

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
1157003	Базовые компетенции в области электротехнологий

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	Фризен Василий Эдуардович	д.т.н., доцент	Заведующий кафедрой	электротехники

Согласовано:

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Базовые компетенции в области электротехнологий

1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль состоит из дисциплин: «Дополнительные главы математики», «Твердотельное 3D моделирование», «Теория электромагнитного поля», «Физические основы электротехнологий». Модуль способствует современному математическому мышлению, умению использования математических 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; технологических процессов переработки и обработки материалов, в которых электрическая энергия превращается в другие виды энергии непосредственно в зоне воздействия на вещество или в самом веществе; формирование необходимых навыков создания моделей электротехнических процессов с помощью программной платформы Comsol Multiphysics

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	Физические основы электротехнологий	3
2	Дополнительные главы математики	3
3	Теория электромагнитного поля	3
4	Твердотельное 3D моделирование	3
ИТОГО по модулю:		12

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	Не предусмотрены
Постреквизиты и кореквизиты модуля	<ol style="list-style-type: none">1. Специальные вопросы разработки электротехнологических установок2. Специальные вопросы разработки электротехнологических установок3. Производство электротехнологических установок4. Эксплуатация электротехнологических установок5. Научные исследования электротехнологических установок

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
Дополнительные главы математики	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	<p>З-5 - Изложить методы линейного, нелинейного программирования, минимизации унимодальных функций, конечных элементов, конечных разностей, основные понятия и методы статистического анализа данных</p> <p>У-5 - Обосновать применение методов оптимизации, метода конечных разностей, методов статистического анализа для решения прикладных задач</p> <p>П-5 - Иметь практический опыт использования методов конечных элементов, конечных разностей, методов статистического анализа данных</p>
Твердотельное 3D моделирование	УК-1 - Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий, в том числе в цифровой среде	<p>З-2 - Определять этапы разработки стратегии действий, в том числе в цифровой среде, и методы решения проблемных ситуаций</p> <p>У-2 - Обосновывать выбор стратегии для достижения поставленной цели, в том числе в цифровой среде, с учетом ограничений, рисков и моделируемых результатов</p> <p>П-2 - Использовать методы критического анализа и системного подхода в разработке стратегии действий для решения проблемных ситуаций, в том числе в цифровой среде</p> <p>Д-1 - Демонстрировать аналитические способности и критическое мышление</p>
	УК-6 - Способен определять и реализовывать	З-1 - Объяснять порядок и принципы планирования собственной профессиональной траектории с учетом

<p>приоритеты собственной деятельности, выстраивать траекторию профессионального и личностного развития, в том числе с использованием цифровых средств</p>	<p>тенденций развития рынка труда и общества и цифровых технологий</p> <p>У-1 - Оценивать личностные и профессиональные качества, особенности характера, определять направления личностного роста, прогнозировать развитие в профессиональной деятельности, используя методы самодиагностики и цифровые средства</p> <p>П-1 - Разрабатывать программу своего профессионального и карьерного развития, в том числе с использованием цифровых средств</p> <p>Д-2 - Демонстрировать стремление к самосовершенствованию и личностному росту</p>
<p>ОПК-2 - Способен самостоятельно ставить, формализовывать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, используя методы моделирования и математического анализа</p>	<p>З-2 - Характеризовать сферы применения и возможности пакетов прикладных программ для решения задач профессиональной деятельности</p> <p>У-2 - Использовать методы моделирования и математического анализа, в том числе с использованием пакетов прикладных программ для решения задач профессиональной деятельности</p> <p>П-1 - Решать самостоятельно сформулированные практические задачи, относящиеся к профессиональной деятельности методами моделирования и математического анализа, в том числе с использованием пакетов прикладных программ</p> <p>Д-1 - Проявлять ответственность и настойчивость в достижении цели</p>
<p>ПК-1 - Способен планировать и ставить задачи исследования, самостоятельно выполнять исследования, интерпретировать и представлять результаты научных исследований, выбирать методы экспериментальной работы, моделировать</p>	<p>З-6 - Охарактеризовать методы трехмерной анимации, стандартные пакеты прикладных программ для твердотельного 3D моделирования</p> <p>У-7 - Определять методы трехмерного моделирования, трехмерной анимации в рамках цифрового процесса производства графических продуктов</p> <p>П-7 - Иметь практический опыт владения пакетами прикладных программ</p>

