

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Мордовский государственный педагогический университет имени М.Е. Евсевьева»

Физико-математический факультет  
Кафедра математики и методики обучения математике

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Наименование дисциплины (модуля): Специальные методы математического моделирования

Уровень ОПОП: Бакалавриат

Направление подготовки: 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)

Профиль подготовки: Математика. Информатика

Форма обучения: Очная

Разработчики:

Базаркина О. А., канд. физ.-мат. наук, доцент

Тактаров Н. Г., д-р физ.-мат. наук, профессор

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры, протокол № 11 от 17.05.2018 года

Зав. кафедрой

Ладосшкин М. В.

Программа с обновлениями рассмотрена и утверждена на заседании кафедры, протокол № 11 от 27.06.2020 года

Зав. кафедрой

Ладосшкин М. В.

Программа с обновлениями рассмотрена и утверждена на заседании кафедры, протокол № 1 от 31.08.2020 года

Зав. кафедрой

Ладосшкин М. В.

### **1. Цель и задачи изучения дисциплины**

Цель изучения дисциплины - формирование умений применять специальные методы математического моделирования к решению задач моделирования реальных объектов, процессов, систем.

Задачи дисциплины:

- овладение специальными методами математического моделирования реальных объектов, процессов, систем;
- формирование представлений о современном состоянии и основных направлениях совершенствования методов математического моделирования объектов, процессов, систем;
- подготовка студентов к использованию теоретических знаний и практических умений в области математического моделирования в будущей профессиональной деятельности.

### **2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО**

Дисциплина Б1.В.ДВ.16.04 «Специальные методы математического моделирования» относится к вариативной части учебного плана.

Дисциплина изучается на 5 курсе, в 10 семестре.

Для изучения дисциплины требуется: иметь знания и умения, приобретенные в результате освоения предшествующих дисциплин: математический анализ (основы дифференциального и интегрального исчисления, теория пределов, рядов); высшая алгебра (алгебраические системы уравнений, матрицы и детерминанты); математическое моделирование (классификация математических моделей, этапы построения математических моделей, требования к математическим моделям, основные принципы математического моделирования); численные методы, теория вероятностей и математическая статистика, а также сведения из курса физики и других естественнонаучных дисциплин.

Изучению дисциплины Б1.В.ДВ.20.03 «Специальные методы математического моделирования» предшествует освоение дисциплин (практик):

- Естественнонаучная картина мира;
- Основы математической обработки информации;
- Математический анализ;
- Алгебра;
- Математическое моделирование;
- Компьютерное моделирование;
- Физика.

Освоение дисциплины Б1.В.ДВ.20.03 «Специальные методы математического моделирования» является необходимой основой для последующего изучения дисциплин (практик):

Численные методы.

Область профессиональной деятельности, на которую ориентирует дисциплина «Специальные методы математического моделирования», включает: образование, социальную сферу, культуру.

Освоение дисциплины готовит к работе со следующими объектами профессиональной деятельности:

- обучение;
- воспитание;
- развитие;
- просвещение;
- образовательные системы.

В процессе изучения дисциплины студент готовится к видам профессиональной деятельности и решению профессиональных задач, предусмотренных ФГОС ВО и учебным планом.

### **3. Требования к результатам освоения дисциплины**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенций и трудовых

функций (профессиональный стандарт Педагог (педагогическая деятельность в сфере дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования) (воспитатель, учитель), утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты №544н от 18.10.2013).

Выпускник должен обладать следующими профессиональными компетенциями (ПК) в соответствии с видами деятельности:

**ПК-11. готовностью использовать систематизированные теоретические и практические знания для постановки и решения исследовательских задач в области образования**

**научно-исследовательская деятельность**

<p>ПК-11 готовностью использовать систематизированные теоретические и практические знания для постановки и решения исследовательских задач в области образования</p>	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные понятия и принципы математического моделирования; классификацию методов математического моделирования; методы построения и исследования математических моделей;</li> <li>- аналитические методы математического моделирования; численные методы решения прикладных задач; методы имитационного моделирования; методы моделирования управленческих процессов;</li> <li>- современное состояние теории математического моделирования, области применимости методов математического моделирования;</li> </ul> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- строить математические модели по условиям прикладных задач из различных областей теории и практики с применением специальных методов математического моделирования; проводить исследование и анализ математических моделей;</li> <li>- строить математические модели физических явлений на основе фундаментальных законов природы, анализировать полученные результаты; применять специальные методы математического моделирования при решении прикладных задач;</li> </ul> <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками моделирования трудноформализуемых объектов, дискретных и непрерывных случайных величин, случайных событий и их потоков, линейных и нелинейных многомерных систем, динамических систем, управленческих процессов;</li> <li>- навыками использования основных законов естественнонаучных, социально-экономических дисциплин для математического описания объекта моделирования;</li> <li>- навыками использования основных законов естественнонаучных, социально-экономических дисциплин для математического описания объекта моделирования;</li> <li>- навыками проектной деятельности в области математического моделирования.</li> </ul>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**4. Объем дисциплины и виды учебной работы**

