Подписано и утверждено в СЭД 19.10.2023 21:16:18ИД задачи 3260469

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
1162375	Базовые компетенции в области электротехники

Екатеринбург

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Образовательная программа 1. Электротехнологические процессы и установки с системами питания и управления	**Код ОП** 1. 13.04.02/33.02
Направление подготовки 1. Электроэнергетика и электротехника	**Код направления и уровня подготовки** 1. 13.04.02

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Мойсейченков Александр Николаевич	кандидат технических наук, без ученого звания	Доцент	электротехники

Согласовано:

Управление образовательных программ Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Базовые компетенции в области электротехники

1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль включает дисциплины: «Дополнительные главы математики», «Твердотельное 3D моделирование», «Теория электромагнитного поля», «Диагностика электромагнитных и электромеханических преобразователей», «Современные источники питания ЭТУ», «Электротехнологические установки природоохранных технологий». Модуль способствует современному математическому мышлению, умению использования ма-тематических методов и основ математического моделирования в практической деятельности. Модуль предусматривает углубленное изучение теории и методов расчета электромагнитного поля; физических основ процессов, элементов инженерного расчета параметров, эксплуатации электротехнологических установок, диагностики электромагнитных и электромеханических преобразователей; технологических процессов переработки и обработки материалов, в кото-рых электрическая энергия превращается в другие виды энергии непосредственно в зоне воз-действия на вещество или в самом веществе; формирование необходимых навыков создания моделей электротехнологических и электротехнических установок.

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	Дополнительные главы математики	3
2	Диагностика электромагнитных и электромеханических преобразователей	3
3	Электротехнологические установки природоохранных технологий	2
4	Современные источники питания ЭТУ	3
5	Теория электромагнитного поля	2
6	Твердотельное 3D моделирование	2
	ИТОГО по модулю:	15

1.3.Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	Не предусмотрены
Постреквизиты и кореквизиты модуля	1. Специальные вопросы электромеханики

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
Диагностика электромагнитных и электромеханических преобразователей	УК-4 - Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	У-2 - Воспринимать и анализировать содержание письменных и устных текстов на родном и иностранном (ых) языках с целью определения значимой информации
	ОПК-1 - Способен формулировать и решать научно-исследовательские, технические, организационно-экономические и комплексные задачи, применяя фундаментальные знания	З-1 - Соотносить проблемную область с соответствующей областью фундаментальных и общеинженерных наук З-2 - Привести примеры терминологии, принципов, методологических подходов и законов фундаментальных и общеинженерных наук, применимых для формулирования и решения задач проблемной области знания У-1 - Использовать для формулирования и решения задач проблемной области терминологию, основные принципы, методологические подходы и законы фундаментальных и общеинженерных наук У-2 - Критически оценить возможные способы решения задач проблемной области, используя знания фундаментальных и общеинженерных наук П-1 - Работая в команде, разрабатывать варианты формулирования и решения научно-исследовательских, технических, организационно-экономических и комплексных задач, применяя знания фундаментальных и общеинженерных наук Д-1 - Проявлять лидерские качества и умения командной работы

	ПК-4 - Способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач электромеханического и электромагнитного преобразования энергии, выбирать критерии оценки	З-1 - Характеризовать задачи, методы решения задач и критерии оценки решений задач электромеханического и электромагнитного преобразования энергии в объеме необходимом и достаточном для освоения компетенции У-1 - Формулировать и обосновывать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач электромеханического и электромагнитного преобразования энергии, выбирать критерии оценки в объеме необходимом и достаточном для освоения компетенции П-1 - Иметь практический опыт самостоятельного формулирования обоснованных целей и задач исследования, выявления приоритетов решения задач электромеханического и электромагнитного преобразования энергии, выбора критериев оценки в объеме необходимом и достаточном для освоения компетенции
	ПК-7 - Способен выполнять систематизацию, анализ и обобщение результатов экспериментов и другой научно-технической информации применительно к объектам профессиональной деятельности при решении задач электромеханического и электромагнитного преобразования энергии	З-1 - Описывать методы анализа и обобщения результатов экспериментов и другой научно-технической информации в объеме необходимом и достаточном для освоения компетенции У-1 - Выполнять систематизацию, анализ и обобщение результатов экспериментов и другой научно-технической информации применительно к объектам профессиональной деятельности при решении задач электромеханического и электромагнитного преобразования энергии П-1 - Иметь опыт самостоятельного выполнения экспериментов, систематизации, анализа и обобщения результатов экспериментов и другой научно-технической информации применительно к объектам профессиональной деятельности при решении задач электромеханического и электромагнитного преобразования энергии
	ПК-8 - Способен применять актуальную нормативную документацию при выполнении	З-1 - Способен воспроизвести методы поиска актуальной нормативной документации в необходимом и

	исследований и опытно-конструкторских работ для объектов профессиональной деятельности при решении задач электромеханического и электромагнитного преобразования энергии	достаточном объеме для освоения компетенции У-1 - Способен находить и применять актуальную нормативную документацию при выполнении исследований и опытно-конструкторских работ для объектов профессиональной деятельности при решении задач электромеханического и электромагнитного преобразования энергии П-1 - Иметь опыт поиска и применения актуальной нормативной документации при выполнении исследований и опытно-конструкторских работ для объектов профессиональной деятельности при решении задач электромеханического и электромагнитного преобразования энергии
	ПК-9 - Способен разрабатывать планы и про-граммы проведения исследований объектов профессиональной деятельности при решении задач электромеханического и электромагнитного преобразования энергии	З-1 - Изложить методы, применяемые для планирования проведения исследований объектов профессиональной деятельности при решении задач электромеханического и электромагнитного преобразования энергии в объеме необходимом и достаточном для освоения компетенции У-1 - Разрабатывать и обосновывать планы и программы проведения исследований объектов профессиональной деятельности при решении задач электромеханического и электромагнитного преобразования энергии П-1 - Иметь опыт планирования и проведения исследований объектов профессиональной деятельности при решении задач электромеханического и электромагнитного преобразования энергии в объеме необходимом и достаточном для освоения компетенции
Дополнительные главы математики	УК-4 - Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	У-2 - Воспринимать и анализировать содержание письменных и устных текстов на родном и иностранном (ых) языках с целью определения значимой информации
	ПК-1 - Способен планировать и ставить	З-5 - Изложить методы линейного, нелинейного программирования,