	<p>работу электрооборудования, электротермические процессы и установки на базе стандартных пакетов прикладных программ</p>	<p>твердотельного 3D моделирования для создания качественных трехмерных сцен и объектов</p>
<p>Теория электромагнитного поля</p>	<p>УК-2 - Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла</p>	<p>З-1 - Демонстрировать понимание процессов управления проектом, планирования ресурсов, критерии оценки рисков и результатов проектной деятельности</p> <p>У-2 - Прогнозировать ожидаемые результаты и возможные сферы их применения в зависимости от типа проекта</p> <p>П-1 - Составлять план проекта и график реализации, разрабатывать мероприятия по контролю его выполнения и оценки результатов проекта</p> <p>Д-1 - Проявлять способность к поиску новой информации, умение принимать решения в нестандартных ситуациях</p>
	<p>ОПК-1 - Способен формулировать и решать научно-исследовательские, технические, организационно-экономические и комплексные задачи, применяя фундаментальные знания</p>	<p>З-2 - Привести примеры терминологии, принципов, методологических подходов и законов фундаментальных и общетехнических наук, применимых для формулирования и решения задач проблемной области знания</p> <p>У-1 - Использовать для формулирования и решения задач проблемной области терминологию, основные принципы, методологические подходы и законы фундаментальных и общетехнических наук</p> <p>П-1 - Работая в команде, разрабатывать варианты формулирования и решения научно-исследовательских, технических, организационно-экономических и комплексных задач, применяя знания фундаментальных и общетехнических наук</p> <p>Д-1 - Проявлять лидерские качества и умения командной работы</p>
	<p>ПК-1 - Способен планировать и ставить задачи исследования, самостоятельно</p>	<p>З-4 - Изложить основные законы тепловых, электрических и магнитных цепей, теплового и электромагнитного поля, основные процессы, методы анализа</p>

	<p>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</p>	<p>процессов в тепловых, электрических и магнитных цепях, методы расчета характеристик теплового и электромагнитного полей, параметров электромагнитных устройств</p> <p>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</p> <p>П-6 - Иметь практический опыт применения основ теории электромагнитного поля</p>
Физические основы электротехнологий	<p>УК-1 - Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий, в том числе в цифровой среде</p>	<p>З-1 - Демонстрировать понимание основных методов системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций</p> <p>У-2 - Обосновывать выбор стратегии для достижения поставленной цели, в том числе в цифровой среде, с учетом ограничений, рисков и моделируемых результатов</p> <p>П-1 - Использовать эффективные стратегии действий для решения проблемной ситуации, в том числе в цифровой среде, с учетом оценки ограничений, рисков и моделируемых результатов</p> <p>Д-1 - Демонстрировать аналитические способности и критическое мышление</p>
	<p>ОПК-1 - Способен формулировать и решать научно-исследовательские, технические, организационно-экономические и комплексные задачи, применяя фундаментальные знания</p>	<p>З-1 - Соотносить проблемную область с соответствующей областью фундаментальных и инженерных наук</p> <p>У-2 - Критически оценить возможные способы решения задач проблемной области, используя знания фундаментальных и инженерных наук</p> <p>П-1 - Работая в команде, разрабатывать варианты формулирования и решения научно-исследовательских, технических, организационно-экономических и комплексных задач, применяя знания фундаментальных и инженерных наук</p> <p>Д-1 - Проявлять лидерские качества и умения командной работы</p>

	<p>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</p>	<p>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</p> <p>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</p> <p>П-6 - Иметь практический опыт применения основ теории электромагнитного поля</p>
--	--	---

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Физические основы электротехнологий

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Смолин Георгий Константинович	доктор технических наук, профессор	Профессор	электротехники

