

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 2019 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная**

Изоляция электротехнического оборудования высокого напряжения			
Направление подготовки/ специальность	13.03.02 Электроэнергетика и электротехника		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Электроэнергетика		
Специализация	Высоковольтные электроэнергетика и электротехника		
Уровень образования	высшее образование - бакалавриат		
Курс	4	семестр	7
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	6		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	32	
	Практические занятия	32	
	Лабораторные занятия	24	
	ВСЕГО	88	
Самостоятельная работа, ч			128
в т.ч. отдельные виды самостоятельной работы с выделенной промежуточной аттестацией			Курсовой проект
ИТОГО, ч			216

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

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 ПД	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) -3.	Способен проводить проектирование в соответствии с техническим заданием с использованием стандартных методов	И.ПК(У)-3.1.	Способен проводить проектирование электроустановок и аппаратов различных типов в соответствии с техническим заданием с использованием стандартных методов	ПК(У)-3.1В1	Владеет навыками расчетов по выбору элементов изоляционных конструкций
				ПК(У)-3.1У1	Умеет рассчитывать механическую и электрическую прочность оборудования высокого напряжения
				ПК(У)-3.1З1	Знает устройство и конструктивное исполнение изоляции электротехнического оборудования высокого напряжения

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	Уметь планировать и проводить необходимые экспериментальные исследования, связанные с определением основных характеристик и состояния высоковольтной изоляции электрооборудования, интерпретировать данные и делать выводы.	ПК(У) -4 ПК(У)-14
РД 2	Уметь анализировать процессы, происходящие в изоляции электротехнического оборудования высокого напряжения при воздействии сильных электрических полей и перенапряжений.	ПК(У) -4 ПК(У)-14
РД 3	Выполнять расчеты параметров, характеристик высоковольтной изоляции	ПК(У) -4 ПК(У)-14

4. Структура и содержание дисциплины

Основные виды учебной деятельности

Разделы дисциплины	Формируемый результат обучения по дисциплине	Виды учебной деятельности ¹	Объем времени, ч.
Раздел 1. Расчет и проектирование высоковольтных конструкций.	РД1, РД2, РД3	Лекции	12
		Практические занятия	24
		Лабораторные занятия	6
		Самостоятельная работа	90
Раздел (модуль) 2. Внутренняя изоляция электротехнического оборудования высокого напряжения.	РД1, РД2, РД3	Лекции	14
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	10
		Самостоятельная работа	20
Раздел (модуль) 3. Наружная высоковольтная изоляция.	РД1, РД2, РД3	Лекции	6
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	6
		Самостоятельная работа	18

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Расчет и проектирование высоковольтных конструкций.

Общие требования к высоковольтной изоляции. Проходные изоляторы. 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.
2. Проходные изоляторы.
3. Вводы. Типы конструкций изоляции вводов.
4. Высоковольтные конденсаторы.

Темы практических занятий:

1. Расчет и способы регулирования электрических полей
2. Электрический, механический расчеты и расчет тепловой устойчивости высоковольтного ввода
3. Электрический, механический расчеты и тепловой расчеты высоковольтного конденсатора.

Названия лабораторных работ:

1. Исследование электрической прочности воздушных промежутков.

Раздел 2. Внутренняя изоляция электротехнического оборудования высокого напряжения.

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.

4. Изоляция вращающихся машин большой мощности.

Темы практических занятий:

1. Анализ вольт-секундных характеристик изоляции.

Названия лабораторных работ:

1. Исследование влияния неоднородности электрического поля на пробой жидких диэлектриков.
2. Анализ кривых жизни изоляции.
3. Исследование электрической прочности вакуумных промежутков.

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.

Темы лекций:

1. Классификация, условия работы и материалы наружной изоляции.
2. Изоляция воздушных линий электропередачи.
3. Опорные изоляторы.

Темы практических занятий:

1. Анализ характеристик загрязненных линейных изоляторов.
2. Расчет сухо и мокроразрядных напряжений.

Названия лабораторных работ:

1. Исследование электрического поля опорного изолятора.

Тематика курсового проекта

Проектирование высоковольтного ввода.

Разработано 25 индивидуальных заданий, содержащие различные исходные данные и план расчетов. Исходные данные к проекту: номинальное напряжение 110...500 кВ, область применения. Вариант задания на курсовой проект выдается индивидуально. В задании указаны разделы обязательные к исполнению и сроки сдачи проекта.

Примеры заданий на курсовой проект:

1. Проектирование высоковольтного ввода на 110 кВ наружной установки с БМИ;
2. Проектирование высоковольтного ввода на 150 кВ внутренней установки;
-
25. Проектирование трансформаторного ввода на 500 кВ наружной установки с БМИ.

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;
- 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

Основная литература:

1. Техника высоких напряжений : учебное пособие [Электронный ресурс] / В. Ф. Вазов, Ю. И. Кузнецов, Г. Е. Куртенков [и др.]; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2010. — URL: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2011/m86.pdf> (дата обращения: 07.04.2020) Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. — Текст: электронный
2. Куртенков, Геннадий Ефимович. Расчет вводов высокого напряжения и силовых конденсаторов : учебное пособие / Г. Е. Куртенков; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2012. — URL: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2012/m335.pdf> (дата обращения: 07.04.2020) Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. — Текст: электронный

Дополнительная литература:

1. Куффель, Е. Техника и электрофизика высоких напряжений: пер. с англ. / Е. Куффель, В. Цаенгль, Дж. Куффель. — Долгопрудный: Интеллект, 2011. — 517 с. — Текст: непосредственный.
2. Вазов В. Ф. Техника высоких напряжений: Учебник: ВО - Бакалавриат / Национальный исследовательский Томский политехнический университет. — 1. — Москва: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2018. — Схема доступа: <http://new.znaniium.com/go.php?id=942749>

6.2. Информационное и программное обеспечение

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

1. Мытников А.В. <https://stud.lms.tpu.ru/course/view.php?id=2332>

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, 346	Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 46 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 2019 г., очная форма обучения).

Разработчик:

Должность	Степень, звание	ФИО
Доцент ОЭЭ	к.т.н.	Мытников А.В.

Программа одобрена на заседании отделения электроэнергетики и электротехники ИШЭ (протокол от 27 июня 2019 г. № 6).

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

 / Ивашутенко А.С./

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании ОЭЭ
2020/2021 учебный год	1. Обновлен перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем.	От 25.06.2020 г. № 6
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