно-аналитическим и методами оценки надежности силовых установок; проводить статистическу ю оценку показателей	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: основные понятия и определения теории надежности; физические основы надежности машин; современные методы сбора информации и оценки надежности силовых установок машин; методы обработки информации о надежности машин; понятия об управлении надежностью установок. Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет собирать и анализировать информацию при эксплуатации силовых установок; пользоваться расчетно-аналитическими методами оценки надежности силовых установок; проводить	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: основные понятия и определения теории надежности; физические основы надежности машин; современные методы сбора информации и оценки надежности силовых установок машин; методы обработки информации о надежности машин; понятия об управлении надежностью силовых установок. Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: собирать и анализировать информацию при эксплуатации силовых установок; пользоваться расчетно-аналитическими методами оценки надежности	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: основные понятия и определения теории надежности; физические основы надежности машин; современные методы сбора информации и оценки надежности силовых установок машин; методы обработки информации о надежности машин; понятия об управлении надежностью. Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: собирать и анализировать информацию при эксплуатации силовых установок; пользоваться расчетно-аналитическими методами оценки надежности силовых установок; проводить статистическую	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: основные понятия и определения теории надежности; физические основы надежности машин; современные методы сбора информации и оценки надежности силовых установок машин; методы обработки информации о надежности машин; понятия об управлении надежностью. Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: собирать и анализировать информацию при эксплуатации силовых установок; пользоваться расчетно-аналитическими методами оценки надежности силовых установок; проводить статистическую

надежности силовых установок.	статистическую оценку показателей надежности силовых установок.	силовых установок; проводить статистическую оценку показателей надежности силовых установок.	оценку показателей надежности силовых установок.	оценку показателей надежности силовых установок.
Владеть: компьютерной, информационной техникой и технологиями; навыками определения надежности силовых установок. .	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет: компьютерной, информационной техникой и технологиями; навыками определения надежности силовых установок.	Обучающийся не полностью владеет навыками: компьютерной, информационной техникой и технологиями; навыками определения надежности силовых установок.	Обучающийся частично владеет: компьютерной, информационной техникой и технологиями; навыками определения надежности силовых установок.	Обучающийся в полном объеме владеет: компьютерной, информационной техникой и технологиями; навыками определения надежности силовых установок.

Форма промежуточной аттестации - экзамен.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных

учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».,

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины **«Надежность при проектировании и эксплуатации силовых установок»** (прошли промежуточный контроль, выполнили весь объем заданий на семинарских занятиях, выступили с докладом на семинарском занятии)

Шкала оценивания	**Описание**
Отлично	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.
Хорошо	Студент показывает достаточный уровень теоретических и практических знаний, свободно оперирует категориальным аппаратом. Умеет анализировать практические ситуации, но допускает некоторые погрешности. Ответ построен логично, материал излагается грамотно.
Удовлетворительно	Студент показывает знание основного лекционного и практического материала. В ответе не всегда присутствует логика изложения. Студент испытывает затруднения при приведении практических примеров.
Неудовлетворительно	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.

Фонды оценочных средств представлены в приложениях к рабочей программе.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Основная литература

1. Васильев, Р.Р. Надежность и диагностика автоматизированных систем. Курс лекций [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Р.Р. Васильев, М.З. Салихов. — Электрон. дан. — Москва : МИСИС, 2005. — 92 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/1858. — Загл. с экрана.

2. Козлов, В.Г. Теория надежности [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва : ТУСУР, 2012. — 138 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/5436. — Загл. с экрана.

Программное обеспечение и интернет-ресурсы:

Интернет-ресурсы включают учебно-методические материалы в электронном виде, представленные на сайте (http://lib.mami.ru/ebooks/} в разделе «Библиотека».