Рекомендовано учебно-методическим советом института Уральский энергетический

Протокол № 112 от 18.06.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Смолин Георгий Константинович, Профессор, 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.	Группы, на которые делятся электротехнологические установки (ЭТУ). Классификация электротермических установок: сопротивления, индукционные, дуговые, диэлектрические, электронно-лучевые, ионные, лазерные, плазменные, сварочные. Электротехнологии: электротермические, электрокинетические, электрохимические, электромеханические.
2	Материалы для электротермии	Материалы для электротермии: огнеупорные, жароупорные, теплоизоляционные материалы; материалы для электронагревателей.
3	Виды теплопередачи.	Теплообмен теплопроводностью. Расчет теплового потока через плоскую и цилиндрическую стенку в стационарном режиме. Нестационарные тепловые процессы в твердом теле. Теплообмен излучением. Расчет теплового потока между двумя поверхностями с учетом их взаимного расположения. Конвективный теплообмен. Расчет коэффициента теплоотдачи при естественной и вынужденной конвекции.

<p style="text-align: center;">4</p>	<p style="text-align: center;">Электротермические установки. Физико-технические основы электротермии.</p>	<p>4.1. Электротермическое оборудование сопротивления прямого и косвенного нагрева.</p> <p>Физические основы нагрева сопротивлением. Прямой и косвенный нагрев.</p> <p>Электрические печи сопротивления (ЭПС). Классификация ЭПС по назначению, температуре нагрева, режиму работы. Основные и вспомогательные параметры ЭПС.</p> <p>Мощности ЭПС: полезная мощность, тепловые потери ЭПС в установившемся режиме работы.</p> <p>Способы регулирования мощности ЭПС: ступенчатое, плавное (ШИМ, импульсно-фазовое).</p> <p>4.2. Индукционное электротермическое оборудование.</p> <p>Физические основы индукционного нагрева.</p> <p>Классификация индукционных плавильных и нагревательных установок и области их применения. Индукционные каналные печи. Индукционные тигельные печи (ИТП). Индукционные нагревательные установки. Достоинства и недостатки индукционного нагрева. Выбор частоты при индукционном нагреве. Энергетические характеристики индукционных установок с замкнутой и разомкнутой магнитными системами.</p> <p>4.3. Дуговое электротермическое оборудование.</p> <p>Физические основы электродуговых технологий. Характеристики электрических разрядов в газах. Статическая и динамическая ВАХ дуги. Обеспечение устойчивости горения дуги переменного тока. Регулирование мощности установок дугового нагрева.</p> <p>Классификация устройств и области применения дуговых печей и установок специального нагрева.</p> <p>Дуговые сталеплавильные печи (ДСП). Технология плавления стали в ДСП.</p> <p>Рудно-термические печи (РТП). Рудовосстановительные и рудоплавильные печи. Повышение коэффициента мощности РТП.</p> <p>Вакуумные дуговые печи (ВДП).</p> <p>. 4.4. Физические основы диэлектрического нагрева. Анализ современных диэлектрических ЭТУ.</p> <p>4.5. Физические основы электронно-лучевого нагрева. Анализ современных электронно-лучевых ЭТУ.</p> <p>4.6. Физические основы ионного нагрева. Анализ современных ионных ЭТУ.</p> <p>. 4.7. Физические основы лазерного нагрева. Анализ современных лазерных ЭТУ.</p>
--------------------------------------	---	--

		4.8. Физические основы плазменного нагрева. Анализ современных плазменных ЭТУ
5	Основы электрокинетических, электромеханических, электрохимических и электрофизических технологий.	5.1. Электрокинетические технологии. Электросепарация. Электроокраска. 5.2. Электромеханические технологии: импульсные; электромагнитные; электрогидравлические; ультразвуковые. МГД-устройства. 5.3. Электрохимические и электрофизические технологии. Электролизные, электрохимические, электроэрозионные, электрохимикомеханические установки.

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
			-	-

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Физические основы электротехнологий

Электронные ресурсы (издания)

1. Суворин, А. В.; Электротехнологические установки : учебное пособие.; Сибирский федеральный университет, Красноярск; 2011; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=229391> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Сарапулов, Ф. Н., Шипицын, В. В.; Введение в специальность "Электротехнологические установки и системы" : [учеб. пособие для студентов всех видов обучения специальности 18.05.00 "Электротехнол. установки и системы"]; [УГТУ-УПИ], Екатеринбург; 1997 (10 экз.)

2. Фарбман, С. А.; Индукционные печи для плавки металлов и сплавов; Metallurgia, Москва; 1968 (11 экз.)

3. Фомин, Н. И.; Электрические печи и установки индукционного нагрева : [учеб. для электромех. техникумов]; Metallurgia, Москва; 1979 (5 экз.)

4. , Слухоцкий, А. Е.; Установки индукционного нагрева : Учеб. пособие для вузов по специальности "Электротерм. установки"; Энергоиздат, Ленинград; 1981 (9 экз.)

5. Болотов, А. В., Шепель, Г. А.; Электротехнологические установки : Учебник для вузов.; Высшая школа, Москва; 1988 (2 экз.)

6. Фарбман, С. А., Колобнев, И. Ф.; Индукционные электропечи для плавки цветных металлов и их сплавов; Гос. науч.-тех. изд-во по чер. и цв. мет., М.; Ленинград; Свердловск; 1933 (1 экз.)
7. Самохвалов, Г. В., Черныш, Г. И.; Электрические печи черной металлургии : Учеб. пособие для вузов по специальности "Теплотехника и автоматизация металлург. печей".; Металлургия, Москва; 1984 (17 экз.)
8. Свенчанский, А. Д.; Электрические промышленные печи : Учебник для вузов: В 2 т. Ч. 1. Электрические печи сопротивления; Энергия, Москва; 1975 (32 экз.)
9. , Свенчанский, А. Д., Жердев, И. Т., Кручинин, А. М.; Электрические промышленные печи: Дуговые печи и установки специального нагрева : Учебник для вузов по специальности "Электротерм. установки".; Энергоиздат, Москва; 1981 (23 экз.)
10. Свенчанский, А. Д.; Электрические промышленные печи : [учеб. пособие для вузов]. Ч. 2. Дуговые печи; Энергия, Москва; 1970 (19 экз.)
11. Сасса, В. С.; Футеровка индукционных электропечей; Металлургия, Москва; 1989 (2 экз.)
12. , Чередниченко, В. С., Алиферов, А. И.; Электротехнологические установки и системы. Теплопередача в электротехнологии : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности 140605 "Электротехнол. установки и системы", направления подгот. 140600 "Электротехника, электромеханика и электротехнологии".; НГТУ, Новосибирск; 2011 (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

Физические основы электротехнологий

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. Реквизиты подтверждающего документа
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в	Не требуется

		<p>соответствии с количеством студентов</p> <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 Professional 2003 Win32</p> <p>Russian CD-ROM</p> <p>Mathcad 14</p>
3	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p>	Не требуется
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p>	Не требуется
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>Office Professional 2003 Win32</p> <p>Russian CD-ROM</p> <p>Mathcad 14</p>

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
2	Сесекин Александр Николаевич	д-р физ.-мат. наук, профессор	профессор	прикладной математики

Рекомендовано учебно-методическим советом института Уральский энергетический

Протокол № 112 от 18.06.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Гредасова Надежда Викторовна, Доцент, прикладной математики
- Сесекин Александр Николаевич, профессор, 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
1	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.
2	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 Рунге. 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. Барцентрические 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.

3	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

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
			-	-

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; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=116235> (Электронное издание)
2. Карманов, В. Г.; Математическое программирование : учебное пособие.; Физматлит, Москва; 2008; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68140> (Электронное издание)
3. Гмурман, В. Е.; Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике : учебное пособие.; Высшая школа, Москва; 1979; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=458330> (Электронное издание)
4. Сухарев, А. Г.; Курс методов оптимизации : учебное пособие.; Физматлит, Москва; 2011; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=76629> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Акулич, И. Л.; Математическое программирование в примерах и задачах : учеб. пособие [для вузов].; Лань, Санкт-Петербург [и др.]; 2009 (20 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. Карманов, В. Г.; Математическое программирование : Учеб. пособие.; Наука. Физматлит, Москва; 2000 (1 экз.)
5. Карманов, В. Г.; Математическое программирование : [учеб. пособие].; ФИЗМАТЛИТ, Москва; 2008 (10 экз.)
6. Колбин, В. В.; Специальные методы оптимизации : учебное пособие.; Лань, Санкт-Петербург; 2014 (1 экз.)
7. Самарский, А. А., Гулин, А. В.; Численные методы математической физики; Научный мир, Москва; 2000 (1 экз.)
8. Самарский, А. А., Гулин, А. В.; Численные методы математической физики : Учеб. пособие.; Научный мир, Москва; 2003 (3 экз.)
9. Агошков, В. И., Марчук, Г. И.; Методы решения задач математической физики; ФИЗМАТЛИТ, Москва; 2002 (2 экз.)
10. Боровков, А. А.; Математическая статистика : учебник.; Лань, Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар; 2010 (5 экз.)
11. Гмурман, В. Е.; Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике : учебное пособие для студентов вузов.; Юрайт, Москва; 2011 (2 экз.)
12. Гмурман, В. Е.; Теория вероятностей и математическая статистика : Учеб. пособие для вузов.; Высшая школа, Москва; 2001 (3 экз.)
13. Гайдышев, Гайдышев И.; Анализ и обработка данных : спец. справ.; Питер, Санкт-Петербург [и др.]; 2001 (1 экз.)
14. Тюрин, Ю. Н., Макаров, А. А., Фигурнов, В. Э.; Анализ данных на компьютере; ИНФРА-М, Москва; 2003 (4 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

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

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

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Дополнительные главы математики

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. Реквизиты подтверждающего документа
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	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	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
Теория электромагнитного поля

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Фаткуллин Салават Мирдасович	кандидат технических наук	доцент	Электротехника

Рекомендовано учебно-методическим советом института Уральский энергетический

Протокол № 112 от 18.06.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Фаткуллин Салават Мирдасович, доцент, Электротехника

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-четырёхполюсников. Пример расчета мощностей в слоях индукционного устройства методом Е-Н-четырёхполюсников. 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.
7	Свойства материалов	Основные физические величины, используемые при описании свойств материалов, участвующих в электротермических процессах. Основные понятия, характеризующие процессы выделения, передачи и поглощения тепловой энергии.
8	Способы передачи теплоты	Способы передачи тепловой энергии: теплопроводность, конвекция, излучение. Передача теплоты теплопроводностью. Основной закон теплопроводности. Коэффициент теплопроводности. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Теплопроводность при стационарном режиме: плоская стенка, бесконечный полый цилиндр,, стержень конечной длины. Расчет термических сопротивлений теплопроводности.

		<p>Нестационарная теплопроводность (нагревание и охлаждение тел). Аналитическое решение нестационарных задач теплопроводности. Численные методы решения задач теплопроводности.</p> <p>Конвективный теплообмен (теплоотдача). Основной закон конвективного теплообмена. Теория подобия. Основные критерии подобия. Критериальные уравнения теплоотдачи. Теплоотдача при вынужденной конвекции: продольное обтекание пластины, поперечное обтекание цилиндра и шара, течение внутри труб. Теплоотдача при естественной конвекции.</p> <p>Лучистый теплообмен. Основные определения. Основные законы лучистого теплообмена. Степень черноты тел. Интенсивность излучения тел. Поглощательная, отражательная и пропускательная способности тел. Расчет теплообмена излучением для различных схем расположения тел, участвующих в теплообмене.</p>
9	Основные способы электрического нагрева.	<p>Тенденции развития электрического нагрева. Первичная и вторичная энергия КПД процесса. Основные преимущества электронагрева перед другими видами нагрева.</p> <p>Прямой резистивный нагрев. Принцип действия, устройство установки. основные достоинства и недостатки. Области применения.</p> <p>Косвенный резистивный нагрев. Устройство электрических печей сопротивления (ЭПС). Способы передачи тепловой энергии в электрических печах сопротивления. Нагрев тонких и массивных изделий в ЭПС. Области применения.</p> <p>Инфракрасный нагрев, особенности процесса, области применения.</p> <p>Электродуговой нагрев. Свойства электрической дуги. Устройство установок электродугового нагрева. Установки электродуговой сварки. Дуговые печи. Области применения установок электродугового нагрева.</p> <p>Электронно-лучевой, плазменный, лазерный нагрев. Принципы действия установок. Области применения. Особенности процессов, основные достоинства.</p> <p>Электроэрозионная обработка. Принцип действия. Области применения.</p> <p>Экономические аспекты применения процессов электронагрева.</p>

