

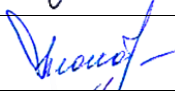




МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
 «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ  
 Директор ИШЭ  
  
 А. С. Матвеев  
 «01» сентября 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ПРИЕМ 2022 г.**  
**ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная**

Расчет и конструирование электроизоляционных систем			
Направление подготовки/ специальность	13.04.02 Электроэнергетика и электротехника		
Образовательная программа (направленность профиль))	Высоковольтная энергетика, электроизоляционная и кабельная техника		
Уровень образования	высшее образование - магистратура		
Курс	2	семестр	3
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	3		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции		16
	Практические занятия		16
	Лабораторные занятия		16
	ВСЕГО		48
Самостоятельная работа, ч		168	
в т.ч. отдельные виды самостоятельной работы с выделенной промежуточной аттестацией (курсовой проект, курсовая работа)		Курсовой проект	
ИТОГО, ч		216	
Вид промежуточной аттестации	Экзамен, дифференцированный зачет	Обеспечивающее подразделение	ОЭЭ ИШЭ
И. о. заведующего кафедрой - руководителя на правах кафедры ОЭЭ Руководитель ОПОП			Ивашутенко А.С.
Преподаватель			Леонов А.П.
Преподаватель			Васильева О.В.
Преподаватель			Мытников А.В.

2022 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
ОПК(У)-2	Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	И.ОПК(У)-2.1	Выбирает необходимый метод исследования для решения поставленной задачи	ОПК(У)-2.1В1	Владеет опытом применения пакетов прикладных программ для создания моделей электроизоляционных конструкций и систем
				ОПК(У)-2.1У1	Умеет создавать цифровую модель из отдельных компонентов
				ОПК(У)-2.1З1	Знает принципы и методы создания цифровых моделей электроизоляционных конструкций и систем
ПК(У)-3	Способен разрабатывать новые и модифицировать существующие конструкции кабельных изделий, электроизоляционные и высоковольтные системы и линии электропередач	И.ПК(У)-3.1	Осуществляет решение задач по разработке и модификации существующих конструкции кабельных изделий, электроизоляционных и высоковольтных систем	ПК(У)-3.1У1	Умеет рассчитывать конструктивные и эксплуатационные параметры, проводить электрический и тепловой расчет электроизоляционных, высоковольтных систем и кабельных изделий

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

Дисциплина относится к вариативной части Междисциплинарного профессионального модуля 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	Уметь планировать и проводить необходимые экспериментальные исследования, связанные с определением основных характеристик и состояния высоковольтной изоляции электрооборудования, интерпретировать данные и делать выводы.	И.ОПК(У)-2.1 И.ПК(У)-3.1
РД 2	Уметь анализировать процессы, происходящие в изоляции электротехнического оборудования высокого напряжения при воздействии сильных электрических полей и перенапряжений.	И.ОПК(У)-2.1 И.ПК(У)-3.1
РД 3	Выполнять расчеты параметров, характеристик высоковольтной изоляции	И.ОПК(У)-2.1 И.ПК(У)-3.1

## 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.
<b>Раздел (модуль) 1.</b>	РД1-РД3	Лекции	<b>6</b>
		Практические занятия	<b>6</b>
		Лабораторные занятия	<b>6</b>
		Самостоятельная работа	<b>20</b>
<b>Раздел (модуль) 2.</b>	РД1-РД3	Лекции	<b>6</b>
		Практические занятия	<b>6</b>
		Лабораторные занятия	<b>6</b>
		Самостоятельная работа	<b>20</b>
<b>Раздел (модуль) 3.</b>	РД1-РД3	Лекции	<b>4</b>
		Практические занятия	<b>4</b>
		Лабораторные занятия	<b>4</b>
		Самостоятельная работа	<b>20</b>

Содержание разделов дисциплины:

#### **Раздел 1. Основные положения курса. Высоковольтные вводы и конденсаторы.**

Общие требования к высоковольтной изоляции. Высоковольтные вводы. Виды изоляции вводов. Электрический, механический и тепловой расчет вводов. Высоковольтные конденсаторы. Электрический, механический и тепловой расчет конденсаторов.

