

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИШНПТ

А.Н. Яковлев

«26» 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2019 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ ОЧНАЯ

Электрическая изоляция и разряд в вакууме			
Направление подготовки/специальность	13.04.02 Электроэнергетика и электротехника		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Высоковольтная электротехника и силовоточная электроника		
Специализация	Техника и физика высоких напряжений		
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		24
	Лабораторные занятия		8
	ВСЕГО		48
Самостоятельная работа, ч			60
ИТОГО, ч			108

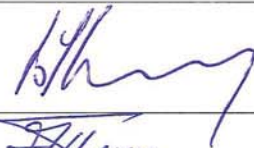
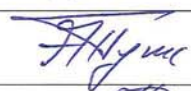
Вид промежуточной аттестации

зачет	Обеспечивающее подразделение	ОМ ИШНПТ
-------	------------------------------	----------

Заведующий кафедрой -
руководитель отделения на
правах кафедры

Руководитель ООП

Преподаватель

	В.А. Клименов
	А.И. Пушкарев
	Н.С. Кузнецова

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
ОПК(У)-2	Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	И.ОПК(У)-2.2	Проводит анализ полученных результатов	ОПК(У)-2.2.31	Знает методы анализа результатов работы, пакеты прикладных программ и компьютерной графики
				ОПК(У)-2.2.У1	Умеет выбирать и применять необходимые методы анализа и использовать пакеты прикладных программ
				ОПК(У)-2.2.В1	Владеть навыками обработки полученных результатов с использованием программных пакетов для ЭВМ
ПК(У)-4	Способен решать научные и инженерные задачи наукоемкого производства	И.ПК(У)-4.1	Решает научные и инженерные задачи наукоемкого производства	ПК(У)-4.1.31	Знает основные направления и концепции развития высоковольтной электротехники
				ПК(У)-4.1.У1	Умеет использовать результаты исследований в области высоковольтной электротехники для решения профессиональных задач
				ПК(У)-4.1.В1	Владеет опытом решения задач в сфере профессиональной деятельности
ПК(У)-5	Способен выбирать серийные и проектировать новые объекты профессиональной деятельности	И.ПК(У)-5.1	Выбирать серийные узлы и сборки оборудования	ПК(У)-5.1.31	Знает состояние современного отечественного и зарубежного электротехнического оборудования и устройств
				ПК(У)-5.1.У1	Умеет выбирать новое оборудование для замены существующего в процессе эксплуатации, оценивать его достоинства и недостатки
				ПК(У)-5.1.В1	Владеет опытом анализа характеристик нового электротехнического оборудования и обоснования его выбора
		И.ПК(У)-5.2	Создает модели процессов и явлений, проводит их расчет и анализ	ПК(У)-5.2.31	Знает физические явления и процессы в высоковольтных электротехнологиях
				ПК(У)-5.2.У1	Умеет применять методы компьютерного моделирования процессов и явлений в высоковольтной электротехнике

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	Применять знания основ проектирования изоляции высоковольтного электрооборудования и инженерных методик расчета изоляции высоковольтных конструкций для решения задач в области профессиональной деятельности	И.ОПК(У)-2.2 И.ПК(У)-4.1 И.ПК(У)-5.1
РД2	Выполнять расчеты основных элементов конструкций с газовой, масляной, бумажно-масляной и твердой изоляцией.	И.ПК(У)-4.1
РД 3	Проводить экспериментальные исследования физических явлений при воздействии на изоляцию электрических полей и использовать их	И.ОПК(У)-2.2

	результаты для решения профессиональных задач	
РД 4	Уметь выбирать серийно выпускаемые приборы и устройства для проектируемых высоковольтных устройств и систем	И.ПК(У)-5.1 И.ПК(У)-5.2

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	Объем времени, ч.
Раздел 1. Основные принципы проектирования и разработки изоляции электрооборудования высокого напряжения	РД1, РД2, РД4	Лекции	4
		Практические занятия	4
		Самостоятельная работа	10
Раздел 2. Условия работы и требования, предъявляемые к изоляционным конструкциям и регулирование электрических полей	РД1, РД 2, РД 3	Лекции	6
		Практические занятия	4
		Самостоятельная работа	20
Раздел 3. Расчет элементов изоляционных конструкций	РД1, РД 2, РД4	Лекции	4
		Практические занятия	10
		Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	15
Раздел 4. Физические основы явлений в вакууме	РД1, РД2, РД 4	Лекции	2
		Практические занятия	6
		Самостоятельная работа	15

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Основные принципы проектирования и разработки изоляции электрооборудования высокого напряжения

Классификация изоляционных конструкций. Назначение и виды изоляции, состояние отечественной и зарубежной изоляционной техники. Классификация электрических полей.