	задачи исследования, самостоятельно выполнять исследования, интерпретировать и представлять результаты научных исследований, выбирать методы экспериментальной работы, моделировать работу электрооборудования, электротермические процессы и установки на базе стандартных пакетов прикладных программ	минимизации унимодальных функций, конечных элементов, конечных разностей, основные понятия и методы статистического анализа данных У-5 - Обосновать применение методов оптимизации, метода конечных разностей, методов статистического анализа для решения прикладных задач П-5 - Иметь практический опыт использования методов конечных элементов, конечных разностей, методов статистического анализа данных
	ПК-5 - Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы при решении задач электромеханического и электромагнитного преобразования энергии	З-1 - Описывать современные методы исследования и критерии оценки результатов, применяемые при решении задач электромеханического и электромагнитного преобразования энергии, в объеме необходимом и достаточном для освоения компетенции У-1 - Выбирать в зависимости от поставленных целей и задач исследования современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы при решении задач электромеханического и электромагнитного преобразования энергии П-1 - Иметь опыт применения современных методов исследования, представления и оценивания результатов, применяемых при решении задач электромеханического и электромагнитного преобразования энергии
Современные источники питания ЭТУ	ПК-1 - Способен планировать и ставить задачи исследования, самостоятельно выполнять исследования, интерпретировать и представлять результаты научных исследований, выбирать методы экспериментальной работы, моделировать работу электрооборудования,	З-2 - Определять особенности задач исследования, проводить самостоятельно исследования; интерпретировать и представлять результаты научных исследований У-3 - Описывать устройство и работу источников питания, применяемых в ЭТУ, основные процессы, выбирать источники питания для комплектации различных ЭТУ П-4 - Осуществлять выбор и иметь практический опыт расчета источника

	электротермические процессы и установки на базе стандартных пакетов прикладных программ	питания для конкретной технологической установки
	ПК-3 - Способен анализировать и систематизировать информацию, составлять технические задания на проектирование, разработать комплект конструкторской документации, концепцию автоматизированной системы управления технологическими процессами, системы электропривода; выполнять расчет и проектирование электротехнических систем, электротермических установок, электронных и микропроцессорных систем управления электрооборудованием, электротермическими установками в соответствии с техническим заданием с использованием стандартных средств автоматизации проектирования, оформлять результаты проектно-конструкторских работ в сотрудничестве со специалистами другого профиля	З-1 - Изложить нормативную базу для составления технических заданий на проектирование, разработку конструкторской документации У-1 - Обосновать расчет и формулировать техническое задание на проектирование П-1 - Иметь практические навыки выполнения расчета и проектирования в соответствии с техническим заданием с использованием стандартных средств автоматизации проектирования
Твердотельное 3D моделирование	ПК-1 - Способен планировать и ставить задачи исследования, самостоятельно выполнять исследования, интерпретировать и	З-6 - Охарактеризовать методы трехмерной анимации, стандартные пакеты прикладных программ для твердотельного 3D моделирования

	представлять результаты научных исследований, выбирать методы экспериментальной работы, моделировать работу электрооборудования, электротермические процессы и установки на базе стандартных пакетов прикладных программ	У-7 - Определять методы трехмерного моделирования, трехмерной анимации в рамках цифрового процесса производства графических продуктов П-7 - Иметь практический опыт владения пакетами прикладных программ твердотельного 3D моделирования для создания качественных трехмерных сцен и объектов
Теория электромагнитного поля	ПК-1 - Способен планировать и ставить задачи исследования, самостоятельно выполнять исследования, интерпретировать и представлять результаты научных исследований, выбирать методы экспериментальной работы, моделировать работу электрооборудования, электротермические процессы и установки на базе стандартных пакетов прикладных программ	З-4 - Изложить основные законы тепловых, электрических и магнитных цепей, теплового и электромагнитного поля, основные процессы, методы анализа процессов в тепловых, электрических и магнитных цепях, методы расчета характеристик теплового и электромагнитного полей, параметров электромагнитных устройств У-6 - Правильно интерпретировать и применять рациональные методы анализа цепей и полей для конкретных задач, составлять схемы замещения и математические модели электромагнитных устройств, проводить расчеты электротехнологических устройств П-6 - Иметь практический опыт применения основ теории электромагнитного поля
Электротехнологические установки природоохранных технологий	ПК-1 - Способен планировать и ставить задачи исследования, самостоятельно выполнять исследования, интерпретировать и представлять результаты научных исследований, выбирать методы экспериментальной работы, моделировать работу электрооборудования, электротермические процессы и установки на базе стандартных	З-3 - Сформулировать основные типы, принципы действия, назначение и конструкции ЭТУ природоохранного назначения и происходящие в них процессы У-2 - Анализировать экологические проблемы реального производства и выбирать необходимые электротехнологические методы и установки для решения этих проблем П-3 - Иметь практический опыт применения навыков анализа и выбора режимов ЭТУ природоохранного назначения

	пакетов прикладных программ	
	ПК-3 - Способен анализировать и систематизировать информацию, составлять технические задания на проектирование, разработать комплект конструкторской документации, концепцию автоматизированной системы управления технологическими процессами, системы электропривода; выполнять расчет и проектирование электротехнических систем, электротермических установок, электронных и микропроцессорных систем управления электрооборудованием, электротермическими установками в соответствии с техническим заданием с использованием стандартных средств автоматизации проектирования, оформлять результаты проектно-конструкторских работ в сотрудничестве со специалистами другого профиля	З-1 - Изложить нормативную базу для составления технических заданий на проектирование, разработку конструкторской документации У-1 - Обосновать расчет и формулировать техническое задание на проектирование П-1 - Иметь практические навыки выполнения расчета и проектирования в соответствии с техническим заданием с использованием стандартных средств автоматизации проектирования