#### **Темы лекций:**

1. Основные положения курса. Условия работы и требования, предъявляемые к изоляции оборудования высокого напряжения. Проходные изоляторы
2. Вводы. Типы конструкций изоляции вводов
3. Высоковольтные конденсаторы

#### **Темы практических занятий:**

1. Расчет наружной изоляции ввода
2. Расчет внутренней изоляции ввода
3. Механический расчет высоковольтного ввода

#### **Названия лабораторных работ:**

1. Исследование распределения потенциалов в слоистой изоляции
2. Влияние внутреннего экрана на распределение потенциала по поверхности изолятора

#### **Раздел 2. Внутренняя изоляция электроэнергетического оборудования.**

Изоляция трансформаторов тока и напряжения. Изоляция силовых трансформаторов. Требования к электрической прочности. Длительная, кратковременная и импульсная электрическая прочность. Расчет допустимых напряженностей. Изоляция высоковольтных кабелей. Изоляция вращающихся машин. Газовая и вакуумная изоляция.

#### **Темы лекций:**

1. Изоляция трансформаторов напряжения и тока

2. Структура и основы расчета изоляции силовых трансформаторов
3. Изоляция высоковольтных кабелей. Изоляция вращающихся машин большой мощности

**Темы практических занятий:**

1. Тепловой расчет ввода
2. Расчет срока службы высоковольтного ввода

**Названия лабораторных работ:**

1. Определение параметров функции распределения вероятностей пробивных напряженностей поля
2. Градирование изоляции, как метод выравнивания электрического поля в силовых и высоковольтных кабелях

**Раздел 3. Наружная высоковольтная изоляция.**

Классификация наружной изоляции. Изоляция ЛЭП. Анализ причин выхода из строя наружной изоляции. Трекингостойкость. Новые тенденции в изоляции ЛЭП. Опорные изоляторы. Особенности расчета наружной изоляции.

**Темы лекций:**

1. Изоляция воздушных линий электропередачи
2. Опорные изоляторы

**Темы практических занятий:**

1. Расчет экрана и маслорасширителя ввода
2. Расчет цилиндрических витых пружин и механической прочности токопроводящего стержня

**Названия лабораторных работ:**

1. Определение параметров уравнения надежности электрической изоляции

**Курсовой проект.** Курсовой проект посвящен расчетам и проектированию электроизоляционной системы аппарата высокого напряжения, а именно, высоковольтного ввода. и реализации технологий высоковольтных испытаний электроизоляционных систем установок высокого напряжения. Основные этапы курсового проекта включают: электрический расчет: выбор допустимых напряженностей, определение размеров токоведущего стержня, расчет геометрических размеров слое изоляции и уравнительных обкладок, расчет механической прочности фарфоровой покрывки, расчет тепловой устойчивости, расчет ПИН-датчика и маслорасширителя, графическое исполнение спроектированного аппарата. В вариантах задания на курсовой проект варьируются класс напряжения, тип исполнения и условия работы ввода.

**Темы курсовой работы.**

1. Расчет и проектирование ввода трансформаторного типа наружной установки на класс напряжения 110 кВ.
2. Расчет и проектирование ввода трансформаторного типа внутренней установки на класс напряжения 150 кВ.  
ввода на класс напряжения 220 кВ.
3. Расчет и проектирование ввода трансформаторного типа наружной установки на класс напряжения 500 кВ.

## 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 контролируемых мероприятий и др.);
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- Перевод текстов с иностранных языков;
- Выполнение домашних заданий, расчетно-графических работ и домашних контрольных работ;
- Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям;
- Выполнение курсовой работы или проекта, работа над междисциплинарным проектом;
- Анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям;

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 6.1. Учебно-методическое обеспечение:

1. Ушаков В.Я., Лавринович В.А., Мытников А.В. Диагностика силовых трансформаторов: Учебник: Национальный исследовательский Томский политехнический университет. — ISBN 978-5-4387-1092-9.1. — 2022. — Заглавие с титульного экрана. — Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ.
2. Важов В.Ф., Мытников А.В. Электрофизические процессы в диэлектрических средах при воздействии сильных электрических полей электроэнергетических систем. Учебник: Национальный исследовательский Томский политехнический университет. — 2022. - ISBN 978-5-4387-1096-7. — Заглавие с титульного экрана. — Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ.
3. Дмитриевский В. С. Расчет и конструирование электрической изоляции: учебное пособие / В. С. Дмитриевский (Дмитриевский), Н. М. Торбин. — Томск: Изд-во ТГУ, 1967. — 194 с.: ил.
4. Меркулов В. И. Расчет электроизоляционных конструкций: учебное пособие по курсовому проектированию / В. И. Меркулов; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2010. — 112 с.: ил. — Библиография: с. 101-102.

