Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 17.09.2025 15:24:16
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

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

Факультет Урбанистики и городского хозяйства

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета урбанистики и
городского хозяйства
_____ /К.И. Лушин/
« 27 » февраля 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Диагностика и мониторинг состояния электрооборудования»

Направление подготовки
13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Профиль
«Интеллектуальные системы электрооборудования и промышленной электроники»

Квалификация
магистр

Формы обучения
очная

Москва, 2025 г.

Разработчик(и):
Старший преподаватель кафедры
«Электрооборудование и промышленная электроника»  /В. В. Кукса/

Согласовано:
Заведующий кафедрой
«Электрооборудование и промышленная электроника»
к.т.н., доцент  /А. Н. Шишков/

Руководитель образовательной программы
к.т.н., доцент  /А. Н. Шишков/

Содержание

1 Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине «Диагностика и мониторинг состояния электрооборудования» 4
2 Место дисциплины в структуре образовательной программы 5
3 Структура и содержание дисциплины 5
3.1 Виды учебной работы и трудоемкость 5
3.2 Тематический план изучения дисциплины 6
3.3 Содержание дисциплины 7
3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий 8
3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ) - нет 9
4 Учебно-методическое и информационное обеспечение 9
4.1 Нормативные документы и ГОСТы 9
4.2 Основная литература 9
4.3 Дополнительная литература 10
4.4 Электронные образовательные ресурсы 10
4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение 10
4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы 11
5 Материально-техническое обеспечение 11
6 Методические рекомендации 11
6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения 11
6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины 12
7 Фонд оценочных средств 12
7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения 12
7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения 13
7.3 Оценочные средства 13

1 Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине «Диагностика и мониторинг состояния электрооборудования»

Целью изучения дисциплины «Диагностика и мониторинг состояния электрооборудования» является формирование у студентов знаний и практических навыков по методам диагностики и мониторинга состояния электрооборудования, умения применять современные диагностические технологии для оценки технического состояния и прогнозирования остаточного ресурса оборудования на производстве и научно-исследовательском комплексе.

Задачами изучения дисциплины являются приобретение студентами знаний:
- изучение методов и средств диагностики электрооборудования;
- ознакомление с видами неисправностей и методами их обнаружения;
- освоение методов вибрационной, тепловизионной, частотно-временной диагностики;
- формирование навыков работы с системами мониторинга и анализа технического состояния;
- развитие компетенций в области оценки надежности и остаточного ресурса оборудования.

Планируемые результаты обучения, соотнесенные с установленными в ОПОП ВО индикаторами достижения компетенций.

Обучение по дисциплине **«Диагностика и мониторинг состояния электрооборудования»** направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
ПК-1 Способен участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности	ИПК-1.1 Выбирает и эффективно использует основы диагностики и мониторинга, методы математического моделирования для анализа состояния электрооборудования. ИПК-1.2 Рассчитывает объекты электромеханических систем, анализирует технические параметры, полученные при диагностике и мониторинге систем электротехнического оборудования. ИПК-1.3 Осуществляет проектирование электротехнических систем, используя методы диагностики, мониторинга и внедрения рациональных технических решений для комплексной оценки и анализа состояния электрооборудования.
ПК-2 Способен проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы профессиональной деятельности	ИПК-2.1 Проводит работы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований. ИПК-2.2 Осуществляет научное руководство группой работников при проведении научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ. ИПК2.3 Осуществляет координацию деятельности исполнителей и определяет сферы применения результатов научно-

	исследовательских и опытно-конструкторских работ.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к части Элективные дисциплины блока Б1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами ООП:

- цифровые двойники изделий;
- информационные системы в электроэнергетике;
- компьютерный инжиниринг электротехнических комплексов и систем;
- цифровая обработка сигналов в электротехнических системах.

3 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы (144 академических часа).