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Дополнительные главы математики

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Гредасова Надежда Викторовна	кандидат физико-математических наук, без ученого звания	Доцент	прикладной математики

Рекомендовано учебно-методическим советом института Уральский энергетический

Протокол № _7_ от _05.04.2023_ г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- **Гредасова Надежда Викторовна, Доцент, прикладной математики**

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
Р1.	Методы оптимизации	Постановка задачи линейного программирования (ЛП). Три формы задач ЛП, приведение к канонической форме. Геометрический метод решения задачи ЛП. Нелинейное программирование. Метод множителей Лагранжа. Минимизация унимодальных функций. Метод деления отрезка пополам. Метод золотого сечения. Метод парабол. Метод ломаных.
Р2.	Метод конечных элементов	Классификация линейных дифференциальных уравнений второго порядка в частных производных. МКЭ для обыкновенной краевой задачи. Примеры базисных функций, которые могут быть использованы в МКЭ при решении обыкновенной краевой задачи. Метод Ритца. Триангуляция. Линейная интерполяция на треугольнике. Решение эллиптической краевой задачи методом конечных элементов. Примеры базисных функций, которые могут быть использованы в случае двух и более переменных. Оценки погрешности интерполяции. Связь оценок погрешности интерполяции с оценками сходимости МКЭ. Барицентрические координаты. МКЭ для бигармонического уравнения. Метод коллокаций, метод Галеркина, метод Бубнова-Галеркина. МКЭ для нестационарных задач: параболическое уравнение, гиперболическое уравнение. МКЭ для нелинейных нестационарных уравнений. Переходный элемент. Триангуляция Делоне. Источники ошибок в МКЭ.

Р3.	Статистический анализ данных	Выборочный метод. Основные понятия. Статистическое распределение выборки. Эмпирическая функция распределения. Полигон, гистограмма. Основные числовые характеристики выборки (размах, мода, медиана, выборочное среднее, выборочная дисперсия, выборочное среднеквадратическое отклонение). Статистические оценки параметров распределения. Точечные оценки. Интервальные оценки. Доверительный интервал для оценки математического ожидания нормального распределения при неизвестном среднем квадратическом отклонении генеральной совокупности. Начальные и центральные теоретические и эмпирические моменты. Асимметрия и эксцесс. Статистическая проверка статистических гипотез. Основные понятия. Принцип проверки статистических гипотез. Проверка гипотезы о нормальном распределении генеральной совокупности по критерию Пирсона.

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Дополнительные главы математики

Электронные ресурсы (издания)

1. Гасс, С., С., Гольштейн, Е. Г., Сушкевич, М. И., Юдин, Д. Б.; Линейное программирование (методы и приложения) : монография.; Гос. изд-во физико-математической лит., Москва; 1961; https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=116235 (Электронное издание)

2. Тихонов, А. Н.; Уравнения математической физики; Наука, Москва; 1977; https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=468275 (Электронное издание)

3. Гмурман, В. Е.; Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике : учебное пособие.; Высшая школа, Москва; 1979; https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=458330 (Электронное издание)

4. Сухарев, А. Г.; Курс методов оптимизации : учебное пособие.; Физматлит, Москва; 2011; https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=76629 (Электронное издание)

Печатные издания

1. Акулич, И. Л.; Математическое программирование в примерах и задачах : учеб. пособие.; Лань, Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар; 2009 (1 экз.)

2. Ашманов, С. А.; Линейное программирование : [учеб. пособие для вузов по спец. "Прикл. математика"].; Наука, Москва; 1981 (48 экз.)

3. Ашманов, С. А.; Теория оптимизации в задачах и упражнениях: Классические разделы. Линейное программирование. Выпуклые множества; Наука, Москва; 1991 (6 экз.)

4. Колбин, В. В.; Специальные методы оптимизации : учебное пособие.; Лань, Санкт-Петербург; 2014

(1 экз.)

5. Тихонов, А. Н., Самарский, А. А.; Уравнения математической физики : учебник для студентов физ.-мат. специальностей ун-тов.; МГУ : Наука, Москва; 2004 (1 экз.)

6. Агошков, В. А., Дубовский, П. Б., Шутяев, В. П., Марчук, Г. И.; Методы решения задач математической физики : [учеб. пособие].; ФИЗМАТЛИТ, Москва; 2002 (1 экз.)

7. Короткий, А. И., Сесекин, А. Н.; Уравнения с частными производными: теория и практика : учеб. пособие.; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2004 (25 экз.)

8. Боровков, А. А.; Математическая статистика: Оценка параметров. Проверка гипотез : Учеб. пособие для мат. и физ. специальностей вузов.; Наука, Москва; 1984 (8 экз.)

9. Гмурман, В. Е.; Теория вероятностей и математическая статистика : Учеб. пособие для студентов вузов.; Высшая школа, Москва; 2002 (32 экз.)

10. Гмурман, В. Е.; Теория вероятностей и математическая статистика : учеб. пособие для студентов вузов.; Высшая школа, Москва; 2004 (2 экз.)

11. Гмурман, В. Е.; Теория вероятностей и математическая статистика : учеб. пособие для студентов вузов.; Юрайт : Высшее образование, Москва; 2009 (1 экз.)

12. Гмурман, В. Е.; Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике : учебное пособие для студентов вузов.; Юрайт, Москва; 2010 (5 экз.)

13. Гмурман, В. Е.; Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике : учебное пособие для студентов вузов.; Юрайт, Москва; 2010 (5 экз.)

14. Тюрин, Ю. Н., Макаров, А. А., Фигурнов, В. Э.; Анализ данных на компьютере; ИНФРА-М, Москва; 2003 (4 экз.)

