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.
«29» июня 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2020 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Современное кабельное производство

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)	**6**		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции		**8**
	Практические занятия		**32**
	Лабораторные занятия		**24**
	ВСЕГО		**64**
Самостоятельная работа, ч			**152**
в т.ч. отдельные виды самостоятельной работы с выделенной промежуточной аттестацией (курсовой проект, курсовая работа)			**Курсовой проект**
ИТОГО, ч			**216**

Вид промежуточной аттестации	**Экзамен, дифференцированный 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

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 (СУОС)	Наименование компетенции (СУОС)	Индикаторы достижения компетенции		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)					
		Код	Наименование	Код	Владение опытом	Код	Умения	Код	Знания
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 и контроля электротехнических материалов, изделий и высоковольтного оборудования	ПК(У)-2.1У1	Умеет осуществлять выбор методов и средств испытаний и контроля	ПК(У)-2.131	Знает критерии оценки, методики испытаний и контроля параметров электротехнических материалов, изделий и высоковольтного оборудования
		И.ПК(У)-2.2	Определяет и выполняет работы по обеспечению технологического процесса производства, использует нормативно-техническую документацию в области своей профессиональной деятельности	ПК(У)-2.2В1	Владеет навыками выполнения технико-экономических расчетов, технологической подготовки участка производства электротехнических изделий	ПК(У)-2.2У2	Способен анализировать техническую документацию, выбирать оборудование и определять технологические режимы производства в области своей профессиональной деятельности	ПК(У)-2.233	Знает состояние и тенденции развития отечественных и зарубежных технологий производства, порядок, основные требования, нормы и правила оформления технической документации в соответствии с отраслевыми стандартами в области своей профессиональной деятельности
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 конструкции кабельных изделий, электроизоляционных и высоковольтных систем			ПК(У)-3.1У1	Умеет рассчитывать конструктивные и эксплуатационные параметры, проводить электрический и тепловой расчет электроизоляционных, высоковольтных систем и кабельных изделий		

Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина относится к базовой 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 кабельных изделий	И.ПК(У)-2.1
РД 2	Уметь разрабатывать конструкторскую и технологическую документацию для производства кабельных изделий	И.ПК(У)-2.2
РД 3	Уметь осуществлять выбор материалов для производства кабельных изделий (технические характеристики, особенности переработки)	И.ПК(У)-2.2
РД 4	Уметь осуществлять выбор технологического оборудования с учетом конструкции для изготовления кабельных изделий	И.ПК(У)-2.2
РД 5	Уметь разрабатывать конструкции кабельных изделий, проводить их электрический и тепловой расчет	И.ПК(У)-3.1
РД 6	Уметь анализировать физические процессы, протекающие в конструкции элементов кабельных изделий под воздействием эксплуатационных факторов	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. Общие понятия, классификация и основные виды кабельных изделий.	РД1-РД6	Лекции	**2**
		Практические занятия	**2**
		Лабораторные занятия	**0**
		Самостоятельная работа	**30**
Раздел 2. Технологическая цепочка изготовления кабельных изделий.	РД1-РД6	Лекции	**2**
		Практические занятия	**4**
		Лабораторные занятия	**4**
		Самостоятельная работа	**20**
Раздел 3. Токопроводящие жилы кабельных изделий.	РД1-РД6	Лекции	**2**
		Практические занятия	**6**
		Лабораторные занятия	**8**
		Самостоятельная работа	**20**
Раздел 4. Изолирование токопроводящих жил кабельных изделий.	РД1-РД6	Лекции	**2**
		Практические занятия	**12**
		Лабораторные занятия	**8**
		Самостоятельная работа	**40**
Раздел 5. Кабельные оболочки.	РД1-РД6	Лекции	**0**
		Практические занятия	**4**
		Лабораторные занятия	**0**
		Самостоятельная работа	**15**
Раздел 6. Защитные покровы.	РД1-РД6	Лекции	**0**
		Практические занятия	**4**
		Лабораторные занятия	**4**
		Самостоятельная работа	**27**

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Общие понятия, классификация и основные виды кабельных изделий.

Классификация, область применения, маркировка и основные элементы конструкций кабелей изделий.

Темы лекций:

1. Классификация и маркировка кабельных изделий.

Темы практических занятий:

1. Расшифровка буквенно-цифрового обозначения кабельных изделий.