Вид учебной работы	Всего часов	Десятый семестр
<b>Контактная работа (всего)</b>	<b>30</b>	<b>30</b>
Лекции	30	30

<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	<b>78</b>	<b>78</b>
<b>Виды промежуточной аттестации</b>		
Зачет		+
<b>Общая трудоемкость часы</b>	<b>108</b>	<b>108</b>
<b>Общая трудоемкость зачетные единицы</b>	<b>3</b>	<b>3</b>

## **5. Содержание дисциплины**

### **5.1. Содержание модулей дисциплины**

#### **Модуль 1. Классификация методов математического моделирования.**

##### **Аналитические и численные методы математического моделирования:**

Математическое моделирование. Классификация методов математического моделирования. Аналитические методы математического моделирования. Методы построения и исследования математических моделей. Математическое моделирование трудоформализуемых объектов. Методы моделирования и решения линейных и нелинейных многомерных систем. Численное моделирование динамических систем. Методы математического моделирования при обработке опытных данных.

##### **Модуль 2. Методы имитационного моделирования. Методы моделирования управленческих процессов:**

Основные понятия имитационного моделирования. Моделирование базовых случайных величин. Моделирование непрерывных случайных величин с произвольным распределением. Моделирование дискретных случайных величин. Моделирование случайных событий и их потоков. Оптимизационное моделирование. Динамические оптимизационные модели. Модели и методы принятия управленческих решений.

### **5.2. Содержание дисциплины: Лекции (30 ч.)**

#### **Модуль 1. Классификация методов математического моделирования.**

##### **Аналитические и численные методы математического моделирования (14 ч.)**

##### **Тема 1. Математическое моделирование. Классификация методов математического моделирования (2 ч.)**

Математическое моделирование. Форма и принципы представления математических моделей. Особенности построения математических моделей. Классификация методов математического моделирования: аналитические методы моделирования; численные методы моделирования; имитационные методы моделирования; вероятностно-статистические методы моделирования.

##### **Тема 2. Аналитические методы математического моделирования (2 ч.)**

Алгебраические и дифференциальные уравнения в математическом моделировании. Стохастические дифференциальные уравнения, интегральные и функциональные уравнения в математическом моделировании.

##### **Тема 3. Методы построения и исследования математических моделей (2 ч.)**

Основные понятия системного подхода к построению математических моделей. Построение математических моделей на основе фундаментальных законов природы. Иерархический подход к построению моделей. Метод вариационных принципов при создании математических моделей. Построение математических моделей на основе метода аналогий. Приемы упрощения математических моделей. Применение методов подобия. Принцип максимума и теоремы сравнения. Метод осреднения. Переход к дискретным моделям. Приемы контроля математических моделей.

##### **Тема 4. Математическое моделирование трудоформализуемых объектов (2 ч.)**

Понятие трудноформализуемого объекта. Адекватность математических моделей. Универсальность математических моделей. Примеры математических моделей трудноформализуемых объектов.

##### **Тема 5. Методы моделирования и решения линейных и нелинейных многомерных систем (2 ч.)**

Понятие о дискретном аналоге математической модели. Основные положения

моделирования линейных и нелинейных многомерных систем. Решение систем линейных уравнений методом Гаусса. Решение систем нелинейных уравнений методом простых итераций. Решение систем нелинейных уравнений методом Ньютона. Определение матрицы Якоби.

#### **Тема 6. Численное моделирование динамических систем (2 ч.)**

Численные методы интегрирования: метод прямоугольников; метод трапеций; метод Симпсона. Численные методы решения дифференциальных уравнений первого порядка. Методы Рунге-Кутты: метод Рунге-Кутты первого порядка (метод Эйлера); метод Рунге-Кутты второго порядка (модифицированный метод Эйлера); метод Рунге-Кутты четвертого порядка. Решение дифференциальных уравнений высших порядков. Решение дифференциального уравнения второго порядка. Решение дифференциального уравнения  $m$ -ого порядка методом Рунге-Кутты.

