

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИШЭ
 А.С. Матвеев
«29» июня 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2020 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Диагностика и эксплуатация высоковольтного оборудования			
Направление подготовки/специальность	13.04.02 Электроэнергетика и электротехника		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Электроизоляционные системы, высоковольтная и кабельная техника		
Специализация	Высоковольтная техника электроэнергетических систем		
Уровень образования	высшее образование - магистратура		
Курс	2	семестр	3
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	6		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	16	
	Практические занятия	16	
	Лабораторные занятия	16	
	ВСЕГО	48	
Самостоятельная работа, ч		168	
ИТОГО, ч		216	

Вид промежуточной аттестации	Экзамен	Обеспечивающее подразделение	ОЭЭ ИШЭ
И.о. заведующего кафедрой - руководителя отделения на правах кафедры			Ивашутенко А.С.
Руководитель ООП			Юшков А.Ю.
Преподаватель			Мытников А.В.

2020 г.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 5.4 Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
ПК(У)-1	Способен применять полученные знания о физико-химических свойствах и процессах в электротехнических материалах при разработке и эксплуатации электротехнических изделий	И.ПК(У)-1.1	Демонстрирует понимание физических процессов в диэлектриках с учетом воздействующих факторов, а также основы технологии переработки полимерных электроизоляционных материалов	ПК(У)- 1.1В1	Владеет навыками определения технологических, механических и электрофизических характеристик электроизоляционных материалов и систем
				ПК(У)- 1.1У1	Умеет проводить анализ процессов протекающих в диэлектрических материалах в области слабых и сильных электрических полей
				ПК(У)- 1.1З1	Знает номенклатуру и свойства электротехнических материалов, физические состояния полимеров и сущность явлений и процессов в диэлектриках, основы технологии переработки пластмасс и резин
ПК(У)-4	Способен осуществлять эксплуатацию и диагностику электротехнического и высоковольтного электрооборудования	И.ПК(У)-4.1	Демонстрирует готовность обеспечивать эксплуатацию и диагностику электрической изоляции и высоковольтного электрооборудования	ПК(У)- 4.1В1	Владеет навыками выбора и работы с оборудованием для контроля электрофизических свойств изоляции, реализации методов диагностики высоковольтного оборудования и кабельных линий, а также электромагнитной совместимости
				ПК(У)- 4.1У1	Умеет анализировать влияние электромагнитных и тепловых полей на электрооборудование и обслуживающий его персонал
				ПК(У)- 4.1З1	Знает технологию выполнения работ по монтажу, эксплуатации и диагностике высоковольтного оборудования и кабельных линий; а также технические мероприятия, обеспечивающие безопасность работ

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативной части Блока 1 учебного плана образовательной программы.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине¹

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

Планируемые результаты обучения по дисциплине ¹		Индикатор достижения компетенции
Код	Наименование	
РД 1	Применять знания о современных технологиях диагностики высоковольтного оборудования для решения задач обеспечения надежности работы электроэнергетических систем.	И.ПК(У)-1.1
РД 2	Использовать современные технические средства и технологии диагностики высоковольтного оборудования для обеспечения надежной работы энергосистем	И.ПК(У)-1.1
РД3	Применять экспериментальные методы определения результатов диагностики высоковольтного оборудования	И.ПК(У)-4.1
РД4	Выполнять обработку и анализ данных, полученных при теоретических и экспериментальных исследованиях процесса диагностики высоковольтного оборудования	И.ПК(У)-4.1

Оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации представлены в календарном рейтинг-плане дисциплины.