Раздел 2. Технологическая цепочка изготовления кабельных изделий.

Изготовление проволоки. Оборудование и технология прокатки. Литейно-прокатный агрегат. Травление медной катанки. Волочение. Виды волочения. Деформация металла при волочении. Факторы влияющие на процесс волочения. Волочильный инструмент (материал волоки, форма канала волоки). Смазка и способы ее подачи в деформационную зону. Волочильные машины. Отжиг проволоки.

Темы лекций:

1. Волочение. Деформация металла при волочении.

Темы практических занятий:

1. Расчет маршрута волок.
2. Выбор волочильных машин.

Названия лабораторных работ:

1. Расчет маршрута калибров при изготовлении проволоки.

Раздел 3. Токопроводящие жилы кабельных изделий.

Общие требования. Формы ТПЖ. Основные параметры скрутки. Виды скрутки ТПЖ. Уплотнение токопроводящих жил. Деформация проволок при скрутке жил. Классификация крутильных машин.

Темы лекций:

1. Общие требования к ТПЖ. Скрутка ТПЖ.

Темы практических занятий:

1. Определение формы скрутки ТПЖ.
2. Расчет основных параметров скрутки ТПЖ.
3. Выбор крутильных машин.

Название лабораторных работ:

1. Скрутка токопроводящих жил кабельных изделий.

Раздел 4. Изолирование токопроводящих жил кабельных изделий.

Виды изолирования ТПЖ кабельных изделий. Наложение изоляции методом обмотки лентами или нитями волокнистых материалов. Ленто- и нитеобмоточные машины. Особенности изолирования жил высоковольтных кабелей. Особенности наложения стекловолокнистой изоляции и обмоточные машины. Эмалирование. Способы нанесения лака на провод. Выбор маршрута калибров. Температурные зоны эмальпечи. Эмальагрегаты. Экструзия. Производительность эктрудера. Технология наложения изоляции и оболочки на экструдере. Состав и назначения узлов экструзионной линии. ЛКНВ. Технология наложения резиновой изоляции на кабельное изделие. Состав и назначение узлов ЛКНВ. Вулканизация. Особенности изолирования кабельных изделий из фторопласта. Особенности изолирования кабельных изделий из кремнийорганической резины. Особенности наложения изоляции из полиэтилена. Вспененная изоляция: назначение и технология вспенивания.

Темы лекций:

1. Способы изолирования ТПЖ кабельных изделий.

Темы практических занятий:

1. Технология наложения изоляции методом обмотки лентами и нитями волокнистых материалов. Особенности наложения стекловолокнистой изоляции.
2. Эмалирование. Способы эмалирования. Выбор маршрута калибров при эмалировании.
3. Технология наложения изоляции и оболочки на экструдере. Выбор формующего инструмента.
4. Технология наложения резиновой изоляции или оболочки на кабельное изделие.
5. Особенности наложения изоляции из фторполимеров, кремний-органической резины. Виды сшивки полиэтилена.
6. Способы и технология вспенивания.

Название лабораторных работ:

1. Исследование технологии наложения изоляция на токопроводящие жилы кабельных изделий методом обмотки.
2. Исследование технологии наложения полимерной изоляции и оболочки.
3. Исследование технологии наложения резиновой изоляции и оболочки.

Раздел 5. Кабельные оболочки.

Классификация кабельных оболочек. Свинцовые, алюминиевые, стальные оболочки. Свинцовые прессы и технология прессования. Методы наложения алюминиевых оболочек. Гофрирование оболочек. Гидрофобное заполнение.

Темы практических занятий:

1. Технология прессования оболочки на червячном прессе.
2. Методы наложения алюминиевых оболочек. Гидрофобное заполнение.

Раздел 6. Защитные покровы.

Материалы и конструкции защитных покровов. Оборудование для наложения защитных покровов. Оплетка. Оплеточные машины.

Темы практических занятий:

1. Технология наложения защитных покровов.
2. Выбор режима наложения защитных покровов.

Название лабораторных работ:

1. Исследование электрической прочности изоляции экранированных и бронированных кабелей.

