

Учреждение образования
«Гомельский государственный технический университет
имени П.О. Сухого»

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор ГГТУ
им. П.О. Сухого

_____ О.Д. Асенчик
28.06. 2019

Регистрационный № УД-55-74/уч

НАЛАДКА И ЭКСПЛУАТАЦИЯ
ЭНЕРГООБОРУДОВАНИЯ

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности
1-43 01 07 «Техническая эксплуатация энергооборудования организаций»

Учебная программа составлена на основе образовательных стандартов высшего образования первой ступени ОСВО 1-43 01 07-2013 и учебных планов учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» специальности 1-43 01 07 «Техническая эксплуатация энергооборудования организаций», регистрационные номера: №I 43-1-12/уч от 11.02.2016, №I 43-1-36/уч от 17.02.2016.

СОСТАВИТЕЛИ:

Н.В. Грунтович, профессор кафедры «Электроснабжение» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого», доктор технических наук, профессор.

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

В.Н. Петренко, начальник производственной лаборатории диагностики энергооборудования и качества электроэнергии филиала «Энергонадзор» РУП «Гомельэнерго»;

А.В. Шаповалов, заведующий кафедрой «Промышленная теплоэнергетика», кандидат технических наук, доцент

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой «Электроснабжение» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

(протокол № 13 от 05.06.2019); Удэ-05-77/уч

Научно-методическим советом энергетического факультета учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

(протокол № 10 от 25.06.2019);

Научно-методическим советом заочного факультета учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

(протокол № 5 от 06.06.2019); УДз-102-18/у

Научно-методическим Советом учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

(протокол № 6 от 26.06.2019).

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Дисциплина «Наладка и эксплуатация энергооборудования» входит в состав дисциплин специализации специальностей энергетического профиля и является важным курсом, подготавливающим инженера-энергетика к практической деятельности на производстве.

Предметом изучения дисциплины являются современные методы организации наладки и эксплуатации на основе передовых методик технического диагностирования энергетического, современных технологий монтажа электрического оборудования системы электроснабжения промышленных предприятий.

Освоение данной дисциплины обеспечивает требование квалификационной характеристики: специалист должен быть подготовлен к решению профессиональных задач по монтажу, наладке, испытанию, ремонту и техническому обслуживанию объектов электроэнергетики.

Цель изучения дисциплины - формирование у студентов теоретических знаний по технической диагностике эксплуатируемого электрического оборудования, овладение организационными и техническими вопросами эксплуатации, современными методами организации эксплуатации на основе передовых методик технического диагностирования электрооборудования, приемам монтажа и испытания электрооборудования.

Задачами дисциплины «Наладка и эксплуатация энергооборудования» являются: ознакомление с организационными вопросами эксплуатации, монтажных и пусконаладочных работ, научной организации труда, а также изучение практических вопросов эксплуатаций, монтажа и испытания конкретного электрооборудования систем электроснабжения и методов технического диагностирования электрооборудования.

Учебная дисциплина «Наладка и эксплуатация энергооборудования» взаимосвязана с такими учебными дисциплинами как «Физика» и «Теоретические основы электротехники», «Электротехнические материалы», «Электрические машины».

В результате изучения дисциплины студент должен **знать**:

- виды и методы технического обслуживания;
- методы анализа, показатели и критерии надежности работы электрооборудования;
- виды и методы ремонтов электрооборудования;
- методы и технические средства диагностики электроэнергетического и электротехнического оборудования;
- способы оценки технического состояния и остаточного ресурса оборудования;
- особенности монтажа и эксплуатации различных видов электрооборудования;
- современные системы, методы и приборы технического диагностирования;

должен **уметь**:

- обеспечить высокую эффективность системы технического обслуживания и ремонта электрооборудования на промышленных предприятиях;
- производить измерения технических параметров и изоляции электрооборудования;
- применять методы и технические средства диагностики электроэнергетического и электротехнического оборудования;
- оценивать техническое состояние и остаточный ресурс оборудования;

должен **владеть**:

- методами и техническими средствами эксплуатационных испытаний и диагностики электроэнергетического и электротехнического оборудования;
- навыками оценки технического состояния и остаточного ресурса оборудования.

