

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
1156647	Технология проектирования электрических аппаратов

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 Технология проектирования электрических аппаратов

1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль включает в себя дисциплины « Конструкция электрооборудования высокого напряжения» , « Методы автоматизации проектирования и производства электрических аппаратов» , «Проектирование электрических аппаратов» В модуле рассматриваются следующие вопросы принципы работы и конструкции выключателей высокого напряжения, выключателей большой мощности, измерительных трансформаторов, комплектных распределительных устройств, защитных аппаратов, трансформаторов, реакторов. Механические системы электрических аппаратов приводы выключателей высокого напряжения, приводы автоматических выключателей, механические системы КРУ . Основы проектирования узлов электрооборудования и его изоляции. В модуле изучаются методы проектирования технических устройств с использованием специальных программ моделирования.

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	Проект по модулю Технология проектирования электрических аппаратов	1
2	Конструкции электрических аппаратов высокого напряжения	4
3	Проектирование электрических аппаратов высокого напряжения	5
4	Методы автоматизации проектирования и производства электрических аппаратов	3
ИТОГО по модулю:		13

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	<ol style="list-style-type: none">1. Материаловедение2. Инженерные информационные технологии3. Теория электрических аппаратов
Постреквизиты и кореквизиты модуля	<ol style="list-style-type: none">1. Электротехнологические процессы в высоковольтном оборудовании2. Электротехнологические процессы в высоковольтном оборудовании

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
Конструкции электрических аппаратов высокого напряжения	ПК-24 - Способен применять знание технологии, аппаратуры, приборов и приспособлений для диагностики, испытаний и измерений высоковольтного оборудования	З-3 - Объяснять применение дугогасящих аппаратов У-8 - Анализировать технологию проектирования электрических аппаратов П-8 - Оформлять презентацию по технологии проектирования электрических аппаратов
	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	З-9 - Объяснять устройство высоковольтного выключателя У-9 - Оценивать назначение и необходимость каждого элемента аппарата П-9 - Выполнить расчет систем аппарата
Методы автоматизации проектирования и производства электрических аппаратов	ПК-24 - Способен применять знание технологии, аппаратуры, приборов и приспособлений для диагностики, испытаний и измерений высоковольтного оборудования	З-10 - Объяснять технологию автоматизации на объектах энергетики У-10 - Оценивать пользование автоматизированными системами на объектах энергетики П-10 - Сделать вывод о особенностях создания автоматизации на объектах энергетики
	ПК-25 - Способен применять знание устройства и принципы трансформаторов, разъединителей, выключателей, реакторов, заземляющих	З-10 - Привести примеры методов автоматизации на энергообъектах У-10 - Оценивать автоматизацию на энергообъектах

	устройств, устройств молниезащиты, релейной защиты и автоматики, кабельных и воздушных линий электропередачи, газовых защит	П-10 - Сделать вывод о методах автоматизации на энергообъектах
Проект по модулю Технология проектирования электрических аппаратов	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	З-11 - Характеризовать назначение высоковольтного выключателя З-12 - Объяснять методологию проектирования электрических аппаратов, системы автоматизированного проектирования и создание проектной документации У-11 - Обобщить расчет основных показатели аппарата: номинальный ток, ток отключения, ток термической и динамической стойкости У-12 - Оценивать расчеты характеристик изоляционных конструкций высоковольтных аппаратов П-11 - Осуществлять обоснованный выбор показателей аппарата с его конструкцией
Проектирование электрических аппаратов высокого напряжения	ПК-24 - Способен применять знание технологии, аппаратуры, приборов и приспособлений для диагностики, испытаний и измерений высоковольтного оборудования	З-11 - Описывать проектируемый электрический аппарат У-11 - Определять оптимальные методы расчете электрического аппарата в соответствии с ГОСТ П-11 - Оформить документацию и презентацию по проектируемому аппарату
	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	З-11 - Характеризовать назначение высоковольтного выключателя У-11 - Обобщить расчет основных показатели аппарата: номинальный ток, ток отключения, ток термической и динамической стойкости П-11 - Осуществлять обоснованный выбор показателей аппарата с его конструкцией

