

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
1161228	Объекты автоматизации производства

Екатеринбург

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Образовательная программа 1. Автоматизация технологических процессов и электроснабжения промышленных предприятий	Код ОП 1. 13.04.02/33.10
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	доктор технических наук, доцент	Заведующий кафедрой	электротехники

Согласовано:

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Объекты автоматизации производства

1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль содержит дисциплины, формирующие компетенции в области анализа и прогнозирования параметров потребления электроэнергии технологическими установками металлургического предприятия, методов получения и анализа информации о режимах работы и состоянии объектов автоматизации производства, а также в области анализа физических процессов в установках, необходимого для настройки алгоритмов управления ими.

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	Потребители электроэнергии в металлургическом производстве	3
2	Дополнительные главы теоретической электротехники	3
3	Электрические измерения и датчики	3
4	Численное моделирование физических процессов в установках	3
ИТОГО по модулю:		12

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	Не предусмотрены
Постреквизиты и кореквизиты модуля	1. Автоматизация технологических процессов 2. Автоматизированные системы электроснабжения

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

<p>Дополнительные главы теоретической электротехники</p>	<p>ПК-2 - Способен контролировать и оценивать допустимость режимов работы системы электроснабжения для выявления их соответствия технико-экономическим требованиям</p>	<p>З-5 - Характеризовать состав необходимой информации об элементах систем электроснабжения, необходимую и достаточную для создания их физико-математических моделей.</p> <p>З-6 - Описать физические особенности системы электроснабжения с точки зрения законов электротехники.</p> <p>У-3 - Оценивать технико-экономические показатели работы системы электроснабжения по результатам выполненного расчета.</p> <p>У-4 - Оценивать расчетные параметры систем электроснабжения на допустимость с точки зрения законов электротехники.</p>
<p>Потребители электроэнергии в металлургическом производстве</p>	<p>ОПК-6 - Способен планировать и организовать работы по эксплуатации технологического оборудования и обеспечению технологических процессов в сфере своей профессиональной деятельности с учетом энерго- и ресурсоэффективности производственного цикла и продукта</p>	<p>З-3 - Объяснить принципы энерго и ресурсосбережения производственного цикла и продукта</p>
	<p>ПК-2 - Способен контролировать и оценивать допустимость режимов работы системы электроснабжения для выявления их соответствия технико-экономическим требованиям</p>	<p>З-3 - Описывать характеристики и режимы работы потребителей электроэнергии металлургического предприятия.</p> <p>З-4 - Описывать показатели качества электрической энергии и их влияние на работу приемников электроэнергии.</p> <p>У-2 - Систематизировать информацию, получаемую от системы технического учета потребления электроэнергии.</p>
<p>Численное моделирование физических процессов в установках</p>	<p>ОПК-2 - Способен самостоятельно ставить, формализовывать и решать задачи, относящиеся к профессиональной</p>	<p>З-1 - Сделать обзор основных методов моделирования и математического анализа, применимых для формализации и решения задач профессиональной деятельности</p> <p>З-2 - Характеризовать сферы применения и возможности пакетов прикладных программ</p>

	<p>деятельности, используя методы моделирования и математического анализа</p>	<p>для решения задач профессиональной деятельности</p> <p>У-1 - Самостоятельно сформулировать задачу области профессиональной деятельности, решение которой требует использования методов моделирования и математического анализа</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>ОПК-5 - Способен планировать, организовывать и контролировать работы по созданию, установке и модернизации технологического оборудования и технологических процессов в сфере своей профессиональной деятельности</p>	<p>У-4 - Использовать при необходимости техники цифрового моделирования при выполнении работ по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем</p>
	<p>ОПК-7 - Способен планировать и управлять жизненным циклом инженерных продуктов и технических объектов, включая стадии замысла, анализа требований, проектирования, изготовления, эксплуатации, поддержки, модернизации, замены и утилизации</p>	<p>З-1 - Изложить принципы имитационного моделирования для принятия инженерных решений</p> <p>У-3 - Использовать программные пакеты при построении имитационной модели разрабатываемой системы или использующей системы</p> <p>П-1 - Освоить практики построения и применения имитационных моделей в процессе проектирования</p>

