

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Забайкальский государственный университет»
(ФГБОУ ВО «ЗабГУ»)

Энергетический факультет

Кафедра Электроэнергетики и электротехники

УТВЕРЖДАЮ:

Декан факультета

Мирошников С.Ф.

« ____ » _____ 20 ____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.ДВ.5.1.Диагностика электрооборудования в системах электроснабжения

на 108 часа(ов), 3 зачетных(ые) единиц(ы)

для направления подготовки (специальности) 13.03.02 - Электроэнергетика и
электротехника

составлена в соответствии с ФГОС ВО, утвержденным приказом
Министерства образования и науки Российской Федерации от

« ____ » _____ 20 ____ г. № _____

Профиль – Электроснабжение (для набора 2015)

Форма обучения очная, заочная

1. Организационно-методический раздел

1.1 Цель и задачи дисциплины (модуля)

Цель изучения дисциплины:

Изучение физических основ и методов диагностики (контроля технического состояния) изоляции установок и оборудования электрических станций и сетей высокого напряжения.

Задачи изучения дисциплины:

Современные задачи диагностики (контроля технического состояния) установок и электрооборудования высокого напряжения: исключение аварий с тяжёлыми экономическими и экологическими последствиями, определение целесообразных сроков и содержания ремонтных работ, оценка остаточного ресурса для определения очередности замены устаревшего оборудования. Закономерности и содержание процессов старения изоляции силовых трансформаторов и шунтирующих реакторов. Оценка остаточного ресурса силового трансформатора по степени полимеризации твёрдой изоляции (картона, бумаги). Оценка остаточного ресурса силового трансформатора по концентрации фурановых соединений в масле. Возможность управления сроком службы трансформатора. Испытания изоляции приложением повышенного напряжения. Измерения сопротивления и тангенса угла диэлектрических потерь, абсорбционных характеристик. Основы электрического и акустического методов регистрации частичных разрядов (ЧР). Тепловизионный контроль. Контроль маслonaполненного оборудования путём испытания проб масла (измерение физико-химических свойств масла, хроматографический анализ растворённых в масле газов). Современные системы автоматического непрерывного контроля технического состояния мощных силовых трансформаторов высокого напряжения. Особенности линий электропередачи как объекта диагностики. Методы локации повреждений в кабельных линиях. Аэросканирование воздушных линий электропередачи. Специфические задачи и особенности контроля технического состояния изоляции крупных вращающихся машин, коммутирующих и защитных аппаратов.

1.2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОП

Дисциплина Б1.В.ДВ.5.1 «Диагностика электрооборудования в системах электроснабжения» относится к дисциплинам по выбору вариативной части блока 1 «Дисциплины (модули)». Указанная дисциплина является одной из важнейших и обеспечивает базовую подготовку студентов направления 13.03.02 «Электротехника и электротехника» в области диагностирования состояния электрооборудования в системах электроснабжения. Входные знания, умения и компетенции студентов должны соответствовать знаниям и компетенциям, полученным при изучении дисциплин Б1.Б8 «Математика (общий курс)», Б1.Б10 «Физика (общая)» и Б1.Б13. «Теоретические основы электротехники». Для успешного изучения дисциплины необходимо общее знакомство с цепями постоянного и переменного тока, аварийными и ненормальными режимами в них, понятиями интеграла, производной, вектора и комплексного числа. Из курсов физики и теоретической электротехники необходимо знание разделов: «Электромагнитное поле», «Электрический ток», «Законы коммутации». Из курса высшей математики необходимо знание разделов: «Линейная алгебра», «Дифференциальное и интегральное исчисления», «Дифференциальные уравнения», «Теория функций комплексного переменного».

1.3. Объем дисциплины (модуля) с указанием трудоемкости всех видов учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы), 108 часов.

