

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Б1.В.05 Естественные основы математического  
моделирования

наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом

Направление подготовки / специальность

01.03.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль)

01.03.02.31 Математическое моделирование и вычислительная  
математика

Форма обучения

очная

Год набора

2020

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Программу составили \_\_\_\_\_

д.ф.-м.н., профессор, Денисенко В.В

должность, инициалы, фамилия

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины

### 1.1 Цель преподавания дисциплины

Основной целью изучения дисциплины является формирование универсальных и профессиональных компетенций, позволяющих выпускнику успешно работать в области математического моделирования природных и технических объектов.

Второй целью является воспитание рационального и материалистического восприятия реального мира, устранение мистических представлений и суеверий.

Третьей целью является развитие навыков в области прикладной математики за счет практического применения математических методов, которым студенты научились за предыдущие годы

### 1.2 Задачи изучения дисциплины

Задачей изучения дисциплины является овладение основными понятиями, идеями и методами естественных наук, и в особенности, физики, приобретение навыков применения стандартных методов и моделей к решению задач, развитие физической интуиции при построении математических моделей реальных явлений

### 1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине
<b>ПК-3: Способен создавать и исследовать математические модели в естественных науках, промышленности и бизнесе, с учетом возможностей современных информационных технологий, программирования и компьютерной техники</b>	
ПК-3.1: Выписывает математические постановки классических моделей, применяемых в естественных науках, промышленности и бизнесе	
ПК-3.2: Исследует и анализирует математические модели, применяемые в естественных науках, промышленности и бизнесе	

### 1.4 Особенности реализации дисциплины

Язык реализации дисциплины: Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется без применения ЭО и ДОТ.

## 2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.час)	Сем естр	
		1	2
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>3,67 (132)</b>		
занятия лекционного типа	1,67 (60)		
практические занятия	2 (72)		
<b>Самостоятельная работа обучающихся:</b>	<b>2,33 (84)</b>		
курсовое проектирование (КП)	Нет		
курсовая работа (КР)	Нет		
<b>Промежуточная аттестация (Зачёт) (Экзамен)</b>	<b>1 (36)</b>		

### 3 Содержание дисциплины (модуля)

#### 3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

		Контактная работа, ак. час.							
№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа				Самостоятельная работа, ак. час.	
				Семинары и/или Практические занятия		Лабораторные работы и/или Практикумы			
		Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС
<b>1. Метод математического моделирования</b>									
	1. Математическое моделирование природных явлений. Математическое моделирование как новый способ изучения природы. Использование математического моделирования при разработке новых технических устройств. Типы математических моделей. Формулировки классических краевых задач для дифференциальных уравнений и постановка краевых условий. Численная реализация математических моделей	2							
	2. Метод математического моделирования			2					
	3.							2	
<b>2. Электростатика</b>									

<p>1. Элементарные частицы, имеющие электрический заряд. Элементарный электрический заряд. Строение атома. Ионы. Закон сохранения заряда. Взаимодействие двух точечных зарядов. Потенциальная энергия взаимодействия двух точечных зарядов. Действие системы заряженных частиц на пробный заряд и принцип суперпозиции. Напряженность электрического поля. Закон Кулона и принцип суперпозиции для напряженности</p>	2							
<p>2. Силовые линии. Объемная, поверхностная и линейная плотности заряда. Электрическое поле точечного заряда. Электрический диполь и создаваемое им электрическое поле. Электрический момент диполя. Поток вектора напряженности электрического поля. Теорема Гаусса. Применения теоремы Гаусса. Электрическое поле бесконечных равномерно заряженных плоскости и цилиндра, заряженных сферы и шара. Основные уравнения электростатики в интегральной форме</p>	2							
<p>3. Работа при перемещении заряда в постоянном электрическом поле. Циркуляция вектора напряженности постоянного электрического поля. Потенциал электрического поля и принцип суперпозиции для потенциала. Эквипотенциальные поверхности. Соотношение, связывающее напряженность поля и потенциал.</p>	2							

4. Полярные и неполярные молекулы. Электрический момент молекулы. Диполь во внешнем электрическом поле. Момент сил, действующих на диполь. Поляризация диэлектрика. Поляризованность. Поверхностная плотность связанных зарядов и ее связь с вектором поляризованности. Поток вектора поляризованности. Теорема Гаусса для вектора поляризованности. Электрическая индукция. Теорема Гаусса для вектора электрической индукции. Диэлектрическая восприимчивость и проницаемость.	2							
5. Носители электрического тока. Распределение зарядов в изолированном проводнике. Постоянное электрическое поле в изолированном проводнике. Граничные условия на поверхности проводника	2							
6. Электрическая емкость заряженного проводника. Емкость проводящего шара, окруженного однородным диэлектриком. Энергия заряженного проводника. Конденсаторы. Напряжение. Емкость конденсатора. Плоский конденсатор. Энергия заряженного конденсатора. Энергия электрического поля в плоском конденсаторе. Плотность энергии. Соединения конденсаторов	2							
7. Электростатика			8					
8.							10	
<b>3. Постоянный электрический ток</b>								
1. Ток проводимости и конвективный ток. Сила тока. Вектор плотности тока. Закон Ома для участка цепи. Соединения проводников. Сторонние силы. Работа сторонних сил при переносе носителя тока. Электродвижущая сила	2							

