

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
1160259	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	2
4	Твердотельное 3D моделирование	2
ИТОГО по модулю:		10

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	Не предусмотрены
Постреквизиты и кореквизиты модуля	Не предусмотрены

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 приоритеты собственной деятельности, выстраивать траекторию профессионального и личностного развития, в том числе с использованием цифровых средств	<p>З-1 - Объяснять порядок и принципы планирования собственной профессиональной траектории с учетом 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,</p>

		<p>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 работу электрооборудования, электротермические процессы и установки на базе стандартных пакетов прикладных программ</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 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 общинженерных 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 общинженерных 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 общинженерных наук</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</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</p>

	процессы и установки на базе стандартных пакетов прикладных программ	математические модели электромагнитных устройств, проводить расчеты электротехнологических устройств П-6 - Иметь практический опыт применения основ теории электромагнитного поля
Физические основы электротехнологий	УК-1 - Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий, в том числе в цифровой среде	З-1 - Демонстрировать понимание основных методов системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций У-2 - Обосновывать выбор стратегии для достижения поставленной цели, в том числе в цифровой среде, с учетом ограничений, рисков и моделируемых результатов П-1 - Использовать эффективные стратегии действий для решения проблемной ситуации, в том числе в цифровой среде, с учетом оценки ограничений, рисков и моделируемых результатов Д-1 - Демонстрировать аналитические способности и критическое мышление
	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 инженерных наук У-2 - Критически оценить возможные способы решения задач проблемной области, используя знания фундаментальных и инженерных наук П-1 - Работая в команде, разрабатывать варианты формулирования и решения научно-исследовательских, технических, организационно-экономических и комплексных задач, применяя знания фундаментальных и инженерных наук
	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-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,

	<p>электротермические процессы и установки на базе стандартных пакетов прикладных программ</p>	<p>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
2	Фризен Василий Эдуардович	д.т.н., доцент	Заведующий кафедрой	электротехники

Рекомендовано учебно-методическим советом института Уральский энергетический

Протокол № 3 от 16.05.2022 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Смолин Георгий Константинович, Профессор, 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.	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	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.

		<p>Конвективный теплообмен. Расчет коэффициента теплоотдачи при естественной и вынужденной конвекции.</p>
<p>4.</p>	<p>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> <p>4.8. Физические основы плазменного нагрева. Анализ современных плазменных ЭТУ</p>
5.	<p>Основы электрокинетических, электромеханических, электрохимических и электрофизических технологий.</p>	<p>5.1. Электрокинетические технологии. Электросепарация. Электроокраска.</p> <p>5.2. Электромеханические технологии: импульсные; электромагнитные; электрогидравлические; ультразвуковые. МГД-устройства.</p> <p>5.3. Электрохимические и электрофизические технологии. Электролизные, электрохимические, электроэрозионные, электрохимикомеханические установки.</p>

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

Физические основы электротехнологий

Электронные ресурсы (издания)