Очная форма

Виды занятий	Распределение по семестрам	Всего часов
	8 семестр	
Общая трудоемкость		108
Аудиторные занятия, в т.ч.	54	54
лекционные (ЛК)	18	18
практические (семинарские) (ПЗ, СЗ)	0	0
лабораторные (ЛР)	36	36
Самостоятельная работа студентов (СРС)	54	54
Форма промежуточной аттестации в семестре	Зачет	0
Курсовая работа (курсовой проект) (КР, КП)		

Заочная форма

Виды занятий	Распределение по семестрам	Всего часов
	10 семестр	
Общая трудоемкость		108
Аудиторные занятия, в т.ч.	18	18
лекционные (ЛК)	8	8
практические (семинарские) (ПЗ, СЗ)	10	10
лабораторные (ЛР)	0	0
Самостоятельная работа студентов (СРС)	90	90
Форма промежуточной аттестации в семестре	Зачет	0
Курсовая работа (курсовой проект) (КР, КП)		

2. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Индекс компетенции	Содержание компетенции
ПК-8:	Способность использовать технические средства для измерения и контроля основных параметров технологического процесса
ПКв-3:	Способность применять методы и технические средства эксплуатационных испытаний и диагностики электроэнергетического оборудования

Планируемые результаты обучения по дисциплине для последовательного достижения уровней сформированности компетенций

Результат обучения	
Знать	Пороговый: Фрагментарные знания математических формулировок основных законов и правил электротехники, основных математических методов решения широкого круга задач, связанных с проектированием и режимами работы электротехнического и электроэнергетического оборудования. Фрагментарные знания основных методов планирования и проведения научных и практических экспериментальных исследований.
	Стандартный: Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания математических формулировок основных законов и правил электротехники, основных математических методов решения широкого круга задач, связанных с проектированием и режимами работы электротехнического и электроэнергетического оборудования.
	Эталонный: Сформированные систематические знания математических формулировок основных законов и правил электротехники, основных математических методов решения широкого круга задач, связанных с проектированием и режимами работы электротехнического и электроэнергетического оборудования. Сформированные систематические знания основ методов планирования и проведения научных и практических экспериментальных исследований.
	Пороговый: Отсутствие умений или частичное умение правильно и технически грамотно поставить, и математически грамотно пояснить и решить конкретную задачу в рассматриваемой области

Уметь	Стандартный: В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы использования умения правильно и технически грамотно поставить, и математически грамотно пояснить и решить конкретную задачу в рассматриваемой области. В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы использования умения планировать эксперимент, проводить экспериментальные исследования, изучать процессы в электротехнических системах на их математических моделях и путем постановки экспериментов
	Эталонный: Сформированное умение правильно и технически грамотно поставить, и математически грамотно пояснить и решить конкретную задачу в рассматриваемой области. Сформированное умение или частичное умение планировать эксперимент, проводить экспериментальные исследования, изучать процессы в электротехнических системах на их математических моделях и путем постановки экспериментов
Владеть	Пороговый: Отсутствие навыков или фрагментарное владение простейшими методами оценки технической, в частности энергетической, эффективности объектов профессиональной деятельности и навыками четкого математического обоснования этих методов. Отсутствие навыков или фрагментарное владение математическим аппаратом планирования экспериментом.
	Стандартный: В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение простейшими методами оценки технической, в частности энергетической, эффективности объектов профессиональной деятельности и навыками четкого математического обоснования этих методов. В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение математическим аппаратом планирования экспериментом.
	Эталонный: Успешное и систематическое владение простейшими методами оценки технической, в частности энергетической, эффективности объектов профессиональной деятельности и навыками четкого математического обоснования этих методов. Успешное и систематическое владение математическим аппаратом планирования экспериментом.

