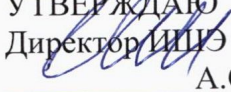
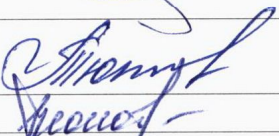
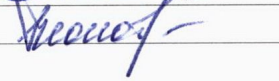


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИШЭ

А.С. Матвеев
« 29 » 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2017 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Основы конденсаторной техники			
Направление подготовки/ специальность	13.03.02 Электроэнергетика и электротехника		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Электротехника		
Специализация	Электроизоляционная, кабельная и конденсаторная техника		
Уровень образования	высшее образование - бакалавриат		
Курс	4	семестр	8
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	3		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	22	
	Практические занятия	22	
	Лабораторные занятия	22	
	ВСЕГО	66	
Самостоятельная работа, ч		42	
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			П.В. Тютева
Преподаватель			А.П. Леонов

2020 г.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 6 Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Результаты освоения ООП	Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
			Код	Наименование
ПК(У)-7	Способен обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике	Р10, Р12	ПК(У)-7.В3	Владеет базовыми принципами расчёта основных параметров и осуществления технологического процесса производства конденсаторной техники
			ПК(У)-7.У3	Умеет анализировать характеристики и выбирать материалы при разработке конденсаторов
			ПК(У)-7.33	Знает классификацию, номенклатуру и свойства конденсаторов, а также перспективные направления их развития

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативной части (Вариативный междисциплинарный профессиональный модуль) учебного плана образовательной программы.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Код компетенции
Код	Наименование	
РД 1	Владеет навыками прогнозирования поведения конденсаторов в различных условиях окружающей среды	ПК(У)-7.В3
РД 2	Умеет анализировать и выбирать способы расчетов емкости конденсаторов и напряженности поля в их изоляции, применяя известные законы, теории и закономерности	ПК(У)-7.У3
РД 3	Знает особенности расчета конструкции и технологии изготовления различных типов конденсаторов	ПК(У)-7.33

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. Основные положения курса. Материалы в конденсаторостроении	РД 1-РД 3	Лекции	6
		Практические занятия	6
		Лабораторные занятия	6
		Самостоятельная работа	10
Раздел 2. Электрические и физико-	РД 1-РД 3	Лекции	6
		Практические занятия	6
		Лабораторные занятия	6

химические процессы и явления, протекающие в конденсаторах		Самостоятельная работа	10
Раздел 3. Основы расчета конденсаторов	РД 1-РД 3	Лекции	6
		Практические занятия	6
		Лабораторные занятия	10
		Самостоятельная работа	14
Раздел 4. Виды конденсаторов, перспективы развития конденсаторостроения	РД 1-РД 3	Лекции	4
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	8

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Основные положения курса. Материалы в конденсаторостроении

Задачи курса и его содержание. Роль российских ученых в развитии конденсаторостроения. Применение и классификация электрических конденсаторов. Конструктивные элементы конденсаторов. Основная изоляция. Ленточная изоляция. Газообразная и жидкая изоляция. Тонкослойная изоляция. Обкладки конденсаторов. Цилиндрические, плоскопрессованные и плоско намотанные секции. Выводы конденсаторов. Межсекционные соединения. Конструкция корпусов. Корпусная изоляция. Изоляторы. Предохранители. Устройства для охлаждения.

Электроизоляционные материалы. Основная и вспомогательная изоляция. Проводниковые материалы. Материалы для обкладок, соединительные шины, вводы и выводы. Конструкционные материалы. Вспомогательные материалы.

Темы лекций:

1. Применение и классификация электрических конденсаторов.
2. Общая характеристика конструкций конденсаторов
3. Электротехнические материалы, применяемые при производстве конденсаторов

Темы практических занятий:

1. Анализ факторов, воздействующих на конденсаторы
2. Расчет напряженности электрического поля в конденсаторах
3. Анализ номенклатуры и свойств электроизоляционных материалов

Названия лабораторных работ:

1. Исследование величины емкости конденсаторов с учетом конструктивных параметров
2. Изучение сопротивления изоляции конденсаторов (явление саморазряда)

Раздел 2. Электрические и физико-химические процессы и явления, протекающие в конденсаторах

Поляризация и диэлектрические потери в конденсаторной изоляции. Проводимость гетерогенных диэлектрических систем, накопление и релаксация в них заряда. Электрический пробой комбинированной изоляции. Тепловой пробой изолированных материалов и конденсаторов. Старение конденсаторной изоляции. Частичные разряды в изоляции конденсаторов и их роль при старении.

Расчет плоскопараллельных полей в однородной среде методом конформных отображений. Моделирование электрических полей. Регулирование электрических полей в конденсаторах. Расчет величины напряжения возникновения частичных разрядов и напряжения перекрытия.