2. Правила Кирхгофа. Закон Джоуля - Ленца в дифференциальной и интегральной формах. Мощность	2							
3. Постоянный электрический ток			6					
4.							10	
<b>4. Магнитное поле</b>								
1. Магнитное поле. Магнитная индукция. Магнитный момент. Силовые линии магнитного поля. Принцип суперпозиции магнитного поля. Магнитное поле прямого тока, кругового тока, бесконечно длинного соленоида. Закон Био-Савара-Лапласа. Применение закона Био-Савара-Лапласа к расчету индукции магнитного поля от бесконечного прямого проводника с током	2							
2. Сила Ампера. Взаимодействие токов. Определение единицы силы тока в системе СИ. Контур с током в магнитном поле. Момент сил. Действие неоднородного магнитного поля на контур с током. Поток и циркуляция вектора магнитной индукции. Закон полного тока.	2							
3. Магнитный поток через поверхность, натянутую на контур. Закон Фарадея и правило Ленца. Электродвижущая сила в проводнике, движущемся в магнитном поле	2							



4. Самоиндукция. Электродвижущая сила самоиндукции. Индуктивность контура. Цепь, состоящая из проволочной катушки и проводника. Зависимость силы тока в цепи от времени. Энергия магнитного поля в катушке. Индуктивность соленоида. Энергия магнитного поля в заполненном веществом соленоиде. Плотность энергии магнитного поля. Токи Фуко	2							
5. Взаимная индукция. Коэффициент взаимной индуктивности. Теорема взаимности. Коэффициент взаимной индуктивности двух соосных соленоидов. Трансформаторы. Энергия магнитного поля двух соосных соленоидов с токами	2							
6. Магнитное поле			10					
<b>5. Электромагнитные волны</b>								
1. Уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной формах. Плотность тока смещения. Плотность и поток энергии электромагнитного поля. Вектор Умова - Пойнтинга. Закон сохранения энергии в интегральной и дифференциальной формах	2							
2. Электромагнитные волны. Плоские электромагнитные волны. Уравнения Максвелла для плоской электромагнитной волны, распространяющейся в однородной среде вдоль одной из координатных осей. Плоская гармоническая электромагнитная волна. Волновой вектор. Волновое уравнение. Вектор Умова - Пойнтинга. Интенсивность волны. Поляризация электромагнитной волны	2							
3. Электромагнитные волны			6					
4.							10	

<b>6. Магнитные свойства вещества</b>								
1. Электрические токи в атомах и молекулах. Намагниченность вещества. Циркуляция вектора намагниченности. Напряженность магнитного поля. Циркуляция вектора напряженности магнитного поля. Магнитная восприимчивость и магнитная проницаемость.	2							
2. Классификация магнетиков. Действие неоднородного магнитного поля на кольцо с током. Диамагнетизм. Парамагнетизм. Постоянный магнит. Спонтанная намагниченность. Ферромагнетизм. Гистерезис	2							
3. Магнитные свойства вещества			4					
4.							4	
<b>7. Молекулярная физика</b>								
1. Концентрация молекул. Функция распределения молекул в пространстве и по скоростям. Средние скорости. Давление газа. Приближенное выражение для среднего числа ударов молекул о стенку. Связь давления со средним значением квадрата скорости молекулы.	2							
2. Основное уравнение кинетической теории газа. Распределение Максвелла - Больцмана. Средние скорости распределения Максвелла.	2							
3. Неравновесные состояния газа. Локальное термодинамическое равновесие. Средняя длина свободного пробега молекулы. Плотность потока молекул.	2							