#### **Тема 7. Методы математического моделирования при обработке опытных данных (2 ч.)**

Интерполирование функций. Построение интерполяционного многочлена в явном виде. Интерполяция по Лагранжу. Интерполяция по Ньютону. Сплайн-интерполяция. Аппроксимация опытных данных.

### **Модуль 2. Методы имитационного моделирования. Методы моделирования управленческих процессов (16 ч.)**

#### **Тема 8. Основные понятия имитационного моделирования (2 ч.)**

Определение метода имитационного моделирования. Основные этапы имитационного моделирования. Достоинства и недостатки имитационного моделирования. Метод Монте-Карло.

#### **Тема 9. Моделирование базовых случайных величин (2 ч.)**

Базовый датчик (генератор случайных величин). Методы генерации псевдослучайных последовательностей: метод серединных квадратов; мультипликативный метод; линейный конгруэнтный метод; мультипликативный конгруэнтный метод (метод вычетов); линейные смешанные формулы.

#### **Тема 10. Моделирование непрерывных случайных величин с произвольным распределением (2 ч.)**

Метод обратной функции. Метод суперпозиции. Метод исключения. Моделирование случайных величин с нормальным законом распределения.

#### **Тема 11. Моделирование дискретных случайных величин (2 ч.)**

Специальные методы генерации некоторых дискретных случайных величин. Равномерное распределение. Геометрическое распределение. Биномиальное распределение. Пуассоновское распределение.

#### **Тема 12. Основные понятия оптимизационного моделирования (2 ч.)**

Основные понятия оптимизационного моделирования. Постановка задачи линейного программирования. Графический метод решения задач линейного программирования.

#### **Тема 13. Симплекс-метод решения задач оптимизационного моделирования (2 ч.)**

Основные понятия оптимизационного моделирования. Постановка задачи линейного программирования. Графический метод решения задач линейного программирования.

#### **Тема 14. Динамические оптимизационные модели (2 ч.)**

Понятие о динамическом программировании. Динамические оптимизационные модели. Транспортная задача. Двойственная задача.

#### **Тема 15. Модели и методы принятия управленческих решений (2 ч.)**

Классификация методов и моделей принятия управленческих решений. Многокритериальные методы принятия решений. Групповые методы принятия решений. Методы принятия решений в иерархических структурах управления.

### **6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

## 6.1 Вопросы и задания для самостоятельной работы

### Десятый семестр (78 ч.)

#### Модуль 1. Классификация методов математического моделирования.

##### Аналитические и численные методы математического моделирования (40 ч.)

Вид СРС: Подготовка письменных работ (эссе, рефератов, докладов)

Подготовка реферата.

Примерные темы рефератов:

1. Физические парадоксы при моделировании. Причины и значение.
2. Уравнения движения, вариационные принципы и законы сохранения в механике.
3. Некоторые модели финансовых и экономических процессов.
4. Математические модели в иммунологии.
5. Методы математического моделирования в химии.
6. Математическое моделирование в биологии.
7. Методы математического моделирования измерительно-вычислительных систем.
8. Методы математического моделирования социально-экономических процессов.

##### Модуль 2. Методы имитационного моделирования. Методы моделирования управленческих процессов (38 ч.)

Подготовка к контрольному тестированию.

Примерный вариант теста.

1. Выберите методы, которые сводят решение задачи к выполнению конечного числа арифметических действий над числами, а результаты - в виде числовых значений.

- А) графические методы
- Б) аналитические методы
- В) численные методы

2. Выберите этапы алгоритма нахождения корня уравнения с помощью численного метода и установите их в правильной последовательности.

- А) уточнение значения корня
- Б) интерполяция
- В) локализация корня
- Г) аппроксимация

3. Выберите основные методы локализации корней.

- А) аналитический метод
- Б) графический метод
- В) метод половинного деления
- Г) метод итераций
- Д) метод трапеций
- Е) метод наименьших квадратов
- Ж) метод хорд
- З) метод касательных

4. Выберите основные методы уточнения корней.

- А) аналитический метод
- Б) графический метод
- В) метод половинного деления
- Г) метод итераций
- Д) метод трапеций
- Е) метод наименьших квадратов
- Ж) метод хорд
- З) метод касательных

5. Установите в правильной последовательности алгоритм метода половинного деления.

