



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

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

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ПРИЕМ 2020 г.**  
**ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная**

<b>Диагностика высоковольтной изоляции</b>			
Направление подготовки/ специальность	<b>13.03.02 Электроэнергетика и электротехника</b>		
Образовательная программа (направленность (профиль))	<b>Электроэнергетика</b>		
Специализация	<b>Высоковольтные электроэнергетика и электротехника</b>		
Уровень образования	высшее образование - бакалавриат		
Курс	<b>4</b>	семестр	<b>8</b>
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	<b>3</b>		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	<b>11</b>	
	Практические занятия	<b>11</b>	
	Лабораторные занятия	<b>22</b>	
	ВСЕГО	<b>44</b>	
Самостоятельная работа, ч		<b>64</b>	
ИТОГО, ч		<b>108</b>	

Вид промежуточной аттестации	Экзамен	Обеспечивающее подразделение	ОЭЭ ИШЭ
И.о. заведующего кафедрой – руководителя отделения на правах кафедры			Ивашутенко А.С.
Руководитель ООП			Шестакова В.В.
Преподаватель			Важов В.Ф.

2020 г.

## 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 5 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) -2.	Способен составить конкурентно-способные варианты технических решений при проектировании объектов профессиональной деятельности	И.ПК(У)-2.1.	Обосновывает выбор целесообразного решения задач проектирования электроустановок и аппаратов различных типов	ПК(У)-2.1В3	Владеет навыками по выбору высоковольтного оборудования и изоляции применяемой в нем
				ПК(У)-2.1У3	Умеет выявлять факторы, влияющие на надежность работы высоковольтного оборудования
				ПК(У)-2.1З3	Знает назначение и области применения оборудования высокого напряжения
ПК(У) - 4.	Способен контролировать техническое состояние объектов профессиональной деятельности, организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт по имеющейся технической документации	И.ПК(У)-4.2.	Применяет методы и технические средства для испытаний и диагностики электроустановок и аппаратов различных типов	ПК(У)-4.2В1	Владеет навыками применения базовых методов диагностики высоковольтной изоляции
				ПК(У)-4.2У1	Умеет прогнозировать ресурс электрической прочности изоляции оборудования высокого напряжения
				ПК(У)-4.2З1	Знает устройство и конструктивное исполнение высоковольтной изоляции

## 2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

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

## 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Индикатор достижения компетенции
Код	Наименование	
РД 1	Планировать и проводить необходимые экспериментальные исследования, связанные с определением основных характеристик и состояния высоковольтной изоляции электрооборудования, интерпретировать данные и делать выводы.	И.ПК(У)-2.1. И.ПК(У)-4.2.
РД 2	Анализировать процессы, происходящие в изоляции электротехнического оборудования высокого напряжения при воздействии сильных электрических полей и перенапряжений и ведущие к возникновению дефектного состояния.	И.ПК(У)-2.1. И.ПК(У)-4.2.
РД 3	Выполнять диагностические процедуры для выявления дефектов высоковольтной изоляции	И.ПК(У)-2.1. И.ПК(У)-4.2.

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 <sup>1</sup>	Объем времени, ч.
Раздел 1. Физические основы диагностики высоковольтной изоляции	РД1, РД2, РД3	Лекции	3
		Практические занятия	3
		Лабораторные занятия	6
		Самостоятельная работа	33
Раздел 2. Диагностика внутренней высоковольтной изоляции	РД1, РД2, РД3	Лекции	4
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	10
		Самостоятельная работа	40
Раздел 3. Диагностика наружной высоковольтной изоляции	РД1, РД2, РД3	Лекции	4
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	6
		Самостоятельная работа	35

Содержание разделов дисциплины:

#### **Раздел 1. Основные положения курса. Физические основы диагностики изоляции высоковольтных конструкций.**

Предмет, содержание, роль и место курса в системе подготовки высококвалифицированных специалистов-энергетиков. Актуальность проблемы диагностики изоляции высоковольтного оборудования в условиях эксплуатации. Виды дефектов изоляции оборудования высокого напряжения. Классификация методов контроля состояния изоляции оборудования энергосистем.