4. Диффузия газов. Закон Фика. Коэффициент диффузии. Вязкость газов. Коэффициент вязкости. Теплопроводность газов. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности.	2							
5. Моль вещества. Число Авогадро. Молярная масса. Уравнение состояния идеального газа. Закон Дальтона. Средняя энергия молекулы. Внутренняя энергия идеального газа. Число степеней свободы молекулы. Равнораспределение энергии по степеням свободы.	2							
6. Вероятность. Условие нормировки. Дискретная случайная величина. Среднее значение дискретной случайной величины. Непрерывная случайная величина. Гистограмма. Плотность вероятности. Среднее значение непрерывной случайной величины. Микросостояния макросистемы. Статистическое описание микросостояний макросистемы.	2							
7. Внутренняя энергия макросистемы и ее энтропия как функционалы функции распределения. Статистический смысл энтропии. Статистический вес макросостояния. Формула Больцмана.	2							
8. Молекулярная физика			18					
9.							20	
<b>8. Термодинамика</b>								
1. Макроскопические системы. Состояния и процессы. Функции состояния. Внутренняя энергия. Термометрические тела. Термометрическая шкала. Абсолютная температура. Равновесный процесс. Первое начало термодинамики. Теплота. Работа, совершаемая веществом при изменении объема.	2							

2. Внутренняя энергия идеального газа. Изохорический процесс. Теплоемкость идеального газа при постоянном объеме. Изобарический процесс. Теплоемкость идеального газа при постоянном давлении. Изотермический процесс. Адиабатический процесс. Показатель адиабаты.	2							
3. Энтропия. Второе начало термодинамики. Принцип Нернста. Циклические процессы. КПД тепловой машины. Цикл Карно и его КПД.	2							
4. Межмолекулярное взаимодействие. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Обоснование уравнения Ван-дер-Ваальса. Внутренняя энергия реального газа. Вывод выражения для внутренней энергии реального газа. Изотермы газа Ван-дер-Ваальса. Критическая точка. Процесс Джоуля-Томсона.	2							
5. Термодинамика			15					
6.							20	
<b>9. Атомная физика</b>								
1. Спектр излучения атома водорода. Формула Бальмера. Спектральный серии. Планетарная модель атома. опыты Франка и Герца. Теория водородоподобного иона. Постулаты Бора. Скорость и радиус орбиты электрона. Спектр энергий электрона. Уровни энергии. Испускание и поглощение света атомом.	1							

2. Корпускулярно-волновой дуализм. Волны де Бройля. Формулы де Бройля. Дифракция электронов и нейтронов в кристаллах. Волновая функция и ее смысл. Вероятность. Плотность вероятности. Операторы в квантовой механике. Операторы координаты, импульса, кинетической и потенциальной энергий. Оператор Гамильтона. Среднее значение физической величины. Уравнение Шредингера.	1							
3.			3					
4.							8	
Всего	60		72				84	

## **4 Учебно-методическое обеспечение дисциплины**

### **4.1 Печатные и электронные издания:**

1. Иродов И. Е. Задачи по общей физике: учеб. пособие для вузов(СПб.: Лань).
2. Канн К. Б. Курс общей физики: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по естественным специальностям, для которых физика не является профилирующим предметом(Москва: Курс).
3. Сивухин Д.В. Общий курс физики: учеб. пособие для студ. вузов(М.: ФИЗМАТЛИТ).
4. Денисенко В. В. Решение задач по термодинамике и молекулярной физике: учебное пособие(Красноярск: Красноярский университет [КрасГУ]).
5. Денисенко В. В. Решение задач по электростатике: учеб.-метод. пособие для самостоят. работы [для студентов спец. 010100.62 "Математика", 010300.62 "Математика". "Компьютерные науки", 010400.62 "Прикладная математика и информатика"] (Красноярск: СФУ).
6. Денисенко В. В. Решение задач об электрических токах: учеб.-метод. пособие для самостоят. работы [для студентов спец. 010100.62 "Математика", 010300.62 "Математика". "Компьютерные науки", 010400.62 "Прикладная математика и информатика"] (Красноярск: СФУ).
7. Денисенко В. В. Решение задач по магнитостатике: учеб.-метод. пособие [для самостоят. работы для студентов спец. 010100.62 "Математика", 010300.62 "Математика". "Компьютерные науки", 010400.62 "Прикладная математика и информатика"] (Красноярск: СФУ).

### **4.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства (программное обеспечение, на которое университет имеет лицензию, а также свободно распространяемое программное обеспечение):**

1. Методика проведения занятий предусматривает использование технических средств (проекторы, интерактивные доски), обеспеченных соответствующим программным обеспечением.

### **4.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы:**

1. Учебная и научная литература по курсу. Компьютерные демонстрации, связанные с программой курса, технические возможности для их просмотра. Наличие компьютерных программ общего назначения.
2. Операционные системы: семейства Windows (не ниже Windows XP).

## **5 Фонд оценочных средств**

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

## **6 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Аудитория должна быть оборудована современным видеопроеционным оборудованием для презентаций, вычислительной техникой, а также иметь интерактивную доску или доску для письма маркерами.

Освоение дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья, в зависимости от нозологий, осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

Лекционная аудитория (наличие меловой или маркерной доски) и аудитория для практических занятий.