15. Тюрин, Ю. Н.; Анализ данных на компьютере : учебное пособие по направлениям "Математика", "Математика. Прикладная математика".; ФОРУМ, Москва; 2013 (5 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

http://study.urfu.ru – портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ

http://lib.urfu.ru – зональная научная библиотека УрФУ

http://poiskknig.ru – электронная библиотека учебников Мех-Мата МГУ, Москва

http://www.mathnet.ru. - общероссийский математический портал

http://onlinelibrary.wiley.com - научные журналы издательства Wiley&Sons

http://www.sciencedirect.com - научные журналы издательства Elsevier

https://www.coursera.org/ – массовые открытые онлайн-курсы;

https://www.edx.org/ – массовые открытые онлайн-курсы;

https://openedu.ru/ – национальная платформа открытого образования;

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

не используются

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Дополнительные главы математики

Сведения об оснащенности 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	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство	не требуется
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Персональные компьютеры по количеству обучающихся	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
3	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	не требуется
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	не требуется

5	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Персональные компьютеры по количеству обучающихся	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Диагностика электромагнитных и электромеханических преобразователей

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Давиденко Ирина Васильевна	доктор технических наук, доцент	Профессор	Кафедра электротехники
2	Мойсейченков Александр Николаевич	кандидат технических наук, без ученого звания	Доцент	Кафедра электротехники

Рекомендовано учебно-методическим советом института Уральский энергетический

Протокол № _7_ от _05.04.2023_ г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- **Давиденко Ирина Васильевна, Профессор, электротехники**
- **Мойсейченков Александр Николаевич, 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
Р1	Системы и схемы диагностирования.	Системы диагностирования: определение, функциональный состав, специализация, этапы проектирования. Критерии выбора методов контроля при проектировании диагностических систем разного вида. Оценка эффективности методов диагностики. Схемы диагностирования силовых трансформаторов, гидрогенераторов, турбогенераторов, связывающие виды контроля и список контролируемых параметров с перечнем выявляемых с их помощью дефектов. Выбор необходимого и достаточного набора контролируемых параметров в зависимости от назначения и функционала проектируемой системы.
Р2	Методы диагностирования	Электронно-оптические методы обследования электрооборудования: область применения, методы оценки, дефекты, выявляемые в электромеханических преобразователях. Причины появления дефектов термического

		характера. Измерение уровня частичных разрядов (ЧР): область применения, дефекты, выявляемые в оборудовании, методы регистрации ЧР и их характеристик, методики оценки. Причины и возникновения ЧР по видам оборудования, локализация ЧР. Вибродиагностика: область применения, выявляемые дефекты, в гидрогенераторах, турбогенераторах, трансформаторах, методы оценки Причины, создающие вибрацию в оборудовании разного типа. Ультразвуковой метод контроля электрооборудования: область применения, выявляемые дефекты, методы оценки. Анализ растворенных в трансформаторном масле газов (АРГ): ранняя диагностика развивающихся дефектов маслонаполненного оборудования. Отечественные и зарубежные методы интерпретации АРГ. Анализ физико-химических и электрических параметров жидкой изоляции. Особенности оценки параметров, контролирующих качество жидкой и твердой изоляции с учетом их взаимного влияния, конструкции и срока эксплуатации оборудования. Анализ методов оценки технического состояния твердой изоляции, обмоток и магнитной системы электрооборудования.
Р3	Надежность электромагнитных и электромеханических преобразователей	Методы оценки надежности, классификация (структура) показателей надежности. Сравнение показателей надежности. Методики анализа повреждаемости парка оборудования. Особенности аварийности силовых трансформаторов и их узлов, генераторов и турбогенераторов. Подходы к оценке остаточного ресурса. Оценка риска технических объектов: понятие и виды рисков, методы их определения. Менеджмент рисков. Методики менеджмента парка электрооборудования с целью обеспечения требуемых показателей надежности.
Р4	Проектирование экспертно-диагностических систем	Этапы проектирования экспертно-диагностических систем и их технология: идентификация, концептуализация, формализация,

		реализация, тестирование прототипа, опытная эксплуатация, серийная эксплуатация. Структурно-функциональная схема экспртно-диагностической системы управления техническим обслуживанием парка оборудования. Особенности систем on-line мониторинга: область применения, принципы построения, способы сбора информации и методы ее оценки, выявляемые дефекты. Методы (методики) получения критериев технической диагностики: их достоинства и недостатки.

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Диагностика электромагнитных и электромеханических преобразователей

Электронные ресурсы (издания)

1. ; Объем и нормы испытаний электрооборудования; Сибирское университетское издательство, Новосибирск; 2008; https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=57318 (Электронное издание)

2. Щеглов, Н. В.; Современные виды изоляции : учебное пособие. 5. Изоляция высоковольтных электрических машин; Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск; 2013; https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228783 (Электронное издание)

3. Щеглов, Н. В.; Современные виды изоляции : учебное пособие. 4. Изоляция силовых трансформаторов; Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск; 2011; https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228782 (Электронное издание)

4. , Чахлов, В. Л.; Известия Томского политехнического университета: Неразрушающий контроль и диагностика: сборник статей : журнал.; Томский политехнический университет, Томск; 1998; https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=99171 (Электронное издание)

5. , Шипицын, В. В., Осотов, В. Н., Хлюпин, Ю. А., Семенов, Д. Ю.; Диагностика силового электрооборудования : метод. указания к лаб. работам по курсам "Электрофиз. основы методов и средств диагностики электрооборудования", "Спец. методы и средства диагностики электрооборудования" для студентов всех форм обучения специальностей 071600, 100100, 100200, 180200. Ч. 2. ; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2002; http://library.ustu.ru/dspace/handle/123456789/1599 (Электронное издание)

6. , Осотов, В. Н., Хлюпин, Ю. А., Шипицын, В. В.; Диагностика силового электрооборудования : метод. указания к лаб. работам по курсам "Электрофиз. основы методов и средств диагностики электрооборудования", "Специальные методы и средства диагностики электрооборудования" и "Изоляция установок высокого напряжения" для студентов всех форм обучения специальности 071600.