	<p>ПК-1 - Способен создавать и анализировать модели систем электроснабжения и их элементов с целью анализа их свойств и прогноза состояния</p>	<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-3 - Прогнозировать состояние элементов систем электроснабжения на основе созданных моделей и представить прогноз.</p>
	<p>ПК-9 - Способен создавать и анализировать модели, позволяющие прогнозировать свойства и поведение объектов электротехники и систем автоматизации</p>	<p>З-1 - Описать методы экспериментальной работы, стандартные пакеты прикладных программ для численного моделирования физических процессов.</p> <p>У-1 - Формулировать задачи для самостоятельно выполняемых исследований с применением численного моделирования физических процессов.</p> <p>П-1 - Иметь практический опыт моделирования процессов с использованием пакетов прикладных программ и на этой основе составить прогноз свойств и поведения объектов электротехники и систем автоматизации.</p>
<p>Электрические измерения и датчики</p>	<p>ПК-5 - Способен планировать и ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы, интерпретировать и представлять результаты научных исследований в области автоматизации технологических процессов и электроснабжения промышленных предприятий</p>	<p>З-1 - Описать номенклатуру и характеристики датчиков физических величин; расходомеров и счетчиков количества веществ.</p> <p>З-2 - Изложить методы расчета и анализа погрешностей, вносимых звеньями, входящими в канал измерительной информации.</p> <p>У-1 - Выбирать датчики, измерительные преобразователи, программно-аппаратные средства их сопряжения для построения измерительных систем.</p> <p>П-1 - Рассчитывать рабочие параметры и апробировать схемы измерительных устройств на основе их компьютерных моделей, а также исследовать работу устройства на натурных схемах.</p> <p>П-2 - Проводить измерительные операции с применением цифровых и аналоговых</p>

		приборов и измерительных комплексов и представлять результаты многократных измерений, обработанных в соответствии с требованиями стандартов и метрологических характеристик использованного оборудования.
--	--	---

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Потребители электроэнергии в
металлургическом производстве

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

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

Рекомендовано учебно-методическим советом института Уральская передовая инженерная школа «Цифровое производство»

Протокол № 1 от 01.02.2023 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Фризен Василий Эдуардович, заведующий кафедрой, "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
P1	Электрические нагрузки и их графики.	Параметры электропотребления и расчетные коэффициенты. Методы расчета электрических нагрузок. Определение расчетного и договорного максимума.
P2	Качество электроэнергии, влияние показателей качества электроэнергии на работу электроприемников	Нормы качества электроэнергии. Влияние качества на работу приемников электроэнергии. Снижение уровня несинусоидальности питающего напряжения. Симметрирование нагрузки. Ограничение колебания, провалов напряжения и перенапряжений.
P3	Электропривод в металлургическом производстве	Характеристики электроприводов. Нагрузочные диаграммы. Выбор типа и мощности электродвигателей, замена на двигателя оптимальной установленной мощности. Регулируемый электропривод как средство рационального использования энергоресурсов и снижения потребления реактивной энергии. Крупные высоковольтные электродвигатели, их управление с применением преобразователей частоты; источники гармоник тока.
P4	Особенности потребителей электроэнергии в электротехнологии.	Дуговые печи переменного тока и постоянного тока. Сварочные установки. Индукционные установки. Печи сопротивления

	Особенности их взаимодействия с энергосистемами	
P5	Компенсация реактивной мощности	Расчет параметров схем компенсации реактивной мощности. Фильтро-компенсирующие и фильтро-симметрирующие установки. Устройства динамической компенсации реактивной мощности.

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

Потребители электроэнергии в металлургическом производстве

Электронные ресурсы (издания)

1. Суворин, А. В.; Приемники и потребители электрической энергии систем электроснабжения : учебное пособие.; Сибирский федеральный университет, Красноярск; 2014; <http://www.iprbookshop.ru/84090.html> (Электронное издание)
2. 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)
3. 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. Кудрин, Б. И.; Электроснабжение промышленных предприятий : [учеб.-справ. пособие].; Теплотехник, Москва; 2009 (2 экз.)
2. Герасименко, А. А.; Передача и распределение электрической энергии : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. "Электроэнергетика".; Феникс : Издательские проекты, Ростов-на-Дону ; Красноярск; 2006 (25 экз.)
3. Миронов, Ю. М.; Электрооборудование и электроснабжение электротермических, плазменных и лучевых установок : учеб. пособие для вузов.; Энергоатомиздат, Москва; 1991 (1 экз.)
4. Соренсен, Б., Калашников, А. Д.; Преобразование, передача и аккумулирование энергии; Интеллект, Долгопрудный; 2011 (1 экз.)
5. Осика, Л. К.; Коммерческий и технический учет электрической энергии на оптовом и розничном рынках. Теория и практические рекомендации; Политехника, Санкт-Петербург; 2006 (1 экз.)
6. Авдеев, В. А., Друян, В. М., Кудрин, Б. И.; Основы проектирования металлургических заводов : Справочник.; Интермет Инжиниринг, Москва; 2002 (13 экз.)