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Конструкции электрических аппаратов
высокого напряжения

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Яковенко Светлана Равилевна	без ученой степени	старший преподават ель	Электротехники

Рекомендовано учебно-методическим советом института Уральский энергетический

Протокол № 112 от 18.06.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Яковенко Светлана Равилевна, старший преподаватель, Электротехники

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	Классификация, назначение и общие требования к электрическим аппаратам высокого напряжения.	1 Общие сведения об электрических аппаратах высокого напряжения. Назначение и классификация электрических аппаратов высокого напряжения. Основные параметры. Условия работы и требования к электрическим аппаратам 2 Электрическая дуга и процессы в ней. Восстановление электрической прочности и восстановление напряжения на контактах. Принципы гашения дуги постоянного и переменного тока.
P2	Коммутационные аппараты высокого напряжения	Воздушные выключатели. Элегазовые выключатели. Вакуумные выключатели. Выключатели с жидкими дугогасящими средами. Электромагнитные выключатели. Механизмы выключателей. Предохранители. Разъединители, отделители, короткозамыкатели и заземлители. Выключатели нагрузки. Конструкции, особенности работы и применения коммутационных аппаратов разного типа.
P3	Ограничивающие аппараты	Токограничение. Принцип работы реакторов. Конструкции реакторов. Разрядники. Ограничители перенапряжений

Р4	Высоковольтные измерительные и силовые трансформаторы	Измерительные трансформаторы тока. Измерительные трансформаторы напряжения. Силовые трансформаторы: масляные и сухие.
Р5	Комплектные устройства и комплексы	Комплектные распределительные устройства. Герметизированные распределительные устройства. Аппаратные генераторные комплексы.

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	учебно-исследовательская, научно-исследовательская профориентационная деятельность	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности	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	З-9 - Объяснять устройство высоковольтного выключателя У-9 - Оценивать назначение и необходимость каждого элемента аппарата П-9 - Выполнить расчет систем аппарата

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Конструкции электрических аппаратов высокого напряжения

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)

Печатные издания

1. Евдокунин, Г. А., Тилер, Г.; Современная вакуумная коммутационная техника для сетей среднего

напряжения (технические преимущества и эксплуатационные характеристики : [монография].; Издательство Сизова, Санкт-Петербург; 2002 (6 экз.)

2. , Агафонов, Г. Е., Бабкин, И. В., Берлин, Б. Е., Вишневецкий, Ю. И.; Электрические аппараты высокого напряжения с элегазовой изоляцией; Энергоатомиздат. Санкт-Петербургское отделение, Санкт-Петербург; 2002 (43 экз.)

3. Чунихин, А. А., Жаворонков, М. А.; Аппараты высокого напряжения : Учеб. пособие для студ. вузов.; Энергоатомиздат, Москва; 1985 (34 экз.)

4. , Акимов, Е. Г., Белкин, Г. С., Бурман, А. П., Ведешенков, Н. А., Годжелло, А. Г., Розанов, Ю. К.; Электрические и электронные аппараты : учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" : в 2 т. Т. 1. Электромеханические аппараты ; Академия, Москва; 2010 (10 экз.)

5. , Бурман, А. П., Кваснюк, А. А., Коробков, Ю. С., Розанов, Рябчицкий, М. В.; Электрические и электронные аппараты : учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" : в 2 т. Т. 2. Силовые электронные аппараты ; Академия, Москва; 2010 (29 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.php?r=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

Конструкции электрических аппаратов высокого напряжения

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p>	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
2	Практические занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p>	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
3	Лабораторные занятия	Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	Не требуется
4	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p>	Не требуется
5	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>	GoogleChrome MozillaFirefox
6	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p>	GoogleChrome MozillaFirefox

		Подключение к сети Интернет	
--	--	-----------------------------	--

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Проектирование электрических аппаратов
высокого напряжения