Емкость плоского, цилиндрического, сферического и планарного конденсаторов. Расчет емкости различных электродных систем. Учет краевых эффектов. Влияние

технологии на емкость конденсаторов. Номинальное значение емкости. Температурная, частотная и временная стабильность емкости. Температурный коэффициент емкости. Сопротивление изоляции конденсаторов. Постоянная времени. Активное сопротивление металлических частей конденсаторов. Поверхностный эффект. Индуктивность обкладок и выводов. Эквивалентные электрические схемы конденсаторов. Представление конденсаторов как цепи с распределенными параметрами. Оценка эквивалентной емкости, индуктивности и последовательного сопротивления. Анализ эквивалентной схемы. Полное сопротивление конденсаторов. Конденсатор в цепях постоянного и переменного тока. Конденсатор при несинусоидальных напряжениях.

Темы лекций:

1. Электрические и физико-химические процессы и явления, протекающие в конденсаторах
2. Расчет и моделирование электрических полей в конденсаторах
3. Емкость конденсаторов различного типа

Темы практических занятий:

1. Расчет плоскопараллельных полей в однородной среде методом конформных отображений.
2. Расчет диэлектрических характеристик комбинированной изоляции конденсаторов
3. Расчет емкости конденсаторов

Названия лабораторных работ:

1. Исследование электрического пробоя конденсаторов, явление самовосстановления
2. Изучение температурного коэффициента емкости конденсаторов

Раздел 3. Основы расчета конденсаторов

Электрический расчет конденсаторов. Выбор рабочей напряженности электрического поля при разных режимах работы конденсаторов. Тепловой расчет конденсатора. Тепловое равновесие конденсатора. Конвективный теплообмен. Коэффициент конвективной теплоотдачи. Тепловое излучение. Температура корпуса конденсатора. Распределение температуры внутри корпуса конденсатора. Максимальная и допустимая температура.

Механический расчет токоведущих частей, корпуса и выводов конденсаторов. Электродинамические нагрузки. Особенности расчета срока службы и надежности конденсаторов. Техно-экономические и удельные характеристики конденсаторов.

Темы лекций:

1. Электрический расчет конденсаторов.
2. Тепловой расчет конденсаторов.
3. Особенности расчета срока службы и надежности конденсаторов.

Темы практических занятий:

1. Тепловые режимы конденсаторов
2. Индуктивность конденсаторов
3. Расчет напряжения начала ионизации в изоляции конденсаторов

Названия лабораторных работ:

1. Исследование температурного коэффициента емкости конденсаторов в зависимости от температуры
1. Исследование влияния температуры на диэлектрические потери в конденсаторах.
2. Исследование напряженностей электрического поля в конденсаторе

Раздел 4. Виды конденсаторов, перспективы развития конденсаторостроения

Газообразные и жидкие диэлектрики. Воздушные конденсаторы постоянной емкости. Газонаполненные конденсаторы. Вакуумные конденсаторы. Воздушные переменные конденсаторы. Способы управления емкостью конденсатора.

Твердые органические конденсаторные диэлектрики. Конденсаторная бумага, ее электрические и физические свойства. Основные этапы изготовления бумажных конденсаторов. Сушка и пропитка. Пропиточные материалы.

Пленочные полимерные диэлектрики. Полярные и неполярные пленки. Полистирольные конденсаторы. Полипропиленовые конденсаторы. Фторопластовые конденсаторы. Конденсаторы на основе полиэтилентерефталата. Конденсаторы на основе поликарбоната. Конденсаторы на основе эфиров целлюлозы. Конденсаторы с металлизированным пленочным диэлектриком. Технология металлизации. Явление самовосстановления.

Неорганические конденсаторные диэлектрики. Типы керамических конденсаторов. Слюдяные конденсаторы. Конденсаторы на основе стекол. Монолитные конденсаторы. Конденсаторы с барьерным слоем. Сегнетокерамические конденсаторы. Конденсаторы с электрическим управлением емкостью. Вариконды, варикапы, варакторы. Полупеременные (подстроечные) конденсаторы.

Особенности оксидной изоляции и способы ее получения. Процесс формовки. Полярные и неполярные конденсаторы. Оксидно-полупроводниковые конденсаторы. Технология и свойства оксидно-полупроводниковых конденсаторов.

Темы лекций:

1. Конденсаторы с газообразным и жидким диэлектриком.
2. Твердые органические, неорганические и полимерные материалы как основа конденсаторов

Темы практических занятий:

1. Расчет срока службы конденсаторов
2. Анализ особенностей оксидной изоляции и способы ее получения.

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. Электроизоляционные материалы и системы изоляции для электрических машин : в 2 кн. / под ред. В. Г. Огонькова, С. В. Серебрянникова. — Москва: Изд-во МЭИ, 2012. — ISBN 978-5-383-00750-1.

