

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.

«01» сентября 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2020 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Изоляция электротехнического оборудования высокого напряжения

Направление подготовки	13.03.02 Электроэнергетика и электротехника		
Образовательная программа	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	16	
	ВСЕГО	80	
Самостоятельная работа, ч		136	
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
Руководитель ОЭЭ		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) - 3.	Способен проводить проектирование в соответствии с техническим заданием с использованием стандартных методов	И.ПК(У) -3.1.	Способен проводить выбор высоковольтного электрооборудования и электротехнических изделий в соответствии с заданием	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
				ПК(У)-3.1В4	Владеет методами анализа физических явлений в диэлектрических конденсированных средах в области сильных электрических полей
				ПК(У)-3.1У4	Умеет выявлять физическую сущность явлений и процессов в устройствах различной физической природы и выполнять применительно к ним простые технические расчеты
				ПК(У)-3.1З4	Знает основные физические явления и законы происходящих при пробое конденсируемых сред

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)-3.1.
РД 2	Анализировать процессы, происходящие в изоляции электротехнического оборудования высокого напряжения при воздействии сильных электрических полей и перенапряжений.	И.ПК(У)-3.1.
РД 3	Выполнять расчеты параметров, характеристик высоковольтной изоляции	И.ПК(У)-3.1.

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 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 2. Внутренняя изоляция электротехнического оборудования высокого напряжения.	РД1, РД2, РД3	Лекции	14
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	30
Раздел 3. Наружная высоковольтная изоляция.	РД1, РД2, РД3	Лекции	6
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	16

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 мокро-разрядных напряжений.

Названия лабораторных работ:

1. Исследование электрического поля опорного изолятора.
2. Исследование влияния состояния поверхности на процесс перекрытия.

Тематика курсовых проектов.

1. Список тем:

Проектирование высоковольтного ввода на 110 кВ наружной установки с БМИ.
Проектирование высоковольтного ввода на 220 кВ наружной установки с БМИ.
Проектирование высоковольтного ввода на 330 кВ наружной установки с БМИ.
Проектирование высоковольтного ввода на 500 кВ наружной установки с БМИ.
Проектирование высоковольтного ввода на 150 кВ наружной установки с БМИ.
Проектирование трансформаторного ввода на 110 кВ наружной установки с БМИ.
Проектирование трансформаторного ввода на 220 кВ наружной установки с БМИ.
Проектирование трансформаторного ввода на 330 кВ наружной установки с БМИ.
Проектирование трансформаторного ввода на 500 кВ наружной установки с БМИ.
Импульсный конденсатор внутренней установки на 50 кВ
Косинусный конденсатор внутренней установки на 50 кВ
Импульсный конденсатор внутренней установки на 150 кВ
Косинусный конденсатор внутренней установки на 100 кВ

2. Вариант задания на курсовой проект выдается индивидуально. В задании указаны разделы обязательные к исполнению и сроки сдачи проекта.

5. Организация самостоятельной работы студентов

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

Здесь надо оставить

- Работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по темам, вынесенным на самостоятельную проработку;
- Работа в электронном курсе (изучение теоретического материала, выполнение индивидуальных заданий и контролирующих мероприятий и др.);
- Поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- Подготовка к лабораторным работам, к практическим занятиям;
- Выполнение курсового проекта;
- 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. Важов, 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. Важов 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.znanium.com/go.php?id=942749>

6.2. Информационное и программное обеспечение

1. Мытников А.В. <https://stud.lms.tpu.ru/course/view.php?id=2332>
2. Электронно-библиотечная система «Лань» - <https://e.lanbook.com/>
3. Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM» - <https://new.znanium.com/> 4
4. Электронно-библиотечная система «Юрайт» - <https://urait.ru/>
5. Электронно-библиотечная система «Консультант студента» <http://www.studentlibrary.ru/>

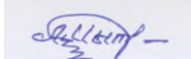
Лицензионное программное обеспечение (в соответствии с **Перечнем лицензионного программного обеспечения ТПУ**):

1. Microsoft Office Standard 16 Академическая лицензия.
2. ПК Mathcad – Академическая лицензия.

Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
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	ВВЛ № 1 ВВЛ № 2 Наименование лабораторного оборудования: 1. Лабораторный комплекс ВВСВ-50/40 (1 шт.); 2. Киловольтметр С-100 (3 шт.); 3. Осциллограф Атаком АСК-3106 (2 шт.); 4. Мост электрических сопротивлений Р-5026М (1 шт.); 5. Установка для высоковольтных испытаний жидких диэлектриков (1 шт.); 6. Трансформатор высоковольтный испытательный ИОМ-100/25 (2 шт.); 7. Установка для исследования закона Пашена (1 шт.);
Учебная аудитория для проведения лекционных занятий: 634050, Томская область, г. Томск, ул. Усова, 7, корп. 8, ауд. 312	Интерактивная доска 1 шт., компьютер 1 шт,
Аудитория для самостоятельной работы: 634050, Томская область, г. Томск, ул. Усова, 7, корп. 8, ауд. 119	компьютеры – 15 шт.

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника / ООП Электроэнергетика / специализация «Высоковольтные электроэнергетика и электротехника» (приема 2020 г., очная форма обучения).

Разработчик:

Должность	Подпись	ФИО
Доцент ОЭЭ		Мытников А.В.

Программа одобрена на заседании отделения Электроэнергетики и электротехники ИШЭ (протокол от 01.09.2020 г. № 1/1)

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



А. С. Ивашутенко