Ч. 1. ; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2001; http://library.ustu.ru/dspace/handle/123456789/1602 (Электронное издание)

Печатные издания

1. Давиденко, И. В., Осотов, В. Н., Шипицын, В. В.; Системы диагностирования высковольтного маслонаполненного силового электрооборудования : Учеб. пособие.; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2003 (8 экз.)

2. Осотов, В. Н., Хлюпин, Ю. А., Шипицын, В. В.; Методы диагностирования высоковольтного маслонаполненного силового электрооборудования : учеб. пособие.; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2002 (5 экз.)

3. , Овсянников, А. Г., Осотов, В. Н.; Трансформаторы: эксплуатация, диагностирование, ремонт и продление срока службы : материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 70-летию Виктора Соколова, Екатеринбург, 13-17 сент. 2010.; Автограф, Екатеринбург; 2010 (2 экз.)

4. Котеленец, Н. Ф.; Испытания и надежность электрических машин : Учеб. пособие для вузов.; Высшая школа, Москва; 1988 (16 экз.)

5. Котеленец, Н. Ф., Акимова, Н. А., Антонова, М. В.; Испытания, эксплуатация и ремонт электрических машин : Учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности "Электромеханика" направления подгот. дипломир. специалистов "Электротехника, электромеханика и электротехнологии".; Академия, Москва; 2003 (44 экз.)

6. Гольдберг, О. Д.; Испытания электрических машин : Учебник для вузов.; Высш.шк., Москва; 1990 (15 экз.)

7. Гольдберг, О. Д.; Испытания электрических машин : Учебник для студентов вузов.; Высшая школа, Москва; 2000 (38 экз.)

8. Гемке, Р. Г., Уманцев, Р. Б.; Неисправности электрических машин; Энергоатомиздат, Ленинград; 1989 (6 экз.)

9. Гемке, Р. Г.; Неисправности электрических машин; Энергия, Ленинградское отделение, Ленинград; 1975 (6 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

http://study.urfu.ru Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ

http://lib.urfu.ru Зональная научная библиотека УрФУ

elar.urfu.ru - Электронный научный архив УрФУ:

Оценка технического состояния силовых трансформаторов по результатам традиционных испытаний и измерений: Учебно-методическое пособие / И. В.Давиденко Екатеринбург: УрФУ, 2015. 96 с.

URI:http://hdl.handle.net/10995/36214.

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://www.transform.ru Портал Центра по проектированию и повышению надежности электрооборудования Ивановского государственного энергетического университета

https://dimrus.ru Материалы конференций и о разработках приборов и программ по техническому диагностированию электрооборудования г.Пермь

Docs.cntd.ru — электронный фонд нормативно-технической и нормативно-правовой информации Консорциума «Кодекс»

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Диагностика электромагнитных и электромеханических преобразователей

Сведения об оснащенности 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	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Экспертно-диагностическая система оценки состояния высоковольтного электрооборудования «Альбатрос». Свободное ПО: Google Chrome, Mozilla Firefox, LibreOffice https://ru.libreoffice.org
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Периферийное устройство Персональные компьютеры по количеству обучающихся Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Экспертно-диагностическая система оценки состояния высоковольтного электрооборудования «Альбатрос». Свободное ПО: Google Chrome, Mozilla Firefox,

		санитарными правилами и нормами Подключение к сети Интернет	LibreOffice https://ru.libreoffice.org
3	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Периферийное устройство Персональные компьютеры по количеству обучающихся Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Экспертно-диагностическая система оценки состояния высоковольтного электрооборудования «Альбатрос». Свободное ПО: Google Chrome, Mozilla Firefox, LibreOffice https://ru.libreoffice.org
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Периферийное устройство Персональные компьютеры по количеству обучающихся Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Экспертно-диагностическая система оценки состояния высоковольтного электрооборудования «Альбатрос». Свободное ПО: Google Chrome, Mozilla Firefox, LibreOffice https://ru.libreoffice.org
5	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Периферийное устройство Персональные компьютеры по количеству обучающихся	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Свободное ПО: Google Chrome, Mozilla Firefox, LibreOffice https://ru.libreoffice.org

		Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами Подключение к сети Интернет	

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Электротехнологические установки природоохранных технологий

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Коняев Андрей Юрьевич	доктор технических наук, профессор	Профессор	электротехники и электротехнологических систем

Рекомендовано учебно-методическим советом института Уральский энергетический

Протокол № _7_ от _05.04.2023_ г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- **Коняев Андрей Юрьевич, Профессор, электротехники и электротехнологических систем**

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
1.	Введение. Понятие о инженерной экологии	Предмет и задачи изучаемой дисциплины. Структура курса. Основные сведения о задачах инженерной экологии: экологизация технологий, экологический мониторинг, инженерные средства защиты окружающей среды. Общая характеристика процессов сепарации и переработки отходов.
2.	Физические основы электромагнитных методов обработки отходов	Физические свойства материалов и явления, используемые при улавливании загрязняющих веществ и сепарации отходов в электрических и магнитных полях. Силовое действие электрического и магнитного полей.
3.	Электрические методы и оборудование в системах пылегазоочистки	Общие сведения о загрязнении атмосферы и методах ее защиты. Конструкции и характеристики электрических фильтров. Перспективы развития электрических методов газоочистки.
4.	Электромагнитные методы и устройства для очистки сточных вод	Общие сведения о загрязнении гидросферы. Понятия о технологиях водоподготовки и водоочистки. Магнитные методы и устройства в системах водоочистки. Электростатические и электрохимические методы водоочистки.

5.	Электромагнитные методы и устройства для обработки твердых отходов	Общая характеристика проблемы утилизации твердых отходов. Электростатические сепараторы. Электромагнитные железоотделители и магнитные сепараторы. Электродинамические сепараторы. Специальные методы и установки для разделения твердых отходов
6.	Электротермические методы обезвреживание и ликвидации отходов. Заключение	Общая характеристика термического воздействия на отходы. Электротермические установки для обезвреживания и уничтожения отходов. Системный подход к изучению дисциплины. Тенденции и перспективы развития электротехнологических установок для природоохранных технологий.

