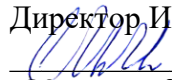


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИШЭ

 Матвеев А.С.

«30» июня 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2019 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Энергетическое оборудование высокого напряжения и его надежность

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	8
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	3		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	11	
	Практические занятия	11	
	Лабораторные занятия	22	
	ВСЕГО	44	
Самостоятельная работа, ч		64	
ИТОГО, ч		108	

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		Юшков А.Ю.

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)-4.1В2	Владеет опытом освоения электроустановок и аппаратов различных типов по мере их внедрения
				ПК(У)-4.1У2	Умеет разбирать и собирать механические и электрические части электроустановок и аппаратов различных типов
				ПК(У)-4.1З2	Знает порядок выполнения работ по техническому обслуживанию и ремонту электроустановок и аппаратов различных типов

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	Применяет знания для выбора электротехнического оборудования	И.ПК(У)-2.1
РД 2	Применяет знания и методы и средства испытаний электротехнических материалов	И.ПК(У)-4.2
РД 3	Уметь анализировать информацию о состоянии объекта из технической документации, а также с получаемую с помощью приборов	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	Объем времени, ч.
Раздел 1. Общие сведения об энергетическом оборудовании высокого напряжения	РД1, РД2	Лекции	1
		Практические занятия	1
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	10
Раздел 2. Основные принципы разработки и изготовления электрооборудования высокого напряжения	РД2	Лекции	4
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	20
Раздел 3. Электрооборудование высокого напряжения, применяемое в электроэнергетике	РД1, РД2	Лекции	4
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	20
Раздел 4. Общие сведения о теории надежности технических систем и электроэнергетических систем	РД3	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	14

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Общие сведения об энергетическом оборудовании высокого напряжения

Основные причины возникновения аварийных режимов на объектах электроэнергетики и электротехники, вызванные выходом из строя основного электротехнического оборудования. Классификация, назначение, области применения различных видов оборудования высокого напряжения. Тенденции в области разработки новых конструкций высоковольтного оборудования. Основные проблемы совершенствования и развития высоковольтного энергетического оборудования. Влияние работы высоковольтного оборудования на окружающую среду.

Темы лекций:

1. Общие сведения об энергетическом оборудовании высокого напряжения.

Темы практических занятий:

1. Основные показатели надежности электротехнического оборудования.

Названия лабораторных работ:

1. Вводное занятие, знакомство с высоковольтными лабораториями, правила техники безопасности при работе в лаборатории. Требования к отчетам по лабораторным работам.

Раздел 2. Основные принципы разработки и изготовления электрооборудования высокого напряжения

Классификация изоляционных конструкций, основные определения и нормы. Понятие о видах изоляции, видах электрического разряда. Конструктивные элементы высоковольтных элементов. Факторы, влияющие на электрическую прочность элементов высоковольтных конструкций.

Расчет изоляционных промежутков в воздухе при атмосферном и повышенном давлении, при пониженном давлении и в вакууме. Особенности расчета изоляционных промежутков в трансформаторном масле. Бумажно-масляная, маслосодержащая и твердая бумажная изоляция. Подход к расчету изоляторов. Применение экранов, ребер, полупроводящих покрытий для повышения разрядных напряжений в электрических конструкциях.

Темы лекций:

1. Классификация изоляционных конструкций.
2. Расчет высоковольтной изоляции в разных средах.

Темы практических занятий:

1. Основные показатели надежности электротехнического оборудования.
2. Статистическая обработка результатов измерений и наблюдений.

Названия лабораторных работ:

1. Изучение зависимости электрической прочности жидких диэлектриков от температуры.
2. Изучение зависимости электрической прочности твердых диэлектриков от температуры.

Раздел 3. Электрооборудование высокого напряжения, применяемое в электроэнергетике

Основное оборудование, применяемое для генерирования электрической энергии. Классы генерирования напряжения. Генераторы переменного тока промышленной частоты. Генераторы постоянного тока. Специальные установки высокого напряжения для генерирования токов высокой и низкой частоты. Проблемы эксплуатации и высоковольтной изоляции генераторов разных типов.

Электрооборудование высокого напряжения для преобразования электрической энергии. Устройство изоляции силовых трансформаторов. Назначение, классификация и основные параметры. Трансформаторы тока и напряжения. Назначение классификация и основные параметры. Конструкции обмоток трансформаторов тока и напряжения.

Коммутационное оборудование, применяемое в электроэнергетических системах. Разъединители. Конструкция, номенклатура, типоразмеры. Отделители и короткозамыкатели. Выключатели. Типы выключателей. Классификация выключателей по принципу дугогашения. Основные типоразмеры выключателей (по типу дугогасительной среды): электромагнитные, воздушные, элегазовые, масляные, маломасляные, вакуумные.

Оборудование специального назначения. Реакторы. Конструкция, номенклатура, типоразмеры. Дугогасительные катушки. Высоковольтные конденсаторы. Ограничители перенапряжений.

Темы лекций:

1. Основное оборудование, применяемое для генерирования и трансформации электрической энергии.
2. Коммутационные аппараты и оборудование специального назначения.

Темы практических занятий:

1. Функции распределения вероятности.
2. Наработка на отказ. Интенсивность отказов.

Названия лабораторных работ:

1. Исследование электромеханических характеристик высоковольтного выключателя.
2. Исследование переходного сопротивления размыкаемых контактов.
3. Испытание высоковольтного выключателя на нагрев при продолжительном режиме работы.

Раздел 4. Общие сведения о теории надежности в энергетике

Общие сведения о теории надежности технических систем. Задачи надежности при их проектировании и эксплуатации. Основные особенности электроэнергетических систем с точки зрения теории надежности. Методы и средства обеспечения надежности в электроэнергетической системе.

Темы лекций:

1. Теория надежности в энергетике.

Темы практических занятий:

1. Надежность элемента и системы, эксплуатируемых до первого отказа.

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

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература:

1. Рожкова, Лениза Дмитриевна. Электрооборудование станций и подстанций : учебник для техникумов / Л. Д. Рожкова, В. С. Козулин. — 4-е изд., стер. — Екатеринбург: АТП, 2015. — 648 с.: ил. URL: <https://www.twirpx.com/file/1668582/>;

2. 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. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383010174.html> (дата обращения: 19.06.2019). - Режим доступа : по подписке;

3. Техника высоких напряжений : учебник / И. М. Богатенков [и др.]; под ред. Г. С. Кучинского. — Екатеринбург: АТП, 2015. — 606 с.: ил.. — Текст : непосредственный.

Дополнительная 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.znaniy.com/go.php?id=942749> (дата обращения: 19.06.2019) Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. — Текст: электронный;

2. 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>;

3. Лавринович, Валерий Александрович. Высоковольтные испытательные установки и измерения: учебное пособие / В. А. Лавринович ; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2010. — 98 с.: ил.. - Текст : непосредственный.

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 2019 г., очная форма обучения).

Разработчик:

Должность	Степень, звание	ФИО
Доцент ОЭЭ ИШЭ	к.т.н.	Юшков А.Ю.

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