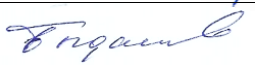


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2019 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Высоковольтные линии электропередач			
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	2	семестр	3
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	6		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции		24
	Практические занятия		16
	Лабораторные занятия		24
	ВСЕГО		64
Самостоятельная работа, ч			152
в т.ч. отдельные виды самостоятельной работы с выделенной промежуточной аттестацией			Курсовой проект
ИТОГО, ч			216

Вид промежуточной аттестации	Диф.зач, экзамен	Обеспечивающее подразделение	ОЭЭ ИШЭ
И.о. заведующего кафедрой - руководителя отделения на правах кафедры			А.С. Ивашутенко
Руководитель ООП			А.П. Леонов
Преподаватель			Е.П. Богданов
			А.П. Леонов

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
ПК(У)-3	Способен разрабатывать новые и модифицировать существующие конструкции кабельных изделий, электроизоляционные и высоковольтные системы	И.ПК(У)-3.1	Осуществляет решение задач по разработке и модификации существующих конструкций кабельных изделий, электроизоляционных и высоковольтных систем	ПК(У)-3.131	Знает особенности расчета и выбора электротехнических материалов для конструкций кабельных изделий и электроизоляционных систем с учетом электромагнитных и тепловых процессов
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)-4.1B1	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)-4.131	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 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 проведенных исследований в области разработки конструкций ЛЭП	И.ПК(У)-2.1.
РД 2	Уметь осуществлять выбор материалов применяемых в ЛЭП	И.ПК(У)-2.1.
РД 3	Разрабатывать мероприятия по координации изоляции ЛЭП	И.ПК(У)-3.1
РД 4	Использовать современные технические средства и технологий для анализа режимов работы ЛЭП	И.ПК(У)-5.1.
РД 5	Уметь анализировать информацию о состоянии объекта, получаемую с помощью приборов	И.ПК(У)-5.1.
РД 6	Оценивать влияние электромагнитных полей на высоковольтное оборудование	И.ПК(У)-5.1.

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	Объем времени, ч.
Раздел 1. Общие сведения об энергетическом оборудовании высокого напряжения	РД1, РД2, РД3, РД4, РД5, РД6	Лекции	4
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	6
		Самостоятельная работа	30
Раздел 2. Основные принципы разработки и изготовления электрооборудования высокого напряжения	РД1, РД2, РД3, РД4, РД5, РД6	Лекции	8
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	6
		Самостоятельная работа	40
Раздел 3. Электрооборудование высокого напряжения, применяемое в электроэнергетике	РД1, РД2, РД3, РД4, РД5, РД6	Лекции	8
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	6
		Самостоятельная работа	40
Раздел 4. Общие сведения о теории надежности технических систем и электроэнергетических систем	РД1, РД2, РД3, РД4, РД5, РД6	Лекции	4
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	6
		Самостоятельная работа	42

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Основные положения курса. Научные и инженерные проблемы сооружения и эксплуатации электропередач высокого напряжения

Характеристика распределения и потребления энергоресурсов в России и мире.

Возникновение короны на проводах ЛЭП, связанные с нею потери энергии, радиопомехи, акустические помехи. Допускаемые напряжённости поля и мероприятия по ограничению короны на ЛЭП.

Электрическое поле и проблемы, связанные с ним. Влияние электрического поля на людей и животных. Пути ослабления этого влияния.

Рабочее напряжение, коммутационные и грозовые перенапряжения. Учёт рабочих напряжений, коммутационных и грозовых перенапряжений при сооружении ЛЭП. Выбор изоляции ЛЭП по условиям надёжной работы в нормальном эксплуатационном режиме.

Темы лекций:

1. Общие сведения об энергетическое оборудование высокого напряжения.
2. Возникновение короны на проводах ЛЭП.
3. Внешние и внутренние перенапряжения.

Темы практических занятий:

1. Расчет напряжения возникновения короны для воздушной линии электропередач.
2. Расчет электрического поля от ЛЭП.

Названия лабораторных работ:

1. Исследование напряжения зажигания коронного разряда на проводах линии электропередач сверхвысокого напряжения.

Раздел 2. <i>Раздел 2. Выбор проводов, расчёт и конструирование расщеплённой фазы</i>
--

Выбор марки провода, расчёт и оптимизация радиуса составляющих расщепленного провода. Расчёт числа составляющих и их оптимизация в зависимости от класса напряжения ЛЭП и передаваемой мощности. Расчёт и оптимизация радиуса расщепления провода фазы с учётом потерь энергии при коронировании, электромагнитного излучения, передаваемой мощности экологических проблем, разомкнутая фаза.

Темы лекций:

1. Классификация изоляционных конструкций и расчет высоковольтной изоляции в разных средах.
2. Расщепление проводов и распределение напряженности поля по его поверхности.
3. Современные достижения по высоковольтной изоляции.

Темы практических занятий:

1. Расчет расщепленных проводов фазы линии электропередач.
2. Распределение напряженности поля по поверхности расщепленных проводов.

Названия лабораторных работ:

1. Исследование потерь энергии при коронировании расщепленных проводов воздушной линии сверхвысокого напряжения.

Раздел 3. <i>Изоляция элементов, устройств и установок высокого напряжения</i>

Координация изоляция ЛЭП при воздействии рабочих напряжений, коммутационных и грозовых перенапряжений. Расчёт длинных гирлянд изоляторов и выбор числа изоляторов в гирлянде. Способы регулирования распределения напряжения на первых изоляторах от провода. Загрязнение изоляции.

Темы лекций:

1. Основное требования по координации изоляции ЛЭП.
2. Распределение напряжения вдоль гирлянды изоляторов.
3. Проблема устойчивости подвески расщепленных проводов к гирлянде.

Темы практических занятий:

1. Расчет числа изоляторов в гирлянде для воздушной линии.
2. Расчет напряжения вдоль гирлянды изоляторов.

Названия лабораторных работ:

1. Распределение напряжения по расщепленной гирлянде изоляторов.

Раздел 4. <i>Габариты линии электропередач и подстанций высокого напряжения</i>
--

Большие воздушные промежутки в установках ЛЭП. Группы электродных систем и зависимость электрической прочности от классификации по группам. Проблемы, связанные с электрической прочностью больших воздушных промежутков.

Темы лекций:

1. Особенности работы изоляции ВЛ и КЛ.

2. Выбор изоляции ВЛ и КЛ по условию надежности.

3. Особенности работы экранов на ВЛ.

Темы практических занятий:

1. Расчет и назначения экранов для высоковольтного оборудования.

2. Выбор изоляционных расстояний на подстанциях.

Названия лабораторных работ:

1. Исследование напряжения возникновения коронного разряда на расщепленной фазе ВЛ.

Тематики курсового проекта:

Расчет силового кабеля сверхвысокого напряжения.

Разработано 20 индивидуальных заданий, содержащие различные исходные данные и план расчетов. Исходные данные к проекту: установленная мощность $P_n = 30 \dots 65$ МВт, номинальное напряжение 110 кВ, материал жил.

5. Организация самостоятельной работы студентов

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

- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Коллоквиум;
- Подготовка к лабораторным работам и практическим занятиям;
- Выполнение и защита курсового проекта;
- Подготовка к контрольным работам и экзамену.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература:

1. Важов, Владислав Фёдорович Высоковольтная техника в электроэнергетике [Электронный ресурс]: учебное пособие / В. Ф. Важов, В. А. Лавринович ; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). – 1 компьютерный файл (pdf; 2.8 МВ). – Томск: Изд-во ТПУ, 2011. – Заглавие с титульного экрана. – Электронная версия печатной публикации. – Доступ из корпоративной сети ТПУ. – Системные требования: Adobe Reader.
<http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2012/m278.pdf>;
2. Электрофизические основы техники высоких напряжений : учебник для вузов / И. М. Бортник [и др.]; под ред. И. П. Верещагина. – 2-е изд., перераб. и доп.. – Москва: Издательский дом МЭИ, 2010. – 704 с.: ил.. – Библиогр.: с. 697-699. – Предметный указатель: с. 700-703.. – ISBN 978-5-383-00195-0.
<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C208991>;
3. Электротехнический справочник в четырех томах: / под ред. В. Г. Герасимова и др. – 10-е изд., стер. – М. : Изд-во МЭИ, 2007-2009. Т. 3: Производство, передача и распределение электрической энергии
<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C176372>.

Дополнительная литература:

1. Рыжов, Юрий Петрович. Дальние электропередачи сверхвысокого напряжения: учебник / Ю. П. Рыжов. — Москва: Издательский дом МЭИ, 2007. – 488 с.: ил. – "Допущено Министерством образования и науки Российской Федерации в качестве учебника для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности "Электроэнергетические системы и сети" направления подготовки

- "Электроэнергетика". – Предметный указатель: с. 484-487. – Библиогр.: с. 477-480. – Список сокращений: с. 481-483.. – ISBN 978-5-383-00158-5
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72222.
2. Правила устройства электроустановок (все действующие разделы). – 6 и 7-е изд. – Новосибирск: Норматика, 2014. – 464 с.
https://e.lanbook.com/book/38539#book_name.
 3. Техника высоких напряжений: учебник / И. М. Богатенков [и др.]; под ред. Г. С. Кучинского. – Екатеринбург: АТП, 2015. – 606 с.: ил.. – Библиогр.: с. 598-600.. – ISBN 5-283-04757-2.
<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C318176>.

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, 326	Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 44 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 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, 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 (компьютерный класс) 634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, 7, 126	Комплект учебной мебели на 16 посадочных мест; Компьютер - 20 шт.
4	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	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория) Кассетный выкатной элемент КВЭ/TEL-10-31.5/160 У2-200 - 1 шт.; Лабораторный комплекс ВВСВ-50/40 - 1 шт.; Экспериментальный образец разрядника шаров. - 1 шт.; Выкатной элемент Ячейки К-Х11 ТУ 34 - 1 шт.; Генератор импульсных напряжений "ГИН-500" - 1 шт.; Осциллограф Атаком АСК-3106 - 2 шт.; Измеритель ИПМ-101 - 1 шт.; Газоанализатор Кане 940 - 1 шт.; Измеритель АЧХ Х1-48 - 1 шт.; Стенд лабораторный - 3 шт.; Осциллограф GOS-620FG - 3 шт.; Микроомметр GOM-802 - 1 шт.; Генератор импульсных напряжений на 1 МВ с блоком питания - 1 шт.; Установка GPI-735A - 1 шт.; М-03 Метеостанция - 1 шт.; Установка для исследования закона Пашена - 1 шт.; Генератор ГЗ-123 - 2 шт.; Шкаф приемо-передающей аппаратуры ВЧ связи передача команд противоаварийного управления - 2 шт.; Генератор PFG-3015 - 1 шт.; Выключатель вакуумный ВБСК-10-12,5/630 УХЛ2 - 1 шт.; Лабораторный стенд "Исследование автономной системы электроснабжения на базе фотоэлектрических модулей ФСМ 50-12" - 1 шт.; Выдвижной элемент шкафа КМ-1КФ с вакуумным выключателем ВВ/TEL-10-20/1000 УХЛ2 - 1 шт.; Частотомер ЧЗ-85/3 - 1 шт.; Киловольтметр С-100 - 3 шт.; Мост электрических сопротивлений Р-5026М - 1 шт.; Мост постоянного тока Р 3009 - 1 шт.; Установка для высоковольтных испытаний жидких диэлектриков - 1 шт.; Кабины лабораторные - 3 шт.; Трансформатор высоковольтный испытательный ИОМ-100/25 - 1 шт.; Выключатель вакуумный В Б-10-ГО/1000 У ХЛ2 - 1 шт.; Осциллограф Uni-T UTD2025CL - 2 шт.; Сверхскоростная четырехканальная камера pro hsfc S20925,0 4-chqnnel version - 1 шт.; Вольтметр В7-78/4 - 1 шт.; Тепловизор "Филин-6" в комплекте - 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 «Электроизоляционная и кабельная техника» (приема 2019 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	Степень, звание	Ф.И.О.
Доцент ОЭЭ ИШЭ	к.т.н., доцент	Е.П. Богданов
Доцент ОЭЭ ИШЭ	к.т.н., доцент	А.П. Леонов

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.

 / А.С. Ивашутенко /

Лист изменений рабочей программы практики:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании ОЭЭ ИШЭ (протокол)
2020/2021 учебный год	1. Обновлено программное обеспечение 2. Обновлен состав профессиональных баз данных и информационно-справочных систем 3. Обновлено содержание дисциплины (практик) 4. Обновлен список литературы	от 25.06.2020 г. № 6