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость
(по формам обучения)

3.1.1 Очная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры
			2
1	**Аудиторные занятия**	**72**	**72**
	В том числе:		
1.1	Лекции	18	18
1.2	Семинарские/практические занятия	18	18
1.3	Лабораторные занятия	36	36
2	**Самостоятельная работа**	**72**	**72**
	В том числе:		
2.1	Самостоятельная проработка материала	18	18
2.2	Подготовка к выполнению лабораторных работ и оформлению отчётов, подготовка к защите лабораторных работ.	36	36
2.3	Подготовка к промежуточной аттестации	18	18
3	**Промежуточная аттестация**		
	Зачет/диф.зачет/экзамен		**Экзамен**
	Итого	**144**	**144**

3.2 Тематический план изучения дисциплины

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Трудоемкость, час				
		Всего	Аудиторная работа			Самостоятельная работа
			Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	
	Вводная часть.	**2**	**2**	-	-	-
1	**Раздел 1. Диагностика электрических параметров.**	**22**	**2**	**4**	**4**	**12**
1.1	Тема 1. Измерение сопротивления изоляции и частичных разрядов.	12	2	2	4	4
1.2	Тема 2. Анализ параметров цифровых сигналов, оценка изоляции.	10		2		8
2	**Раздел 2. Вибрационная диагностика.**	**16**	**2**	**2**	**4**	**8**
2.1	Тема 1. Основы виброанализа. Вибросигналы и спектры.	10	2		4	4
2.2	Тема 2. Датчики вибрации, интерпретация результатов.	6		2		4
3	**Раздел 3. Тепловизионная диагностика.**	**20**	**2**	**2**	**8**	**8**
3.1	Тема 1. Инфракрасный контроль, термограммы.	10	2		4	4
3.2	Тема 2. Контроль нагрева оборудования.	10		2	4	4
4	**Раздел 4. Акустическая и ультразвуковая диагностика.**	**16**	**2**	**2**	**4**	**8**
4.1	Тема 1. Методы акустической эмиссии и УЗ-диагностики.	10	2		4	4
4.2	Тема 2. Применение ультразвука для диагностики оборудования.	6		2		4
5	**Раздел 5. Диагностика трансформаторов и электродвигателей.**	**26**	**4**	**2**	**8**	**12**
5.1	Тема 1. Диагностика трансформаторов (обмотки, потери).	12	2		4	6
5.2	Тема 2. Диагностика электродвигателей.	14	2	2	4	6
6	**Раздел 6. Системы мониторинга технического состояния.**	**18**	**2**	**4**	**4**	**8**
6.1	Тема 1. SCADA, IoT, онлайн-мониторинг.	12	2	2	4	4
6.2	Тема 2. Аппаратно-программные средства мониторинга.	6		2		4

7	**Раздел 7. Прогнозирование и оценка надежности.**	**16**	**2**	**2**	**4**	**8**
7.1	Тема 1. Модели старения и остаточный ресурс.	10	2		4	4
7.2	Тема 2. Планирование ремонта по данным диагностики.	6		2		4
Итого		**144**	**18**	**18**	**36**	**72**

3.3 Содержание дисциплины

Вводная часть.

Предмет, задачи и содержание дисциплины. Общие сведения об диагностике и мониторинге состояния электрооборудования. Структура курса, его место и роль в подготовке специалиста, связь с другими дисциплинами.

Раздел 1. Диагностика электрических параметров.

Тема 1. Измерение сопротивления изоляции и частичных разрядов.

Принципы измерения изоляционных характеристик. Методы измерения сопротивления, угла потерь, регистрация частичных разрядов. Используемое оборудование для диагностики и интерпретация результатов.

Тема 2. Анализ параметров цифровых сигналов, оценка изоляции.

Цифровая обработка сигналов. Распознавание неисправностей по отклонениям в формах сигналов. Примеры дефектов изоляции и их сигнальные признаки.

Раздел 2. Вибрационная диагностика.

Тема 1. Основы виброанализа. Вибросигналы и спектры.

Природа вибрационных колебаний в электрооборудовании. Методы анализа вибраций (спектральный анализ, RMS). Частотные признаки неисправностей.

Тема 2. Датчики вибрации, интерпретация результатов.

Типы вибродатчиков, схемы их подключения. Методы сбора и анализа вибросигналов. Диагностика механических дефектов (разбаланс, износ, резонанс и др.).

Раздел 3. Тепловизионная диагностика.

Тема 1. Инфракрасный контроль, термограммы.

Принципы инфракрасной термографии. Влияние температуры на надежность оборудования. Интерпретация термограмм.

Тема 2. Контроль нагрева оборудования.

Методы диагностики перегрева обмоток, соединений, контактов. Выявление потенциальных отказов по температурной карте.

Раздел 4. Акустическая и ультразвуковая диагностика.

Тема 1. Методы акустической эмиссии и УЗ-диагностики.

Использование акустических и ультразвуковых методов для выявления трещин, разрядов, утечек. Виды измерительного оборудования и примеры применения.

Тема 2. Применение ультразвука для диагностики оборудования.

