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

Изоляция электрических машин и аппаратов

Направление подготовки	**13.04.02 Электроэнергетика и электротехника**		
Образовательная программа	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		**16**
	Лабораторные занятия		**8**
	ВСЕГО		**32**
Самостоятельная работа, ч			**76**
ИТОГО, ч			**108**

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

И.о. заведующего кафедрой - руководителя отделения на правах кафедры		Ивашутенко А.С.
Руководитель ООП		Леонов А.П.
Преподаватель		Леонов А.П.

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 осуществлять технологическое сопровождение и координацию работ при производстве и испытаниях электротехнических изделий	И.ПК(У)-3.1	Осуществляет решение задач по разработке и модификации существующих конструкции кабельных изделий, электроизоляционных и высоковольтных систем	ПК(У)-3.131	Знает особенности расчета и выбора материалов для конструкций кабельных изделий и электроизоляционных систем с учетом электромагнитных и тепловых процессов
		И.ПК(У)-3.1	Определяет и анализирует показатели надежности электроизоляционных систем электротехнических изделий и высоковольтного оборудования	ПК(У)-3.2В2	Владеет общим представлением о вероятностных моделях надёжности объектов в области своей профессиональной деятельности
				ПК(У)-3.2У2	Умеет выявлять критические факторы, влияющие на надежность систем изоляции и определять пути из минимизации
				ПК(У)-3.232	Знает критерии и механизмы отказа электроизоляционных систем

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина относится к блоку 1 «Дисциплины» учебного плана ООП: вариативная часть. Междисциплинарный профессиональный модуль М1.ВМ1.4

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	Знает классификацию и свойства, принципы проектирования и производства систем изоляции обмоток электрических машин и аппаратов с учетом возможной технологии изготовления и условий эксплуатации	И.ПК(У)-3.1
РД 2	Уметь выявлять критические факторы, влияющие на надежность систем изоляции и определять пути из минимизации	И.ПК(У)-3.1
РД 3	Владеть навыками определения технологических и эксплуатационных свойств электроизоляционных материалов и обмоточных проводов, расчета показателей надежности систем изоляции обмоток	И.ПК(У)-3.1

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. Определение, классификация и условия эксплуатации систем изоляции электрических машин и аппаратов	РД1-РД3	Лекции	**2**
		Практические занятия	**4**
		Лабораторные занятия	**0**
		Самостоятельная работа	**18**
Раздел 2. Обзор применяемых электроизоляционных материалов, обмоточных проводов и технологические процессы обмоточно-изолировочных работ	РД1-РД3	Лекции	**2**
		Практические занятия	**4**
		Лабораторные занятия	**4**
		Самостоятельная работа	**20**
Раздел 3. Технология изготовления, контроль, испытания и обеспечение надежности изоляции обмоток	РД1, РД3	Лекции	**2**
		Практические занятия	**4**
		Лабораторные занятия	**4**
		Самостоятельная работа	**20**
Раздел 4. Системы изоляции высоковольтных обмоток	РД1, РД3	Лекции	**2**
		Практические занятия	**4**
		Лабораторные занятия	**0**
		Самостоятельная работа	**18**

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Определение, классификация и условия эксплуатации систем электрической изоляции

Назначение и условия работы изоляции электрических машин и аппаратов. Виды исполнения и классификация электроизоляционных систем, классы нагревостойкости. Анализ воздействующих факторов (действие температуры, электрического поля, влаги, окружающей среды, механические нагрузки). Проблема надежности изоляции обмоток при питании модулированным напряжением. Методы оценки технологических и эксплуатационных свойств электроизоляционных материалов и обмоточных проводов. Дефектность изоляции обмоток, методы определения дефектности.

Темы лекций:

1. Общая характеристика конструкций и условий эксплуатации систем изоляции обмоток электрических машин и аппаратов.

Темы практических занятий:

1. Анализ влияния тепловых, электрических, механических нагрузок и окружающей среды на эксплуатационную надежность изоляции электротехнического оборудования
2. Анализ особенностей эксплуатации низковольтных обмоток в электрических машинах при питании модулированным напряжением

Раздел 2. Обзор применяемых электроизоляционных материалов и обмоточных проводов

Номенклатура и свойства обмоточных проводов, материалов главной изоляции и вспомогательных электроизоляционных материалов применяемых для изготовления систем изоляции электрических машин и аппаратов. Пропиточные материалы для обмоток электрических машин (полиэфирные маслосодержащие лаки, алкидно-фенольные лаки, полиэфирно-эпоксидные и полиэфироизоциануратные лаки, полиорганосилоксановые лаки, пропиточные составы без растворителей) их свойства и область применения. Требования к пропиточным составам и растворителям. Материалы на основе слюды. Совместимость пропиточных составов и эмалированных обмоточных проводов.

Темы лекций:

1. Номенклатура и свойства обмоточных проводов и электроизоляционных материалов, применяемых при изготовлении обмоток электрических машин и аппаратов

Темы практических занятий:

1. Анализ преимуществ и перспектив применения обмоточных проводов со стекловолокнистой изоляцией.
2. Электроизоляционные материалы на основе синтетического волокна NOMEX (применяемые при производстве изоляции обмоток).