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
			-	-

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Теория электромагнитного поля

Электронные ресурсы (издания)

1. Амирханов, Д. Г.; Теплопередача : учебное пособие.; Казанский научно-исследовательский технологический университет, Казань; 2008; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=258943> (Электронное издание)
2. , Памятных, Е. А.; Электродинамика: Специальная теория относительности. Теория электромагнитного поля : учебно-методическое пособие.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2014; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=275799> (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., Грובהва, Л. С., Сокунов, Б. А., Сарапулов, С. Ф.; Индукционные тигельные печи : учеб. пособие для студентов специальности "Электротехнол. установки и системы" вузов.; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2002 (5 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. Виноградов, В. С.; Оборудование и технология дуговой автоматической и механизированной сварки : Учебник для проф. учеб. заведений.; Высш.шк. : Академия, Москва; 1997 (1 экз.)
7. Сарапулов, Ф. Н.; Расчет мощностей и электромагнитных сил в установках индукционного нагрева : учеб. пособие.; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 1998 (27 экз.)
8. Сарапулов, Ф. Н., Рубцов, В. П.; Расчет параметров цепей электротехнологических установок : учеб. пособие.; [УГТУ], Екатеринбург; 1999 (20 экз.)
9. Свенчанский, А. Д.; Электрические промышленные печи : Учебник для вузов: В 2 т. Ч. 1. Электрические печи сопротивления; Энергия, Москва; 1975 (32 экз.)

10. Филиппов, И. Ф.; Теплообмен в электрических машинах : Учеб. пособие для вузов по специальности "Электр. машины".; Энергоатомиздат, Ленинград; 1986 (28 экз.)
11. , Баскаков, А. П., Берг, Витт, О. К.; Теплотехника : учеб. для студентов инженер.-техн. специальностей вузов.; БАСТЕТ, Москва; 2010 (101 экз.)
12. Исаченко, В. П.; Теплопередача : учебник для энергет. вузов и фак.; Энергия, Москва; 1975 (14 экз.)
13. , Борисов, Б. Г., Борисов, К. Б., Бродянский, В. М., Вакулко, А. Г., Клименко, А. В., Зорин, В. М.; Промышленная теплоэнергетика и теплотехника : справочник.; МЭИ, Москва; 2004 (22 экз.)
14. 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.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

<http://lib.urfu.ru/>

<https://study.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 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. Реквизиты подтверждающего документа
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	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p>	<p>Matlab+Simulink</p> <p>Office Professional 2003 Win32</p> <p>Russian CD-ROM</p>
3	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p>	Не требуется
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p>	Не требуется
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>Matlab+Simulink</p> <p>Office Professional 2003 Win32</p> <p>Russian CD-ROM</p>

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	без ученой степени, без ученого звания	Ассистент	электротехники

Рекомендовано учебно-методическим советом института Уральский энергетический

Протокол № 112 от 18.06.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- **Смолянов Иван Александрович, Ассистент, 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.	Привести 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.

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
			-	-

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.; Издательство Политехнического университета, Санкт-Петербург; 2012; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=362998> (Электронное издание)

Печатные издания

1. 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.)

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

3. Сарапулов, Ф. Н., Сарапулов, С. Ф., Шымчак, Шымчак П.; Математические модели линейных индукционных машин на основе схем замещения : Учеб. пособие.; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2001 (6 экз.)

4. 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.)

5. 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.)

6. 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 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. Реквизиты подтверждающего документа
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 Периферийное устройство 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 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	COMSOL Multiphysics Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
---	----------------------------------	--	---