7. Бодин, А. П., Пятаков, Ф. Ю.; Электроустановки потребителей : справочник.; Энергосервис, Москва; 2006 (21 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

Электротехника : ежемес. науч.-техн. журн.

Промышленная энергетика : ежемес. произв.-техн. журн.

Электричество : ежемес. теорет. и науч.-практ. журн.

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://e.lanbook.com/>

<http://elibrary.ru>

<http://iopscience.iop.org/>

<http://www.scopus.com/>

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Потребители электроэнергии в металлургическом производстве

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	Не требуется
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Mathcad 14

		Персональные компьютеры по количеству обучающихся	
--	--	---	--

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Дополнительные главы теоретической
электротехники

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Шелюг Станислав Николаевич	кандидат технических наук, доцент	Доцент	автоматизированн ых электрических систем

Рекомендовано учебно-методическим советом института Уральская передовая инженерная школа
«Цифровое производство»

Протокол № 1 от 01.02.2023 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

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

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

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

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
1	Введение	Место теоретической электротехники в электротехническом образовании. Основные понятия и система допущений.
2	Основные понятия теории цепей	Пассивные и активные элементы цепи. Основные понятия теории цепей. Установившийся режим цепи с источниками постоянных и синусоидальных ЭДС и токов. Учет магнитных связей. Баланс мощности.
3	Трехфазные электрические цепи синусоидального тока	Симметричные и несимметричные трехфазные цепи, трехпроводные и четырехпроводные. Анализ трехфазной цепи с нагрузкой по схеме звезда и по схеме треугольник. Учет магнитных связей в анализе трехфазных цепей. Нарушения симметрии. Анализ несимметричных трехфазных систем. Метод симметричных составляющих.
4	Методы анализа нелинейных цепей	Линейные и нелинейные элементы и цепи. Магнитные цепи при постоянных МДС. Линеаризованная теория катушки со сталью. Неуправляемые и управляемые полупроводниковые вентили. Учет нелинейных элементов при анализе электрической цепи.
5	Анализ электрических цепей при наличии нелинейности и несимметричности	Общие вопросы моделирования нелинейности и несимметрии в электрической цепи. Общая характеристика методов расчета и анализа нелинейных электрических цепей постоянного и переменного тока. Нелинейные элементы как источники искажения формы кривой тока и напряжения

6	Электрические цепи несинусоидального периодического тока	<p>Основные понятия и определения</p> <p>Зависимость формы кривой тока от характера цепи</p> <p>Расчет установившихся режимов при несинусоидальных воздействиях</p> <p>Мощность в цепи несинусоидального тока</p>
7	Теория электромагнитного поля	<p>Электростатическое поле. . Магнитное поле постоянного тока.</p> <p>Основные уравнения переменного электромагнитного поля.</p> <p>Распространение электромагнитных волн в однородном и изотропном диэлектрике и в полупроводящих и гиротропных средах. Электромагнитные волны в направляющих системах.</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

Дополнительные главы теоретической электротехники

Электронные ресурсы (издания)

1. Малинин, Л. И.; Теория цепей современной электротехники : учебное пособие.; Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск; 2013; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=135597> (Электронное издание)
2. Петренко, Ю. В.; Теоретические основы электротехники: нелинейные электрические цепи постоянного и переменного тока : учебное пособие.; Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск; 2018; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=575602> (Электронное издание)
3. Нейман, В. Ю., Нейман, Л. В.; Электротехника и электроника. Интернет-тестирование базовых знаний : учебное пособие. 4. Трехфазные цепи и методы их анализа; Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск; 2013; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228978> (Электронное издание)
4. ; Теоретические основы электротехники : учебное пособие. 2. Переходные и статические режимы в линейных и нелинейных цепях. Электромагнитное поле; ТУСУР, Томск; 2015; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480918> (Электронное издание)