Темы курсовых проектов:

1. Расчет конструкции провода марки СИП-3 1х70-20кВ.
2. Расчет конструкции силового марки АВВБ 4х35 1кВ
3. Расчет конструкции провода марки СИП-2 3х70+1х70
4. Расчет конструкции автотракторного провода марки ПГВА 1х0,75
5. Расчет конструкции силового кабеля марки ВВГнг(А) 3х4 1кВ
6. Расчет конструкции силового кабеля марки ВВГнг(А)-FRLS 3х1,5 0,66 кВ
7. Расчет конструкции контрольного кабеля марки КВВБнг(А)-FRLS 2х2,5 0,66 кВ
8. Расчет конструкции провода марки ПВС 2х2,5
9. Расчет конструкции силового кабеля марки ПвПнг 110кВ
10. Расчет конструкции провода марки СИП-4 0,6/1 4х16
11. Расчет конструкции контрольного кабеля марки КВВГ 4х0,75 0,66 кВ
12. Расчет конструкции шнура марки ШВВП 2х0,5
13. Расчет конструкции установочного кабеля марки КуВВнг(А)-LS-ХЛ 3х4 300/500 В
14. Расчет конструкции контрольного кабеля марки КВВГЭнг(А)-FRLSLTх 4х6-0,66 кВ
15. Расчет конструкции силового кабеля марки АВБШвнг(А)-LSLTх 4х25ок-0,66 кВ
16. Расчет конструкции контрольного кабеля марки КВБбШвнг(А)-FRLS 37х1-1 кВ
17. Расчет конструкции контрольного кабеля марки АКВВГЭнг(А)-FRLS 4х4 – 0,66кВ
18. Расчет конструкции кабеля марки КСВЭВ 10х0,4-250 В
19. Расчет конструкции кабеля марки СБЗПЭБбШп 33х0,8-380 В
20. Расчет конструкции силового кабеля марки АВБбШв 5х4-1кВ

Студенты могут выбирать темы курсового проекта в рамках предложенной тематики (тематика прописана в рабочей программе дисциплины) с учетом индивидуальных предпочтения.

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 курсового проекта;
- Анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям;
- Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям;
- Подготовка к контрольным работам, экзамену.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература:

1. Дудкин А. Н. Электротехническое материаловедение: учебное пособие [Электронный ресурс] / А. Н. Дудкин, В. С. Ким. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2020. — 200 с. — Книга из коллекции Лань – Инженерно-технические науки. — ISBN 978-5-8114-5296-5. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/139259 (дата обращения 21.03.2020).
2. Аникеенко, Владимир Михайлович. Обмоточные провода : учебное пособие для вузов / В. М. Аникеенко, А. В. Петров; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2011. — 162 с.
3. Меркулов, Валерий Иванович. Расчет электроизоляционных конструкций : учебное пособие [Электронный ресурс] / В. И. Меркулов; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — 1 компьютерный файл (pdf; 1.3 MB). — Томск: Изд-во ТПУ, 2010. — 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/2011/m277.pdf (дата обращения 21.03.2020).
4. Алиев, Исмаил Ибрагимович. Кабельные изделия : справочник / И. И. Алиев. — 3-е изд.. — Москва: РадиоСофт, 2014. — 224 с.: ил.. — Библиогр.: с. 221.. — ISBN 978-5-93037-281-6.

Дополнительная литература

1. Леонов В.М., Пешков И.Б., Рязанов И.Б., Холодный С.Д Основы кабельной техники: учебник для студентов высших учебных заведений / под редакцией Пешкова И.Б. – М.: Издательских центр «Академия» — 2006. — 432 с.: ил.
2. Пешков И.Б. Материалы кабельного производства/ И. Б. Пешков. - Москва : Машиностроение, 2013. - 455 с. : ил., табл.; 22 см.; ISBN 978-5-94275-708-3.
3. Аникеенко, Владимир Михайлович. Основы кабельной техники : учебное пособие / В. М. Аникеенко, С. С. Марьин; Томский политехнический университет (ТПУ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2006. — 193 с.: ил.. — Учебники Томского политехнического университета. — На обложке автор указан неверно: Аникиенко В. М. — Библиогр.: с. 174-175
4. Аникеенко, Владимир Михайлович. Основы кабельной техники : лабораторный практикум / В. М. Аникеенко, С. С. Марьин; Томский политехнический университет (ТПУ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2007. — 53 с.: ил.. — Учебники Томского политехнического университета.
5. Раувендааль, К. Экструзия полимеров: пер. с англ. яз. 4-го изд. / К. Раувендааль. СПб.: Профессия, 2008. 768 с. 7. Вторичная переработка пластмасс / под ред. Ла Мантия Франческо; ред. перевода Г. Е. Заиков. СПб.: Профессия, 2007. - 400 с.
6. Рудской А. И. Теория и технология прокатного производства: учебное пособие [Электронный ресурс]/ А. И. Рудской, В. А. Лунев. — Санкт-Петербург : СПбГПУ, 2008. — 527 с. Книга из коллекции Лань – Инженерно-технические науки.—ISBN 978-5-02-025302-5. Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/50589 (дата обращения 21.03.2020).
7. Рудской А. И. Волочение: учебное пособие [Электронный ресурс] / А. И. Рудской. — Санкт-Петербург : СПбГПУ, 2011. — 126 с. — Книга из коллекции Лань – Инженерно-технические науки. — ISBN 978-5-7422-3096-0. Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/50582 (дата обращения 21.03.2020).
8. Кулезнев В. Н. Химия и физика полимеров : учебное пособие [Электронный ресурс] / В. Н. Кулезнев, В. А. Шершнев. — 3-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 368 с. Книга из коллекции Лань – Инженерно-технические науки.— ISBN 978-5-8114-1779-7. Режим доступа https://e.lanbook.com/book/51931 (дата обращения 21.03.2020).