В рамках учебной программы требуются следующие академические, социально-личностные и профессиональные компетенции:

- уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач;
- владеть системным и сравнительным анализом;
- владеть исследовательскими навыками;
- уметь работать самостоятельно;
- владеть междисциплинарным подходом при решении проблем;
- иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером;
- обладать навыками устной и письменной коммуникации;
- уметь учиться, повышать свою квалификацию в течение всей жизни;
- уметь работать в команде;
- пользоваться контрольно-измерительной аппаратурой для контроля правильности и качества монтажных операций;
- подбирать соответствующие оборудование, аппаратуру, приборы и инструменты и использовать их при проведении наладочных работ электротехнического оборудования и систем автоматизации;
- понимать сущность и социальную значимость своей профессии, основные проблемы в конкретной области своей деятельности.

Формы получения высшего образования: дневная, заочная сокращённая.

Распределение аудиторного времени по видам занятий, курсам и семестрам:

Дневное отделение

Специальность	1-43 01 07
Курс	5
Семестр	9
Лекции (часов)	32
Лабораторные занятия (часов)	16
Практические занятия (часов)	16
Всего аудиторных занятий (часов)	64
Общее количество часов	140
Трудоёмкость, зач.ед.	4
Формы текущей аттестации	
Экзамен	9 семестр
Зачёт	-
Дифференцир. зачёт	-

Заочное отделение

Специальность	1-43 01 07 сокращённая форма
Курс	4
Семестр	8
Лекции (часов)	6
Лабораторные занятия (часов)	6
Практические занятия (часов)	
Всего аудиторных занятий (часов)	12
Общее количество часов (дневн. отд.)	140
Трудоёмкость, зач.ед.	4
Формы текущей аттестации	
Тестирование	8 семестр
Экзамен	-
Зачёт	-
Дифференцир. зачёт	-

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Модуль 1. Теоретические основы вибрации электрических двигателей и подшипников качения

Тема 1. Назначение и структура учебной дисциплины

Основные понятия и определения. Проблемные вопросы эксплуатации электрооборудования. Жизненный цикл использования электрооборудования, энергоэффективность, живучесть, безопасность и надёжность. Надёжность в технике. Основные понятия, термины и определения. ГОСТ 27.002-89. Постулаты аварий. Факторы, влияющие на количество отказов после ремонта.

Тема 2. Физические основы вибрации

Основные параметры вибрации. Относительные единицы вибрации. Характеристики спектра вибрации. Графическое представление основных вибрационных процессов.

Тема 3. Магнитная вибрация электрических двигателей

Эксплуатационные причины увеличения магнитных вибраций асинхронных двигателей. Магнитные поля и силы в асинхронных машинах при эксцентриситете. Влияние магнитного насыщения на вибрацию. Магнитные вибрации при несимметрии на стороне статора. Магнитная вибрация при несимметрии на стороне ротора.

Модуль 2. Диагностирование электрооборудования

Тема 4. Система технического обслуживания и ремонта электрооборудования (ГОСТ 15.601-91)

Общие положения. Виды, методы технического обслуживания и ремонта.

Тема 5. Информационное обеспечение СТОиР оборудования

Информационное обеспечение. Материально-техническое обеспечение ТО и ремонта. Функционирование СТОиР изделий.

Тема 6. Система технического диагностирования электрооборудования

Изношенное оборудование – физический и юридический смысл. Общие понятия и определения ГОСТ 20911-89. Методологические принципы управления старением оборудования. Задачи технического диагностирования в СТОиР. Система технического диагностирования.

Тема 7. Приборы вибродиагностирования

Аналоговые виброанализаторы. Виброанализаторы на основе микропроцессорных устройств. Компьютерные системы вибродиагностирования.

Тема 8. Вибродиагностирование и ремонт электрических двигателей

Типовые дефекты подшипников качения. Вычисление частот вибрации подшипников качения. Выбор точек измерения вибрации электрических машин. Выбор предельного уровня вибрации оборудования. Диагностирование магнитной вибрации. Ремонт электрических машин. Дефектация электрических машин на основе комплексного диагностирования. Технологический процесс ремонта электрических машин. Организация замены и ремонт подшипников качения. Ремонт подшипников скольжения. Ремонт обмотки статора. Ремонт обмотки ротора и коллектора. Испытание электрических машин после ремонта.