Печатные издания

1. , Атабеков, Г. И., Купалян, С. Д., Тимофеев, А. Б., Хухриков, С. С.; Теоретические основы электротехники. Нелинейные электрические цепи. Электромагнитное поле : учеб. пособие.; Лань, Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар; 2009 (1 экз.)
2. Аркадьев, В. К.; Электромагнитные процессы в металлах Ч. 2. Электромагнитное поле. Применение

теории Максвелла к рациональному использованию металлов в электротехнике; ОНТИ, М.-Ленинград; 1936 (1 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

IEEE

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

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Дополнительные главы теоретической электротехники

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	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 365 ProPlusEdu ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr STUUseBnft Student EES Matlab+Simulink Mathcad 14
3	Лабораторные занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Доска аудиторная	Не требуется

		Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	
4	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Подключение к сети Интернет	Не требуется
5	Самостоятельная работа студентов	Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	Office 365 ProPlusEdu ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr STUUseBnft Student EES Matlab+Simulink Mathcad 14

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Электрические измерения и датчики

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Фризен Василий Эдуардович	доктор технических наук, доцент	Заведующий кафедрой	электротехники
2	Шабалдин Евгений Дмитриевич	к.п.н., доцент	доцент	Электротехника

Рекомендовано учебно-методическим советом института Уральская передовая инженерная школа
«Цифровое производство»

Протокол № 1 от 01.02.2023 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Шабалдин Евгений Дмитриевич, 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
1.1.	Виды, характеристики и информационные параметры аналоговых сигналов. Импульсная техника и параметры импульсных сигналов.	<p>Раздел 1. Сигналы измерительной информации и их обработка.</p> <p>Общая характеристика дисциплины, ее цели и задачи, место и роль в системе получаемых знаний. Связь с другими учебными дисциплинами. Краткий ретроспективный обзор развития датчиков, преобразовательной техники и электроники в АСУ ТП.</p> <p>Классы точности приборов. Графическая иллюстрация способов задания классов точности. Методическая погрешность. Динамическая погрешность. Параметрическое представление периодических сигналов. Напряжения и токи. Мощность и энергия. Несинусоидальность формы сигнала: параметрическое и функциональное представление. Виды и характеристики аналоговых сигналов. Информационные параметры сигналов. Непрерывный и дискретный аналоговые сигналы. Синусоидальный многочастотный аналоговый электрический сигнал. Модулированный синусоидальный аналоговый электрический сигнал. Импульсный аналоговый электрический сигнал. Основные функциональные узлы электронных устройств обработки сигналов: усилители переменного и постоянного токов, преобразователи на базе операционных усилителей, фильтры, вторичные источники питания. Линейные импульсные цепи: линейные формирователи, устройства задержки, устройства</p>

		гальванического разделения цепей. Нелинейные импульсные цепи.
1.2.	Операционные усилители как преобразователи сигналов.	Измерительные усилители. Развязывающие усилители с линеаризующей обратной связью. Преобразователи ток-напряжение и напряжение-ток. Усилители с автоматической регулировкой усиления. Усилители с цифровым управлением. Типовые схемы частотных фильтров. Интеграторы и дифференциаторы. Логарифмирующие и экспоненциальные преобразователи. Арифметические операции с аналоговыми сигналами. Функциональные преобразователи с аналоговыми умножителями. Функциональные преобразователи с кусочно-линейной аппроксимацией. Схемы функциональных преобразователей с использованием АЦП и ЦАП. Ограничители сигналов и пиковые детекторы. Измерение пикового, среднего и эффективного значения с использованием ОУ. Масштабирующие преобразователи. Определение передаточных функций корректирующих устройств.
1.3.	Цифровая и аналоговая схемотехника измерительных систем. Комбинационные и последовательностные цифровые устройства. Аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи.	<p>Логические элементы. Базовые логические элементы ТТЛ Элемент И, элемент ИЛИ. Коэффициент разветвления по выходу (нагрузочная способность). Базовые логические элементы КМОП. Алгебра логики. Минимизация логических функций. Комбинационные логические устройства. Синтез логических выражений по техническому заданию.</p> <p>Комбинационные интегральные микросхемы и их параметры. Функциональные узлы последовательностного типа. Асинхронный RS-триггер. Синхронные D-, T-, JK-триггеры. Счетчики и их назначение. Двоичные счетчики с последовательным и параллельным переносом. Синхронные и асинхронные счетчики. Суммирующие, вычитающие и реверсивные счетчики. Счетчики по произвольному модулю пересчета. Двоично-десятичные счетчики. Делители частоты на базе счетчиков. Регистры и их назначение. Регистры хранения и сдвига. Универсальные регистры. Регистровая память. Программируемые логические интегральные микросхемы (ПЛИС, PLD).</p> <p>Аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи. Технические характеристики. АЦП на основе методов последовательного счета, последовательного приближения, прямого преобразования. Сигма-дельта АЦП, его схемотехника, принцип работы и применение в устройствах управления и контроля. Моделирование сигма-дельта АЦП.</p> <p>Погрешности квантования и дискретизации в АЦП. Цифро-аналоговый преобразователь в системе управления двигателем. Принципиальная схема цифрового вольтметра. Передаточные функции и частотные характеристики цифровых систем. Переходные процессы в цифровых системах. Анализ точности работы цифровых систем. Анализ устойчивости цифровых систем.</p>
1.4.	Аналоговое и цифровое измерение основных электрических величин и контрольно-поверочные	Основные электрические величины. Измерения тока, напряжения. Измерения сопротивлений: уравновешенные, неуравновешенные, реохордные мосты; логометры; методы непосредственной оценки и двух приборов. Измерения