Полезные учебно-методические и информационные материалы представлены на сайтах:

http://window.edu.ru/catalog/resources?p_nr=50&p_rubr=2.2.75.27.7&p_page=3;http://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-laboratornoy-ustanovki-po-spetsialnosti-promyshlennaya-teploenergetika/

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, практических занятий, самостоятельной работы. АВ2402, АВ2403, АВ2414. 115280 г. Москва, ул. Автозаводская, д. 16. Комплекты мебели для учебного процесса.
АВ2404. 115280 г. Москва, ул. Автозаводская, д. 16. Комплекты мебели для учебного процесса. Проектор, интерактивная доска, ПК.
АВ2406. 115280 г. Москва, ул. Автозаводская, д. 16. Комплекты мебели для учебного процесса.
Маркерная доска. Ноутбук.
Лабораторные установки:
- «Определение коэффициента теплоотдачи методом регулярного режима»;
- «Определение коэффициента теплоотдачи при пузырьковом кипении жидкости на цилиндре»;
- «Определение коэффициента теплопроводности твердых тел методом цилиндрического слоя».

Лабораторная установка («Valtec») «Модель системы отопления и теплоснабжения индивидуального жилого дома».
Элементы теплоэнергетического оборудования и систем.
АВ2415. 115280 г. Москва, ул. Автозаводская, д. 16. Комплекты мебели для учебного процесса.
Лабораторные установки:
- «Определение коэффициента температуропроводности стали методом регулярного режима»;
- «Определение коэффициента теплопередачи при вынужденном течении жидкости в трубе (труба в трубе)».
Комплект образцов технических средств измерений теплотехнологических параметров.
Проектор, маркерная доска, ПК, экран
Модель паровой котельной установки с механическим приводом.
Теплотехнические средства измерения для учебного процесса.
Элементы теплоэнергетического оборудования и систем.
Операционная система, Windows 7 (или ниже) – MicrosoftOpenLicense
Лицензия № 61984214, 61984216, 61984217, 61984219, 61984213, 61984218, 61984215
Офисные приложения, Microsoft Office 2013 (или ниже) – MicrosoftOpenLicense
Лицензия № 61984042
Антивирусное ПО, KasperskyEndpointSecurity для бизнеса – Стандартный
Лицензии № 1752161117060156960164.

9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов.

По специальности можно рекомендовать следующие научные журналы на английском языке и интернет порталы :International Journal of Hydrogen Energy,Journal of Power Sources,http://www.portalnano.ru/, базы данных зарубежных научных журналов с использованием портала . Сайт Центра коллективного пользования «Водородная и электрохимические технологии» / Сайт Международного Симпозиума «Водородная и электрохимические технологии» http://H3-symposium.ru/

10. Методические рекомендации для преподавателя

Преподавание дисциплины базируется на компетентностном, практико-ориентированном подходе. Методика преподавания дисциплины направлена на организацию систематической планомерной работы студента в течение семестра независимо от формы его обучения. В связи с этим следует

обратить внимание на особую значимость организаторской составляющей профессиональной деятельности преподавателя.
Основная работа со студентами очной формы обучения проводится на аудиторных лекциях и лабораторных и практических занятиях. Лекционный курс включает установочные, проблемные, обзорные лекции. Интерактивность лекционного курса обеспечивается оперативным опросом или тестированием в конце занятия. Широко применяются методы диалога, собеседований и дискуссий в ходе лекции. Проблемное обучение базируется на примерах конкретных предприятий.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО с учетом рекомендаций ПрООП ВО по направлению подготовки 13.03.03 «Энергетическое машиностроение» и профилю «Автоматизированные энергетические установки»

Авторы

Ст. преподаватель

кафедры «Промышленная теплоэнергетика» И.Л. Савельев

Программа обсуждена на заседании кафедры «Промышленная теплоэнергетика». Протокол от 26 мая 2022 г. № 11.

Согласовано:

Заведующий кафедрой «Промышленная теплоэнергетика»
к.т.н., доцент Л.А. Марюшин

Руководитель ООП И.Л. Савельев

Приложение 1.