1. Суворин, А. В.; Электротехнологические установки : учебное пособие.; Сибирский федеральный университет (СФУ), Красноярск; 2011; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=229391> (Электронное издание)
2. Алиферов, А. И.; Электротехнологические установки и системы. Установки индукционного нагрева : учебное пособие.; Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск; 2017; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=573723> (Электронное издание)
3. Макаров, А. Н.; Электротехнологические установки : учебное пособие.; Инфра-Инженерия, Москва, Вологда; 2021; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=618536> (Электронное издание)
4. Базаров, А. А.; Электротехнологические установки и системы : учебник.; Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, Самара; 2018; <http://www.iprbookshop.ru/91167.html> (Электронное издание)
5. Печагин, Е. А.; Электротехнологические процессы электроэнергетики. В 2-х частях. Ч.1. Электротермические установки : учебное пособие.; Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, Тамбов; 2019; <http://www.iprbookshop.ru/99807.html> (Электронное издание)
6. Печагин, Е. А.; Электротехнологические процессы электроэнергетики. В 2 частях. Ч. 2. Электротехнологические установки : учебное пособие.; Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, Тамбов; 2020; <http://www.iprbookshop.ru/115757.html> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Болотов, А. В., Шепель, Г. А.; Электротехнологические установки : Учебник для вузов.; Высшая школа, Москва; 1988 (2 экз.)
2. ; Дуговые сталеплавильные печи : Атлас.; Металлургия, Москва; 1974 (1 экз.)
3. Огороков, Н. В.; Дуговые сталеплавильные печи : [учеб. пособие для металлург. специальностей вузов].; Металлургия, Москва; 1971 (8 экз.)
4. , Кривандин, В. А., Кружков, В. А., Сборщиков, Г. С.; Теплотехника металлургического производства : Учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров и магистров "Металлургия" и направлению подготовки дипломированных специалистов "Металлургия". Т. 2. Конструкция и работа печей; МИСИС, Москва; 2002 (53 экз.)
5. Никольский, Л. Е., Зинуров, И. Ю.; Оборудование и проектирование электросталеплавильных цехов : Учеб. пособие для вузов.; Металлургия, Москва; 1993 (30 экз.)
6. , Данцис, Я. Б., Жилов, Г. М.; Короткие сети и электрические параметры дуговых электропечей : Справочник.; Металлургия, Москва; 1987 (7 экз.)
7. Данцис, Я. Б.; Методы электротехнических расчетов руднотермических печей; Энергия. Ленингр. отд-ние, Ленинград; 1973 (2 экз.)
8. Егоров, А. В.; Расчет мощности и параметров электроплавильных печей : Учеб. пособие для вузов.; МИСИС, Москва; 2000 (1 экз.)
9. , 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.)
10. Свенчанский, А. Д.; Электрические промышленные печи : [учеб. пособие для вузов]. Ч. 2. Дуговые печи; Энергия, Москва; 1970 (19 экз.)
11. 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.)
12. Фарбман, С. А.; Индукционные печи для плавки металлов и сплавов; Металлургия, Москва; 1968 (11 экз.)
13. Сасса, В. С.; Футеровка индукционных электропечей; Металлургия, Москва; 1989 (2 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 используется

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
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 Периферийное устройство	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
Дополнительные главы математики

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Гредасова Надежда Викторовна	к.ф.-м.н.	доцент	прикладной математики

Рекомендовано учебно-методическим советом института Уральский энергетический

Протокол № 3 от 16.05.2022 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
P1.	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.
P2.	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.

РЗ.	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 среднее квадратическое 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 : учебное пособие.; Лань, Санкт-Петербург [и др.]; 2012 (1 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. И., Марчук, Г. И.; Методы решения задач математической физики; ФИЗМАТЛИТ, Москва; 2002 (2 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.; Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике : учебное пособие для студентов вузов.; Юрайт, Москва; 2010 (5 экз.)
12. Гмурман, В. Е.; Теория вероятностей и математическая статистика : учеб. пособие для студентов вузов.; Юрайт : Высшее образование, Москва; 2009 (1 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.)
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-Мат 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 оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство	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

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	д.т.н., доцент	Заведующий кафедрой	электротехники

Рекомендовано учебно-методическим советом института Уральский энергетический

Протокол № 3 от 16.05.2022 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-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.

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.; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2001 (6 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., Грובה, 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., Крючков, 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. Исаченко, В. П., Осипова, В. А., Сукомел, А. С.; Теплопередача : учеб. для теплоэнергет. специальностей вузов.; Энергоиздат, Москва; 1981 (52 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 оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство	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	к.т.н.	ст.преподава тель	Электротехника

Рекомендовано учебно-методическим советом института Уральский энергетический

Протокол № 3 от 16.05.2022 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- **Смолянов Иван Александрович, ст.преподаватель, 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 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.; Издательство Политехнического университета, Санкт-Петербург; 2012; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=362998> (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 оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство	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