Темы лекций:

1. Назначение и виды изоляционных конструкций, современное состояние изоляционной техники.
2. Классификация электрических полей, инженерный расчет напряженности поля разной конфигурации.

Темы практических занятий:

1. Электрическое поле в изолирующей среде. Методические приемы решения практических задач (основные формулы для расчета электрических полей).
2. Расчет напряженности электрического поля и сопротивления изоляции для разных типов конденсаторов.

Раздел 2. Условия работы и требования, предъявляемые к изоляционным конструкциям и регулирование электрических полей

Условия работы и факторы, воздействующие на изоляционные конструкции (виды воздействующих напряжений, электрические, механические, тепловые факторы, фактор

времени, воздействующие среды). Требования, предъявляемые к изоляционным конструкциям по электрической прочности, по механической прочности, по теплостойкости и др. Виды испытаний и испытательные напряжения изоляционных конструкций. Исследование и регулирование электрических полей (аналитические, графоаналитические, экспериментальные). Способы регулирования электрических полей.

Темы лекций:

3. Условия работы и факторы, воздействующие на изоляционные конструкции, основные требования к изоляции оборудования.
4. Виды испытаний и испытательные напряжения изоляционных конструкций.
5. Методы исследования и регулирования электрических полей.

Темы практических занятий:

3. Статистическая обработка результатов измерения электрической прочности воздушных промежутков. Выбор испытательных напряжений изоляционных конструкций по таблицам ГОСТ 1516.1-76
4. Методы расчета и регулирования электрических полей.

Раздел 3. Расчет элементов изоляционных конструкций
--

Методы расчета воздушной и газовой изоляции. Способы повышения разрядных напряжений в электрических конструкциях (методы повышения сухоразрядных и мокроразрядных напряжений). Расчет бумажно-масляной, маслобарьерной изоляции и твердой изоляции. Особенности работы изоляционных конструкций в импульсных установках.

Темы лекций:

6. Основные принципы расчета элементов конструкций с газовой изоляцией.
7. Принципы расчета бумажно-масляной, маслобарьерной изоляции.

Темы практических занятий:

5. Расчет параметров опорного изолятора, предназначенного для эксплуатации в разных условиях и проходного изолятора с трехслойной изоляцией
6. Расчет пробивного напряжения воздушных конденсаторов.
7. Расчет пробивного напряжения элементов твердой изоляции при электрическом и тепловом пробое
8. Определение емкости конденсатора, общего количества секций и емкость отдельной секции конденсатора с бумажно-масляной изоляцией (основные приемы решения практических задач).
9. Электрическая прочность маслобарьерных вводов.

Названия лабораторных работ:

1. Распределение напряжения по элементам высоковольтных изоляционных конструкций.
2. Методы профилактических испытаний изоляции высоковольтного оборудования.
3. Техника профилактических испытаний изоляции высоковольтного оборудования.
4. Изучение аппаратов защиты от набегающих волн.

Раздел 4. Физические основы явлений в вакууме
--

Электрические явления в разреженных газах. Электрическая прочность вакуумной изоляции. Эффективные сечения процессов. Энергетическая диаграмма на границе твердое тело – вакуум. Катодный, анодный, микрочастичный и десорбционный механизмы пробоя вакуумных промежутков. Микроразряды. Плазмообразование в вакуумном промежутке. Вакуумная изоляция при высокочастотном напряжении. Катоды: термоэлектронные, автоэлектронные (полевые), фотоэлектронные, вторично-эмиссионные.