- 1) если  $f(x) \cdot f(b) < 0$ , то  $b = x$ , иначе  $a = x$
- 2) вычислим  $x = (a + b)/2; f(x)$

- 3) если  $f(x) = 0$ , переходим к выводу значения  $x$
- 4) если  $|b - a| > \varepsilon$ , то переходим к началу алгоритма
- 5) выводим значение  $x$
6. Выберите первое условие, которое необходимо выполнить при использовании метода простых итераций.
- А) выбрать начальное приближение  $x_0$ .
- Б) исходное уравнение преобразовать к виду, удобному для итераций
- В) произвести отделение корня.
7. Установите в правильной последовательности алгоритм метода хорд.
- 1) вычислить номер итерации  $k = k + 1$
- 2) если  $f(x_k) \cdot f(b) > 0$ , то  $b = x_k$ , иначе  $a = x_k$
- 3) вычислить  $x_k$  и  $f(x_k)$
- 4) если  $f(x_k) = 0$ , переходим к выводу значения  $x$
- 5) пусть  $k = 0$
- 6) если  $|x_k - x_{k-1}| > \varepsilon$ , то переходим к вычислению следующего номера итерации
- 7) выводим значение корня  $x_k$
8. Напишите расчетную формулу метода хорд для  $x_k$
9. Напишите расчетную формулу метода касательных для  $x_{k+1}$
10. Преобразование системы двух нелинейных уравнений к новой системе, состоящей их функций  $y = y_1(x)$  и  $y = y_2(x)$  является началом использования:
- А) графического метода
- Б) метода итераций
- В) метода Ньютона
11. Этап метода Гаусса, состоящий в последовательном нахождении значений неизвестных:
- А) прямой ход
- Б) обратный ход
12. Задача нахождения для функции  $f(x)$  такой функции  $g(x)$ , которая была бы близка заданной, называется...
13. Определите вид аппроксимации, которая строится на дискретном наборе точек  $(x_i, y_i)$ :
- А) точечная
- Б) непрерывная
- В) глобальная
- Г) квадратичная
14. Операция вычисления значения функции  $f(x)$  между узлами, называется
- А) интерполированием функции
- Б) экстраполированием функции
15. Формула, которая применяется для интерполирования вблизи конца таблицы значений функции (около  $x_n$ ) при равностоящих узлах интерполирования:
- А) первая интерполяционная формула Ньютона
- Б) вторая интерполяционная формула Ньютона
- В) интерполяционный полином Лагранжа
16. Определите название данного интерполяционного полинома
- А) интерполяционный полином Лагранжа
- Б) интерполяционный полином Стирлинга
- В) I интерполяционный полином Ньютона
- Г) II интерполяционный полином Ньютона
17. Если аппроксимирующая функция линейно зависит от параметров, то метод наименьших квадратов приводит задачу ее определения к
18. Гладкая кривая, проходящая через заданные точки  $(x_i, y_i)$  называется:
- А) касательной

- Б) кривой
- В) сплайном

19. Наиболее часто при интерполяции сплайнами применяется многочлен:

- А) второй степени
- Б) третьей степени
- В) четвертой степени

20. Формулы для приближенного вычисления интеграла, называются :

- А) линейными
- Б) квадратурными
- В) разностными

21. Геометрический смысл формул прямоугольников заключается в том, что:

- А) площадь криволинейной трапеции приближенно заменяется площадью ступенчатой фигуры
- Б) кривая функции заменяется отрезком прямой
- В) кривая функции заменяется частью параболы

22. Определите название приближенной формулы для вычисления интеграла

- А) формула прямоугольников
- Б) общая формула трапеций
- В) формула Симпсона

23. Геометрический смысл формулы Симпсона заключается в том, что:

- А) площадь криволинейной трапеции приближенно заменяется площадью ступенчатой фигуры
- Б) кривая функции заменяется отрезком прямой
- В) кривая функции заменяется частью параболы

24. Геометрический смысл формулы трапеций заключается в том, что:

- А) площадь криволинейной трапеции приближенно заменяется площадью ступенчатой фигуры
- Б) кривая  $y = y(x)$  заменяется отрезком прямой
- В) кривая функции  $y = y(x)$  заменяется частью параболы

25. Установите соответствие между методами решения задач для дифференциальных уравнений.

26. Напишите формулу метода Эйлера для вычисления приближенных значений  $y(x_i + 1)$ :

27. Погрешность формул метода Рунге-Кутты есть величина порядка:

- А)  $O(h)$
- Б)  $O(h_2)$
- В)  $O(\max h_{i2})$
- Г)  $O(h_3)$

Вид СРС: Выполнение индивидуальных заданий

Примерный вариант индивидуального задания для студентов.

1. Решить графическим методом задачу линейного программирования.
2. Решить симплекс-методом задачу линейного программирования.
3. Типография располагает тремя видами ресурсов – бумагой, красной и черной красками. Она может напечатать афиши двух видов. Нормы расхода и цена афиши каждого вида известны. Сформируйте план выпуска, дающий максимальную выручку от реализации всех напечатанных афиш.