Тема 9. Техническое диагностирование трансформаторов 110-330 кВ и кабелей

Экспертная система технического диагностирования трансформаторов 110-330 кВ.

Тема 10. Техническое диагностирование кабелей

Планово-профилактические испытания. Метод измерения и локализации частичных разрядов в КЛ. Метод измерения и анализа возвратного напряжения в изоляции кабелей. Методы определения мест повреждений кабельных линий. Испытание кабельных линий.

Тема 11. Приборы технического диагностирования изоляции электрооборудования

Способы и приборы диагностирования изоляции обмоток статора электрических машин. Способы и приборы диагностирования дефектов ротора электрических машин. Основные принципы продления срока службы (ресурса электрооборудования).

Модуль 3. Монтаж и наладка электрооборудования

Тема 12. Монтаж воздушных линий электропередачи

Организация и производство электромонтажных работ. Общие требования и определения. Подготовительные работы по монтажу воздушных линий. Раскатка и соединение проводов и тросов. Натяжение, крепление проводов и тросов к опорам с подвесными изоляторами. Эксплуатация воздушных линий 0,38 кВ с самонесущими изолированными проводами. Профилактические испытания воздушных линий. Конструкция, защита и заземление воздушных линий электропередачи с изолированными проводами.

Тема 13. Монтаж и эксплуатация кабелей

Монтаж кабельных линий напряжением до 10 кВ. Способы прогрева и прокладки кабелей. Классификация и область применения кабельных

муфт и заделок Прокладка кабеля внутри зданий Методы испытания изоляции кабелей.

Тема 14. Монтаж внутренних электрических сетей электропроводки в трубах

Область применения и выбор труб. Общие правила монтажа труб для электропроводок. Технология монтажа стальных труб и электропроводок в трубах

Тема 15. Монтаж, эксплуатация и ремонт трансформаторов

Монтаж электрооборудования трансформаторных подстанций. Ревизия оборудования КТП. Технология строительно-монтажных работ. Технология испытаний трансформаторов после монтажа. Эксплуатация трансформаторных подстанций. Сушка трансформаторов.

Тема 16. Монтаж коммутационных и грозозащитных аппаратов разрядников и проходных изоляторов

Монтаж разъединителей Монтаж выключателей нагрузки Монтаж масляных выключателей Монтаж опорных и проходных изоляторов Монтаж шин Монтаж токоограничивающих и грозозащитных аппаратов Монтаж разрядников Ремонт пускорегулирующей аппаратуры

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
(Дневная форма получения образования специальности 1-43 01 07)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР*	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Назначение и структура учебной дисциплины	1						
2	Физические основы вибрации	2	2					опрос
3	Магнитная вибрация электрических двигателей	2	2					опрос
4	Система технического обслуживания и ремонта электрооборудования (ГОСТ 15.601-91)	2	2					опрос
5	Информационное обеспечение СТОиР оборудования	2						
6	Система технического диагностирования электрооборудования	2			2			защита ЛР, опрос
7	Приборы вибродиагностирования	2			2			защита ЛР, опрос
8	Вибродиагностирование и ремонт электрических двигателей	4	2		4			защита ЛР, опрос
9	Техническое диагностирование трансформаторов 110-330 кВ	2	6		2			защита ЛР, опрос
10	Техническое диагностирование кабелей	2						
11	Приборы технического диагностирования изоляции электрооборудования	2	2		2			защита ЛР, опрос
12	Монтаж воздушных линий электропередачи	2						
13	Монтаж и эксплуатация кабелей	2						
14	Монтаж внутренних электрических сетей электропроводки в трубах	1			2			защита ЛР, опрос
15	Монтаж, эксплуатация и ремонт трансформаторов	2			2			защита ЛР, опрос
16	Монтаж коммутационных и грозозащитных аппаратов разрядников и проходных изоляторов	2						
Итого		32	16		16			