Названия лабораторных работ:

1. Исследование дефектности изоляции эмалированных проводов.

Раздел 3. Технологические процессы обмоточно-изолировочных работ, виды контроля и испытаний изоляции обмоток

Технологические операции изготовления низковольтных обмоток электрических машин. Технологическое оборудование. Разновидности конструктивного исполнения обмоток электрических машин и аппаратов, технология их намотки и укладки. Определение величин напряжения и перенапряжений между элементами главной и продольной изоляции. Пропитка обмоток электрических машин (назначение, способы). Теоретические основы процесса пропитки обмоток. Способы сушки обмоток. Критерии, характеризующие качество пропитки. Способы оценки качества пропитки. Конструкция систем изоляции трансформаторов малой мощности. Надежность, показатели надежности. Способы определения показателей надежности. Расчетно-экспериментальное определение показателей надежности изоляции низковольтных обмоток асинхронных двигателей. Механизм и критерии отказа систем изоляции обмоток.

Темы лекций:

1. Технологические операции изготовления низковольтных обмоток электрических машин.

Темы практических занятий:

1. Применение статистических методов теории надежности в электротехнике (Нормальное распределение - распределение Гаусса; Распределение Вейбулла)
2. Виды контроля и испытаний электроизоляционных систем.

Названия лабораторных работ:

1. Исследование величин пробивного напряжения эмалевой изоляции

Раздел 4. Системы изоляции высоковольтных обмоток электрических машин

Конструкция, условия эксплуатации систем изоляции высоковольтных электрических машин, турбо- и гидрогенераторов. Применяемые электроизоляционные материалы. Системы изоляции типа «Слюдотерм», «Монолит»; особенности технологии производства. Электрическое старение высоковольтной изоляции обмоток. Цели и способы регулирования электрического поля. Контроль электрической прочности, монолитности и степени отверждения изоляции.

Темы лекций: 4

1. Общая характеристика конструкций и условий эксплуатации систем изоляции высоковольтных обмоток

Темы практических занятий:

1. Анализ номенклатуры и свойств электроизоляционных материалов на основе слюды (применяемых при производстве изоляции обмоток).
2. Анализ методов контроля и испытаний изоляции высоковольтных обмоток

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 занятиям;
- Подготовка к контрольным работам, экзамену.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература:

1. Огоньков В.Г., Электроизоляционные материалы и системы изоляции для электрических машин / В.Г. Огоньков и др.; под ред. В.Г. Огонькова, С.В. Серебрянникова. — М. : Издательский дом МЭИ, 2012. — 304 с. — Библиография: с 302. — Алфавитный указатель: с. 300-302. ISBN 978-5-383-00751-8
2. Гольдберг, О. Д. Надежность электрических машин: учеб. для вузов / О. Д. Гольдберг, С. П. Хелемская. - М. : Академия, 2010. м 288 с. — Библиография: с 285. — Алфавитный указатель: с. 286-287. ISBN 978-5-7695-5739-2
3. Аникеенко В. М. Обмоточные провода : учебное пособие для вузов / В. М. Аникеенко, А. П. Леонов, А. В. Петров; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2010. — 190 с. — Библиография: с. 188-189 — Алфавитный указатель: с. 189. — ISBN 978-5-98298-696-2.

Дополнительная литература:

1. Бернштейн, Людмила Михайловна. Изоляция электрических машин общего назначения / Л. М. Бернштейн. — 3-е изд., перераб. и доп.. — Москва: Энергоиздат, 1981. — 376 с.: ил.. — Библиогр.: с. 356-365.
2. Ваксер, Нина Михайловна. Изоляция электрических машин : Учеб. пособие / Н. М. Ваксер; Ленингр. политехн. ин-т. Ленинград: ЛПИ, 1985. 82 с.: ил.

3. Матялис, Альфонсас Петро. Изоляция электрических машин : учебное пособие / А. П. Матялис. Томск: Изд-во ТПИ, 1985. 95с.
4. Астахин, Василий Владимирович. Электроизоляционные лаки, пленки и волокна / В. В. Астахин, В. В. Трезвов, И. В. Суханова. — Москва: Химия, 1986. — 157 с.: ил.. — Библиогр.: с. 157-158..

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)**:

Google Chrome; 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, 329	Комплект оборудования для проведения занятий: Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 24 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Телевизор - 1 шт. Google Chrome; Microsoft Office 2013 Standard Russian Academic;
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, 7, 316	Комплект оборудования для проведения занятий: Комплект учебной мебели на 40 посадочных мест Компьютер - 1 шт. Google Chrome; Microsoft Office 2013 Standard Russian Academic;
3.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, 7, 306	Комплект оборудования для проведения занятий: Доска аудиторная настенная - 2 шт.; Комплект учебной мебели на 50 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт. Google Chrome; Microsoft Office 2013 Standard Russian Academic;
4.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, 7, 227	Комплект оборудования для проведения занятий: Прецизионный измеритель GW Instek LCR-7829 - 1 шт.; Осциллограф С 1-107 - 1 шт.; Осциллограф С 1-68 - 2 шт.; Вольтметр В7-30 - 1 шт.; Осциллограф С1-68 - 1 шт.; 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.

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		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, к.т.н. _____/А.С. Ивашутенко/