4. Структура и содержание дисциплины

Основные виды учебной деятельности

Разделы дисциплины	Формируемый результат обучения по дисциплине	Виды учебной деятельности ^{III}	Объем времени, ч.
Раздел (модуль) 1. Физические основы диагностики высоковольтного оборудования.	РД1 – РД3	Лекции	8
		Практические занятия	6
		Лабораторные занятия	6
		Самостоятельная работа	60
Раздел (модуль) 2. Диагностика и особенности эксплуатации трансформаторного оборудования.	РД1 – РД3	Лекции	4
		Практические занятия	6
		Лабораторные занятия	6
		Самостоятельная работа	54
Раздел (модуль) 3. Диагностика и особенности эксплуатации генераторного и коммутационного оборудования.	РД1 – РД3	Лекции	4
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	54

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Физические основы диагностики высоковольтного оборудования

В разделе излагаются физические основы и практически изучается спектр технических средств контроля состояния основных частей высоковольтного оборудования. Приводится классификация методов диагностики применяемых в электроэнергетических системах РФ. Излагаются основы газохроматографического анализа и методы контроля частичных разрядов. Рассматриваются проблемы помехоустойчивости и достоверности контроля частичных разрядов и последствий их развития. Рассматриваются электрофизические процессы в многослойном диэлектрике и явление абсорбции в неоднородной изоляции как основа перспективных абсорбционных методов контроля состояния высоковольтной изоляции.

Темы лекций:

1. Значимость диагностики. Классификация и физические основы методов контроля состояния высоковольтного оборудования энергосистем. Стандартные профилактические методы контроля высоковольтного оборудования.
2. Диагностика маслонаполненного оборудования. Основы газохроматографического анализа. Методы контроля частичных разрядов.
3. Электрофизические процессы в многослойном диэлектрике. Явление абсорбции в неоднородной изоляции.
4. Технологии диэлектрической спектроскопии. Метод возвратного напряжения. Метод токов поляризации и деполяризации. Метод частотной спектроскопии.

Темы практических занятий:

1. Виды дефектов и причины их появления в высоковольтной изоляции.
2. Этапы деструкции многослойной изоляции и способы их выявления.
3. Диагностика изоляции ЛЭП в районах промышленных предприятий.

Названия лабораторных работ:

1. Диагностика линейной изоляции.
2. Исследование влияния неоднородности поля на пробивное напряжение жидких диэлектриков.
3. Диагностика ЧР.

Раздел 2. Диагностика и особенности эксплуатации трансформаторного оборудования

Рассматриваются причины возникновения дефектного состояния главной, витковой изоляции и активных частей трансформаторного оборудования. Приводится анализ электродинамического воздействия токов короткого замыкания на обмотки трансформаторов. Излагаются физические основы методов низковольтных импульсов и частотного анализа.

Темы лекций:

1. Виды дефектов изоляции и причины отказов изоляции трансформаторов высокого и сверхвысокого напряжения. Тепловизионный контроль. Виброконтроль прессовки активных частей.
2. Электродинамическое воздействие токов короткого замыкания. Методы НВИ и частотного анализа. Технологии диэлектрической спектроскопии.

Темы практических занятий:

1. Электрофизические процессы в многослойном диэлектрике как основа диагностики изоляции.
2. Метод НВИ и МЧА.
3. Диэлектрическая спектроскопия как основа новых технологий контроля.

Названия лабораторных работ:

1. Диагностика изоляции трансформаторного оборудования.
2. Импульсный метод диагностики трансформаторов.

Раздел 3. Диагностика и особенности эксплуатации генераторного и коммутационного оборудования

В разделе рассматриваются особенности строения и эксплуатации изоляции генераторного оборудования. Анализируется причины и пути развития дефектного состояния вращающихся электрических машин. Во второй части раздела излагаются особенности работы высоковольтных выключателей. Акцент делается на практические аспекты работы вакуумных выключателей.

Темы лекций:

1. Особенности строения и эксплуатации изоляции генераторного оборудования. Методы и средства диагностики генераторного оборудования.
2. Высоковольтные выключатели: специфика работы, механизмы гашения дуги и проблемы эксплуатации. Диагностика высоковольтных выключателей.

Темы практических занятий:

1. Новые технологии контроля состояния мощных турбогенераторов.
2. Особенности эксплуатации вакуумных выключателей.

Названия лабораторных работ:

1. Диагностика вакуумного выключателя по коммутационным характеристикам.
2. Диагностика вакуумного выключателя по температурным режимам.

5. Организация самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины (модуля) предусмотрена в следующих видах и формах:

- Работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- Работа в электронном курсе (изучение теоретического материала, выполнение индивидуальных заданий и контролирующих мероприятий и др.);
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- Перевод текстов с иностранных языков;
- Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям;
- Исследовательская работа и участие в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах;
- Анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение:

Основная литература:

1. Вазов В. Ф. Техника высоких напряжений: Учебник: Национальный исследовательский Томский политехнический университет. — 1. — Москва: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2018. — Заглавие с титульного экрана. — Схема доступа: <http://new.znaniy.com/go.php?id=942749>
2. Куртенов Г. Е. Расчет вводов высокого напряжения и силовых конденсаторов [Электронный ресурс]: учебное пособие / Г. Е. Куртенов; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — 1 компьютерный файл (pdf; 5.6 МВ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2012. — Заглавие с титульного экрана. — Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2012/m335.pdf>

Дополнительная литература:

1. Лавринович В. А. Техника высоких напряжений: виртуальный лабораторный комплекс [Электронный ресурс] / В. А. Лавринович, М. Т. Пичугина; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — Электрон. — Томск: ТПУ Moodle, 2014. — Заглавие с экрана. — Схема доступа: <http://lms.tpu.ru/course/view.php?id=10184>
2. Куффель, Е. Техника и электрофизика высоких напряжений: пер. с англ. / Е. Куффель, В. Цаенгль, Дж. Куффель. — Долгопрудный: Интеллект, 2011. — 517 с.

6.2. Информационное и программное обеспечение

Internet-ресурсы (в т.ч. в среде LMS MOODLE и др. образовательные и библиотечные ресурсы):

1. Лавринович В. А. Техника высоких напряжений: виртуальный лабораторный комплекс [Электронный ресурс] / В. А. Лавринович, М. Т. Пичугина; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Энергетический институт (ЭНИИ), Кафедра электроэнергетических систем (ЭЭС). — Электрон. — Томск: TPU Moodle, 2014. — Заглавие с экрана. — Схема доступа: <http://lms.tpu.ru/course/view.php?id=10184>

Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы доступны по ссылке: <https://www.lib.tpu.ru/html/irs-and-pdb>

Лицензионное программное обеспечение (в соответствии с **Перечнем лицензионного программного обеспечения ТПУ**):

1. Google Chrome;
2. Microsoft Office 2013 Standard Russian Academic.

7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее лабораторное оборудование для практических и лабораторных занятий:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, 7, 348	Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 24 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Телевизор - 1 шт.
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, 7, 325	Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 28 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.
3.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория) 634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, 7, 071	Стенд лабораторный - 3 шт.; Осциллограф GOS-620FG - 3 шт.; Выдвижной элемент шкафа КМ-1КФ с вакуумным выключателем ВВ/TEL-10-20/1000 УХЛ2 - 1 шт.; Измеритель ИПМ-101 - 1 шт.; Установка для исследования закона Пашена - 1 шт.; Киловольтметр С-100 - 3 шт.; М-03 Метеостанция - 1 шт.; Мост постоянного тока Р 3009 - 1 шт.; Мост электрических сопротивлений Р-5026М - 1 шт.; Установка для высоковольтных испытаний жидких диэлектриков - 1 шт.; Трансформатор высоковольтный испытательный ИОМ-100/25 - 1 шт.; Генератор импульсных напряжений на 1 МВ с блоком питания - 1 шт.; Осциллограф Uni-T UTD2025CL - 2 шт.; Комплект учебной мебели на 8 посадочных мест; Шкаф для одежды - 1 шт.

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы «Электроизоляционные системы, высоковольтная и кабельная техника» / специализация «Высоковольтная техника электроэнергетических систем» по направлению 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника» (прием 2020 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	Степень, звание	Ф.И.О.
Доцент ОЭЭ ИШЭ	к.т.н.	Мытников А.В.

Программа одобрена на заседании отделения электроэнергетики и электротехники ИШЭ (протокол от 25 июня 2020 г. № 6).

И.о. заведующего кафедрой - руководителя отделения
на правах кафедры ОЭЭ ИШЭ, к.т.н.

 / Ивашутенко А.С./
