

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ
Директор по образовательной
деятельности

_____ С.Т. Князев
«__» _____

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Код модуля	Модуль
1156800	Проектирование высоковольтного оборудования

Екатеринбург

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Образовательная программа 1. Электроэнергетика и электротехника	Код ОП 1. 13.03.02/33.01
Направление подготовки 1. Электроэнергетика и электротехника	Код направления и уровня подготовки 1. 13.03.02

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Лузгин Владислав Игоревич	к.т.н., доцент	Доцент	Кафедра электротехники

Согласовано:

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Проектирование высоковольтного оборудования

1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль включает в себя одноименную дисциплину. Целью модуля является подготовка студентов к практической работе, связанной с проектированием, производством высоковольтного электротехнического оборудования. Овладение студентами основ проектирования изоляционных конструкций коммутационных и измерительных аппаратов с учетом требований научно-технического процесса и ГОСТов. Модуль является обязательным парным модулем к проектному практикуму «Высоковольтная электроэнергетика и электротехника».

1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах
1	Проектирование высоковольтного оборудования	3
ИТОГО по модулю:		3

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	Не предусмотрены
Постреквизиты и кореквизиты модуля	1. Проектный практикум Высоковольтная электроэнергетика и электротехника - А 2. Проектный интенсив Высоковольтная электроэнергетика и электротехника - ВС

1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3
Проектирование высоковольтного оборудования	ПК-25 - Способен применять знание устройства и принципы трансформаторов, разъединителей, выключателей,	З-12 - Объяснять методологию проектирования электрических аппаратов, системы автоматизированного проектирования и создание проектной документации

	<p>реакторов, заземляющих устройств, устройств молниезащиты, релейной защиты и автоматики, кабельных и воздушных линий электропередачи, газовых защит</p>	<p>У-12 - Оценивать расчеты характеристик изоляционных конструкций высоковольтных аппаратов</p> <p>П-12 - Предлагать методы моделирования высоковольтных аппаратов</p>
--	---	--

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Проектирование высоковольтного
оборудования

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Лузгин Владислав Игоревич	к.т.н., доцент	Доцент	Кафедра электротехники

Рекомендовано учебно-методическим советом института Уральский энергетический

Протокол № 112 от 18.06.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Общие вопросы проектирования ВВО	Современное состояние разработок ВВО и требования к различным его видам. Основные принципы проектирования ВВО. Этапы проектирования ВВО
P2	Проектирование изоляционных конструкций ВВО	Последовательность проектирования ВВО. Расчет общей электрической изоляции методом эквивалентных разрядных промежутков. Расчет общей электрической изоляции бакового элегазового выключателя. Определение длины изоляционных промежутков внешней и внутренней изоляции Расчет одиночного кольцевого экрана колонны опорных изоляторов. Расчет изоляционных промежутков колонны опорных изоляторов с экраном. Расчет общей электрической изоляции колонкового газового выключателя. Определение длины изоляционных промежутков внешней и внутренней изоляции Расчет распределения напряжения по разрывам многоразрывных аппаратов с защитными экранами и шунтирующими конденсаторами
P3	Проектирование токоведущих систем ВВО. Тепловые расчеты токоведущей системы ВВО	Роль тепловых явлений в ВВО. Потери энергии на теплоту в токоведущих, ферромагнитных и диэлектрических материалах. Теория теплопроводности

		<p>Конвективный теплообмен в ВВО. Теория подобия и критерии подобия в задачах конвективного теплообмена. Закономерности теплопередачи</p> <p>Нестационарный нагрев узлов ВВО. Кратковременный и повторно-временной режим нагрева токоведущих частей и узлов ВВО. Перегрузочная способность ВВО.</p> <p>Стационарный нагрев узлов ВВО. Модели стационарных задач нагрева однородного проводника. Нагрев плоского изолированного проводника. Нагрев цилиндрического изолированного проводника. Расчет минимального сечения проводника</p> <p>Нагрев однородного проводника с сосредоточенным источником потерь. Нагрев неоднородного проводника с сосредоточенным источником потерь</p> <p>Тепловой расчет неоднородного токопровода ВВО. Метод локальных координат расчета распределения температуры нагрева токоведущей системы ВВО</p> <p>Тепловой расчет неоднородного изолированного токопровода методом эквивалентных тепловых схем. Тепловой четырехполюсник для участка токопровода</p> <p>Тепловая схема неоднородного проводника с сосредоточенными источниками потерь. Расчет распределения температуры нагрева токоведущей системы ВВО с учетом потерь в контактных соединениях</p>
<p>P4</p>	<p>Силовые расчеты токоведущей системы ВВО</p>	<p>Методы определения величины и направления электродинамических сил в токоведущих системах ВВО. Графо-аналитический метод построения эпюры сил и определение точек приложения равнодействующих</p> <p>Расчет ЭДУ энергетическим методом. Определение сил сужения тока в проводниках</p> <p>Расчет ЭДУ в токоведущих системах ВВО в цепи однофазного и трехфазного переменного тока. Механический резонанс токоведущей системы</p> <p>Расчет электродинамической стойкости токоведущей системы. Определение тока электродинамической стойкости</p>
<p>P5</p>	<p>Проектирование силовых контактных соединений ВВО</p>	<p>Основные параметры, термины и понятия теории контактных соединений. Разновидности электрических контактов и их классификация. Основные параметры контактного узла</p> <p>Термоэлектрические эффекты в контактах. Тепловые модели контактных площадок. Основные закономерности переходного контактного сопротивления</p> <p>Нагрев контактов номинальными токами. Расчет температуры контактных площадок и контактного нажатия при протекании номинального тока</p>