Структура и содержание дисциплины «Надежность при проектировании и эксплуатации силовых установок» по направлению подготовки 13.03.03 Автоматизированные энергетические установки

(бакалавр)

	Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов					Форма аттестации	
	Седьмой семестр	**7**		**Л**	**П/С**	**ЛБ**	**СРС**	**КСР**	**К.Р.**	**К.П.**	**РГР**	**Реф.**	**Т**	Э	З
Тема 1	**Введение**. Цель и задачи. Основные понятия и определения теории надежности. Отказы машин и их узлов и агрегатов. Показатели надежности. Физические основы надежности машин.	**7**	**1**	**4**			2						+		
	Семинарское занятие. Факторы, влияющие на организацию контроля технического состояния силовых установок.	**7**	**2**		**4**		**4**								
	Семинарское занятие. Формы организации контроля и диагностики технического состояния электросиловых агрегатов.	**7**	**2**		**2**		**4**								

Тема 2	**Системы сбора информации и методы оценки надежности парков машин.** Цели и задачи сбора информации и оценки надежности машин. Структура первичных данных и формы учетной документации. Методы сбора информации при эксплуатации парков машин. Экспертная оценка надежности силовых установок.	**7**	**3**	**4**			2						+		
	Семинарское занятие. Порядок формирования структурных элементов системы диагностики технического состояния электросиловых агрегатов.	**7**	**4**		**4**		**4**								
	Семинарское занятие. Прогнозирование состояния электросиловых агрегатов.	**7**	**4**		**2**		**4**								
Тема 3	**Методы обработки информации о надежности.** Основные законы распределения случайных величин, применяемые в теории надежности. Проверка гипотезы о законе распределения. Определение числа объектов наблюдений при сборе информации о надежности силовых установок.	**7**	**5**	**4**			2						+		
	Семинарское занятие. Определение числа объектов наблюдений при сборе информации о надежности силовых установок.	**7**	**6**		**4**		**4**								

	Семинарское занятие. Основные законы распределения случайных величин, применяемые в теории надежности.	**7**	**6**		**2**		**4**								
Тема 4	**Обеспечение надежности силовых установок.** Общие понятия об управлении надежностью машин. Планирование показателей надежности машин. Программа обеспечения надежности машин. Жизненный цикл силовых установок. .	**7**	**7**	**4**			2						+		
	Семинарское занятие. Общие понятия об управлении надежностью машин.	**7**	**8**		**4**		**4**								
	Семинарское занятие. Планирование показателей надежности машин. Программа обеспечения надежности машин. Жизненный цикл силовых установок. .	**7**	**8**		**2**		**4**								

Тема 5	**Основные направления повышения надежности.** Прогнозирование надежности силовых установок.. Прогноз, общая характеристика способов повышения надежности машин. Конструктивные, технологические, эксплуатационные мероприятия по повышению надежности. Нормирование показателей надежности силовых установок.	**7**	**9**	**4**			2						+		
	Семинарское занятие. Прогнозирование надежности силовых установок. Прогноз, общая характеристика способов повышения надежности машин.	**7**	**10**		**4**		**4**								
	Семинарское занятие. Способы, методы и средства диагностики приводных электросиловых агрегатов	**7**	**10**		**2**		**4**								
Тема 6	**Подтверждение показателей надежности.** Подконтрольная эксплуатация силовых установок. Оценка показателей надежности силовых установок.	**7**	**11**	**4**			2						+		
	Семинарское занятие. Методы и средства углублённого (поэлементного) диагностирования электросиловых агрегатов.	**7**	**12**		**4**		**4**								

	Семинарское занятие. Оценка показателей надежности силовых установок.	**7**	**12**		**2**		**4**								
Тема 7	**Технология углублённого (поэлементного) диагностирования.** Методы и средства углублённого (поэлементного) диагностирования электросиловых агрегатов. Обеспечение показателей точности, достоверности и воспроизводимости измерительных, регистрационных, органолептических и экспериментальных методов диагностики технического состояния электросиловых агрегатов.	**7**	**13**	**4**			2						+		
	Семинарское занятие. Виды и области применения контроля и диагностики технического состояния.	**7**	**14**		**4**		**4**								
	Семинарское занятие. Методы и средства углублённого (поэлементного) диагностирования электросиловых агрегатов.	**7**	**14**		**2**		**4**								
Тема 8	**Диагностирование технического состояния элементов силовых установок.** Методы и средства диагностирования технического состояния элементов электросиловых агрегатов. Диагностирование технического состояния механизма пуска и торможения электросиловых агрегатов.	**7**	**15**	**4**			2						+		