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	
P2, T1		Последовательность проектирования ВВО. Расчет общей электрической изоляции методом эквивалентных разрядных промежутков.
P2, T2		Расчет общей электрической изоляции бакового элегазового выключателя. Определение длины изоляционных промежутков внешней и внутренней изоляции.
P2, T3		Расчет одиночного кольцевого экрана колонны опорных изоляторов. Расчет изоляционных промежутков колонны опорных изоляторов с экраном.
P2, T4		Расчет общей электрической изоляции колонкового газового выключателя. Определение длины изоляционных промежутков внешней и внутренней изоляции.
P2, T5		Расчет распределения напряжения по разрывам многоразрывных аппаратов с защитными экранами и шунтирующими конденсаторами.
P3	Проектирование токоведущих систем	

	высоковольтного оборудования. Тепловые расчеты токоведущей системы высоковольтного оборудования.	
P3, T1		Роль тепловых явлений в высоковольтном оборудовании. Потери энергии на теплоту в токоведущих, ферромагнитных и диэлектрических материалах. Теория теплопроводности.
P3, T2		Конвективный теплообмен в высоковольтном оборудовании. Теория подобия и критерии подобия в задачах конвективного теплообмена. Закономерности теплопередачи.
P3, T3		Нестационарный нагрев узлов высоковольтного оборудования. Кратковременный и повторно-временной режим нагрева токоведущих частей и узлов высоковольтного оборудования. Перегрузочная способность высоковольтного оборудования.
P3, T4		Стационарный нагрев узлов высоковольтного оборудования. Модели стационарных задач нагрева однородного проводника. Нагрев плоского изолированного проводника. Нагрев цилиндрического изолированного проводника. Расчет минимального сечения проводника.
P3, T5		Тепловой расчет неоднородного изолированного токопровода методом эквивалентных тепловых схем. Тепловой четырехполюсник для участка токопровода.
P3, T6		Тепловая схема неоднородного проводника с сосредоточенными источниками потерь. Расчет распределения температуры нагрева токоведущей системы высоковольтного оборудования с учетом потерь в контактных соединениях.
P4	Проектирование силовых контактных соединений высоковольтного оборудования	
P4, T1		Основные параметры, термины и понятия теории контактных соединений. Разновидности электрических контактов и их классификация. Основные параметры контактного узла.
P4, T2		Термоэлектрические эффекты в контактах. Тепловые модели контактных площадок. Основные закономерности переходного контактного сопротивления.
P4, T3		Нагрев контактов номинальными токами. Расчет температуры контактных площадок и контактного нажатия при протекании номинального тока.
P4, T4		Нагрев контактов аварийными токами. Расчет температуры нагрева контактных площадок током короткого замыкания. Термическая стойкость контактного соединения.
P4, T5		Тепловая модель контактного узла. Определение параметров теплового четырехполюсника контактного соединения.

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	профориентационная деятельность целенаправленная работа с информацией для использования в практических целях	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности Технология самостоятельной работы	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	З-11 - Характеризовать назначение высоковольтного выключателя У-11 - Обобщить расчет основных показатели аппарата: номинальный ток, ток отключения, ток термической и динамической стойкости П-11 - Осуществлять обоснованный выбор показателей аппарата с его конструкцией

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Проектирование электрических аппаратов высокого напряжения

Электронные ресурсы (издания)

1. ; Библия электрика: ПУЭ, МПOT, ПТЭ : профессиональное руководство.; Сибирское университетское издательство, Новосибирск; 2011; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=57229> (Электронное издание)
2. Попов, Е. В.; Устройство и эксплуатация электрических аппаратов : конспект лекций. 1. Коммутационные электрические аппараты; Алтайр : МГАВТ, Москва; 2015; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=430567> (Электронное издание)

Печатные издания

1. , Бурман, А. П., Кваснюк, А. А., Коробков, Ю. С., Розанов, Рябчицкий, М. В.; Электрические и электронные аппараты : учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" : в 2 т. Т. 2. Силовые электронные аппараты ; Академия, Москва; 2010 (29 экз.)
2. Казаков, В. А.; Электрические аппараты : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по

направлению подгот. 140600 "Электротехника, электромеханика и электротехнологии".; РадиоСофт, Москва; 2011 (5 экз.)