		<p>Электродинамические силы сужения тока в контактных площадках (силы Двайта). Расчет электродинамической стойкости контактного соединения</p> <p>Нагрев контактов аварийными токами. Расчет температуры нагрева контактных площадок током короткого замыкания. Термическая стойкость контактного соединения</p> <p>Тепловая модель контактного узла. Определение параметров теплового четырехполюсника контактного соединения</p>
--	--	--

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	<p>проектная деятельность</p> <p>профориентационная деятельность</p> <p>целенаправленная работа с информацией для использования в практических целях</p>	<p>Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности</p> <p>Технология проектного образования</p>	<p>ПК-25 - Способен применять знание устройства и принципы трансформаторов, разъединителей, выключателей, реакторов, заземляющих устройств, устройств молниезащиты, релейной защиты и автоматики, кабельных и воздушных линий электропередачи, газовых защит</p>	<p>З-12 - Объяснять методологию проектирования электрических аппаратов, системы автоматизированного проектирования и создание проектной документации</p> <p>У-12 - Оценивать расчеты характеристик изоляционных конструкций высоковольтных аппаратов</p> <p>П-12 - Предлагать методы моделирования высоковольтных аппаратов</p>

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Проектирование высоковольтного оборудования

Электронные ресурсы (издания)

1. ; Библия электрика: ПУЭ, МПОТ, ПТЭ : практическое руководство.; Сибирское университетское издательство, Новосибирск; 2011; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=57229> (Электронное издание)
2. Абрамов, Е. Ю.; Электрические и электронные аппараты : учебно-методическое пособие.; Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск; 2017; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=576085> (Электронное издание)
3. Бочаров, Ю. Н.; Техника высоких напряжений : учебное пособие.; Издательство Политехнического университета, Санкт-Петербург; 2013; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=363032> (Электронное издание)

Печатные издания

1. ; Основы теории электрических аппаратов : учеб. для вузов по специальности "Электр. аппараты".; Высшая школа, Москва; 1987 (20 экз.)
2. , Черных, И. В.; Исследование высоковольтных электрических аппаратов : учебно-методическое пособие для студентов вуза, обучающихся по направлению подготовки 13.04.02 - Электроэнергетика и электротехника.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2020 (15 экз.)
3. , Агафонов, Г. Е., Бабкин, И. В., Берлин, Б. Е., Вишневский, Ю. И.; Электрические аппараты высокого напряжения с элегазовой изоляцией; Энергоатомиздат. Санкт-Петербургское отделение, Санкт-Петербург; 2002 (43 экз.)
4. Александров, Г. Н., Иванов, В. Л.; Изоляция электрических аппаратов высокого напряжения; Энергоатомиздат, Ленинград; 1984 (8 экз.)
5. ; Проектирование электрических аппаратов : Учебник для студ. вузов.; Энергоатомиздат, Ленинград; 1985 (47 экз.)
6. , Александров, Г. Н., Афанасьев, А. И., Борисов, В. В., Каплан, Г. С., Кузнецов, В. Е.; Электрические аппараты высокого напряжения : Учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности "Электр. и электрон. аппараты".; СПбГТУ, Санкт-Петербург; 2000 (23 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

<https://digital-library.theiet.org/>
<https://onlinelibrary.wiley.com/>
<https://link.springer.com/>
<https://www.sciencedirect.com/>
<https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp>
<https://www.scopus.com>
<https://www.tstu.ru/r.phpr=obuch.book.elib1>

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

<http://lib.urfu.ru> Библиотека УрФУ

<http://ldjvu-inf.narod.ru/telib.htm> Библиотека электротехника и электроэнергетика

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Проектирование высоковольтного оборудования

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES GoogleChrome MozillaFirefox
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Matlab+Simulink Mathcad 14 AutoCAD 2014 GoogleChrome MozillaFirefox
3	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов	Matlab+Simulink Mathcad 14 AutoCAD 2014

		<p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>GoogleChrome</p> <p>MozillaFirefox</p>
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>GoogleChrome</p> <p>MozillaFirefox</p>
5	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Matlab+Simulink</p> <p>Mathcad 14</p> <p>AutoCAD 2014</p> <p>GoogleChrome</p> <p>MozillaFirefox</p>