	Семинарское занятие. Методы и средства диагностирования технического состояния элементов электросиловых агрегатов. .	**7**	**16**		**4**		**4**								
	Семинарское занятие. Технология диагностирования систем, определяющих безопасность электросиловых агрегатов.	**7**	**16**		**2**		**4**								
Тема 9	**Определение экономической эффективности мероприятий по повышению надежности силовых агрегатов**. Долговечность электрооборудования машин. Методика определения оптимальной долговечности машин. Подконтрольная эксплуатация парков машин. Оценка показателей надежности машин.	**7**	**17**	**4**			2						+		
	Семинарское занятие. Долговечность электрооборудования машин. Методика определения оптимальной долговечности силовых агрегатов .	**7**	**18**		**4**		**4**								
	Семинарское занятие. Оценка показателей надежности силовых агрегатов.	**7**	**18**		**2**		**4**								
	Форма аттестации													э	
	Всего часов по дисциплине в седьмом семестре.		**180**	**36**	**54**	**0**	**90**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**		

Приложение 2

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Направление подготовки: 13.03.03 Энергетическое машиностроение
ОП (профиль): «Автоматизированные энергетические установки»
Форма обучения: очная

Кафедра: «Промышленная теплоэнергетика»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

«Надежность при проектировании и эксплуатации силовых установок»

1. Паспорт фонда оценочных средств
2. Практическая работа по дисциплине
3. Вопросы для самоконтроля
4. Примеры решения контрольных заданий
5. Список экзаменационных вопросов по дисциплине
6. Примерный перечень вопросов для промежуточного тестирования

Москва

2022

1. **Паспорт фонда оценочных средств**

Дисциплина «Надежность при проектировании и эксплуатации силовых установок»					
ФГОС ВО 13.0303 Энергетическое машиностроение					
Компетенции		**Перечень компонентов**	**Технология формирования**	**Форма оценочного средства**	**Степени уровней освоения компетенций**
Индекс	Формулировка				
ПК-3	Организация эксплуатации и развития автоматизированной системы диспетчерского управления (АСДУ) объектов профессиональной деятельности	**Знать:** основные понятия и определения теории надежности; физические основы надежности машин; современные методы сбора информации и оценки надежности машин; методы обработки информации о надежности машин; понятия об управлении надежностью машин **Уметь:** собирать и анализировать информацию при эксплуатации парков машин; пользоваться расчетно-аналитическими методами оценки надежности парков машин; проводить статистическую оценку показателей надежности; **Владеть: :** компьютерной, информационной техникой и технологиями; навыками определения надежности силовых установок.	Использование интерактивных методов и технологий в образовательном процессе.	Собеседование. Промежуточное и итоговое компьютерное тестирование.	Базовый уровень: способен обеспечивать разработку мероприятий по совершенствованию технологии производства в стандартных производственных ситуациях. Повышенный уровень: способен обеспечивать разработку мероприятий по совершенствованию технологии производства в нестандартных производственных ситуациях с их последующим анализом

2. Практическая работа по дисциплине

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонд
1	Реферат «Оценка надежности машин расчетно-аналитическим методом»	Практическая работа направлена на формирование умений и навыков по расчету энергоустановок.	Результатом работы является разработка аппаратных, программных и схемных решений, реализующих способы расчета схем электросиловых агрегатов