Диагностика подшипников, изоляции, преобразователей. Совмещение с другими методами мониторинга.

Раздел 5. Диагностика трансформаторов и электродвигателей.

Тема 1. Диагностика трансформаторов (обмотки, потери).

Методы анализа масла, сопротивления и трансформации. Диагностика дефектов сердечника, обмоток и системы охлаждения.

Тема 2. Диагностика электродвигателей.

Измерение сопротивления, реактивных токов, вибраций. Диагностика подшипников, износа обмотки, дисбаланса и смещений.

Раздел 6. Системы мониторинга технического состояния.

Тема 1. SCADA, IoT, онлайн-мониторинг.

Структура и функции SCADA-систем. Применение IoT (интернет вещей) для сбора и передачи данных о состоянии оборудования в реальном времени.

Тема 2. Аппаратно-программные средства мониторинга.

Обзор датчиков, контроллеров, ПО для мониторинга. Интеграция с аналитическими платформами и базами данных.

Раздел 7. Прогнозирование и оценка надежности.

Тема 1. Модели старения и остаточный ресурс.

Методы оценки срока службы на основе диагностики. Использование эмпирических и математических моделей старения.

Тема 2. Планирование ремонта по данным диагностики.

Принципы профилактического и предиктивного ремонта. Построение графиков и стратегий на основе данных мониторинга.

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1 Семинарские/практические занятия

Практическое занятие №1. Диагностические методы оценки изоляционного состояния электрооборудования (2 часа).

Практическое занятие №2. Оценка изоляции в электрооборудовании (2 часа).

Практическое занятие №3. Анализ цифровых сигналов как инструмент технической диагностики (2 часа).

Практическое занятие №4. Оценка технического состояния оборудования по вибросигналам (2 часа).

Практическое занятие №5. Тепловизионный контроль: диагностика по температурным полям (2 часа).

Практическое занятие №6. Акустические методы и ультразвуковая диагностика неисправностей (2 часа).

Практическое занятие №7. Практические подходы к оценке состояния силовых трансформаторов (2 часа).

Практическое занятие №8. Комплексная диагностика электродвигателей: от вибрации до электрических параметров (2 часа).

Практическое занятие №9. Измерение сопротивления изоляции и угла диэлектрических потерь (2 часа).

3.4.2 Лабораторные занятия

Лабораторная работа №1. Расчёт и свойства преобразования Фурье (4 часа).

Лабораторная работа №2. Регистрация и анализ частичных разрядов в изоляции электрооборудования (4 часа).

Лабораторная работа №3. Цифровая обработка сигналов в задачах диагностики электрооборудования (4 часа).

Лабораторная работа №4. Диагностика вибрационных характеристик асинхронного электродвигателя (4 часа).

Лабораторная работа №5. Тепловизионное обследование оборудования и интерпретация термограмм (4 часа).

Лабораторная работа №6. Применение ультразвукового метода в выявлении дефектов электроустановок (4 часа).

Лабораторная работа №7. Комплексная оценка состояния силового трансформатора по измерениям (4 часа).

Лабораторная работа №8. Контроль состояния обмоток и механических узлов электродвигателя (4 часа).

Лабораторная работа №9. Разработка схемы мониторинга оборудования с прогнозированием отказов (4 часа).

3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ) - нет

4 Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

1. Свод правил «Электротехнические устройства» СП 76.13330.2016. Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов.
2. ПУЭ 7. Правила устройства электроустановок. Издание седьмое. Утверждены Приказом Минэнерго России от 08.07.2002 № 204.
3. ГОСТа 19.201–78 Техническое задание, требования к содержанию и оформлению; перечень технических характеристик вычислительной техники.
4. ГОСТР 59988.02.1–2022 - Системы автоматизированного проектирования электроники. Информационное обеспечение. Технические характеристики электронных компонентов. Микросхемы интегральные. Спецификации декларативных знаний по техническим характеристикам.

4.2 Основная литература

1. Сергин, А. Н. Диагностика и техническое обслуживание электрооборудования : учебник / А. Н. Сергин. — М. : Академия, 2020. — 288 с.
2. Горелов, А. А. Электрооборудование промышленных предприятий и установок. Диагностика и ремонт : учебное пособие / А. А. Горелов. — СПб. : Лань, 2021. — 416 с.
3. Касаткин, А. В. Техническая диагностика электрооборудования : учебное пособие / А. В. Касаткин. — М. : Инфра-М, 2022. — 272 с.

