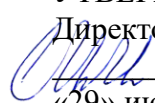
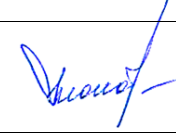


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИШЭ
 А.С. Матвеев
«29» июня 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2019 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Высоковольтное энергетическое оборудование			
Направление подготовки/специальность	13.04.02 Электроэнергетика и электротехника		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Электроизоляционные системы, высоковольтная и кабельная техника		
Специализация	Электроизоляционная и кабельная техника		
Уровень образования	высшее образование - магистратура		
Курс	1	семестр	1
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	3		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	8	
	Практические занятия	8	
	Лабораторные занятия	32	
	ВСЕГО	48	
Самостоятельная работа, ч		60	
ИТОГО, ч		108	

Вид промежуточной аттестации	Экзамен	Обеспечивающее подразделение	ОЭЭ ИШЭ
И.о. заведующего кафедрой - руководителя отделения на правах кафедры			А.С. Ивашутенко
Руководитель ООП			А.П. Леонов
Преподаватель			А.Ю. Юшков

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)-2.2У1	Умеет объяснять полученные результаты
ПК(У)-2	Способен осуществлять технологическое сопровождение и координацию работ при производстве и испытаниях электротехнических изделий	И.ПК(У)-2.1	Анализирует и применяет методы и средства испытаний электротехнических материалов, изделий и высоковольтного оборудования	ПК(У)-2.1В1	Владеет навыками испытаний электротехнических материалов, изделий и высоковольтного оборудования
ПК(У)-4	Способен осуществлять эксплуатацию и диагностику электротехнического и высоковольтного электрооборудования	И.ПК(У)-4.1	Демонстрирует готовность обеспечивать эксплуатацию и диагностику электрической изоляции и высоковольтного электрооборудования	ПК(У)-4.1В1	Владеет навыками выбора и работы с оборудованием для контроля электрофизических свойств изоляции, реализации методов диагностики высоковольтного оборудования и кабельных линий, а также электромагнитной совместимости
				ПК(У)-4.1У1	Умеет анализировать влияние электромагнитных и тепловых полей на электрооборудование и обслуживающий его персонал
				ПК(У)-4.1З1	Знает технологию выполнения работ по монтажу, эксплуатации и диагностике высоковольтного оборудования и кабельных линий; а также технические мероприятия, обеспечивающие безопасность работ

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина относится к Блоку 1 Базовой части модуля общепрофессиональных дисциплин (обязательная часть).

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 и методы и средства испытаний электротехнических материалов	И.ПК(У)-2.1.
РД 2	Использовать современные технические средства и технологий для анализа режимов работы высоковольтного электрооборудования	И.ПК(У)-4.1.
РД 3	Уметь анализировать информацию о состоянии объекта, получаемую с помощью приборов	И.ПК(У)-4.1. И.ОПК (У)-2.2.

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, РД3	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	10
Раздел 2. Основные принципы разработки и изготовления электрооборудования высокого напряжения	РД1, РД2, РД3	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	20
Раздел 3. Электрооборудование высокого напряжения, применяемое в электроэнергетике	РД1, РД2, РД3	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	12
		Самостоятельная работа	20
Раздел 4. Электротехнологические установки и оборудование специального назначения	РД1, РД2, РД3	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	10

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 энергетическое оборудование высокого напряжения.

Темы практических занятий:

1. Основные показатели надежности электротехнического оборудования.

Названия лабораторных работ:

1. Калибровка электростатического вольтметра с помощью шарового измерительного разрядника при переменном и постоянном напряжении.

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, маслобарьерная 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 и расчет высоковольтной изоляции в разных средах.

Темы практических занятий:

1. Расчет изоляции силового высоковольтного оборудования.

Названия лабораторных работ:

1. Влияние барьеров на электрическую прочность воздушных промежутков.
2. Определение электрической прочности бумаги электроизоляционной при переменном напряжении.

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, типополнения. Отделители и короткозамыкатели. Выключатели. Типы выключателей. Классификация выключателей по принципу дугогашения. Основные типопредставители выключателей (по типу дугогасительной среды): электромагнитные, воздушные, элегазовые, масляные, маломасляные, вакуумные.

Темы лекций:

1. Основное оборудование, применяемое для генерирования и трансформации электрической энергии, а также коммутационные аппараты.

Темы практических занятий:

1. Наработка на отказ. Интенсивность отказов.

Названия лабораторных работ:

1. Исследование электромеханических характеристик высоковольтного выключателя.
2. Исследование переходного сопротивления контактного материала высоковольтных выключателей.
3. Исследование контактных материалов медь-хром на отключающую способность.

Раздел 4. Электротехнологические установки и оборудование специального назначения

Высоковольтные испытательные установки: генераторы для испытания коммутационного оборудования, высоковольтные испытательные трансформаторы, каскадные генераторы постоянного тока, генераторы импульсного напряжения, генераторы внутренних перенапряжений.

Электротехнологические установки используемые для электроимпульсной, электроэрозионной и электрогидравлической обработки, а также для магнитноимпульсной штамповки.

Реакторы и дугогасительные катушки. Конструкция, номенклатура, типоразмеры.

Высоковольтные конденсаторы. Высоковольтные конденсаторные установки. Конденсаторы связи.

Ограничители перенапряжений: трубчатые разрядники, вентильные разрядники, нелинейные ограничители перенапряжений, длинно-искровые разрядники.

Темы лекций:

1. Высоковольтные испытательные установки.

Темы практических занятий:

1. Расчет грозового импульса.

Названия лабораторных работ:

1. Генерирования импульсов высокого напряжения.
2. Определение пробивного напряжения изоляции основных жил силового кабеля.

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;
- Подготовка к лабораторным работам и практическим занятиям;
- Подготовка к контрольным работам и экзамену.

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.;

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: 21.03.2019). -

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. Важов 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.znaniium.com/go.php?id=942749> (дата обращения: 21.03.2019) 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> (дата обращения 21.03.2019);

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, 101	Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 140 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 2 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, 328	Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 98 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.
3.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, 7, 326	Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 44 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.
4.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, 7, 331	Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 44 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Телевизор - 1 шт.
5.	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 - 2 шт.; Осциллограф GOS-620FG - 1 шт.; Микроомметр GOM-802 - 1 шт.; Генератор импульсных напряжений на 1 МВ с блоком питания - 1 шт.; М-03 Метеостанция - 1 шт.; Выдвижной элемент шкафа КМ-1КФ с вакуумным выключателем ВВ/TEL-10-20/1000 УХЛ2 - 1 шт.; Лабораторный комплекс ВВСВ-50/40 - 1 шт.; Киловольтметр С-100 - 1 шт.; Кабины лабораторные - 2 шт.; Осциллограф Uni-T UTD2025CL - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 8 посадочных мест; Шкаф для одежды - 1 шт.;

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника / Электроэнергетика / специализация «Высоковольтная техника электроэнергетических систем» (приема 2019 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	Степень, звание	Ф.И.О.
Доцент ОЭЭ ИШЭ	к.т.н.	Юшков А.Ю.

Программа одобрена на заседании отделения электроэнергетики и электротехники ИШЭ (протокол от 21 мая 2019 г. № 5).

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

 / Ивашутенко А.С./