3. ; Проектирование электрических аппаратов : Учебник для студ. вузов.; Энергоатомиздат, Ленинград; 1985 (47 экз.)

4. Чунихин, А. А.; Электрические аппараты. Общий курс : учеб. для студентов электротехн. и электроэнергет. специальностей вузов.; Альянс, Москва; 2008 (31 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 электрических аппаратов высокого напряжения

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	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

		<p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p>	
2	Практические занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p>	<p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Mathcad 14</p> <p>Matlab+Simulink</p>
3	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Mathcad 14</p> <p>Matlab+Simulink</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>Mathcad 14</p> <p>Matlab+Simulink</p> <p>GoogleChrome</p> <p>MozillaFirefox</p>

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Методы автоматизации проектирования и
производства электрических аппаратов

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Рудный Виктор Владимирович	кандидат технических наук, доцент	доцент	Электротехники

Рекомендовано учебно-методическим советом института Уральский энергетический

Протокол № 112 от 18.06.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Рудный Виктор Владимирович, доцент, Электротехники

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	Введение в автоматизацию проектирования	Автоматизация проектирования. Системы автоматизации проектирования: назначение, состав, общие характеристики. Составные части процесса проектирования. Стадии, этапы проектирования. Уровни, аспекты проектирования. Базовый алгоритм процесса проектирования. Типовые проектные процедуры. Принцип вложенности. Интегрированные машиностроительные системы. Экономические аспекты САПР: стратегические и тактические. Блочно-иерархический подход.
P2	Стандартизация в САПР. Системы классификации и кодирования	Классы моделей, точность, адекватность и экономичность моделей
P3	Виды обеспечения систем автоматизации. Заказное программное обеспечение	Уровни интеграции вычислительных систем: Внут-ренний алгоритм, макроинструкции, внешний алгоритм с интерфейсом, алгоритм с передачей геометрических данных, перенос геометрических данных, автономные вычисления. Разработка программного обеспечения: принципы и порядок создания, сопровождающая документация, совместимость и переносимость, тестирование, обучение, подсказки, помощь.
P4	Информационное обеспечение САПР	Типы данных. Основные структуры для хранения данных
P5	Защита информации и программного обеспечения	Защита программного обеспечения: техническая, криптографическая, идентификацией программ, патентная защита.