Виды дефектов изоляции и причины отказов изоляции трансформаторов высокого и сверхвысокого напряжения. Роль заводских дефектов. Обзор базовых технологий диагностики изоляции трансформаторного оборудования.

#### **Темы лекций:**

1. Значение диагностики в современной электроэнергетике. Физические основы традиционных методов и средств диагностики изоляции. (3 ч.)

#### **Лабораторные работы:**

1. Экспериментальное исследование электроизоляционных свойств атмосферных промежутков. (6 ч.)

#### **Практические занятия:**

1. Причины образования основных дефектов в изоляции (3 ч.)

#### **Раздел 2. Диагностика внутренней высоковольтной изоляции.**

Электрофизические процессы в многослойном диэлектрике. Высоковольтная миграционная поляризация. Явление абсорбции в неоднородной изоляции. Метод возвратного напряжения. Метод токов поляризации и деполяризации. Метод частотной спектроскопии. Физическая суть метода измерения тангенса угла диэлектрических потерь. Контроль влажности изоляции.

Частичные разряды в изоляции. Методы контроля частичных разрядов. Проблемы, возникающие при регистрации частичных разрядов.

Диагностика маслонеполненного оборудования. Основы газохроматографического анализа. Методы интерпретации.

**Темы лекций:**

1. Электрофизические процессы в многослойном диэлектрике (2 ч.)
2. Диагностика высоковольтного оборудования (2 ч.)

**Лабораторные работы:**

1. Стандартные методы диагностики высоковольтной изоляции (2 ч.)
2. Импульсный метод диагностики изоляции обмоток трансформаторов (4 ч.)
3. Контроль частичных разрядов в высоковольтной изоляции (4 ч.)

**Практические занятия:**

1. Диагностика изоляции вводов и электрических машин (4 ч.)

<b>Раздел 3. Диагностика внешней высоковольтной изоляции.</b>
---

Основные технологии диагностики изоляции ЛЭП.

**Темы лекций:**

1. Диагностика внешней изоляции (4 ч.)

**Лабораторные работы:**

1. Диагностика линейной изоляции (4 ч.)
2. Прогнозирование остаточного ресурса изоляции (2 ч.)

**Практические занятия:**

1. Методы диагностики линейной изоляции (4 ч.)

**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;
- 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;
- 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.znaniium.com/go.php?id=942749>
2. Куртенков Г. Е. Расчет вводов высокого напряжения и силовых конденсаторов [Электронный ресурс]: учебное пособие / Г. Е. Куртенков; 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. Цаенгл, Дж. Куффель. — Долгопрудный: Интеллект, 2011. — 517 с.

## **6.2. Информационное и программное обеспечение**

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, 330	Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 36 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, 345	Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 32 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Телевизор - 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 «Электроэнергетика» / специализация «Высоковольтные электроэнергетика и электротехника» по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» (прием 2020 г., очная форма обучения).

### Разработчик:

Должность	Степень, звание	ФИО
Профессор ОЭЭ ИШЭ	д.т.н., доцент	Важов В.Ф.
Доцент ОЭЭ ИШЭ	к.т.н.	Мытников А.В.

Программа одобрена на заседании отделения электроэнергетики и электротехники ИШЭ (протокол от 25 июня 2020 г. № 7).

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

 / Ивашутенко А.С./

**Лист изменений рабочей программы дисциплины:**

<b>Учебный год</b>	<b>Содержание /изменение</b>	<b>Обсуждено на заседании ОЭЭ</b>
2021/2022 учебный год	1. Обновлен перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем. 2.Обновлено программное обеспечение	От 11.05.2021 г. № 6/1
2022/2023 учебный год	1. Обновлен перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем.	От 29.06.2022 г. № 6