4. Караськов, С. Н. Электротехнические системы и комплексы. Диагностика и мониторинг : учебное пособие / С. Н. Караськов. — СПб. : БХВ-Петербург, 2021. — 336 с.

4.3 Дополнительная литература

1. Зеленев, Ю. П. Диагностика и испытание изоляции : учебное пособие / Ю. П. Зеленев, Ю. М. Яковлев. — М. : Энергоатомиздат, 2020. — 320 с.

2. Попов, В. П. Неразрушающий контроль в электроэнергетике : учебник / В. П. Попов. — М. : Энергия, 2018. — 298 с.

3. Гончаров, А. В. Вибрационная диагностика электромашин : учебное пособие / А. В. Гончаров. — СПб. : Питер, 2019. — 192 с.

4. Исаев, И. П. Тепловизионная диагностика: теория и практика / И. П. Исаев. — М. : Солон-Пресс, 2021. — 240 с.

5. Боровков, А. И. Надежность технических систем : учебное пособие / А. И. Боровков. — СПб. : Лань, 2022. — 384 с.

6. Панасюк, В. В. Ультразвуковая диагностика оборудования высоковольтных установок / В. В. Панасюк. — Киев : Техніка, 2020. — 210 с.

4.4 Электронные образовательные ресурсы

Проведение занятий и аттестаций возможно в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS).

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

4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

1. LTspice – мощный симулятор аналоговых и смешанных электронных схем от Analog Devices. Подходит для моделирования цепей, анализа сигналов, проектирования фильтров. https://www.analog.com/en/design-center/design-tools-and-calculators/ltspice-simulator.html

2. GNU Octave – свободный аналог MATLAB. Применяется для математического моделирования, анализа цифровых сигналов, построения графиков. https://www.gnu.org/software/octave/

3. ThermoVision Lab – программа для анализа изображений с ИК-камер (в том числе FLIR). Используется для тепловизионной диагностики. https://www.infraredresearch.com/

4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Российская национальная библиотека http://www.nlr.ru
2. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» https://biblioclub.ru/index.php
3. Научная электронная библиотека http://www.elibrary.ru
4. Российская государственная библиотека http://www.rsl.ru
5. Образовательная платформа ЮРАЙТ http://www.urait.ru
6. «Техэксперт» – справочная система, предоставляющая нормативно-техническую, нормативно-правовую информацию https://техэксперт.сайт/
7. Электротехническая библиотека «Элек.ру» https://www.elec.ru/library/info/
8. Netelectro. Новости электротехники, оборудование. Информация о компаниях и выставках, статьи, объявления. https://netelectro.ru/
9. Электроцентр. http://electrocentr.info/

5 Материально-техническое обеспечение

Для проведения лекционных занятий используются аудитории, оснащенные компьютерами, интерактивными досками, мультимедийными проекторами и экранами и аудитории общего фонда. Для проведения лабораторных занятий используются аудитории оснащённые компьютерами и интерактивными досками.

6 Методические рекомендации

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

6.1.1 Преподаватель организует преподавание дисциплины в соответствии с требованиями «Положения об организации образовательного процесса в Московском политехническом университете и его филиалах», утверждённым ректором университета.

6.1.2 На первом занятии преподаватель доводит до сведения студентов содержание рабочей программы дисциплины (РПД).

6.1.3 Преподаватель особенно обращает внимание студентов на:

- виды и формы проведения занятий по дисциплине, включая порядок проведения занятий с применением технологий дистанционного обучения и системы дистанционного обучения университета (СДО Московского Политеха);
- виды, содержание и порядок проведения текущего контроля успеваемости в соответствии с фондом оценочных средств;
- форму, содержание и порядок проведения промежуточной аттестации в соответствии с фондом оценочных средств, предусмотренным РПД.

6.1.4 Преподаватель доводит до сведения студентов график выполнения учебных работ, предусмотренных РПД.

6.1.5 Преподаватель рекомендует студентам основную и дополнительную литературу.

6.1.6 Преподаватель предоставляет перед промежуточной аттестацией (экзаменом или зачётом) список вопросов для подготовки.

6.1.7 Преподаватели, которые проводят лекционные и практические (семинарские) занятия, согласуют тематический план практических занятий, чтобы использовать единую систему обозначений, терминов, основных понятий дисциплины.

6.1.8 Целесообразно в ходе защиты лабораторных работ задавать выступающим и аудитории дополнительные и уточняющие вопросы с целью выяснения их позиций по существу обсуждаемых проблем.

Возможно проведение занятий и аттестаций в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО Московского Политеха).