	<p>испытания электрических цепей. Аналоговое и цифровое измерение частоты и временных интервалов. Аналоговые и цифровые осциллографы.</p>	<p>напряжения компенсаторами (потенциометрами). Ретроспективный обзор и сравнительные характеристики аналоговых электромеханических приборов. Измерения емкости, индуктивности мостами переменного тока. Мосты Максвелла, Максвелла-Вина, Шеринга. Измерения магнитных свойств материалов. Измерения фазы сигналов. Измерения активной и реактивной мощности в однофазных и трехфазных цепях.</p> <p>Основные контрольно-поверочные испытания и их техника. Измерение сопротивления изоляции на 500, 1000, 2500В. Проверка чередования фаз. Проверка срабатывания защиты в системе питания с заземленной нейтралью (ток короткого замыкания; сопротивление петли «фаза-ноль»). Проверка устройств защитного отключения (УЗО). Проверка наличия цепи между заземлителями, заземленными установками и элементами заземленных установок в системе питания с заземленной нейтралью. Проверка действия расцепителей автоматических выключателей. Нахождение места обрыва кабеля.</p> <p>Временные параметры сигналов и их измерения. Измерение частоты частотнозависимыми мостами. Резонансный метод, метод заряда-разряда емкости, гетеродинный метод, Цифровые методы измерения частоты. Цифровой метод измерения интервалов времени. Автоматизация процессов измерения частоты и интервалов времени. Измерения разности фаз сигналов: при умножении частоты; преобразованием во временной интервал; преобразованием в постоянное напряжение; методом сравнения. Аналоговые и цифровые осциллографы.</p>
<p>2.1.</p>	<p>Типология и применение датчиков систем управления и контроля технологических параметров. Расходомеры и счетчики количества веществ.</p>	<p>Раздел 2. Информационно-измерительная техника механизмов и устройств автоматизированных технологических комплексов.</p> <p>Типология измерительных преобразователей и датчиков. Виды первичных преобразователей физических величин.</p> <p>Измерение температур. Международная температурная шкала МТШ-90. Средства измерения температуры. Термопреобразователи сопротивления: типология и конструкция. Термоэлектрические преобразователи. Теоретические основы измерения температуры термоэлектрическим методом. Конструкция термоэлектрических преобразователей. Компенсационные устройства. Аналоговые вторичные измерительные приборы и преобразователи. Потенциометрический метод. Мостовые методы. Логометры. Преобразователи с унифицированным токовым выходным сигналом для термопреобразователей сопротивления (ТП) и термоэлектрических преобразователей (ТЭП). Измерение температуры тел по их тепловому излучению: пирометры монохроматические; полного и частичного излучения; спектрального отношения.</p> <p>Измерение давления, уровня и расхода. Жидкостные и деформационные манометры и дифманометры.</p>

		<p>Деформационные преобразователи давления с дистанционной передачей данных. Электрические манометры. Методика измерения давления и разности давлений. Измерители уровня: визуального отсчета; гидростатические; поплавковые; емкостные; индуктивные; радиоволновые; акустические; термокондуктометрические. Измерение уровня сыпучих материалов. Измерение расхода жидкостей, газа и пара по перепаду давления в сужающем устройстве. Расчет градуировочной характеристики расходомера с сужающими устройствами. Оценка погрешности измерения расхода. Расходомеры постоянного перепада давления, тахометрические и электромагнитные. Ультразвуковые, вихревые и массовые расходомеры. Силовые расходомеры: турбосиловые, кориолисовые, гироскопические, вибрационные. Измерение расхода многофазных и многокомпонентных веществ. Системы промышленного теплотехнического контроля. Теплосчетчики. Контрольно-измерительная техника и автоматика в системах теплоснабжения зданий и сооружений. Изучение алгоритма работы двухконтурного газового котла.</p>
<p>2.2.</p>	<p>Статические и частотные характеристики датчиков электрических, магнитных, механических и оптических величин.</p>	<p>Характеристики преобразователей: систематическая и случайная погрешности, среднеквадратическая оценка разброса результатов измерений, метод градуировки, диапазон, область применимости и необратимые изменения характеристик, чувствительность, градуировочная характеристика и ее линейность, быстродействие, постоянная времени и т.п.</p> <p>Типология преобразователей физических величин. Генераторные преобразователи. Пьезоэлектрические. Гальванические. Обращенные. Индукционные. Термоэлектрические. Пирометры. Назначение, характеристики, схемы включения.</p> <p>Параметрические преобразователи. Фотоэлектрические. Емкостные. Тепловые. Ионизационные. Реостатные. Тензорезисторные. Индуктивные. Магнитоупругие. Магнитоэлектрические. Дискретные датчики Холла: униполярные, биполярные, омниполярные. Назначение, характеристики, схемы включения. Датчики перемещений: линейных, угловых. Датчики крутящего момента.</p> <p>Статические и частотные характеристики датчиков.</p>
<p>2.3.</p>	<p>Линеаризация статических характеристик датчиков. Математические процедуры при линеаризации. Измерение температуры электрическими методами.</p>	<p>Устройства и процедуры линеаризации характеристик измерительных преобразователей. Линеаризация преобразователя на примере дифференциального индуктивного датчика перемещения. Стандартные преобразователи температуры микропроцессорных термометров и линеаризация их функций преобразования. Аппаратные, программные и математические средства линеаризации статической характеристики терморезистора. Математические процедуры при линеаризации. Обработка результатов и расчет погрешностей. Регрессионный анализ. Показатели качества уравнения множественной регрессии. Линейная регрессия. Линия регрессии и её доверительные области. Метод</p>

		наименьших квадратов применительно к процедуре калибровки. Расчёт погрешности аппроксимации. Интерполяция по общей формуле Лагранжа. Процедура кусочно-полиномиальной аппроксимации статической характеристики датчика.
2.4.	Основы автоматизированного сбора измерительной информации. Интерфейсы передачи данных.	Виды, структуры, компоненты измерительных информационных систем (ИИС). Поколения ИИС. Математические модели и алгоритмы измерения ИИС. Измерительные системы. Телеизмерительные системы. Системы автоматического контроля. Системы технической диагностики. Системы распознавания образов. Статистические измерительные системы. Компьютерные и интеллектуальные измерительные системы. Метрологический анализ. Сопряжение преобразователей с измерительной аппаратурой. Интерфейсы ИИС. Виды промышленных сетей. Топология сетей. Интерфейс МЭК 625.1. Стандарты промышленных сетей IEC 61158; IEC 61784-2. Стандарты, интерфейсы и протоколы передачи данных: RS-232, RS-485/422, Modbus, Profinet и Profibus, HART; их назначение, характеристики, схемотехника.

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

Электрические измерения и датчики

Электронные ресурсы (издания)

1. Дьяконов, В. П.; MATLAB 6.5 SP1/7 + Simulink 5/6. Обработка сигналов и проектирование фильтров : учебное пособие.; СОЛОН-ПРЕСС, Москва; 2009; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=117690> (Электронное издание)
2. Корниенко, В. Т.; Основы построения функциональных блоков радиотехнических устройств в проектах Multisim : учебное пособие.; Директ-Медиа, Москва, Берлин; 2020; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=597411> (Электронное издание)
3. Дьяконов, В. П.; VisSim+Mathcad+MATLAB. Визуальное математическое моделирование : практическое пособие.; СОЛОН-ПРЕСС, Москва; 2008; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=117681> (Электронное издание)
4. Дьяконов, В. П.; VisSim+Mathcad+MATLAB. Визуальное математическое моделирование : практическое пособие.; СОЛОН-ПРЕСС, Москва; 2008; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=117681> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Раннев, Г. Г., Тарасенко, А. П.; Методы и средства измерений : учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. дипломир. специалистов 653700 "Приборостроение"

специальности 190900 "Информ.-измер. техника и технологии".; Академия, Москва; 2008 (21 экз.)