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
 (Заочная сокращённая форма получения образования
 специальности 1-43 01 07)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР*	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Назначение и структура учебной дисциплины							
2	Физические основы вибрации	1						
3	Магнитная вибрация электрических двигателей	1						
4	Система технического обслуживания и ремонта электрооборудования (ГОСТ 15.601-91)	1						
5	Информационное обеспечение СТОиР оборудования							
6	Система технического диагностирования электрооборудования	1			2			защита ЛР, опрос
7	Приборы вибродиагностирования							
8	Вибродиагностирование и ремонт электрических двигателей	1			2			защита ЛР, опрос
9	Техническое диагностирование трансформаторов 110-330 кВ	1						
10	Техническое диагностирование кабелей							
11	Приборы технического диагностирования изоляции электрооборудования				2			защита ЛР, опрос
12	Монтаж воздушных линий электропередачи							
13	Монтаж и эксплуатация кабелей							
14	Монтаж внутренних электрических сетей электропроводки в трубах							
15	Монтаж, эксплуатация и ремонт трансформаторов							
16	Монтаж коммутационных и грозозащитных аппаратов разрядников и проходных изоляторов							
Итого		6			6			

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Основная литература

1. Технические средства диагностирования: Справочник/ В.В.Клюев, П.П. Пархоменко, В.Е. Абрамчук и др.: под общ. ред. В.В. Клюева.-М.: Машиностроение, 1989. — 672 с., ил. ISBN: 5-217-00637-4
2. Грунтович Н.В. Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования. Учебное пособие. Мн. «Новое знание»; М.: ИНФРА-М, 2017 г. – 271 с. (Высшее образование: Бакалавриат).
3. Биргер И.А. Техническая диагностика.Изд. 2-е — М.: ЛЕНАНД, 2019.—240 с.
4. Михеев Г.М. Цифровая диагностика высоковольтного электрооборудования.- М.: Издательский дом Додэка-XXI, 2008.-304 с.
5. Сви П. М. Измерение частичных разрядов в изоляции оборудования высокого напряжения энергосистем. —М. Энергия, 1977. - 200 с.
6. Методы и средства оценки состояния энергетического оборудования. Выпуск 23. - Санкт-Петербург. ПЭИПК, 2004 . - 132 с.
7. Разработка методики магнитопорошкового контроля. Методические указания. МГТУ. Могилев. 2001.-18 с.
8. Шейкин А.А., Таджибеев А.И., Омельченко Ю.А. Технология оценки состояния изоляционных конструкций высоковольтных установок. Учебное пособие. - Санкт-Петербург. ПЭИПК, 2000 . - 74 с.
9. Бажанов С.А. Инфракрасная диагностика электрооборудования распределительных устройств. Выпуск 4061. - М.: НТФ "Энергопргресс", 2000.-76 с.
10. Степанчук К.В. Контроль и диагностика изоляции машин и аппаратов. Учебное пособие. - Минск. БНТУ, 1995 . - 72 с.
11. Дубов А.А., Колокольников С.М. Методические указания по техническому диагностированию сосудов и аппаратов с использованием метода магнитной памяти металла. -М.: ООО "Энергодиагностика", 2000.-30 с.
12. Неразрушающий контроль: Справочник: Т. 7: В 2 кн. Кн. 2: Ф.Я. Балицкий, А.В. Барков, Н.А. Баркова и др. Вибродиагностика, - М.: Машиностроение, 2005 - 829 с.

Дополнительная литература

1. ГОСТ 20.911-89 Техническая диагностика. Термины и определения
2. ГОСТ 24.346-80 Вибрация. Термины и определения.
3. ГОСТ 24347-80 Вибрация . Обозначения и единицы.
4. ГОСТ ИСО 2954-97 Вибрация машин с возвратно-поступательным и вращательным движением. Требования к средствам измерения.
5. ГОСТ ISO 16063-1-2013 Вибрация. Методы калибровки датчиков вибрации и удара. Часть 1. Общие положения.
6. ГОСТ Р.ИСО 10816 Вибрация. Контроль состояния машины по результатам измерения вибрации на невращающихся частях.
7. ГОСТ Р.ИСО 7919 Вибрация. Контроль состояния машин по результатам измерения вибрации на вращающихся частях.
8. ГОСТ Р 55265.2-2012 Вибрация. Контроль состояния машин по результатам измерений вибрации на невращающихся частях. Часть 2. Стационарные паровые турбины и генераторы мощностью более 50 МВт с рабочими частотами вращения 1500, 1800, 3000 и 3600 мин в степени минус 1.
9. Ефремов Л.В. «Теория и практика исследований крутильных колебаний силовых установок с применением компьютерных технологий». Санкт-Петербург Наука 2007г. 276 с.

Учебно-методическая литература

1. М/ук. № 2092. Куценко Г.Ф. Лабораторный практикум по курсу "Эксплуатация и монтаж электрооборудования промышленных предприятий". – Гомель, ГГТУ им. П.О. Сухого. 1996.
2. М/ук. № 2737. Куценко Г.Ф. Практическое пособие по курсу "Эксплуатация и монтаж электрооборудования промышленных предприятий" для студентов спец. Т.01.01. – Гомель, ГГТУ им. П.О. Сухого. 2002.

Примерный перечень лабораторных занятий

1. Изучение конструкции лабораторного стенда НТЦ-15.
2. Испытание электродвигателя с коммутационными аппаратами после монтажа.
3. Испытание конденсаторов для повышения коэффициента мощности.
4. Контроль состояния изоляции по тангенсу угла диэлектрических потерь.
5. Изучение методов определения мест повреждения в кабельных линиях.
6. Исследование работы люминесцентных ламп и защита осветительной сети.
7. Определение и устранение неисправностей автоматизированных электроприводов.
8. Испытание электродвигателя переменного тока после ремонта.
9. Испытание электродвигателя постоянного тока после ремонта.
10. Испытание силовых трансформаторов после ремонта.
11. Монтаж электроосвещения квартиры.
12. Измерение вибрации подшипников качения с использованием виброметра ЯНТАРЬ-М.
13. Исследование состояния изоляции портативным цифровым измерительным прибором МИС-2500.
14. Исследование обмоток статора асинхронного электродвигателя индикатором дефектов обмоток электрических машин ИДВИ - 03.
15. Измерение вибрации с использованием виброакустического диагностического комплекса.

Примерный перечень практических занятий

1. Выявление дефектов асинхронного двигателя.
 - 1.1. Анализ вибрации подшипников качения асинхронного двигателя.
 - 1.2. Анализ магнитной вибрации асинхронных двигателей.
 - 1.3. Анализ технического состояния изоляции статорной обмотки асинхронного двигателя.
 - 1.4. Составление дефектной ведомости и оценка материально-технического обеспечения для выполнения ремонта асинхронного двигателя.
2. Выявление дефектов маслонаполненного трансформатора.
 - 2.1. Анализ результатов хроматографического контроля растворенных газов в трансформаторном масле.
 - 2.2. Анализ результатов физико-химического испытания трансформаторного масла.

2.3. Составление дефектной ведомости и оценка материально-технического обеспечения для выполнения ремонта маслонеполненного трансформатора

3. Разработка структуры и материально-технического обеспечения службы технического диагностирования промышленного предприятия

Библиотека ГГТУ им. П.О.Суворова

ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ

1. Назвать шесть причин, которые приводят к увеличению отказов после ремонта.
2. Может ли быть работоспособным неисправный механизм?
3. Какое различие между техническим ресурсом и сроком службы?
4. Что характеризует «надежность», «живучесть», «безопасность»?
5. Назвать жизненный цикл оборудования.
6. Назвать составные элементы системы технического обслуживания и ремонта.
7. Какая разница между видом и методом технического обслуживания?
8. Какая разница между видом и методом ремонта?
9. Назвать показатели СТОиР.
10. Назвать составляющие информационного обеспечения СТОиР.
11. Перечислить комплект документов для любого типа изделий.
12. Назвать задачи МТО на стадии разработки и изготовления изделия.
13. Назвать задачи МТО на стадии эксплуатации. Что определяет качество МТО?
14. Какие задачи решаются в процессе функционирования СТОиР?
Способы повышения эффективности СТОиР.
15. Дать определение «периодичность технического обслуживания». Нарисовать график $\lambda(t)$.
16. Дать определение «работоспособное состояние» и «неработоспособное состояние», «неисправное состояние», «предельное состояние».
17. Дать определение «срок службы», «остаточный ресурс», «технический ресурс».
18. Дать определение «СТОиР», назвать показатели «СТОиР».
19. Дать определения «техническая диагностика» и «техническое диагностирование», «постепенный и внезапный отказ», «надежность системы человек-техника».
20. Жизненный цикл электрооборудования. Записать постулаты аварии.
21. Информационные обеспечения «СТОиР», чем определяется готовность СТОиР к функционированию?
22. Физический и юридический смысл изношенного оборудования. Цикл эксплуатации электрооборудования.
23. Что определяет качество МТО и качество ТО и ремонта?
24. Этапы электромонтажных работ. Дать определение видам ремонта.
25. Задачи комплексного диагностирования. Дать определение «глубина диагностирования» и «диагностическая модель». Пример.
26. Изложить принципы управления старением электрооборудования.
27. Записать формулу для вычисления третьоктавных и узкополосных фильтров.
28. Назвать способы и приборы для диагностирования изоляции электрооборудования.