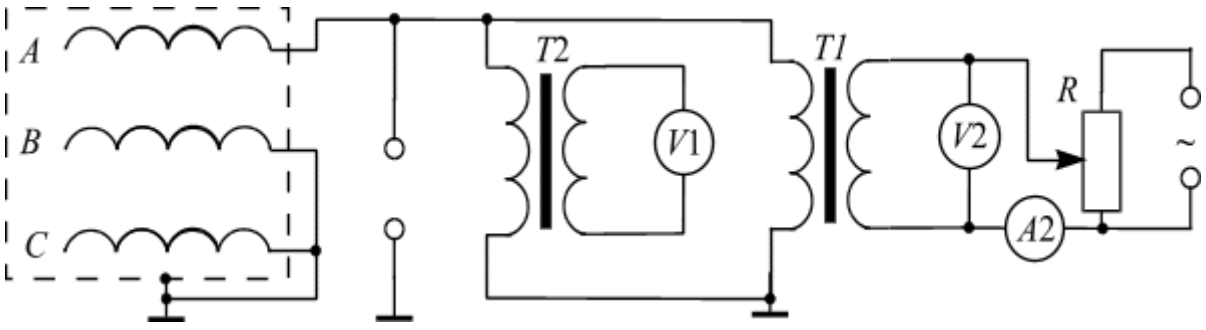
3. Вопросы для самоконтроля

1. Основные понятия теории надежности.
2. Основные показатели безотказности объектов.
3. Основные показатели надежности восстанавливаемых объектов.
4. Комплексные показатели надежности.
5. Математические модели, используемые в расчетах надежности.
6. Определение основных показателей надежности системы, состоящей из невосстанавливаемых элементов.
7. Порядок решения задач надежности.
8. Способы резервирования и общее резервирование невосстанавливаемой системы с постоянно включенным резервом и целой кратностью.
9. Надежность системы с нагруженным резервом.
10. Общее резервирование замещением.
11. Надежность системы при раздельном резервировании и с целой кратностью по всем элементам.
12. Резервирование в мажоритарных системах.
13. Надежность восстанавливаемой одноэлементной системы.
14. Надежность нерезервированной системы с последовательно включенными восстанавливаемыми элементами. Надежность восстанавливаемой дублированной системы.
15. Планирование испытаний и обработка экспериментальных данных по надежности элементов и систем.
16. Интервальная оценка показателей надежности.

4. Примеры решения контрольных заданий.

Пример диагностирование рабочих параметров синхронного двигателя

Диагностирование изоляции обмотки статора повышенным выпрямленным напряжением с измерением тока утечки по фазам. Испытанию подвергается каждая фаза или ветвь в отдельности при других фазах или ветвях, соединенных с корпусом, если это позволяет конструкция электродвигателя. Оценка результатов диагностирования производится по зависимости – $i_{ут} = f(U_{исп})$ тока утечки (мкА) от испытательного напряжения, которая не должна иметь крутого изгиба, а также по коэффициенту нелинейности, который в зависимости от группы электродвигателя равен 1÷3.*Диагностирование изоляции повышенным напряжением переменного тока промышленной частоты*. Испытание повышенным напряжением переменного тока является заключительным видом испытания изоляции обмоток синхронных двигателей. Такое испытание позволяет определить наличие запаса прочности изоляции и выявить дефекты, которые не выявляются другими методами. Перед диагностикой повышенным напряжением переменного тока по приведенной ниже схеме (рис.4.3) должны быть выполнены следующие работы: а) произведен осмотр внешнего состояния изоляции; б) измерено $R_{изол}$, k_a; в) измерены характеристики изоляции, позволяющие сделать заключение о возможности включения электрических машин в работу. Испытательное напряжение выбирается в зависимости от параметров электрической машины по табл.4.2. Продолжительность приложения нормированного испытательного



напряжения – 1 минута.

Рис.4.3. Схема диагностирования повышенным напряжением

Диагностирование изоляции обмотки статора синхронного электродвигателя с водяным охлаждением производится при непрерывной циркуляции воды в обмотке статора. Испытательная схема приведена на рис.4.4.

