

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Кумертауский филиал
федерального государственного
бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»
(Кумертауский филиал ОГУ)

Кафедра электроснабжения промышленных предприятий (КФ)



Заместитель директора по УМ и НР
Л.Ю. Полякова

(подпись, расшифровка подписи)

2023г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б1.Д.В.11 Диагностика энергетического оборудования»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки

13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника
(код и наименование направления подготовки)

Энергообеспечение предприятий
(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Кумертау 2023

Рабочая программа дисциплины «Б1.Д.В.11 Диагностика энергетического оборудования» /сост. А.В. Богданов. - Кумертау: Кумертауский филиал ОГУ, 2023

Рабочая программа предназначена обучающимся очной формы обучения по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

© Богданов А.В., 2023
© Кумертауский филиал ОГУ, 2023

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель изучения дисциплины состоит в ознакомлении с основами теории, различными методами неразрушающего контроля и диагностики энергетического оборудования, а также с разнообразными измерительными приборами их устройством, характерными режимами и технико-экономическими показателями их работы.

Задачи:

- получить представление о технической диагностике энергетического оборудования, об использовании диагностики в различных отраслях народного хозяйства, включая и тепловые электростанции;
- освоить методы обнаружения дефекта, установление факта его наличия или отсутствия в объекте и т.д.;
- освоить методы повышения надёжности объектов на этапе их эксплуатации, а также в предотвращении производственного брака на этапе изготовления объектов и их составных частей;
- научиться пользоваться приборами (тепловизорами, пирометрами и т.д.) применять их на практике, научиться обрабатывать данные полученные с приборов при помощи ЭВМ.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательным дисциплинам (модулям) вариативной части блока Д «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.15 Гидрогазодинамика, Б1.Д.Б.16 Теоретические основы теплотехники, Б1.Д.Б.17 Метрология, сертификация, технические измерения и автоматизация тепловых процессов*

Постреквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.19 Надежность систем энергообеспечения предприятий, Б1.Д.В.Э.3.2 Электроснабжение собственных нужд станций и подстанций*

3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
ПК*-2 Способен проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием	ПК*-2-В-2 Выполняет расчеты с использованием средств автоматизации проектирования	Знать: Методику расчетов и проектирования с использованием средств автоматизации проектирования Уметь: Пользоваться программным обеспечением для решения профессиональных задач; Владеть: Навыками использования средств автоматизации
ПК*-5 Способен проводить метрологическое обеспечение технологических процессов при использовании типовых методов контроля режимов работы технологического	ПК*-5-В-1 Использует типовые методы расчета и схемы метрологического обеспечения технологических процессов объектов профессиональ-	Знать: - строение и свойства материалов; - сущность явлений, происходящих в материалах при их обработке и в условиях эксплуатации

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
оборудования	ной деятельности ПК*-5-В-2 Демонстрирует знание метрологического обеспечения технологических процессов объектов профессиональной деятельности	изделий; Уметь: Оценивать и прогнозировать состояние материалов и причины отказов деталей при воздействии на них различных эксплуатационных факторов; Владеть: Методикой выбора конструкционных материалов для изготовления элементов машин и механизмов.
ПК*-7 Способен к участию в работах по освоению и доводке технологических процессов	ПК*-7-В-2 Использует знания в области электротехники, теплотехники, гидравлики, гидрогазодинамики и механики для подготовки предложений по совершенствованию оборудования, средств автоматизации и механизации	Знать: Стандартные методики технико-экономического обоснования проектных разработок, их специфику в теплоэнергетике Уметь: Находить новые способы и методы по совершенствованию технологических процессов Владеть: Основами электротехники, теплотехники, гидравлики, гидрогазодинамики и механики
ПК*-8 Способен участвовать в работах по оценке технического состояния и остаточного ресурса оборудования, в организации профилактических осмотров и текущего ремонта оборудования	ПК*-8-В-1 Владеет организацией работы по изучению и внедрению научно-технических достижений, передового отечественного и зарубежного опыта в сфере теплоснабжения ПК*-8-В-2 Демонстрирует знания по техническому обслуживанию и ремонту котлоагрегатов, котельного и вспомогательного оборудования, трубопроводов, КИПиА, инженерных сетей, зданий и сооружений	Знать: Наработки и достижения отечественного и зарубежного опыта в сфере теплоснабжения Уметь: оценивать и прогнозировать состояние оборудования и причины отказов деталей при воздействии на них различных эксплуатационных факторов Владеть: знаниями технико-экономических показателей, характеризующих теплоэнергетическое производство
ПК*-9 Способен к обслуживанию технологического оборудования, составлению заявок на оборудование, запасные части, к подготовке технической документации на ремонт	ПК*-9-В-1 Демонстрирует знание технологического оборудования, особенностей его монтажа и эксплуатации ПК*-9-В-2 Выполняет подготовку технической документации	Знать: Особенности обслуживаемого оборудования, его монтажа и эксплуатации Уметь: Пользоваться технической документацией Владеть: Знаниями технико-экономических показателей, характеризующих теплоэнергетическое произ-