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Электротехнологические установки природоохранных технологий

Электронные ресурсы (издания)

1. Волосникова, Г. А.; Охрана окружающей среды при проектировании производственных объектов : учебное пособие.; Инфра-Инженерия, Москва, Вологда; 2021; https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=618280 (Электронное издание)

Печатные издания

1. , Коняев, А. Ю.; Электродинамические сепараторы с бегущим магнитным полем: основы теории и расчета : учеб. пособие для студентов, обучающихся по направлению подгот. 140400 - Электроэнергетика и электротехника.; УрФУ, Екатеринбург; 2012 (10 экз.)

2. Коняев, А. Ю.; Электротехнологические методы и установки природоохранных технологий : учебное пособие.; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2007 (17 экз.)

3. , Белов, С. В.; Охрана окружающей среды : учебное пособие для технических специальностей вузов.; Высшая школа, Москва; 1991 (23 экз.)

4. Калыгин, В. Г.; Промышленная экология : учеб. пособие для вузов.; Academia, Москва; 2006 (3 экз.)

5. Родионов, А. И.; Техника защиты окружающей среды : Учебник.; Химия, Москва; 1989 (1 экз.)

6. Вальдберг, А. Ю., Николайкина, Н. Е.; Процессы и аппараты защиты окружающей среды. Защита атмосферы : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению 656600 - "Защита окружающей среды".; Дрофа, Москва; 2008 (5 экз.)

7. Копылов, А. С.; Водоподготовка в энергетике : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Тепловые электр. станции" и "Технология воды и топлива на тепловых атомных электр. станциях" направления подгот. дипломир. специалистов "Теплоэнергетика".; МЭИ, Москва; 2003 (38 экз.)

8. Кармазин, В. И.; Магнитные и электрические методы обогащения : Учеб. для вузов.; Недра, Москва; 1988 (6 экз.)

9. Колобов, Г. А., Бредихин, В. Н., Чернобаев, В. М.; Сбор и обработка вторичного сырья цветных металлов : Учеб. для вузов по специальности "Металлургия цв. металлов".; Металлугрия, Москва; 1993 (12 экз.)

10. Смирнов, Д. Н.; Очистка сточных вод в процессах обработки металлов; Металлургия, Москва; 1989 (1 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

https://study.urfu.ru/

http://lib.urfu.ru/

https://e.lanbook.com/

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

не используются

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Электротехнологические установки природоохранных технологий

Сведения об оснащенности 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	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM

		Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство	
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
3	Лабораторные занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
4	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	не требуется
5	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	не требуется
6	Самостоятельная работа студентов	Персональные компьютеры по количеству обучающихся	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Современные источники питания ЭТУ

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Задорожный Василий Сергеевич	без ученой степени, без ученого звания	Ассистент	электротехники
2	Фризен Василий Эдуардович	доктор технических наук, доцент	Заведующий кафедрой	электротехники

Рекомендовано учебно-методическим советом института Уральский энергетический

Протокол № _7_ от _05.04.2023_ г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- **Задорожный Василий Сергеевич, Ассистент, электротехники**
- **Фризен Василий Эдуардович, Заведующий кафедрой, 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
1.	Коммутация транзистора.	Работа на ёмкость на индуктивность. Мягкая и жесткая коммутация. Снабберы.
2.	DC-DC преобразователи.	Линейные стабилизаторы. Импульсные понижающие конверторы BUCK Импульсные повышающие конверторы BOOST Инверторы полярности.
3.	Автономный инвертор напряжения. Мостовые и полумостовые инверторы.	Работа на реактивную нагрузку. Работа на резонансную нагрузку. Практика. SPICE-моделирование.
4.	Инвертор топологии пуш-пулл	Общие сведения. Электрическая схема. Принцип работы. Алгоритм расчета

5.	Прямоходовые преобразователи	Схема. Принцип работы. Достоинства. Недостатки.
6.	Обратноходовые преобразователи.	Схема. Принцип работы. Достоинства. Недостатки.
7.	Автономный инвертор тока.	Определение. Схема. Принцип работы.
8.	Резонансные конвертеры.	Особенности коммутации Коммутации в нуле тока и в нуле напряжения.
9.	Электромагнитные помехи, возникающие при работе силовой преобразовательной техники.	Природа возникновения ЭМП в силовых схемах. Методы помехоподавления. Цепи стабилизации импеданса
10.	Специальные и составные топологии преобразователей.	Синхронный выпрямитель. Многоуровневые инверторы. AC/AC преобразователи. Матричный конвертор. Циклоконвертор.
11.	Корректор коэффициента мощности.	Схема. Принцип работы.
12.	Особенности стратегий регулирования при управлении инверторами.	Отрицательная обратная связь. Схемы самовозбуждения. ШИМ-регулирование, Дельта-модуляция. Импульсно-кодовая модуляция.
13.	Преобразователи частоты для привода	Преобразователи частоты для привода с контролем вектора магнитной индукции

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Современные источники питания ЭТУ

Электронные ресурсы (издания)

1. Паршин, А. М.; Источники питания электротехнологических установок : учебное пособие.; Сибирский федеральный университет (СФУ), Красноярск; 2015; https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=435721 (Электронное издание)

2. Денисенко, Д. Ю.; Основы силовой преобразовательной техники : учебное пособие. 2. ; Южный

федеральный университет, Таганрог; 2016; https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=493025 (Электронное издание)

3. Мелешин, В. И.; Транзисторная преобразовательная техника : монография.; Техносфера, Москва; 2005; https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=273791 (Электронное издание)

4. Мелешин, В. И.; Управление транзисторными преобразователями электроэнергии : монография.; Техносфера, Москва; 2011; https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=443320 (Электронное издание)

5. Томашевский, Д. Н.; Автономные инверторы : учебное пособие.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2019; https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=697586 (Электронное издание)

Печатные издания

1. Готтлиб, Ирвинг М., И. М., Ларин, А. Л., Лужанский, С. А.; Источники питания. Инверторы, конверторы, линейные и импульсные стабилизаторы; Постмаркет, Москва; 2000 (3 экз.)