3. Содержание дисциплины

3.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Очная форма

Модуль	Номер раздела	Наименование раздела	Всего часов	Аудиторные занятия			СРС
				ЛК	ПЗ(СЗ)	ЛР	

1	1	Общие положения технической диагностики.	22	2		8	12
2	2	Контроль работоспособности элементов электроустановок.	24	4		8	12
3	3	Поиск дефектов, возникающих в электрооборудовании.	24	4		8	12
4	4	Прогнозирование состояния элементов электроустановок.	18	4		6	8
5	5	Элементы системы диагностирования электроустановок.	20	4		6	10
Итого			108	18	0	36	54

Заочная форма

Модуль	Номер раздела	Наименование раздела	Всего часов	Аудиторные занятия			СРС
				ЛК	ПЗ(СЗ)	ЛР	
1	1	Общие положения технической диагностики.	22	2	2		18
2	2	Контроль работоспособности элементов электроустановок.	22	2	2		18
3	3	Поиск дефектов, возникающих в электрооборудовании.	22	2	2		18
4	4	Прогнозирование состояния элементов электроустановок.	22	2	2		18
5	5	Элементы системы диагностирования электроустановок.	20		2		18
Итого			108	8	10	0	90

3.2. Лекционные занятия

Очная форма

Модуль	Номер раздела	Содержание лекционных занятий
1	1	Назначение, классификация, области применения и требования к диагностическому оборудованию. Диагностирование в жизненном цикле элементов электроустановок.

2	2	Условия работоспособности электроустановок. Диагностические признаки работоспособности электроэнергетического оборудования. Методы и средства контроля работоспособности электроустановок. Периодичность контроля работоспособности электроэнергетического оборудования.
3	3	Признаки и методы обнаружения дефектов электроэнергетического оборудования. Алгоритм поиска дефектов электроустановок. Методы построения алгоритмов поиска дефектов электроэнергетического оборудования. Технические средства поиска дефектов электроустановок.
4	4	Базовые характеристики и задачи прогнозирования технического состояния электроустановок Аналитическое, вероятностное и другие методы прогнозирования технического состояния электроустановок.
5	5	Электроустановка как объект диагностирования. Средства технического диагностирования электроэнергетического оборудования. Роль человека как оператора в системе диагностирования. Типовые структурные схемы системы диагностирования. Основные показатели систем технического диагностирования электроэнергетического оборудования. Перспективы создания и применения новых элементов диагностического оборудования в нашей стране. Направления совершенствования систем диагностики для электроэнергетического оборудования народного хозяйства.

Заочная форма

Модуль	Номер раздела	Содержание лекционных занятий
1	1	Назначение, классификация, области применения и требования к диагностическому оборудованию. Диагностирование в жизненном цикле элементов электроустановок.
2	2	Методы и средства контроля работоспособности электроустановок. Периодичность контроля работоспособности электроэнергетического оборудования.

3	3	Признаки и методы обнаружения дефектов электроэнергетического оборудования. Алгоритм поиска дефектов электроустановок.
4	4	Базовые характеристики и задачи прогнозирования технического состояния электроустановок

3.3. Практические (семинарские) занятия

Заочная форма

Модуль	Номер раздела	Содержание практических(семинарских) занятий
1	1	Методы диагностики и испытаний механических характеристик проводниковых, диэлектрических и магнитных материалов электроэнергетического оборудования
2	2	Методы диагностики и испытаний выключателей напряжением выше 1000В
3	3	Методы диагностики и испытаний генераторов переменного и постоянного тока напряжением выше 1000В
4	4	Методы диагностики и испытаний трансформаторов электроустановок напряжением выше 1000В
5	5	Методы диагностики и испытаний кабельных линий электропередач напряжением выше 1000В

3.4. Лабораторные занятия

Очная форма

Модуль	Номер раздела	Содержание лабораторных занятий
--------	---------------	---------------------------------