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
		водство, приёмку и освоение вводимого оборудования

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц (180 академических часов).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов		
	5 семестр	6 семестр	всего
Общая трудоёмкость	72	108	180
Контактная работа:	34,25	45,25	79,5
Лекции (Л)	18	16	34
Практические занятия (ПЗ)	-	14	14
Лабораторные работы (ЛР)	16	14	30
Консультации	-	1	1
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,25	0,5
Самостоятельная работа: - выполнение индивидуального творческого задания (ИТЗ); - выполнение расчетно-графического задания (РГЗ); - написание реферата (Р); - написание эссе (Э); - самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий); - подготовка к лабораторным занятиям; - подготовка к практическим занятиям; - подготовка к коллоквиумам; - подготовка к рубежному контролю и т.п.)	37,75	62,75	100,5
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	диф. зач.	экзамен	

Разделы дисциплины, изучаемые в 5 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Введение. Основные положения.	10	4	-	-	6
2	Контроль и диагностика технического состояния тепломеханического оборудования.	14	4	-	2	8
3	Разрушающие методы контроля	16	4	-	4	8
4	Неразрушающий контроль технического состояния теплоэнергетического оборудования.	16	2	-	6	8
5	Методы неразрушающего контроля, применяемые при диагностике металлоконструкций теплоэнергетического оборудования	16	4	-	4	8
	Итого:	72	18	-	16	38

Разделы дисциплины, изучаемые в 6 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
6	Системы диагностического мониторинга и непрерывного контроля	30	4	12	-	14
7	Задачи и методы профилактического контроля и диагностики изоляции электрического оборудования	20	4	2	10	4
8	Физические основы и методы неразрушающих испытаний изоляции	10	2	-	-	8
9	Выявление и измерение частичных разрядов в изоляции	14	2	-	-	12
10	Контроль изоляции трансформаторов и других маслонаполненных аппаратов путем анализа состояния масла и методами хроматографического анализа газов (ХАГ)	12	2	-	2	8
11	Нагрев электрооборудования и контроль его температурного режима	22	2	-	2	18
	Итого:	108	16	14	14	64
	Всего:	180	34	14	30	102

4.2 Содержание разделов дисциплины

Тема 1. Введение. Основные положения.

Предмет и задачи курса. Краткий анализ технического состояния энергетического оборудования в России. Пути повышения надежности и долговечность работы энергетического оборудования. Требования промышленной безопасности. Основные нормативные документы в области контроля и технической диагностики энергетического оборудования.

Тема 2. Контроль и диагностика технического состояния тепломеханического оборудования.

Основные положения. Основные термины и определения. Понятие контроля, технической диагностики, диагностирования и освидетельствования оборудования. Виды контроля. Разрушающий и неразрушающий, выборочный и сплошной контроль. Понятие первичного (входного), периодического и внепланового контроля. Виды дефектов металла и причины их образования. Влияние дефектов на эксплуатационные характеристики оборудования. Условия работы конструктивных материалов теплоэнергетического оборудования под воздействием конструкторско-технологических и эксплуатационных факторов. Требования, предъявляемые к конструкционным материалам теплоэнергетического оборудования. Основные служебные свойства металла теплоэнергетического оборудования.

Тема 3. Разрушающие методы контроля

Механические испытания. Статические и динамические методы испытаний механических свойств. Статические кратковременные испытания на растяжение-сжатие, твердость, изгиб и кручение. Динамические испытания с определением ударной вязкости и ее составляющих – удельной работы зарождения и развития трещины. Испытания переменной нагрузкой с определением предела выносливости материала. Испытания на термическую усталость, ползучесть и длительную прочность. Испытания на вязкость разрушения. Металлографические методы испытаний. Макроскопический анализ. Способы макроанализа. Технология проведения макроанализа. Микроскопический анализ. Изучение микроструктуры. Электронная микроскопия. Оценка коррозионной стойкости материалов. Испытания на общую и межкристаллитную коррозию и коррозионное растрескивание. Шкала оценки коррозионной стойкости металлов и сплавов.

Тема 4. Неразрушающий контроль технического состояния теплоэнергетического оборудования.

Общие положения. Общая характеристика неразрушающего контроля и диагностики. Стандартизация неразрушающего контроля и диагностики. Перечень основных отечественных стандартов в области неразрушающего контроля и диагностики. Автоматизация неразрушающего контроля и диагностики теплоэнергетического оборудования. Экспертные системы. Эффективность применения методов и средств неразрушающего контроля и диагностики. Методы неразрушающего контроля, применяемые для диагностики металлоконструкций теплоэнергетического оборудования (визуально-измерительный, акустический, вихретоковый, магнитный, проникающими веществами, радиационный, тепловой, методы диагностики акустической эмиссии и др.). Общие теоретические сведения о методах неразрушающего контроля, технологии проведения контроля металлоконструкций теплоэнергетического оборудования.

Тема 5. Методы неразрушающего контроля, применяемые при диагностике металлоконструкций теплоэнергетического оборудования

Акустические методы контроля. Типы акустических волн, особенности их распространения; акустические свойства сред. Отражение и преломление акустических волн. Классификация методов акустического контроля. Методы отражения, прохождения, комбинированные, свободных и вынужденных колебаний, импедансные. Основные характеристики методов и области их применения. Акустико-эмиссионный метод неразрушающего контроля, физические основы и регистрируемые параметры. Пьезоэлектрические преобразователи. Типы пьезоматериалов и их основные технические характеристики. Структурная схема эхо-импульсного ультразвукового дефектоскопа. Чувствительность акустического контроля, максимальная и минимальная глубина прозвучивания, разрешающая способность. Методы акустико-эмиссионной диагностики. Акустико-эмиссионные методы контроля, назначение и решаемые задачи. Параметры акустической эмиссии, основные диагностические признаки. Анализ акустических сигналов при АЭ контроле. Методы определения координат источников АЭ. Критерии оценки технического состояния объектов

по параметрам АЭ. Диагностика утечки газов и жидкостей из резервуаров. Приборы и информативные параметры АЭ течеискания. Акустико-эмиссионный контроль процессов термообработки. Акустико-эмиссионный контроль процессов сварки. Прогнозирование и оценка ресурса с использованием АЭ-информации. Вихретоковые методы контроля. Физические основы вихретоковых методов контроля. Классификация вихретоковых методов контроля (амплитудный, фазовый, амплитудно-фазовый, спектральный и др). Разновидности преобразователей. Применение вихретоковых методов контроля при диагностике энергетического оборудования ТЭС. Капиллярные методы контроля (контроль проникающими веществами) Физические основы капиллярного контроля. Классификация методов капиллярного контроля. Область применения, производительность и чувствительность яркостного, цветного, люминесцентного и люминесцентно-цветного методов контроля. Дефектоскопические материалы, используемые при капиллярном контроле деталей энергетического оборудования. Технологическая схема капиллярного неразрушающего контроля. Магнитные методы неразрушающего контроля. Основные понятия о магнитных величинах. Классификация методов магнитного контроля. Задачи, решаемые магнитными методами (дефектоскопия, структуроскопия, толщинометрия, фазовый анализ, контроль напряженного состояния и др.) при диагностике энергетического оборудования. Характеристики ферромагнитных материалов. Магнитная дефектоскопия. Магнитное поле дефекта. Способы магнитной дефектоскопии. Магнитопорошковый контроль. Выбор условий намагничивания. Технологии нанесения магнитного порошка. Разрешающая способность. Магнитопорошковые дефектоскопы. Магнитографический контроль. Выбор режимов намагничивания. Особенности магнитографического контроля сварных соединений. Магнитографические дефектоскопы. Физические основы магнитной структуроскопии. Взаимосвязь между основными магнитными и механическими характеристиками сталей. Метод коэрцитиметрии. Контроль структуры и физико-механических свойств по остаточной намагниченности. Импульсный магнитный метод и средства его реализации. Применение импульсного магнитного метода. Магнитная толщинометрия. Радиационные методы контроля. Природа и взаимодействие ионизирующих излучений с веществом. Классификация радиационных методов контроля (радиографический, радиоскопический, радиометрический), применяемых на при диагностике энергетического оборудования. Источники ионизирующего излучения для неразрушающего контроля. Индикаторы и первичные преобразователи ионизирующего излучения. Радиографический метод контроля. Способы регистрации излучения. Схемы просвечивания при радиографическом контроле. Оценка чувствительности и качества изображения. Сущность и схемы радиоскопического метода контроля. Сущность радиометрического метода контроля. Радиационная толщинометрия. Радиационный контроль физических свойств материалов. Методы течеискания. Понятие герметичности. Основные виды нарушения герметичности. Физические основы методов течеискания. Регистрация проникающих через течи жидких и газообразных пробных веществ. Определение суммарной герметичности и локализация течей. Основные методы течеискания: манометрический, масс-спектрометрический, галогенный, пузырьковый, химический, гидростатический, люминесцентный, акустико-эмиссионный. Чувствительность методов и область применения.

Тема 6. Системы диагностического мониторинга и непрерывного контроля

Системы диагностического мониторинга состояния теплотехнического оборудования (термографический контроль, вибродиагностика, телекоммуникации). Системы непрерывного контроля состояния теплотехнического оборудования. Обработка результатов диагностики энергооборудования. Порядок проведения диагностирования для определения остаточного ресурса энергооборудования. Системы мониторинга состояния энергооборудования.

Тема 7. Задачи и методы профилактического контроля и диагностики изоляции электрического оборудования

Основные задачи контроля изоляции в условиях эксплуатации. Виды дефектов в электрической изоляции, причины и динамика их развития. Виды и методы контроля изоляции. Неразрушающие и разрушающие испытания. Стратегии, объем и периодичность неразрушающего контроля электрической изоляции. Методы комплексного автоматизированного контроля. Разрушающие испытания и экономическое обоснование испытаний. Вопросы техники безопасности при проведении испытаний мероприятий.

Тема 8. Физические основы и методы неразрушающих испытаний изоляции

Контроль изоляции по электрическим характеристикам. Общая схема замещения изоляции. Измерение сопротивления изоляции и критерии состояния по сопротивлению и токам абсорбции.

Контроль изоляции по диэлектрическим потерям. Измерительные мосты и методы их применения в лабораторных и эксплуатационных условиях. Емкостные методы оценки увлажнения изоляции. Приборы контроля влажности и методы их применения.

Тема 9 Выявление и измерение частичных разрядов в изоляции

Причины возникновения частичных разрядов в изоляции и их параметры. Частичные разряды при переменном, постоянном и импульсном напряжениях. Схемы и приборы для регистрации частичных разрядов. Трудности при регистрации частичных разрядов в условиях эксплуатации. Использование индикаторов частичных разрядов и дефектоскопов. Акустические и оптические методы регистрации частичных разрядов.

Тема 10. Контроль изоляции трансформаторов и других маслонаполненных аппаратов путем анализа состояния масла и методами хроматографического анализа газов (ХАГ)

Причины и источники появления газов в трансформаторном масле. Газовыделение при термическом разложении изоляции и разложении под воздействием частичных разрядов. Накопление газа в масле и динамика концентрации примесных газов. Критерии, нормы и периодичность диагностики методами ХАГ. Идентификация дефекта и обоснование оперативных и профилактических мер. Приборы и техника проведения ХАГ. Градуировка ХАГ и обработка хроматограмм.

Тема 11. Нагрев электрооборудования и контроль его температурного режима

Влияние температуры на свойства изоляции и составных частей электрооборудования. Уравнение теплового баланса и его решение. Предельные температуры и превышения температур. Тепловое старение изоляции. Перегрузки оборудования по условиям нагрева. Перегрузки оборудования по критерию износа изоляции. Способы и методы измерения рабочих температур и их превышений в элементах электрооборудования в эксплуатации. Инфракрасная термодиагностика электрооборудования. Нагрев контактных соединений и контроль их температурного режима.

4.3 Лабораторные работы

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	3	Разрушающие методы контроля	4
2	4	Неразрушающий контроль технического состояния теплоэнергетического оборудования.	6
3	5	Методы неразрушающего контроля, применяемые при диагностике металлоконструкций теплоэнергетического оборудования	4
4	7	Задачи и методы профилактического контроля и диагностики изоляции электрического оборудования	10
5	10	Контроль изоляции трансформаторов и других маслонаполненных аппаратов путем анализа состояния масла и методами хроматографического анализа газов (ХАГ)	2
6	11	Нагрев электрооборудования и контроль его температурного режима	4
		Итого:	30

4.4 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	1	Введение. Основные положения.	2
2	2	Контроль и диагностика технического состояния тепломеханического оборудования.	2

3	3	Разрушающие методы контроля	2
4	5	Методы неразрушающего контроля, применяемые при диагностике металлоконструкций теплоэнергетического оборудования	2
5	6	Системы диагностического мониторинга и непрерывного контроля	2
6	7	Задачи и методы профилактического контроля и диагностики изоляции электрического оборудования	4
		Итого:	14

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

1 Быстрицкий, Г. Ф. Общая энергетика. Основное оборудование : учебник для вузов / Г. Ф. Быстрицкий, Г. Г. Гасангаджиев, В. С. Кожиченков. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 416 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08545-7. — Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/512921>.

2 Мухамадиев, А. А. Источники энергии и устройства генерации теплоты : учебное пособие / А. А. Мухамадиев, С. В. Мазанов ; Казанский национальный исследовательский технологический университет. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2022. — 156 с. : ил., табл. — ISBN 978-5-7882-3156-3. — Режим доступа: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=702020>.

5.2 Дополнительная литература

1 Быстрицкий, Г. Ф. Общая энергетика: энергетическое оборудование. В 2 ч. Часть 1 : справочник для вузов / Г. Ф. Быстрицкий, Э. А. Киреева. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 222 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-03275-8. — Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/514407>.

2 Быстрицкий, Г. Ф. Общая энергетика: энергетическое оборудование. В 2 ч. Часть 2 : справочник для вузов / Г. Ф. Быстрицкий, Э. А. Киреева. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 371 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-03276-5. — Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/514433>.

5.3 Периодические издания

1. Известия РАН. Энергетика: журнал. - М.: Академиздатцентр "Наука" РАН, 2020.
2. Международный научный журнал "Альтернативная энергетика и экология": журнал. - Москва: Агентство "Роспечать", 2020..
3. Теплоэнергетика: журнал. - М.: Агентство "Роспечать", 2020..
4. Энергосбережение: журнал. - М.: Агентство "Роспечать", 2020..

5.4 Интернет-ресурсы

1. <http://www.trie.ru> – электронная энциклопедия энергетики;
2. www.files.lib.sfu-kras.ru – электронный справочник по лабораторным работам;
3. www.fizika.ayp.ru – обучающий портал для работы с механикой жидкости и газов;
4. www.wikipedia.org – свободная энциклопедия;
5. <https://www.coursera.org/> – «Coursera»;
6. <https://openedu.ru/> – «Открытое образование»;
7. <https://universarium.org/> – «Универсариум»;
8. <https://www.edx.org/> – «EdX»;
9. <https://www.lektorium.tv/> – «Лекториум»;
10. <https://openedu.ru/course/> – «Открытое образование», Каталог курсов, MOOK: «Системы авто-матизированного проектирования аддитивных технологий»;
11. <https://www.coursera.org/learn/python> – «Coursera», MOOK: «Programming for Everybody (Getting Started with Python)»;
12. <https://universarium.org/catalog> – «Универсариум», Курсы, MOOK: «Общие вопросы философии науки»;
13. <https://www.lektorium.tv/mooc> – «Лекториум», MOOK: «Дискретная математика»

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

- Операционная система РЕД ОС
- Пакет офисных приложений LibreOffice (Writer, Calc, Impress, Math, Draw, Base)
- 7zip — архиватор: P7Zip
- Веб-браузер с поддержкой ГОСТовского шифрования для работы с ГИС (госИС): Chromium
- Программа для создания и обработки растровой графики с частичной поддержкой работы с векторной графикой: GIMP
- САПР КОМПАС-3D
- Простой редактор файлов PDF: PDFedit
- <https://yandex.ru/> – бесплатный российский Интернет обозреватель Яндекс. Браузер
- <http://aist.osu.ru/> АИССТ ОГУ – автоматизированная интерактивная система сетевого тестирования ОГУ

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Лекционные и практические занятия проводятся в учебных аудиториях.

Аудитории оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к сети "Интернет", и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду филиала и ОГУ.

К рабочей программе прилагаются:

- Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине;
- Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

**ЛИСТ
согласования рабочей программы**

Направление подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника
код и наименование

Профиль: Энергообеспечение предприятий

Дисциплина: Б1.Д.В.11 Диагностика энергетического оборудования

Форма обучения: очная

Год набора 2023

РЕКОМЕНДОВАНА на заседании кафедры
электроснабжения промышленных предприятий
наименование кафедры

протокол № 1 от " 31 " августа 2023 г.

Ответственный исполнитель, заведующий кафедрой
электроснабжения промышленных предприятий
наименование кафедры



подпись

А.В. Богданов
расшифровка подписи

Исполнители:
доцент каф. ЭПП

должность



подпись

А.В. Богданов
расшифровка подписи

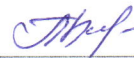
должность

подпись

расшифровка подписи

ОДОБРЕНА на заседании НМС, протокол № 1 от «04» сентября 2023 г.

Председатель НМС



подпись

Л.Ю. Полякова
расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой ЭПП



подпись

А.В. Богданов
расшифровка подписи

Заведующий библиотекой



С.Н. Козак