2. Дворяшин, Б. В.; Метрология и радиоизмерения : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. дипломир. специалистов "Радиотехника".; Академия, Москва; 2005 (4 экз.)

3. Кремлевский, П. П., Шорников, Е. А.; Расходомеры и счетчики количества веществ : Справочник. Кн. 1. Расходомеры переменного перепада давления, расходомеры переменного уровня, тахометрические расходомеры и счетчики; Политехника, Санкт-Петербург; 2002 (2 экз.)

4. Иванова, Г. М., Кузнецов, Н. Д., Чистяков, В. С.; Теплотехнические измерения и приборы : учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. "Теплоэнергетика".; МЭИ, Москва; 2005 (59 экз.)

5. Любимов, Э. В.; Системы автоматизированного проектирования электрических машин : Учеб. пособие для студентов вузов электромехан. специальностей. Ч. 1. ; ПГТУ, Пермь; 2001 (1 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

<https://study.urfu.ru/>

<https://lanbook.com/>

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

<http://biblioclub.ru>

Материалы для лиц с ОВЗ

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

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Электрические измерения и датчики

Сведения об оснащенности дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM

		Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	
2	Практические занятия	<p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Mathcad University Department Perpetual - 400 Locked Maintenance Gold ver. 14</p> <p>Matlab R2015a + Simulink</p> <p>Labview 2012</p>
3	Лабораторные 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>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p> <p>Типовой комплект учебного оборудования «Основы электрических измерений и цифровой измерительной техники», ОЭ и ЦИТ – СРМЦ</p> <p>Типовой комплект учебного оборудования</p>	<p>COMSOL Multiphysics с модулем Wave Optics Module</p> <p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Mathcad 14</p> <p>Mathcad University Department Perpetual - 200 Floating</p> <p>National Instruments LabVIEW (LabVIEW Academic Standart Suite)</p>

		«Промышленные датчики», исполнение моноблочное ручное, ПД-МАКС-МР	
4	Самостоятельная работа студентов	Подключение к сети Интернет	Mathcad University Department Perpetual - 400 Locked Maintenance Gold ver. 14 National Instruments LabVIEW (Lab VIEW Academic Standart Suite)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Численное моделирование физических
процессов в установках

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Смольянов Иван Александрович	к.т.н.	доцент	Электротехника

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Уральская передовая инженерная школа
«Цифровое производство»**

Протокол № 1 от 01.02.2023 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Смольянов Иван Александрович, 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 в моделирование	<ul style="list-style-type: none">· Важность процесса моделирования в современной инженерии· Экземпляр задачи· Классификация моделей· Основные методы численного моделирования· Успешные примеры компаний, которые используют численное моделирование· Обзор современных программ для численного моделирования
2	Теория физического моделирования. Часть 1. Введение в алгебру	<ul style="list-style-type: none">· Определение вектора. Математические операции над вектором.· Комплексное число. Формула Муавра и Эйлера.· Физический смысл производной и интеграла.· Основные типы дифференциальных уравнений. Дифференциальные операторы и их физический смысл.· Определение поля
3	Введение в численно моделирование. Часть 1: Метод конечных элементов	<ul style="list-style-type: none">· Актуальность и необходимость использовать численные методы.· Краткий обзор основных идей в МКЭ, МКР, МКО.· Особенности МКЭ с точки зрения математики.