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;
3. 7-Zip; Adobe Acrobat Reader DC;
4. Adobe Flash Player;
5. Design Science MathType 6.9 Lite;
6. Document Foundation LibreOffice;
7. Google Chrome;
8. PTC Mathcad 15 Academic Floating.

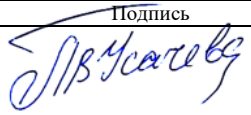
7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

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 (научная лаборатория) 634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, 7, 310	Измеритель сопротивления изоляции кабельны изделий КИСИ-1 в цеховом исполнении - 1 шт.;Аппарат испытания диэлектриков цифровой АИД-70Ц - 1 шт.;Измеритель сопротивления жил кабельны изделий КИС с цифровым термометром в лабораторном исполнении - 2 шт.;Универсальная разрывная машина И1158М - 1 шт.;Измерительная линейка ИЛ-1 - 1 шт.;Экран Projecta настенный рулонный ProScreen - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 12 посадочных мест;Шкаф для документов - 2 шт.;Тумба подкатная - 1 шт.;Стол лабораторный - 2 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, 229	Инструмент для резки кабеля KABELSHERE MODELL 4 - 1 шт.;Комплект учебного оборудования "Электротехнические материалы" ЭТМ-НК - 2 шт.;Инструмент для удаления изоляции EASY STRIP 2 PTFE inkl V-cartridge - 1 шт.;Стенд ETHERLINE - 1 шт.;Стенд "Power chain" - 1 шт.;Инструмент для резки кабеля ERZATS CHNEUDCOPFE MODELL 4 - 1 шт.;Клещи для обжима наконечников Pew 8.87 PLUS - 3 шт.; Инструмент для резки кабеля KABELSHERE KT 5 - 1 шт.;Учебно-демонстрационный стенд - 1 шт.;Инструмент для удаления изоляции FC STRIP - 8 шт.;Инструмент для разделки кабелей ASI-STRIP SPEZIAL - 2 шт..;Моторизированный экран для проектора Projecta Compact Electrol 240*139 - 1 шт.;Инструмент для резки кабеля KABELSHERE KT 4 - 1 шт.;Инструмент для обжима кабельных наконечников CRIMPZANGE KSA 0760 - 10 шт.; Инструмент для удаления изоляции EASY STRIP 2 inkl X-cartridge - 3 шт.; Доска аудиторная настенная - 1 шт.;Шкаф для одежды - 2 шт.;Шкаф для документов - 4 шт.;Тумба стационарная - 1 шт.;Тумба подкатная - 1 шт.;Стол лабораторный - 4 шт.;Комплект учебной мебели на 12 посадочных мест; Компьютер - 3 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, 346	Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 46 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Телевизор - 1 шт.
5.	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, 119	Доска аудиторная настенная - 1 шт.;Шкаф для документов - 1 шт.;Комплект учебной мебели на 16 посадочных мест; Компьютер - 16 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:

Должность	Подпись	ФИО
Доцент ОЭЭ ИШЭ		Т.В. Усачёва
Старший преподаватель ОЭЭ ИШЭ		Т.М. Солдатенко

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/