29. Назвать основные принципы продления срока службы электрооборудования.
30. Методологические принципы управления старением оборудования.
31. Методы технического диагностирования.
32. Определение «функционального и тестового диагностирования» .
Пример.
33. Различие между тестовым и функциональным диагностированием.
Пример.
34. Дать пояснения физическому и юридическому смыслу изношенного оборудования.
35. Определите различие между «технической диагностикой» и «техническим диагностированием».
36. Принципы построения диагностической модели.
37. Перечислите задачи комплексного технического диагностирования.
38. Сформулируйте физический смысл технического диагностирования.
39. Записать формулы поясняющие взаимосвязь v , a , s вибрации. Почему при переводе в логарифмические единицы выражение умножается на 20? Записать пороговые уровни s , v , a согласно ISO 1683.
40. Какая разница между высшими гармониками и субгармониками?
41. Назвать заводские дефекты подшипников качения. Назвать эксплуатационные дефекты подшипников качения.
42. Типовые дефекты ротора и статора АД. Определить частоты вибрации при дефектах магнитной системы АД.
43. Почему разные законы изменения вибрации в подшипниках качения при повышенном зазоре и при наличии микроволнистости на коленах?
44. Расшифровать обозначение подшипника качения 5-3180306-Е. Изложить порядок работы на компьютере при обработке спектров.
45. В чем состоят особенности ремонта электрических машин по результатам технического диагностирования?
46. Особенности ремонта подшипниковых узлов.
47. Способы заливки баббита. Перечислить способы выявления витковых замыканий в пазах. Какой способ удаления статорных обмоток приводит к увеличению потерь холостого хода?
48. Особенности ремонта коллектора.
49. Изложить порядок замены подшипников качения.
50. Какие параметры контролируются для оценки старения изоляции машин 0,4 и 6 кВ?
51. Какие приборы используются для оценки изоляции ЭМ? Методы удаления старых обмоток.
52. Назначение и характеристики прибора МДП 1123.
53. Перечислить дефекты АД, которые можно выявить по вертикальной, поперечной и осевой вибрации.
54. Перечислить дефекты ротора АД и их признаки.
55. Перечислить дефекты статора АД и их признаки.
56. Перечислить типовые дефекты АД и их признаки.

57. Перечислить факторы, влияющие на ресурс подшипников качения.
58. Перечислить эксплуатационные дефекты подшипников качения и их признаки.
59. Способы и приборы определения поврежденных секций ротора.
60. Последовательность обработки рабочих поверхностей коллектора.
61. Способы сушки изоляции.
62. Магнитная вибрация статорная. Магнитная вибрация роторная.
63. Помехи при диагностировании подшипников качения.
64. Неопределенности при вибродиагностировании.
65. Сформулировать задачи экспертной системы диагностирования трансформаторов.
66. По данным статистических отчетов определить ненадежные элементы трансформаторов.
67. Сущность метода эталонов при диагностировании по хроматографическому анализу газов в масле.
68. Назвать стадии строительно-монтажных работ.
69. Методы сушки активной части и масла.
70. Приборы для диагностирования маслонаполненных трансформаторов и их характеристики.
71. Типовые дефекты маслонаполненных трансформаторов и их признаки.
72. Как определяется радиус изгиба кабеля?
73. Способы прогрева кабелей.
74. Как составляется маркировка муфт? Типы муфт? Порядок монтажа термоусаживаемых муфт.
75. Периодичность осмотров кабельных линий. Методы диагностирования кабелей до 35 кВ за рубежом.
76. Краткая характеристика диагностической системы OWTS.
77. Краткая характеристика диагностической системы СД-31.
78. Краткая характеристика приборов ИКЛ-5, Р5-1А, Р5-5.
79. Принципы соединения тонкостенных стальных труб.
80. Особенности прокладки кабелей в траншеях и туннелях. Допустимые радиусы изгиба кабелей.
81. Перечислить методы определения мест повреждения КЛ. Порядок испытания силовых кабелей.
82. Порядок приемки кабелей в эксплуатацию. Особенности эксплуатации КЛ.
83. Типы и характеристики кабельных муфт. Порядок монтажа концевых муфт. Порядок монтажа соединительных муфт.
84. Назначение прибора МІС-2500.
85. Назначение прибора РЕЙС-105 М 1.
86. Назвать типы арматуры и гирлянд. Назвать типы металлических опор. Перечислите способы соединения проводов.
87. Перечислите документацию, которая передается эксплуатационной организации. Назвать виды работ по техническому обслуживанию воздушных линий.