2. Попков, О. З.; Основы преобразовательной техники : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению "Электротехника, электромеханика и электротехнологии".; МЭИ, Москва; 2007 (1 экз.)

3. Онищенко, Г. Б.; Силовая электроника. Силовые полупроводниковые преобразователи для электропривода и электроснабжения : учебное пособие для бакалавров и магистров, обучающихся по направлениям 13.03.02 и 13.04.02 "Электроэнергетика и электротехника".; ИНФРА-М, Москва; 2017 (1 экз.)

4. Браун, Браун М., Попов, С. Л.; Источники питания. Расчет и конструирование; МК-Пресс, Киев; 2007 (9 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

http://lib.urfu.ru

http://study.urfu.ru

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

не используются

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Современные источники питания ЭТУ

Сведения об оснащенности 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	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
3	Лабораторные занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	не требуется
4	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	не требуется
5	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	не требуется
6	Самостоятельная работа студентов	Персональные компьютеры по количеству обучающихся	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Теория электромагнитного поля

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Фризен Василий Эдуардович	доктор технических наук, доцент	Заведующий кафедрой	электротехники

Рекомендовано учебно-методическим советом института Уральский энергетический

Протокол № _7_ от _05.04.2023_ г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- **Фризен Василий Эдуардович, Заведующий кафедрой, 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
1.	Введение. Предмет и задачи дисциплины	Предмет и задачи изучаемой дисциплины. Общие сведения о приложениях теории ЭМП в электротехнологических установках.
2.	Основные законы и постулаты теории ЭМП	Некоторые сведения из векторного анализа. Уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной формах. Энергия ЭМП. Определение электромагнитных сил. Стационарные электромагнитные поля, особенности их математического описания и примеры приложений к практическим задачам.
3.	Плоская волна (ПВ) .	Уравнения ПВ ЭМП в слое. Волна в проводящем полупространстве. Волна в идеальном диэлектрике. Волна в полупроводящей среде.Непосредственный метод расчета ЭМП в многослойной системе (на примере двух и трех слоев). Волновой метод расчета. Метод Е-Н-четырехполюсников. Пример расчета мощностей в слоях индукционного устройства методом Е-Н-четырехполюсников. Двустороннее падение ПВ на слой, варианты шины с током и магнитопровода с потоком (кондукционного и индукционного нагрева). Распределение мощностей и напряженностей ЭМП в слоях
4.	Численные методы расчета ЭМП	Численные методы решения уравнения Пуассона. Конечно-разностная сетка. Метод конечных разностей. Переход от

		конечно-разностной сетки к детализированной магнитной схеме замещения. Формирование магнитных схем замещения. Аналогия задачи расчета магнитного поля с задачей расчета поля температур. Формирование тепловых схем замещения. Метод конечных элементов.
5.	Расчет параметров цепей на основе теории ЭМП	Расчет индуктивностей проводов, общие выражения для расчета индуктивностей. Метод участков для расчета индуктивностей сложных контуров. Индуктивность линейного провода. Взаимная индуктивность параллельных нитей тока, прямолинейных проводов, криволинейных проводов. Индуктивности многопроводных линий. Особенности расчета индуктивностей при высокой частоте. Расчет электрической емкости. Расчет активных сопротивлений.
6.	Расчет параметров схем замещения ЭТУ	Формирование схемы замещения индукционной канальной печи (ИКП). Расчет параметров схемы замещения ИКП. Формирование схемы замещения индукционной тигельной печи (ИТП). Расчет параметров схемы замещения ИТП. . Схема замещения электродуговой установки. Вольтамперная характеристика электрической дуги. Расчет параметров магнитной схемы замещения индукционного устройства.

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Теория электромагнитного поля

Электронные ресурсы (издания)

1. Никольский, В. В.; Теория электромагнитного поля : учебное пособие.; Высш. школа, Москва; 1961; https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=257408 (Электронное издание)

Печатные издания

1. , Сарапулов, Ф. Н., Черных, И. В.; Электротехнологическая виртуальная лаборатория : учеб. пособие

для студентов вузов специальности "Электротехнол. установки и системы".; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2003 (16 экз.)

2. Сарапулов, Ф. Н., Сарапулов, С. Ф., Шымчак, Шымчак П.; Математические модели линейных индукционных машин на основе схем замещения : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлениям подгот. специалистов 551300 и 654500 - Электротехника, электромеханика и электротехнологии.; [УГТУ-УПИ], Екатеринбург; 2005 (13 экз.)

3. , Лузгин, В. И., Сарапулов, С. Ф., Сарапулов, Ф. Н., Сокунов, Б. А., Томашевский, Д. Н., Фризен, В. Э., Черных, И. В., Шипицын, В. В.; Плавильные комплексы на основе индукционных тигельных печей и их математическое моделирование : учеб. пособие для студентов специальностей "Электротехнол. установки и системы" и "Электр. и электрон. аппараты" вузов.; [УГТУ-УПИ], Екатеринбург; 2005 (13 экз.)

4. Иванова, Л. И., Гробова, Л. С., Сокунов, Б. А., Сарапулов, Ф. Н.; Индукционные канальные печи : учеб. пособие для студентов специальности "Электротехнол. установки и системы" вузов.; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2002 (25 экз.)

5. , Казяев, М. Д., Крюченков, Ю. В., Кутьин, В. Б., Лобанов, В. И.; Основы теории теплогенерации : Учебник для студентов металлург. специальностей вузов.; УГТУ, Екатеринбург; 1999 (4 экз.)