		<ul style="list-style-type: none"> · Обзор основных возможностей Comsol
4	Введение в численное моделирование. Часть 2: Среда разработки численных моделей Comsol Multiphysics	<ul style="list-style-type: none"> · Помощник создания моделей (Model Wizard) · Определение пространственных размерностей моделей · Обзор интерфейсам Comsol Multiphysics · Дерево модели. Окно настроек узлов. Дочерние и родительские узлы. · Графическое окно программы. · Особенности графического интерфейса программы
5	Введение в численно моделирование. Часть 3: Описание области расчета	<ul style="list-style-type: none"> · Узел для создания Geometry. Основные настройки родительского узла · Построение геометрических объектов с помощью примитивов. · Построение геометрических объектов с помощью рабочих поверхностей. · Режим работы «Sketch» для отрисовки геометрии · Основные манипуляции над геометрическими объектами
6	Введение в численно моделирование. Часть 4: Дискретизация области расчета	<ul style="list-style-type: none"> · Назначение узла Mesh. Основные его настройки · Автоматическое построение сетки · Пользовательское построение сетки · Создание сетки с помощью протяжки · Измельчение граничных слоев сетки · Основные подходы для построения структурированных сеток
7	Теория физического моделирования. Уравнения температурных и электромагнитных полей	<ul style="list-style-type: none"> · Уравнения Максвелла. Физический смысл уравнений Максвелла. · Физический смысл магнитной и электрической индукции и напряженности поля. · Материальные уравнения. Закон Ома в дифференциальном виде. Зависимости электрических и магнитных индукций от напряженности полей. · Основные модели, описывающие эти взаимосвязи (кривая насыщения, петля гистерезиса, остаточная намагниченность и т.д.). · Физическое определение температуры. · Основные виды переноса тепла: конвекция, теплопередача и излучение. · Закон Ньютона-Рихмана. · Закон теплопередачи. · Уравнение энергии.

		<ul style="list-style-type: none"> · Определение основных физических величин, описывающие температурное поле. <p>Все физические явления привести с привязкой к интерфейсам Comsol Multiphysics</p>
8	Подходы к моделированию катушек с током	<ul style="list-style-type: none"> · Многовитковая катушка · Описание катушки с помощью плотности тока · Моделирование катушки с помощью граничного условия
9	Подходы к моделированию нелинейных свойств материалов.	<ul style="list-style-type: none"> · Описать основные модели ферромагнитных материалов · Рассмотреть особенности учета температурных режимов на электромагнитные свойства материалов · Особенности влияния деформации области на физические свойства среды · Зависимости свойств температурного поля
10	Теория физического моделирования. Уравнения механики и деформации	<ul style="list-style-type: none"> · Рассмотреть основные законы механики для описания процессов деформации твердых тел. · Описать физические модули в Comsol отвечающие за описание данных явлений · Рассмотреть основные подходы реализации численных моделей пластической деформации деталей в программе Comsol
11	Возможности моделирования систем управления управления и автоматизации технологическими процессам	<ul style="list-style-type: none"> · Рассмотреть основные подходы в автоматизации · Описать процесс управления с математической точки зрения · В каких средах удобно осуществлять моделирование процессом управления · Возможности Comsol для решения данных задач. · Узел Probes · Основной подход к созданию модели ПИД регулятора

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

Численное моделирование физических процессов в установках

Электронные ресурсы (издания)

1. , Фризен, В. Э., Сарапулов, Ф. Н.; Моделирование индукционного нагрева с помощью программы ELCUT 4.2T : метод. указания к выполнению курсовой работы по дисциплине "Методы расчета

электромагнит. и тепловых полей" для студентов днев. формы обучения специальности 180500 - Электротехнол. установки и системы.; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2003; <http://library.ustu.ru/dspace/handle/123456789/1614> (Электронное издание)

Печатные издания

1. , Сарапулов, Ф. Н.; Математическое моделирование электромеханических установок в среде Comsol Multiphysics : учебно-методическое пособие для студентов вуза, обучающихся по направлению подготовки 13.04.02 - Электроэнергетика и электротехника.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2021 (5 экз.)
2. Прахт, В. А.; Моделирование тепловых и электромагнитных процессов в электротехнических установках. Программа Comsol : учеб. пособие.; Спутник+, Москва; 2011 (60 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

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

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Численное моделирование физических процессов в установках

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 Персональные компьютеры по количеству обучающихся Оборудование, соответствующее требованиям	ANSYS Academic Research HF 1 task Comsol Multiphysics Academic SingleUser; Comsol AC/DC Module Academic SingleUser.

		<p>организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</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>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>COMSOL Multiphysics</p> <p>Comsol Multiphysics Academic SingleUser; Comsol AC/DC Module Academic SingleUser.</p>