1	1	Методы диагностики и испытаний механических характеристик проводниковых, диэлектрических материалов электроэнергетического оборудования Методы диагностики и испытаний механических характеристик проводниковых, диэлектрических материалов электроэнергетического оборудования Методы диагностики и испытаний механических характеристик магнитных материалов электроэнергетического оборудования Методы диагностики и испытаний механических характеристик магнитных материалов электроэнергетического оборудования
2	2	Методы диагностики и испытаний внешней и внутренней изоляции электроустановок Методы диагностики и испытаний внешней и внутренней изоляции электроустановок Методы диагностики и испытаний выключателей напряжением выше 1000В Методы диагностики и испытаний выключателей напряжением выше 1000В
3	3	Методы диагностики и испытаний двигателей переменного и постоянного тока различного напряжения Методы диагностики и испытаний двигателей переменного и постоянного тока различного напряжения Методы диагностики и испытаний генераторов переменного и постоянного тока напряжением выше 1000В Методы диагностики и испытаний генераторов переменного и постоянного тока напряжением выше 1000В
4	4	Методы диагностики и испытаний трансформаторов электроустановок напряжением выше 1000В Методы диагностики и испытаний трансформаторов электроустановок напряжением выше 1000В Методы диагностики и испытаний воздушных линий электропередач напряжением выше 1000В Методы диагностики и испытаний воздушных линий электропередач напряжением выше 1000В

5	5	Методы диагностики и испытаний кабельных линий электропередач напряжением выше 1000В Методы диагностики и испытаний кабельных линий электропередач напряжением выше 1000В Методы диагностики и испытаний кабельных линий электропередач напряжением выше 1000В
---	---	---

3.5. Организация самостоятельной работы

Очная форма

Модуль	Номер раздела	Содержание материала выносимого на самостоятельное изучение	Виды самостоятельной работы
1	1	Основные положения технической диагностики.	Составление конспекта.
		Концепция и результаты технической диагностики	Составление конспекта.
		Методы неразрушающего контроля.	Составление конспекта.
		Оценка технического состояния электрооборудования подстанций.	Составление конспекта.
		Экспертные заключения.	Составление конспекта.
		Формирование рекомендаций по техническому перевооружению подстанций.	Составление конспекта.
2	2	Виды дефектов электрооборудования.	Составление конспекта.
		Внешние воздействия влияющие на качество диагностики.	Составление конспекта.
		Нормативные документы для руководства проведения технической диагностики	Составление конспекта.
		Оценка технического состояния и определение возможности продления срока эксплуатации основного генерирующего оборудования электростанций.	Составление конспекта.
		Мониторинг работы (отказы, нарушения) основного электрооборудования подстанций.	Составление конспекта.
		Исследование электрических полей подстанций.	Составление конспекта.

3	3	Тепловые методы контроля состояния оборудования.	Составление конспекта.
		Основное оборудования для проведения ТМК	Составление конспекта.
		Основные виды дефектов выявляемые при ИК контроле.	Составление конспекта.
		Оценка остаточного эксплуатационного ресурса основного электрооборудования подстанций.	Составление конспекта.
		Разработка мероприятий по повышению надежности основного электрооборудования подстанций.	Составление конспекта.
		Оценка радиопомех и акустических шумов.	Составление конспекта.
4	4	Метод измерения частичных разрядов	Составление конспекта.
		Акустические методы контроля оборудования.	Составление конспекта.
		Сертификационные испытаний электрооборудования	Составление конспекта.
		Оценка коммутационных и грозовых перенапряжений.	Составление конспекта.
5	5	Диагностика маслонаполненного оборудования.	Составление конспекта.
		Основные показатели качества трансформаторного масла.	Составление конспекта.
		Вибродиагностика оборудования.	Составление конспекта.
		Технический осмотр основных узлов турбогенератора по специальной программе с использованием жестких и гибких эндоскопов.	Составление конспекта.
		Установка термоиндикаторных этикеток для определения уровней нагревов паяных соединений обмотки статора.	Составление конспекта.

Заочная форма

Модуль	Номер раздела	Содержание материала выносимого на самостоятельное изучение	Виды самостоятельной работы
		Основные положения технической диагностики.	Составление конспекта.

1	1	Концепция и результаты технической диагностики	Составление конспекта.
		Методы неразрушающего контроля.	Составление конспекта.
		Оценка технического состояния электрооборудования подстанций.	Составление конспекта.
		Экспертные заключения.	Составление конспекта.
		Формирование рекомендаций по техническому перевооружению подстанций.	Составление конспекта.
		Показатели безотказности не восстанавливаемых объектов	Составление конспекта.
		Выявление вида и степени опасности дефекта	Составление конспекта.
		Прогнозирование остаточного ресурса или срока службы	Составление конспекта.
2	2	Виды дефектов электрооборудования.	Составление конспекта.
		Внешние воздействия влияющие на качество диагностики.	Составление конспекта.
		Нормативные документы для руководства проведения технической диагностики	Составление конспекта.
		Периодичность контроля работоспособности электроэнергетического оборудования.	Составление конспекта.
		Методы и средства контроля работоспособности электроустановок.	Составление конспекта.
		Диагностические признаки работоспособности электроэнергетического оборудования.	Составление конспекта.
		Условия работоспособности электроустановок.	Составление конспекта.
		Обследование электрических машин во время ревизии	Составление конспекта.
		Основные дефекты высоковольтных коммутационных аппаратов.	Составление конспекта.
		Виды дефектов электрооборудования.	Составление конспекта.
		Тепловые методы контроля состояния оборудования.	Составление конспекта.
		Основное оборудования для проведения ТМК	Составление конспекта.

3	3	Основные виды дефектов выявляемые при ИК контроле.	Составление конспекта.
		Методы построения алгоритмов поиска дефектов электроэнергетического оборудования.	Составление конспекта.
		Технические средства поиска дефектов электроустановок.	Составление конспекта.
		Признаки и методы обнаружения дефектов электроэнергетического оборудования.	Составление конспекта.
		Определение вида и места развивающихся дефектов	Составление конспекта.
		Определение ретроспективы диагностических параметров	Составление конспекта.
4	4	Метод измерения частичных разрядов	Составление конспекта.
		Метод магнитной структуроскопии	Составление конспекта.
		Акустические методы контроля оборудования.	Составление конспекта.
		Аналитическое, вероятностное и другие методы прогнозирования технического состояния электроустановок.	Составление конспекта.
		Базовые характеристики и задачи прогнозирования технического состояния электроустановок.	Составление конспекта.
		Нормативные документы, которыми необходимо руководствоваться при проведении диагностики с помощью основных методов неразрушающего контроля.	Составление конспекта.
		Факторы, влияющие на результаты измерений или анализ полученных данных.	Составление конспекта.
		Методы диагностики и контроля ВЛ	Составление конспекта.
		Постановка диагноза при определении состояния КЛ	Составление конспекта.
		Диагностика маслонаполненного оборудования.	Составление конспекта.
		Основные показатели качества трансформаторного масла.	Составление конспекта.
		Вибродиагностика оборудования.	Составление конспекта.
		Достоинства и преимущества ИК диагностики.	Составление конспекта.

5	5	Показатели качества трансформаторного масла.	Составление конспекта.
		Старение трансформаторного масла.	Составление конспекта.
		Электрические методы неразрушающего контроля.	Составление конспекта.
		Основные дефекты силовых трансформаторов	Составление конспекта.
		Оценка ресурса бумажной изоляции обмоток (фурановые соединения в масле)	Составление конспекта.

4. Интерактивные формы образовательных технологий

Модуль	Номер раздела	Вид учебных занятий	Образовательные технологии	Количество часов
1	1	лекция	интерактивные лекции с использованием мультимедиа и презентаций	2
2	2	лекция	интерактивные лекции с использованием мультимедиа и презентаций	2
3	3	лекция	интерактивные лекции с использованием мультимедиа и презентаций	2
4	4	лекция	интерактивные лекции с использованием мультимедиа и презентаций	2

5. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

[Фонд оценочных средств](#)

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Основная литература

6.1.1. Печатные издания

1. Кудрин, Борис Иванович. Электрооборудование промышленности : учебник / Кудрин Борис Иванович, Минеев Александр Робертович. - Москва : Академия, 2008. - 432с. : ил. - (Высшее профессиональное образование). - ISBN 978-5-7695-4094-3 : 1012-00.
2. Обеспечение электробезопасности в системах электроснабжения / Сидоров Александр Иванович [и др.]. - Чита : ЧитГУ, 2009. - 268с. : ил. - ISBN 978-5-9293-0469-9 : 6/ц.
3. Капунцов, Юрий Дмитриевич. Электрооборудование и электропривод промышленных установок : учебник / Капунцов Юрий Дмитриевич, Елисеев Виктор Алексеевич, Ильяшенко Леонид Алексеевич; под ред. М.М. Соколова. - Москва : Высш.шк., 1979. - 359с : ил. - 1-20.

6.1.2. Издания из ЭБС

6.2. Дополнительная литература

6.2.1. Печатные издания

1. Алиев, Исмаил Ибрагимович. Электротехника и электрооборудование : справ. / Алиев Исмаил Ибрагимович. - Москва : Высшая школа, 2010. - 1199 с. : ил. - ISBN 978-5-06-005898-7 : 2800-00.
2. Чернов, Николай Николаевич. Металлорежущие станки : учебник / Чернов Николай Николаевич. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 1978. - 389 с. : ил. - 1-10.
3. Рожкова, Лениза Дмитриевна. Электрооборудование станций и подстанций : учебник для техникумов / Рожкова Лениза Дмитриевна, Козулин Владимир Сергеевич. - Москва : Энергия, 1980. - 600с. : ил. - 5324-00.

6.2.2. Издания из ЭБС

6.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

ABBYY FineReader Договор № 223-799 от 30.12.2014 (срок действия - бессрочно);
ESET NOD32 Smart Security Business Edition (договор № 223-1/17-3К от 06.09.2017 г срок действия - сентябрь 2018г);
MS Office Standart 2013 (Договор № 223-798 от 30.12.2014 (срок действия - бессрочно)
Договор № 223-799 от 30.12.2014 (срок действия - бессрочно); MS Windows 7 (договор №223П/18-1 от 13.02.2018 г. срок действия - бессрочно); Adobe Flash (договор 223-803 от 30.12.2014 г. срок действия - бессрочно)
Foxit Reader Право использования программного обеспечения предоставляется бесплатно согласно политике компании-разработчика (<https://www.foxitsoftware.com/ru/pdf-reader/eula.html>) (срок действия - право использования программного обеспечения действует до изменения политики правообладателя)
АИБС "МераПро" Договор №13215/223П/15-569 от 18.12.2015 (срок действия - бессрочно)

7. Перечень программного обеспечения

Программное обеспечение общего назначения: ОС Microsoft Windows, Microsoft Office, ABBYY FineReader, ESET NOD32 Smart Security Business Edition, Foxit Reader, АИБС "МераПро".

Программное обеспечение специального назначения:

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. 672039, г. Чита, ул. Баргузинская, 49 корпус 1,
03-103 Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации

2. 672039, г. Чита, ул. Баргузинская, 49 корпус 1,

03-104 Лаборатория электрических и электронных аппаратов

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации

3. 672039, г. Чита, ул. Баргузинская, 49 корпус 1,

03-102а Учебная аудитория для проведения курсового и дипломного проектирования, самостоятельной работы обучающихся и научно-исследовательских работ

9. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Разработчик/группа разработчиков: eiet

**Рассмотрена на заседании кафедры
(протокол от 30.08.2017 г. № 1)**