88. Технические характеристики самонесущих изолированных проводов.
89. Технические характеристики заземляющих устройств.
90. Периодичность испытания воздушных линий.
91. Особенности монтажа опорных изоляторов и шин.
92. Назначение разрядников.
93. Особенности ухода за серебряными контактами. Особенности регулировки контактов контакторов.
94. Структура технического обслуживания воздушных линий. Периодичность испытаний воздушных линий с изолированными проводами.
95. Периодичность измерения сопротивления заземления опор и тросов. Способы соединения проводов в пролетах воздушных линий электропередач.
96. Электрические режимы воздушных линий. Записать типы конструкций металлических опор.

Перечень экзаменационных задач по учебной дисциплине "Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования"

1. п/к № 308. Известно $d = 40$ мм, $D = 90$ мм, $Z_{\text{ш}} = 8$, $r_{\text{ш}} = 7,54$ мм. Вычислить условный радиус $R_{\text{вн}}$, по которому перемещается центр шара вокруг оси вала.
2. п/к № 308. Известно $d = 40$ мм, $D = 90$ мм, $Z_{\text{ш}} = 8$, $r_{\text{ш}} = 7,54$ мм, $n_p = 3000$ об/с. Вычислить частоту вращения центр шара вокруг оси вала.
3. п/к № 310. Известно $d = 50$ мм, $D = 110$ мм, $Z_{\text{ш}} = 8$, $r_{\text{ш}} = 9,52$ мм, $n_p = 3000$ об/м. Вычислить частоту вращения шара вокруг собственной оси.
4. п/к № 310. Известно $d = 50$ мм, $D = 110$ мм, $Z_{\text{ш}} = 8$, $r_{\text{ш}} = 9,52$ мм, $n_p = 3000$ об/м. Вычислить частоту вибрации п/к при неравномерности зазора между телами качения и кольцами.
5. п/к № 312. Известно $d = 60$ мм, $D = 130$ мм, $Z_{\text{ш}} = 8$, $r_{\text{ш}} = 11,165$ мм, $n_p = 3000$ об/м. Вычислить частоту вибрации п/к при перекосе наружного кольца.
6. п/к № 312. Известно $d = 60$ мм, $D = 130$ мм, $Z_{\text{ш}} = 8$, $r_{\text{ш}} = 11,165$ мм, $n_p = 3000$ об/м. Вычислить частоту вибрации п/к при дефектах внутреннего кольца.
7. п/к № 310. Известно $d = 50$ мм, $D = 110$ мм, $Z_{\text{ш}} = 8$, $r_{\text{ш}} = 9,52$ мм, $n_p = 3000$ об/м. Вычислить частоту вибрации п/к при дефектах сепаратора.
8. При вибродиагностировании п/к 314 $n_p = 3000$ об/м было выявлена вертикальная вибрация на частоте 153-154 Гц 50 дБ (разноразмерность тел качения) при измерении осевой вибрации была выявлена вибрация на частоте 306-310 Гц величиной 65 дБ. Назовите возможный дефект п/к.
9. При диагностировании электродвигателя перед ремонтом ($n_p = 3000$ об/м) была выявлена на частоте 50 Гц вертикальная вибрация на шите 70 дБ (виброускорение). После ремонта вибрация стала 50 дБ. Какой дефект был устранен во время ремонта?
10. При диагностировании электродвигателя перед ремонтом ($n_p = 3000$ об/м) была выявлена на опоре п/к вертикальная вибрация 65 дБ. На частоте 50 Гц после ремонта вибрация уменьшилась на 15 дБ. Какой дефект был устранен во время ремонта?
11. При диагностировании электродвигателя перед ремонтом ($n_p = 3000$ об/м) корпусе была выявлена вибрация 80 дБ на частоте 100 Гц. После ремонта вибрация уменьшилась на 10 дБ. Какой дефект был устранен во время ремонта?
12. При измерении вибрации двух электродвигателей, стоящих на одной платформе уровень вибрации на частоте вращения равен 70 дБ. Какая фактическая вибрация электродвигателя, учитывая взаимное влияние вибраций?
13. При измерении вибрации двух электродвигателей, стоящих на одной платформе уровень вибрации на частоте вращения у одного двигателя $A_1 = 70$ дБ, у другого двигателя $A_2 = 64$ дБ. Какая фактическая вибрация у второго двигателя?