Р6	Автоматизация моделирования и исследования моделей	Твердотельное моделирование технических устройств и их исследование
Р7	Методы одномерного поиска экстремума	<p>Проектные параметры, целевая функция, поиск минимума (максимума), пространство проектирования, ограничения-равенства, ограничения-неравенства, локальный оптимум, глобальный оптимум, унимодальность, мультимодальность, поверхности уровня, выпуклость, вогнутость, седловая точка, овражность, градиент, необходимые и достаточные условия экстремума. Выбор целевой функции, частные критерии, взвешенный аддитивный критерий, мультипликативный критерий, максиминные (минимаксные) критерии. Математическая постановка задачи оптимизации.</p> <p>Классификация методов поиска. Основные этапы поиска экстремума. Поиск нуля функции одной переменной: метод деления пополам; метод Ньютона; методы секущих и ложного положения; дробная интерполяция и методы высоких порядков; регуляризованный метод линейной интерполяции. Одномерная оптимизация: метод покрытий; общий (равномерный) поиск; метод деления интервала пополам; метод дихотомии; метод золотого сечения; метод Дэвиса, Свенна и Кэмпби; метод Пауэлла; метод Фи-боначчи; метод ломаных; метод касательных; метод полиномиальной интерполяции (парабол); метод стохастической аппроксимации. Сравнение методов одномерного поиска</p>
Р8	Методы многомерного поиска экстремума	<p>Метод полного перебора (метод сеток); метод покоординатного спуска (подъема); метод исключения областей (касательной к линии уровня); метод случайного поиска; градиентный метод; ступенчатый наискорейший спуск; наискорейший подъем с использованием одномерного поиска; метод Ньютона; Метод переменной метрики; метод Бroyдена; метод Дэвидона - Флетчера – Пауэлла; метод сопряженных направлений; метод параллельных касательных (партан-метод); сопряженных градиентов; метод Флетчера-Ривса; алгоритм Пирсона; проективный алгоритм Ньютона-Рафсона; метод Флетчера; метод конфигураций Хука-Дживса; метод конфигураций Розенбока (вращения осей координат); метод конфигураций Пауэлла; симплекс-метод (деформируемого многогранника)(Нелдера и Мида); метод Гаусса-Зейделя; методы случайного поиска (алгоритм с парной пробой; алгоритм с возвратом при неудачном шаге; алгоритм с пересчетом при неудачном шаге; алгоритм наилучшей пробы; алгоритм статистического градиента). Сравнение методов.</p>
Р9	Методы нелинейного программирования	<p>Метод неопределенных множителей Лагранжа; метод штрафных функций; метод барьерных функций; метод проекции градиента (Розена; обобщенный градиентный метод; обобщенный метод Дэвидона; Метод допустимых направлений (Заутендайка); метод обобщенного приведенного градиента; метод внешней точки; метод центров (разновидность метода внутренней точки); метод Розенбока; метод внутренней точки (барьерных поверхностей + Дэвидона); метод Вейсмана; Метод компенсирующих констант (одна из модификаций метода внешней точки); программы реализации многих методов.</p>

P10	Различные подходы к решению задач оптимизации	Целочисленное программирование. Динамическое программирование. Типовые задачи математического программирования: Транспортная задача. Задача трассировки. Постановка задачи оптимизации в условиях неопределенности: Факторный анализ. Элементы теории игр. Методы структурного синтеза технических устройств.
------------	---	---

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	профориентационная деятельность целенаправленная работа с информацией для использования в практических целях	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности Технология самостоятельной работы	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	З-10 - Привести примеры методов автоматизации на энергообъектах У-10 - Оценивать автоматизацию на энергообъектах П-10 - Сделать вывод о методах автоматизации на энергообъектах

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Методы автоматизации проектирования и производства электрических аппаратов

Электронные ресурсы (издания)

1. ; Инженерная графика : учебное пособие.; Воронежская государственная лесотехническая академия, Воронеж; 2012; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=142414> (Электронное издание)
2. Хныкина, А. Г.; Инженерная и компьютерная графика : учебное пособие.; Северо-Кавказский Федеральный университет (СКФУ), Ставрополь; 2016; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=466914> (Электронное издание)
3. Черепашков, А. А.; Компьютерная графика и геометрическое моделирование в машиностроении : учебное пособие.; Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, Самара; 2015; <http://www.iprbookshop.ru/91762.html> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Каламейя, А. Д., Алан Дж., Уилсон, Д., Тарабров, И. Б.; Трехмерное моделирование в AutoCAD 2004. Визуальный курс; Вильямс, Москва ; Санкт-Петербург ; Киев; 2005 (10 экз.)
2. , Хейфец, А. Л., Логиновский, А. Н., Буторина, И. В., Дубовикова, Е. П.; 3D-технология построения чертежа. AutoCAD : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлениям подгот. дипломир. специалистов в обл. техники и технологии.; БХВ-Петербург, Санкт-Петербург; 2005 (121 экз.)
3. Хокс, Б., Мартынюк, В. В., Волков, Д. В., Веденеев, Д.Е.; Автоматизированное проектирование и производство; Мир, Москва; 1991 (4 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.php?r=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

Методы автоматизации проектирования и производства электрических аппаратов

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	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p>	<p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>AutoCAD 2014</p>
2	Лабораторные занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p>	AutoCAD 2014
3	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>AutoCAD 2014</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>