### Дополнительная литература

1. Меркулов В. И. Расчет и конструирование электроизоляционных систем и электротехнических изделий: методические указания [Электронный ресурс] / В. И. Меркулов; Томский политехнический университет (ТПУ). — 1 компьютерный файл (pdf; 960 KB). — Томск: Изд-во ТПУ, 2008. — Заглавие с титульного экрана. — Электронная версия печатной публикации. — Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. — Системные требования: Adobe Reader. Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2010/m214.pdf> (контент).
2. Ушаков В.Я. Электрическое старение и ресурс монолитной полимерной изоляции. — Москва: Энергоатомиздат, 1987. — 312 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>

## 7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины


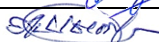
В учебном процессе используется следующее лабораторное оборудование для практических и лабораторных занятий:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Специализированная лекционная аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория), 634034 г. Томская область, г. Томск, улица Усова, д.7, учебный корпус №8, аудитория 316	Комплект оборудования для чтения лекций и проведения семинарских занятий: - Проектор Panasonic VX400 XGA, - моноблок MSI Wind Top, - экран, -лицензионные программы: MS Word, MS Excel, MS PowerPoint.
2.	Учебная аудитория для проведения лабораторных и практических занятий. Высоковольтный зал: 634034 г. Томская область, г. Томск, улица Усова, д.7, учебный корпус №8, аудитория 071	Комплект оборудования для проведения лабораторных работ по основным разделам курса «Диагностика и эксплуатация высоковольтного оборудования»: – лабораторная установка «Высоковольтная изоляция»: мост переменного тока P5026; – образцовый воздушный конденсатор P5023; – прибор контроля влажности ПКВ - 13; – мегомметр; – трансформатор напряжения НТМИ-10; – электронный счётчик импульсов ПС-10000; – установки переменного и постоянного тока на напряжение 110 кВ – 2 шт; – высоковольтные делители напряжения переменного и постоянного тока на 110 кВ – 4 шт; – осциллограф быстродействующий типа «Tektronix» – 1 шт; – испытательная установка для определения электрической прочности жидкостей на 90 кВ типа АИМ – 90; – лабораторная установка «генератор импульсных токов» на напряжение 50 кВ, ток 50 кА; – электростатический киловольтметр на напряжение до 75 кВ – 2 шт; – генератор зондирующих импульсов и стенд для диагностики трансформаторов методом НВИ.
3.	Учебная аудитория для проведения практических занятий, 634034 г. Томская область, г. Томск, улица Усова, д.7,	– моноблок MSI Wind Top, – плазменная панель LG50” 50PA6520(тип3) , – лицензионные программы: MS Word, MS Excel, MS PowerPoint.

	учебный корпус №8, аудитория 348	
4.	Аудитория для самостоятельной работы. Компьютерные классы, 634034 г. Томская область , г. Томск, улица Усова, 7, учебный корпус №8, 127	– компьютеры на базе Intel E2220, Intel G2020, Celeron 440 – 32 шт.; – лицензионные программы. лицензионные программы: MS Word, MS Excel, MS PowerPoint, Mathcad, MatLAB, Electronic workbench Pro.

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики основной профессиональной образовательной программы «Высоковольтная энергетика, электроизоляционная и кабельная техника» по направлению 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника (прием 2022 г., очная форма обучения).

Разработчики:

Должность	Подпись	ФИО
Доцент ОЭЭ		Васильева О.В.
Доцент ОЭЭ		Мытников А.В.

Программа одобрена на заседании Отделения электроэнергетики и электротехники (протокол от 29.06.2022 г. N 6).

И.о. заведующего кафедрой -  
руководитель отделения на  
правах кафедры ОЭЭ



А. С. Ивашутенко

**Лист изменений рабочей программы дисциплины:**

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании ОЭЭ (протокол)
2023/2024 учебный год	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Обновлено программное обеспечение</li><li>2. Обновлен список литературы</li><li>3. Обновлен перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем</li><li>4. Обновлено материально-техническое обеспечение</li></ol>	от 01.06.2023 № 9