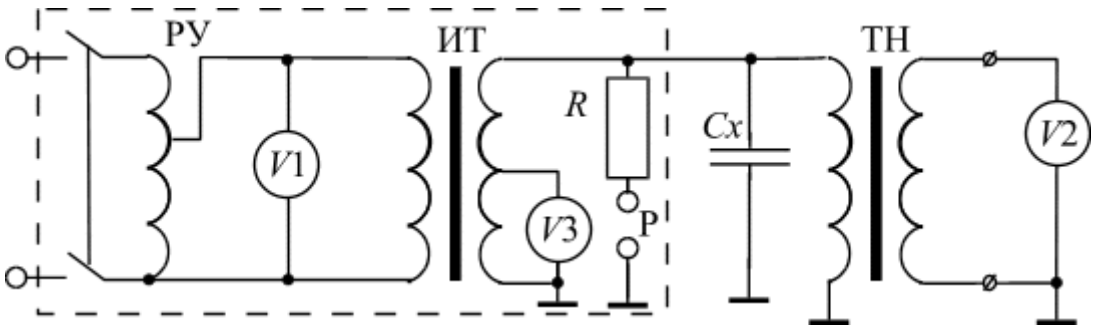


Рис.4.4. Испытательная установка АИД-70 или схема, собираемая из отдельных элементов: РУ – регулятор напряжения (РНО); ТН –измерительный трансформатор напряжения; ИТ – испытательный трансформатор

Мощность ИТ определяется по формуле:

$$P_{\text{ит}} = \omega C_x U^2 10^{-9} \text{ (кВА)},$$

где C_x – емкость испытуемой обмотки, измеренная любым способом, U – испытательное напряжение; $\omega = 2\pi f$.

Такую же мощность должен иметь регулятор напряжения (РУ). Мощность резистора допускает протекание разрядного тока.

Таблица 4.2

Испытуемый объект	Характеристика электрической машины	Диагностирующее напряжение, кВ
Обмотка статора синхронного электродвигателя	Мощность до 1 МВт, номинальное напряжение выше 100 В Мощность более 1 МВт, номинальное напряжение выше 3,3 кВ до 6,6 кВ Выше 6,6 кВ	1,0 10,0 16,0
Цепи возбуждения со всей присоединенной аппаратурой (без обмоток ротора и возбудителя) Реостат возбуждения Резистор гашения поля Заземляющий резистор	- - - -	1,0 1,0 2,0 1,5 $U_{\text{ном}}$

Обмотка ротора синхронного электродвигателя	Для различных мощностей и напряжений	1,0

Во время приложения испытательного напряжения диагностируемая изоляция осматривается с безопасного расстояния с целью определения поведения ее под испытательным напряжением. Изоляция считается выдержавшей испытание, если:

- не было сосредоточенного в отдельных местах свечения желтого или красного цвета;

- не было пробоя или перекрытия изоляции;

- не было частичных нарушений изоляции, проявляющихся в виде появления дыма, выделения газов или резких бросков токов утечки;

- не было местного нагрева участков изоляции, которые определяются ощупыванием изоляции рукой после снятия $U_{\text{исп}}$ и заземления синхронного электродвигателя.

После снятия напряжения, заземления диагностируемой обмотки и визуального осмотра изоляции производится повторное измерение сопротивления изоляции мегомметром.

Диагностирование межвитковой изоляции производится подъемом напряжения номинальной частоты синхронной машины на холостом ходу до значения, соответствующего 130 % номинального напряжения статора синхронного электродвигателя. Продолжительность испытания при наибольшем напряжении – 5 минут. Для высоковольтных электродвигателей испытание на холостом ходу проводиться при номинальном рабочем напряжении.

По результатам диагностирования электрических параметров составляется протокол испытаний. Кроме испытания изоляции при диагностике электродвигателей :
- определяют потери холостого хода и короткого замыкания. Для отделения механических потерь от потерь в стали электродвигателя опыты холостого хода проводят при нескольких значениях подведенного к обмотке статора напряжения и строят зависимость суммы потерь в стали и механических потерь от квадрата напряжения, а затем экстраполируют построенную зависимость до пересечения с осью ординат. Отрезок, отсекаемый на оси ординат, представляет механические потери электродвигателя;

- по степени отклонения измеренных значений при проведении опыта холостого хода от значений, полученных при предыдущих испытаниях, проводят оценку технического состояния;
- проводят проверку возбудителей синхронных электродвигателя.

5. Список экзаменационных вопросов по дисциплине.