14. При измерении вибрации двух электродвигателей, стоящих на одной платформе уровень вибрации на частоте вращения у одного двигателя $A_1 = 70$ дБ, у другого двигателя $A_2 = 60$ дБ. Какая фактическая вибрация у второго двигателя?

15. При измерении вибрации корпуса двигателя $n_p = 1500$ об/м на частоте 100 Гц (вертикальная) выявлена 60 дБ. Осевая вибрация на частоте 100 Гц равна 80 дБ. Какая причина осевой вибрации двигателя?

16. При вибродиагностировании АД при первом измерении на частоте 100 Гц было 50 дБ, при повторном измерении вибрация на частоте 100 Гц стала 65 дБ. Какой дефект привел к увеличению вибрации?

17. При вибродиагностировании АД было установлено увеличение вибрации на частоте скольжения. При спектральном анализе тока статора выявлены боковые частоты скольжения по отношению к частоте питающей сети 50 Гц. Назовите возможные дефекты АД.

18. При диагностировании высоковольтной изоляции при измерении получили данные: при $U = 7$ кВ, $tg\delta = 4\%$, $\Delta C = 25$ мкФ, $C_{50} = 50$ мкФ. Вычислить диагностический запас d_s , используя эталонную кривую.

19. При диагностировании высоковольтной изоляции при измерении получили данные: при $U = 5$ кВ, $tg\delta = 10\%$, $\Delta C = 40$ мкФ, $C_{50} = 80$ мкФ. Вычислить диагностический запас d_s , используя эталонную кривую.

20. Пояснить основные обозначения п/к. Пример А 176309.

21. Пояснить обозначения п/к. Пример 5-176309.

22. Нарисовать график изменения вибрации п/к при увеличении зазора между телами качения и кольцами и при увеличении раковин на кольцах.

23. Нарисовать график изменения $tg\delta$ при старении изоляции (три группы старения).

Таблица 1

Взаимные влияния на вибрацию рядом работающих механизмов при вибродиагностировании

№	ОУ вибрации механизмов			Величина помехи $\Delta A = f(A_1 - A_2)$, дБ
	A_1 (дБ)	A_2 (дБ)	$A_1 - A_2$	
1	60	60	0	3
2	61	60	1	2,6
3	60	58	2	2
4	63,5	60	3,5	1,5
5	70	64	6	1
6	68	58	10	0,5

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Основным средством, обеспечивающим самостоятельную работу студентов по дисциплине, является электронный курс, который должен быть доступен в сети Интернет.

Основные элементы электронного курса:

- тексты всех лекций в отдельных файлах;
- презентации по всем лекциям в отдельных файлах;
- тексты всех лабораторных работ в отдельных файлах;
- тексты всех практических занятий в отдельных файлах;
- обучающие видеоролики по темам некоторых лекций.

ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ

- Список вопросов к экзамену и зачёту.
- Задачи к экзамену и зачету.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Релейная защита и автоматика систем электроснабжения промышленных предприятий	Электроснабжение	нет	
Электроснабжение промышленных предприятий	Электроснабжение	нет	