6. Сарапулов, Ф. Н.; Расчет мощностей и электромагнитных сил в установках индукционного нагрева : учеб. пособие.; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 1998 (27 экз.)

7. Сарапулов, Ф. Н., Рубцов, В. П.; Расчет параметров цепей электротехнологических установок : учеб. пособие.; [УГТУ], Екатеринбург; 1999 (20 экз.)

8. Сарапулов, Ф. Н., Томашевский, Д. Н.; Теория электромагнитного поля в технических приложениях : учебное пособие для студентов вузов специальности "Электротехнологические установки и системы".; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2007 (16 экз.)

9. , Баскаков, А. П., Берг, Витт, О. К.; Теплотехника : учеб. для студентов инженер.-техн. специальностей вузов.; БАСТЕТ, Москва; 2010 (100 экз.)

10. Свенчанский, А. Д.; Электрические промышленные печи : Учебник для вузов: В 2 т. Ч. 1. Электрические печи сопротивления; Энергия, Москва; 1975 (32 экз.)

11. Филиппов, И. Ф.; Теплообмен в электрических машинах : Учеб. пособие для вузов по специальности "Электр. машины".; Энергоатомиздат, Ленинград; 1986 (28 экз.)

12. Филиппов, И. Ф.; Теплообмен в электрических машинах : Учеб. пособие для вузов по специальности "Электр. машины".; Энергоатомиздат, Ленинград; 1986 (28 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

https://study.urfu.ru/

http://lib.urfu.ru/

https://e.lanbook.com/

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

не используются

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Теория электромагнитного поля

Сведения об оснащенности 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	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Персональные компьютеры по количеству обучающихся	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Matlab+Simulink
3	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	не требуется
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	не требуется
5	Самостоятельная работа студентов	Персональные компьютеры по количеству обучающихся	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Matlab+Simulink

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Твердотельное 3D моделирование

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Смольянов Иван Александрович	кандидат технических наук, без ученого звания	Доцент	электротехники

Рекомендовано учебно-методическим советом института Уральский энергетический

Протокол № _7_ от _05.04.2023_ г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- **Смольянов Иван Александрович, 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
1.	Введение. Описание содержания курса.	Введение в основы моделирования. Обзор современных программ для моделирования установок ЭТУ. Классификация моделирования установок.
2.	Основы численного моделирования и место твердотельного моделирования в численном моделировании.	Основы численного моделирования и место твердотельного моделирования в численном моделировании. Объяснение назначения твердотельного моделирования.
3.	Основы работы с Comsol Multiphysics	Объяснение основных процедур в Comsol Multiphysics для создания численной модели. Рассмотрение графического

		интерфейса, его функциональности. Основные достоинства и недостатки данной программы перед аналогами.
4.	Создание объектов с помощью блоков примитивов.	Объяснение основного принципа работы с узлом Geometry в программе Comsol Multiphysics. Классификация блоков узла Geometry. Создание простых геометрических форм с помощью примитивов. Возможности выполнения булевых операций над ними.
5.	Создание объектов с помощью блоков рабочих поверхностей.	Описание назначение рабочих поверхностей для создания геометрических форм. Привести примеры актуального использования данного инструмента для создания геометрии модели. Описание функционала узла рабочей поверхности. Возможности отображения рабочей поверхности в различных типах отображения в графическом окне.
6.	Создание объектов с помощью блоков набросков.	Назначение набросков (Sketch) для построения геометрических объектов. Сравнить функционал рабочей поверхности и набросков. Показать достоинства и недостатки данного инструмента. Основные подходы по работе с данным инструментом.
7.	Работа с геометрией в глобальных узлах.	Назначение глобальных узлов в моделях Comsol Multiphysics. Основные принципы работы с глобальной геометрией в модели. Возможности создавать заготовки с помощью узла Global Geometry. Перенос геометрических объектов из глобальных узлов в компоненты модели.
8.	Блоки с логическими операциями для создания геометрии	Назначение логических выражений при построении геометрических объектов. Основы синтаксиса этого инструмента. Описание конструкции if и end if. Описание тела цикла с помощью геометрических узлов. Ветвления в логических выражениях и их реализация в дереве модели.

9.	Работа с сеткой.	Введение в сеточный анализ. Назначение дискретизации геометрических объектов на конечные элементы. Классификация элементов сетки. Основные принципы работы с сеткой.

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Твердотельное 3D моделирование

Электронные ресурсы (издания)

1. Титков, , В. В.; Компьютерные технологии. Comsol Multiphysics в задачах энергетики : учебное пособие.; Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Санкт-Петербург; 2012; http://www.iprbookshop.ru/43951.html (Электронное издание)

Печатные издания

1. Иванушкин, В. А., Беспалов, В. Я., Сарапулов, Ф. Н., Шымчак, П.; Структурное моделирование электромеханических систем и их элементов; УГТУ-УПИ, Щецин; 2000 (4 экз.)

2. Сарапулов, Ф. Н., Томашевский, Д. Н.; Теория электромагнитного поля в технических приложениях : учебное пособие для студентов вузов специальности "Электротехнологические установки и системы".; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2007 (16 экз.)

3. Сарапулов, Ф. Н., Сарапулов, С. Ф., Шымчак, Шымчак П.; Математические модели линейных индукционных машин на основе схем замещения : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлениям подгот. специалистов 551300 и 654500 - Электротехника, электромеханика и электротехнологии.; [УГТУ-УПИ], Екатеринбург; 2005 (13 экз.)

4. Веселовский, О. Н.; Линейные асинхронные двигатели; Энергоатомиздат, Москва; 1991 (4 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

https://study.urfu.ru/

http://lib.urfu.ru/

https://e.lanbook.com/

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

не используются

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Твердотельное 3D моделирование

Сведения об оснащенности 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	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
2	Практические занятия	Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Персональные компьютеры по количеству обучающихся	COMSOL Multiphysics Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
3	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	не требуется
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	не требуется
5	Самостоятельная работа студентов	Персональные компьютеры по количеству обучающихся	COMSOL Multiphysics Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM