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 2020 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Электромагнитная совместимость и электроизоляционные системы

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	**2**
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	**3**		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции		**16**
	Практические занятия		**16**
	Лабораторные занятия		**16**
	ВСЕГО		**48**
Самостоятельная работа, ч			**60**
ИТОГО, ч			**108**

Вид промежуточной аттестации	**Зачет**	Обеспечивающее подразделение	**ОЭЭ ИШЭ**

И.о. заведующего кафедрой - руководителя отделения на правах кафедры	А.С. Ивашутенко
Руководитель ООП	А.П. Леонов
Преподаватели	Т.В. Усачёва 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)-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 вариативной части Междисциплинарного профессионального модуля 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[1]		Индикатор достижения компетенции
Код	Наименование	
РД 1	Осуществлять контроль электрофизических свойств изоляции, параметров ЭМС и уровня отрицательных воздействий на высоковольтное оборудование и кабельные линии	И.ПК(У)-4.1
РД 2	Оценивать влияние электромагнитных полей на высоковольтное оборудование и кабельные линии, выбирать технические элементы процессе эксплуатации	И.ПК(У)-4.1
РД 3	Разрабатывать мероприятия по обеспечению и устранению проблем ЭМС в процессе эксплуатации высоковольтных объектов электроэнергетики и кабельных линий	И.ПК(У)-4.1

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[2]	Объем времени, ч.
Раздел (модуль) 1. Основы электромагнитной совместимости	РД1	Лекции	**2**
		Практические занятия	**6**
		Лабораторные занятия	**0**
		Самостоятельная работа	**17**
Раздел (модуль) 2. Факторы, влияющие на эффективную эксплуатацию электрооборудования	РД1, РД2	Лекции	**6**
		Практические занятия	**2**
		Лабораторные занятия	**8**
		Самостоятельная работа	**15**
Раздел (модуль) 3. Способы и устройства защиты	РД3	Лекции	**2**
		Практические занятия	**4**
		Лабораторные занятия	**0**
		Самостоятельная работа	**7**
Раздел (модуль) 4. Вопросы обеспечения электромагнитной совместимости	РД3	Лекции	**2**
		Практические занятия	**0**
		Лабораторные занятия	**0**
		Самостоятельная работа	**3**
Раздел (модуль) 5. Особенности влияния модулированного питающего напряжения на изоляцию питающих кабелей и обмоток электрических машин	РД1, РД3	Лекции	**4**
		Практические занятия	**4**
		Лабораторные занятия	**8**
		Самостоятельная работа	**18**

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Основы электромагнитной совместимости

Введение в электромагнитную совместимость (ЭМС), основные определения. Понятие ЭМС электротехнических средств. Технические, экономические и организационные основы ЭМС. Нормативно-техническая база по ЭМС.

Темы лекций:

1. Введение в электромагнитную совместимость.

Темы практических занятий:

1. Поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной теме.
2. Анализ и обсуждение подобранного материала, работа в команде.
3. Исследование проблемы обеспечения электромагнитной совместимости в области профессиональной деятельности (семинар).

Раздел 2. Факторы, влияющие на эффективную эксплуатацию электрооборудования

Влияние полей, создаваемых электротехническими устройствами на биологические объекты. Нормы по допустимым напряженностям электрических и магнитных полей промышленной частоты для персонала и населения. Электромагнитные помехи (ЭМП): виды, параметры, характеристики. Источники и механизм возникновения электромагнитных помех при работе электрооборудования. Каналы передачи помех; уровни помех; помехоустойчивость. Последствия и оценка их влияния на работу электрооборудования.

Темы лекций:

1. Характерные источники электромагнитных помех.

2. Классификация электромагнитных помех.
3. Каналы передачи помех. Механизмы связи.

Темы практических занятий:

1. Решение заданий в тестовой форме по лекционному материалу.

Названия лабораторных работ:

1. Измерение напряженности электрического поля промышленной частоты, создаваемого установками высокого напряжения.
2. Измерение напряженности магнитного поля промышленной частоты, создаваемого установками высокого напряжения

Раздел 3. Способы и устройства защиты

Способы и устройства защиты от помех: фильтры, разделительные трансформаторы, кабели с витыми парами, разрядники и ограничители перенапряжений, электронные приборы защиты, электромагнитные экраны. Электромагнитная совместимость электрофизических и испытательных установок.

Темы лекций:

1. Пассивные помехоподавляющие устройства и защитные компоненты.

Темы практических занятий:

1. Анализ электромагнитных экранов: понятие, принцип действия, способы расчета. коэффициента затухания.
2. Решение задач по расчетам электромагнитных экранов.

Раздел 4. Вопросы обеспечения электромагнитной совместимости

Обеспечение ЭМС: параметры и характеристики. Жизненный цикл обеспечения ЭМС электрооборудования. Определение электромагнитной обстановке на объектах электроэнергетики и электротехники: основные этапы проведения работ по определению электромагнитной обстановки; исходные данные и состав работ по определению электромагнитной обстановки на объекте. Анализ и полученных значений и сравнение их с допустимыми уровнями.

Темы лекций:

1. Способы описания и основные параметры помех.

Раздел 5. Особенности влияния модулированного питающего напряжения на изоляцию питающих кабелей и обмоток электрических машин

Причины появления, характер и величины электрических перенапряжений в изоляции питающих кабелей и обмоток частотно-регулируемого привода. Способы оценки величин перенапряжений, возникающих при работе блока ШИМ. Пути минимизации электрических нагрузок на изоляцию. Короностойкие электроизоляционные материалы. Способы оценки короностойкости обмоточных проводов, изоляции кабельных изделий. Конструктивные особенности силовых кабелей, применяемых для подключения асинхронных двигателей от преобразователей частоты.

Темы лекций:

1. Особенности эксплуатации силовых кабелей и электроизоляционных систем при питании модулированным напряжением
2. Вопросы надежности изоляции обмоток асинхронных двигателей частотно-регулируемого электропривода.

Темы практических занятий:

1. Анализ проблемы обеспечения стойкости электрической изоляции обмоток к эксплуатационным нагрузкам (семинар).

2. Анализ технических решений в кабельной технике для обеспечения ЭМС в системе ЧРП.

Названия лабораторных работ:

1. Исследование стойкости изоляции обмоточных проводов к электрическим разрядам.

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, к практическим и семинарским занятиям.
- Анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме.
- Подготовка к оценивающим мероприятиям.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература:

1. Тихонов Д.В. Электромагнитная совместимость: учебное пособие/ Д.В. Тихонов, Е.В. Старцева - Томский политехнический университет. − Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014.– 84 с. - URL: https://portal.tpu.ru/SHARED/s/STARCEVA/lerning_work/Ems/ST1/metod_ukazaniya_EMS_2014.pdf (дата обращения: 17.03.2020). Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. – Текст: электронный.
2. Дьяков, А.Ф.. Электромагнитная совместимость и молниезащита в электроэнергетике : учебник / Дьяков А.Ф. / Максимов Б.К. / Борисов Р.К. / Кужекин И.П. / Темников А.Г. / Жуков А.В.. — Москва: МЭИ, 2016. — с.. — ISBN 978-5-383-00973-4. Схема доступа: https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383009734.html (контент)
3. Огоньков, В.Г.. Электроизоляционные материалы и системы изоляции для электрических машин. В двух книгах. Кн. 2 : учебное пособие / Огоньков В.Г. / Серебрянников С.В. / Сяков В.Г. / Ященко С.А.. — Москва: МЭИ, 2019. — с.. — ISBN 978-5-383-01369-4. Схема доступа: https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383013694.html (контент)

Дополнительная литература

1. Овсянников, Александр Георгиевич. Электромагнитная совместимость в электроэнергетике : Учебник. — 1. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет (НГТУ), 2013. — 196 с.. — ISBN 978-5-7782-2199-4. Схема доступа: http://znanium.com/go.php?id=439233 (контент)
2. Бугаев, Е. А.. Анализ и сравнение действующего стандарта качества электрической энергии ГОСТ Р 32144-2013 с ГОСТ Р 13109-97 / Е. А. Бугаев; науч. рук. А. Б. Степанов // Космическое приборостроение сборник научных трудов III Всероссийского форума школьников, студентов, аспирантов и молодых ученых с международным участием, г. Томск, 8-10 апреля 2015 г.: / Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ) . — Томск : Изд-во ТПУ , 2015 . — [С. 195-196] . — Заглавие с титульного экрана. — [Библиогр.: с. 196 (3 назв.)]. — Adobe Reader. Схема доступа: http://www.lib.tpu.ru/fulltext/c/2015/C22/046.pdf (контент)
3. Аникеенко, Владимир Михайлович. Обмоточные провода : учебное пособие [Электронный ресурс] / В. М. Аникеенко, А. В. Петров; Национальный

исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — 1 компьютерный файл (pdf; 2.9 MB). — Томск: Изд-во ТПУ, 2011. — 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/m286.pdf (контент)

4. Гольдберг, Оскар Давидович. Инженерное проектирование электрических машин : учебник / О. Д. Гольдберг, Л. Н. Макаров, С. П. Хелемская. — Москва: Бастет, 2016. — 526 с.: ил.. — Высшее профессиональное образование: бакалавриат, магистратура. — Соответствует Федеральному государственному образовательному стандарту 3-го поколения. — Библиогр.: с. 521-522.. — ISBN 978-5-903178-42-1.

6.2. Информационное и программное обеспечение

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

1. Электронный курс «Силовые кабели и кабельные линии». Режим доступа: http://lms.tpu.ru/course/view.php?id=10665

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

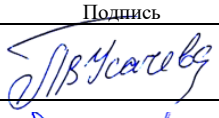
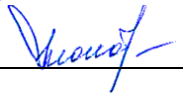
В учебном процессе используется следующее лабораторное оборудование для практических и лабораторных занятий:

№	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, 328	Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 98 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, 7 326	Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 44 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.
3.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной	Прецизионный измеритель GW Instek LCR-7829 - 1 шт.; Осцилограф С 1-107 - 1 шт.; Осциллограф С 1-68 - 2 шт.; Вольтметр В7-30 - 1 шт.; Осциллограф С1-68 - 1 шт.;

	аттестации (учебная лаборатория) 634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, 7, 227	Комплект учебной мебели на 12 посадочных мест; Шкаф для документов - 2 шт.; Тумба подкатная - 1 шт.; Стол лабораторный - 11 шт.; Компьютер - 3 шт.; Принтер - 2 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	Осциллограф Атаком АСК-3106 - 2 шт.; Измеритель ИПМ-101 - 1 шт.; Измеритель АЧХ Х1-48 - 1 шт.; Стенд лабораторный - 3 шт.; Микроомметр GOM-802 - 1 шт.; Генератор ГЗ-123 - 2 шт.; Генератор GFG-3015 - 1 шт.; Частотомер ЧЗ-85/3 - 1 шт.; Киловольтметр С-100 - 3 шт.; Кабины лабораторные - 3 шт.; Трансформатор высоковольтный испытательный ИОМ-100/25 - 1 шт.; Осцилограф Uni-T UTD2025CL - 2 шт.; Вольтметр В7-78/4 - 1 шт. Комплект учебной мебели на 8 посадочных мест; Шкаф для одежды - 1 шт.;

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы «Электроизоляционные системы, высоковольтная и кабельная техника» по специализации «Электроизоляционная и кабельная техника» направления 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника (прием 2020 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	Подпись	ФИО
Доцент ОЭЭ		Т.В. Усачёва
Доцент ОЭЭ		А.П. Леонов

Программа одобрена на заседании отделения электроэнергетики и электротехники ИШЭ (протокол от 22.05.2020 г. № 5).

И.о. заведующего кафедрой - руководителя отделения на правах кафедры ОЭЭ ИШЭ /А.С. Ивашутенко/