1. Методы повышения достоверности статистических оценок показателей надежности.
2. Общие понятия об управлении надежностью машин. Планирование показателей надежности машин.
3. Понятие о жизненном цикле машин.
4. Восстановление работоспособности машин.
5. Система технического обслуживания и ремонта машин.
6. Характеристика способов повышения надежности машин.
7. Конструктивные мероприятия по повышению надежности.
8. Технологические мероприятия по повышению надежности.
9. Эксплуатационные мероприятия по повышению надежности.
10. Экономическая эффективность мероприятий по повышению надежности парков машин.
11. Основные направления, цели и задачи прогнозирования надежности машин.
12. Методы прогнозирования надежности и оценка их качества.
13. Режимы работы и долговечность силой установки, элементов трансмиссии, элементов ходовой части.
14. Долговечность электрооборудования машин.
15. Методика определения оптимальной долговечности машин.
16. Подконтрольная эксплуатация парков машин.
17. Значение, роль контроля технического состояния и диагностики в электросиловых агрегатах.
18. Основные задачи контроля на различных стадиях жизненного цикла электросиловых агрегатах.
19. Контроль технического состояния электросиловых агрегатах на этапах электросиловых агрегатах проектирования, изготовления, переустановки прав собственности, эксплуатации, обслуживания, ремонта и утилизации электросиловых агрегатах.
20. Законодательно-нормативная база и нормативно-техническая документация по контролю технического состояния и диагностике электросиловых агрегатах.
21. Категории электросиловых агрегатах и их характеристика.
22. Критерии оценки технического состояния. электросиловых агрегатах
23. Диагностика как элемент системы технического контроля электросиловых агрегатах.
24. Состояние и основные направления развития контроля технического состояния в электросиловых агрегатах.
25. Виды и классификация контроля технического электросиловых агрегатов.

26. Виды и классификация диагностики технического состояния электросиловых агрегатов.
27. Характеристика технологических и технических систем контроля и диагностики и их пригодность для использования.
28. Неисправности электросиловых агрегатах, характер и причины их возникновения.
29. Характеристика и классификация отказов, повреждений и дефектов электросиловых агрегатов.
30. Виды и области применения контроля и диагностики технического состояния электросиловых агрегатах при определении отдельных свойств и комплексных оценок состояний электросиловых агрегатов.
31. Особенности контроля технического состояния транспортных средств при определении параметров безопасности и эффективности.
32. Дополнительные виды диагностики технического состояния электросиловых агрегатов.
33. Общие вопросы организации и проведения контроля и диагностики технического состояния. электросиловых агрегатов.
34. Факторы, влияющие на организацию контроля технического состояния электросиловых агрегатов.
35. Формы организации контроля и диагностики технического состояния электросиловых агрегатов.
36. Обоснование методов построения алгоритмов и состава параметров.
37. Показатели технического состояния транспортных средств и их характеристика. Порядок формирования структурных элементов системы диагностики технического состояния электросиловых агрегатов.
38. Прогнозирование состояния электросиловых агрегатов.
39. Формирование показателей технического уровня, безопасности и эффективности применения.
40. Обоснование требований к количественному и качественному составу параметров диагностики технического состояния электросиловых агрегатов.
41. Моделирование структурно-следственных связей контроля технического состояния электросиловых агрегатов.
42. Классификация методов и средств проведения диагностики технического состояния электросиловых агрегатов.
43. Методы организации централизованного, децентрализованного или распределённого диагностирования технического состояния электросиловых агрегатов.
44. Методы организации специализированного, комплексного или совмещенного диагностирования технического состояния электросиловых агрегатов.
45. Методы организации предварительного, сопутствующего или заключительного диагностирования технического состояния электросиловых агрегатов.