<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C247334>

2. Дудкин, Анатолий Николаевич. Электротехническое материаловедение : учебное пособие / А. Н. Дудкин, В. С. Ким // 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 199 с.: ил. — (Учебники для вузов. Специальная литература. —Библиотека высшей школы). — Библиогр.: с. 194-196.

<http://opac.lib.tpu.ru/document/1/RU%5CTPU%5Cbook%5C338682>

3. Набиев, Фуад Магомед оглы. Электрические машины : учебное пособие / Ф. М. Набиев. — 2-е изд.. — Москва: РадиоСофт, 2014. — 292 с.: ил.. — Литература: с. 291.. — ISBN 978-5-93037-285-4.

<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/advanced/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C314474>

Дополнительная литература:

1. Кучинский, Георгий Станиславович. Частичные разряды в высоковольтных конструкциях / Г. С. Кучинский. — Ленинград: Энергия, 1979. — 224 с.: ил.. <http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C33849>
2. Синявский, Виктор Наумович. Расчет и конструирование электрокерамических конструкций : учебное пособие / В. Н. Синявский. — 2-е изд., перераб. и доп.. — Москва: Энергия, 1977. — 192 с.. <http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C33855>
3. Дмитриевский, Виктор Сергеевич. Расчет и конструирование электрической изоляции : учебное пособие / В. С. Дмитриевский. — Москва: Энергоиздат, 1981. — 392 с.: ил.. <http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C33856>
4. Варденбург, Арнольд Куртович. Электрическая напыленная изоляция / А. К. Варденбург, П. М. Пилипосян. — Москва: Энергоатомиздат, 1984. — 136 с.: ил.. — Библиогр.: с. 133-135.. <http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C33848>
5. Ренне, Владимир Тихонович. Расчет и конструирование конденсаторов : учебное пособие / В. Т. Ренне, Ю. В. Багалеи, И. Д. Фридберг. — Киев : Техника, 1966. — 325 с.: ил. <http://opac.lib.tpu.ru/document/1/RU%5CTPU%5Cbook%5C34104>
6. Меркулов, Валерий Иванович. Основы конденсаторостроения : лабораторный практикум [Электронный ресурс] / В. И. Меркулов; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — 1 компьютерный файл (pdf; 1.5 MB). — 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/m287.pdf>

6.2. Информационное и программное обеспечение

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

1. <http://www.ruscable.ru> - сайт производителей и потребителей кабельно-проводниковой продукции
2. <http://www.kp-info.ru> — журнал для производителей и потребителей кабельно-проводниковой продукции
3. <http://www.kabel-news.ru> — информационно-аналитическое издание о предприятиях по производству кабельно-проводниковой продукции

Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы доступны по ссылке: <https://www.lib.tpu.ru/html/irs-and-pdb>

Используемое лицензионное программное обеспечение (в соответствии с **Перечнем лицензионного программного обеспечения ТПУ**):

1. Google Chrome;
2. Microsoft Office 2013 Standard Russian Academic;
3. Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic;

4. Adobe Acrobat Reader DC;
5. Document Foundation LibreOffice;
6. PTC Mathcad 15 Academic Floating;
7. MathWorks MATLAB Full Suite R2017b.

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 (научная лаборатория) 634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, 7 327	Комплект оборудования для проведения занятий: Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 42 посадочных места; Компьютер - 1 шт.; Телевизор - 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, 7 126	Комплект оборудования для проведения занятий: Комплект учебной мебели на 20 посадочных мест; Компьютер - 20 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, 7 326	Комплект оборудования для проведения занятий: Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 44 посадочных места; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы «Электротехника» по специализации «Электроизоляционная, кабельная и конденсаторная техника» направления 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (прием 2017 г., очная форма)

Разработчик(и):

Должность		ФИО
Доцент ОЭЭ		А.П. Леонов

Программа одобрена на заседании кафедры Электротехнические комплексы и материалы ЭНИН (протокол от 23.06.2017 г. № 71).

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

 /А.С. Ивашутенко/

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании ОЭЭ ИШЭ (протокол)
2018/2019 учебный год	1. Обновлено программное обеспечение 2. Обновлен состав профессиональных баз данных и информационно-справочных систем	от 22.06.2018 г. № 7
2018/2019 учебный год	1. Изменена система оценивания	от 27.08.2018 г. № 4/1
2019/2020 учебный год	1. Обновлено программное обеспечение 2. Обновлен состав профессиональных баз данных и информационно-справочных систем 3. Обновлено содержание дисциплины 4. Обновлен список литературы	от 27.06.2019 г. № 6
2020/2021 учебный год	1. Обновлено программное обеспечение 2. Обновлен состав профессиональных баз данных и информационно-справочных систем 3. Обновлено содержание дисциплины 4. Обновлен список литературы	от 25.06.2020 г. № 6