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

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

6.2.1 Студенту необходимо составить для себя график выполнения учебных работ, предусмотренных РПД с учётом требований других дисциплин, изучаемых в текущем семестре.

6.2.2 При проведении занятий и процедур текущей и промежуточной аттестации с использованием инструментов информационной образовательной среды дистанционного образования университета (СДО Московского Политеха), как во время контактной работы с преподавателем, так и во время самостоятельной работы студент должен обеспечить техническую возможность дистанционного подключения к системам дистанционного обучения. При отсутствии такой возможности обсудить ситуацию с преподавателем дисциплины.

6.2.3 К промежуточной аттестации допускаются только обучающиеся, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины (РПД).

7 Фонд оценочных средств

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

Форма промежуточной аттестации во втором семестре: 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 по дисциплине «Диагностика и мониторинг состояния электрооборудования» выполнили и защитили лабораторные работы и итоговый письменный тест.

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Шкала оценивания результатов промежуточной аттестации **«экзамен»** и их описание:

Шкала оценивания	***Критерий оценивания***
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	*Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное, правильное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, либо если при этом были допущены 2-3 несущественные ошибки.*
Удовлетворительно	*Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, в котором освещена основная, наиболее важная часть материала, но при этом допущена одна значительная ошибка или неточность.*
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.*

7.3 Оценочные средства

7.3.1 Текущий контроль

1. Подготовка к выполнению, проведение расчетов, оформление отчетов и защита девяти лабораторных работ.
2. Выполнение промежуточного и итогового тестирования по основным разделам дисциплины.

7.3.2 Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация проводится в форме **экзамена** с последующим собеседованием по материалам ответа и выполнением тестов в системе LMS. Для

допуска к экзамену студенты должны выполнить и защитить девять лабораторных работ и успешно пройти промежуточное тестирование в системе LMS. Экзаменационный билет содержит тестирование в системе LMS. Список вопросов, выносимых на экзамен, выдается студентам на первом занятии. Для подготовки и написания ответа на билет студенту выделяется 20 минут. В процессе проведения собеседования студенту могут быть заданы дополнительные вопросы, не выходящие за рамки изученного курса. К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Диагностика и мониторинг состояния электрооборудования»: выполнили и защитили лабораторные работы.

Вопросы к экзамену:

1. Цели и задачи диагностики электрооборудования.
2. Основные принципы технической диагностики.
3. Классификация методов диагностики электрооборудования.
4. Требования к системам мониторинга в электроэнергетике.
5. Физические основы процессов старения и разрушения изоляции.
6. Методика измерения сопротивления изоляции и его диагностическая значимость.
7. Понятие угла диэлектрических потерь (tgδ), способы измерения и интерпретации.
8. Природа и классификация частичных разрядов в изоляции.
9. Методы регистрации и анализа сигналов частичных разрядов.
10. Основные типы дефектов изоляции и соответствующие диагностические признаки.
11. Основы цифровой обработки сигналов в диагностике.
12. Применение спектрального анализа в оценке состояния оборудования.
13. Методы фильтрации и выделения полезных сигналов из шумов.
14. Вибрационная диагностика: источники вибрации и характерные частоты.
15. Распознавание дефектов по спектрам вибрационных сигналов.
16. Применение тепловизионного контроля в энергетике.
17. Виды термографических аномалий и их диагностика.
18. Ультразвуковой метод в диагностике: принципы, преимущества, ограничения.
19. Акустическая эмиссия: физическая сущность и применение в электротехнике.
20. Контроль состояния контактных соединений с помощью УЗ и тепловизора.
21. Диагностика состояния силовых трансформаторов.
22. Анализ масла трансформатора: ключевые параметры и методы.
23. Методы оценки технического состояния электродвигателей.
24. Диагностика обмоток и подшипников в двигателях.
25. Признаки перегрузки и асимметрии в работе электродвигателей.
26. Основы построения систем мониторинга на базе IoT и SCADA.
27. Алгоритмы предиктивного анализа технического состояния.
28. Прогнозирование остаточного ресурса оборудования.
29. Анализ неисправностей по совокупности диагностических признаков.
30. Ошибки при проведении диагностики: причины и предотвращение.
31. Требования к точности и достоверности результатов диагностики.
32. Порядок планирования и организации диагностики на предприятии.
33. Нормативно-правовая база и стандарты по диагностике электрооборудования.
34. Безопасность при проведении диагностических и измерительных работ.
35. Современные тенденции и перспективы развития систем технической диагностики.