Темы лекций:

8. Электрическая прочность вакуумной изоляции, плазмообразование в вакуумном промежутке.

Темы практических занятий:

10. Механизмы пробоя вакуумных промежутков.
11. Стабильность эмиссии и срок службы главных конструктивно-технологических вариантов катодов.
12. Термоэлектронная эмиссия в вакуум из металлов.

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;
- Выполнение домашних заданий;
- Подготовка к лабораторным работам, к практическим занятиям;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература

1. Бортник И.М., Электрофизические основы техники высоких напряжений : учебник для вузов / И.М. Бортник и др.; под общ. ред. И.П. Верещагина - М. : Издательский дом МЭИ, 2016. - ISBN 978-5-383-01017-4 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383010174.html> . - Режим доступа : по подписке.
2. Техника высоких напряжений: учебник / И. М. Богатенков [и др.]; под ред. Г. С. Кучинского. — Екатеринбург: АТП, 2015. — 606 с.

Дополнительная литература

1. Куртенков, Г.Е. Расчет вводов высокого напряжения и силовых конденсаторов : учебное пособие [Электронный ресурс] / 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. — Электронная версия печатной публикации. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Системные требования: Adobe Reader. Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2012/m335.pdf>.
2. 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.

6.2. Информационное и программное обеспечение

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

1. Электронный курс в среде MOODLE "Электрическая изоляция и разряд в вакууме", <https://stud.lms.tpu.ru/course/view.php?id=3234>
2. Персональный сайт преподавателя Кузнецовой Н.С. https://portal.tpu.ru/SHARED/n/NATALIA_KUZNETSOVA
3. Электронно-библиотечная система «Консультант студента» <http://www.studentlibrary.ru/>
4. Электронно-библиотечная система «Лань» - <https://e.lanbook.com/>
5. Электронно-библиотечная система «Юрайт» - <https://urait.ru/>
6. Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM» - <https://new.znanium.com/>

Информационно-справочные системы:

1. Информационно-справочная система КОДЕКС – <https://kodeks.ru/>

Профессиональные Базы данных:

1. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU – <https://elibrary.ru>

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

Cisco Webex Meetings; Document Foundation LibreOffice; Google Chrome; Mozilla Firefox ESR; Zoom Zoom

7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее оборудование:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 2, строен. 4, 312	Тумба стационарная - 1 шт.; Шкаф для документов - 2 шт.; Комплект мебели на 38 посадочных мест; Комплект учебной мебели на 38 посадочных мест Компьютер – 2шт, Проектор - 1 шт.,
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (научная лаборатория) 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 2, строен. 4, 122	СПК-110/450-II-УХЛ1 Опрный изолятор синтетический - 1 шт.; Лабораторная работа по изучению поля изолятора - 1 шт.; Мегаомметр Ф 4102/2-М1 - 2 шт.; Измеритель иммитанса Е7-14 - 1 шт.;
3.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (научная лаборатория) 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 2, строен. 4,	Огранич.перенап.ОПН-6/7,2-10(І)-УХЛ1 - 1 шт.; Измеритель тангенса угла диэлектрических потерь Тангенс-2000 - 1 шт.; ИОМ-100/25 Высоковольтный трансформатор тока - 1 шт.; Осциллограф цифровой запоминающий четырехканальный Tektronix - 1 шт.; Стенд высоковольтный стационарный СВС-100 - 1 шт.;

201	Комплект учебной мебели на 6 посадочных мест
-----	--

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, профиль Высоковольтная электротехника и силовоточная электроника (приема 2019 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	ФИО
Доцент	Н.С. Кузнецова

Программа одобрена на заседании выпускающего Отделения материаловедения (протокол от «01» июля 2019г. №19/1).

Заведующий кафедрой - руководитель отделения
на правах кафедры,
д.т.н., профессор

 / В.А. Клименов/

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании ОМ (протокол)
2020/21 учебный год	1. Обновлено программное обеспечение 2. Обновлен состав профессиональных баз данных и информационно-справочных систем 3. Обновлено содержание разделов дисциплины 4. Обновлен список литературы, в том числе ссылок ЭБС	от 29 июня 2020г. №35