46. Методы и средства органолептического диагностирования технического состояния электросиловых агрегатов транспортных средств.
47. Средства полуавтоматического диагностирования технического состояния.
48. Средства автоматического диагностирования технического состояния электросиловых агрегатов.
49. Состав и структура диагностических параметров систем определяющих безопасность электросиловых агрегатов.
50. База знаний и база данных электросиловых агрегатов.
51. Таблицы состояний систем безопасности электросиловых агрегатов.
52. Способы, методы и средства диагностики систем торможения электросиловых агрегатов.
53. Способы, методы и средства диагностики систем внешней световой сигнализации технического состояния элементов электросиловых агрегатов .
54. Способы, методы и средства диагностики приводных электросиловых агрегатов.
55. Методы и средства углублённого (поэлементного) диагностирования транспортных средств.
56. Диагностирование элементов электропривода.
57. Диагностирование комбинированных систем.
58. Обеспечение показателей точности, достоверности и воспроизводимости испытаний.
59. Определение измерительных, регистрационных, органолептических и экспериментальных методов диагностики технического состояния электросиловых агрегатов.
60. Выбор технических средств с учётом необходимых требований к точности, достоверности и воспроизводимости оценки технического состояния электросиловых агрегатов.
61. Методы и средства диагностирования технического состояния элементов электросиловых агрегатов .
62. Диагностирование технического состояния механизма торможения электросиловых агрегатов.
63. Моделирование структурно-следственных связей механизма торможения электросиловых агрегатов.
64. Моделирование структурно-следственных связей технического состояния элементов электросиловых агрегатов .
65. Моделирование структурно-следственных связей контроля технического состояния электросиловых агрегатов.

6. Примерный перечень вопросов для промежуточного тестирования

1. Свойство объекта непрерывно сохранять работоспособность в течение некоторого времени или некоторой наработки называется:

   а. долговечность;

   б. сохраняемость;

   в. безотказность; +

   г. ремонтопригодность.

2. Свойство объекта сохранять работоспособность до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонта называется:

   а. сохраняемость; +

   б. долговечность;

   в. безотказность;

   г. ремонтопригодность.

3. Состояние объекта, при котором он способен выполнять заданные функции, сохраняя значения заданных параметров в пределах, установленных нормативно-технической документацией называется:

   а. исправное состояние; +

   б. предельное состояние;

   в. работоспособное состояние.

4. Событие, заключающееся в нарушении исправности объекта или его составных частей вследствие влияния внешних воздействий, превышающих уровни, установленные в нормативно-технической документации на объект называется:

   а. повреждение;

   б. отказ. +

5. Отказ, который характеризуется скачкообразным изменением одного или нескольких заданных параметров объекта называется:

а. зависимый

б. постепенный;

в. независимый;

г. внезапный. +

6. Событие, которое при рассматриваемом сочетании условий может произойти, а может и не произойти называется:

а. совместимым;

б. случайным; +

в. равновозможным;

г. независимым.

7. Какой из ниже перечисленных объектов является

невосстанавливаемым:

а. двигатель;

б. стартер;

в. автомобильная лампа. +

8. Системы, элементы которых включены так, что отказ какого-либо элемента не приводит к отказу всей системы в целом называется:

а. системы с последовательным соединением элементов;+

б. системы с параллельным соединением элементов.

9 Резервированным элементом в электрооборудовании автомобиля является:

а. генератор; +

б. аккумулятор;

в. стартер.

10 Наибольшее число отказов подсистем тормозной системы легковых автомобилей приходится на:

а. тормозной привод стояночной системы;

б. тормозной привод гидравлической рабочей системы;+

в. тормозные механизмы рабочей системы.

11 Энергия, проявляющаяся в виде коррозии поверхности деталей и являющаяся следствием контакта поверхности деталей, как с агрессивными рабочими компонентами, так и с окружающей средой является:

а. механической энергией;

б. тепловой энергией; +

в. химической энергией;

г. биологической энергией.

12 Какое влияние оказывает на надёжность деталей машин такой фактор среды, как запылённость:

а. старение;

б. изнашивание; +

в. коррозия;

г. усталостное разрушение.

13 Наработка объекта до начала эксплуатации или ее возобновления после среднего или капитального ремонтов до наступления предельного состояния называется:

а. технический ресурс; +

б. срок службы.

14 Установление диагноза по минимальному числу диагностических параметров называется:

а. неполное диагностирование; +

б. экспресс-диагностирование;

в. полное диагностирование.

15 Параметр, косвенно характеризующий работоспособность объекта диагностирования называется:

а. диагностический параметр; +

б. структурный параметр.

16 Вибрация, расход топлива, мощность, температура и другие показатели автомобиля относятся к:

а. диагностическим параметрам; +

б. структурным параметрам.

17 По параметрам рабочих процессов автомобиля можно определить:

а. состав отработавших газов;

б. время торможения;

в. крутящий момент.