4. Фирма производит два вида продуктов  $K_1$  и  $K_2$ . Для изготовления продуктов применяются машины  $A, B, C, D$ . Время необходимое для изготовления продуктов  $K_1$  и  $K_2$  на равных машинах, допустимое время использования машин, а также прибыль от продажи продуктов известны. Необходимо выполнить следующее: 1) определить графическим методом, какое количество каждого продукта необходимо произвести, чтобы прибыль была максимальной; 2) решить задачу симплекс-методом; 3) для данной задачи записать

двойственную ЗЛП.

5. Песок поставляется с двух карьеров на три комбината строительных конструкций. Тарифы перевозок грузов одинаковы и пропорциональны расстояниям.

Производительность карьеров:  $K_1 = 60$  т/сут и  $K_2 = 80$  т/сут.

Потребности комбинатов:  $C_1 = 30$  т/сут,  $C_2 = 50$  т/сут,  $C_3 = 60$  т/сут.

Расстояние между карьерами (первый индекс) и комбинатами (второй индекс):  $r_{11} = 5$  км,  $r_{12} = 6$  км,  $r_{13} = 8$  км,  $r_{21} = 7$  км,  $r_{22} = 5$  км,  $r_{23} = 5$  км. Определить, какое количество песка необходимо поставлять с каждого карьера на каждый комбинат, чтобы обеспечить минимальные расходы на транспортировку.

6. Найдите относительную пропускную способность одноканальной СМО с отказами, если интенсивность входящего потока заявок равна 40 заявок/ч, а средняя продолжительность обслуживания одной заявки – 1 мин.

## 7. Тематика курсовых работ(проектов)

Курсовые работы (проекты) по дисциплине не предусмотрены.

## 8. Оценочные средства для промежуточной аттестации

### 8.1. Компетенции и этапы формирования

Коды компетенций	Этапы формирования		
	Курс, семестр	Форма контроля	Модули ( разделы) дисциплины
ПК-11	5 курс, Десятый семестр	Зачет	Модуль 1: Классификация методов математического моделирования. Аналитические и численные методы математического моделирования.
ПК-11	5 курс, Десятый семестр	Зачет	Модуль 2: Методы имитационного моделирования. Методы моделирования управленческих процессов.

Сведения об иных дисциплинах, участвующих в формировании данных компетенций:

Компетенция ПК-11 формируется в процессе изучения дисциплин:

Аналитические методы исследования геометрических объектов, Визуализация решений математических задач, Воспитательная работа в обучении математике, Интеграция алгебраического и геометрического методов в обучении математике, Информационные технологии в научных исследованиях, Исследовательская и проектная деятельность в обучении математике, Компьютерная обработка результатов научного исследования, Методика обучения информатике, Методика обучения математике, Методы принятия решений, Научно-исследовательская работа, Общая теория линейных операторов и ее приложение к решению геометрических задач, Основные направления развития топологии, Подготовка учебных и научных документов в LaTeX, Современные проблемы геометрии, Современный урок математики, Специальные методы математического моделирования, Экстремальные задачи в школьном курсе математики, Элементы конструктивной геометрии в школьном курсе математики.

### 8.2. Показатели и критерии оценивания компетенций, шкалы оценивания

В рамках изучаемой дисциплины студент демонстрирует уровни овладения компетенциями:

Повышенный уровень:

знает и понимает теоретическое содержание дисциплины; творчески использует ресурсы (технологии, средства) для решения профессиональных задач; владеет навыками решения практических задач.

Базовый уровень:

знает и понимает теоретическое содержание; в достаточной степени сформированы умения применять на практике и переносить из одной научной области в другую теоретические знания; умения и навыки демонстрируются в учебной и практической деятельности; имеет навыки оценивания собственных достижений; умеет определять проблемы и потребности в конкретной области профессиональной деятельности.

Пороговый уровень:

понимает теоретическое содержание; имеет представление о проблемах, процессах, явлениях; знаком с терминологией, сущностью, характеристиками изучаемых явлений; демонстрирует практические умения применения знаний в конкретных ситуациях профессиональной деятельности.

Уровень ниже порогового:

имеются пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, студент допускает принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий, не способен продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании вуза без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

Уровень сформированности компетенции	Шкала оценивания для промежуточной аттестации	Шкала оценивания по БРС
	Зачет	
Повышенный	зачтено	90 – 100%
Базовый	зачтено	76 – 89%
Пороговый	зачтено	60 – 75%
Ниже порогового	незачтено	Ниже 60%

#### Критерии оценки знаний студентов по дисциплине

Оценка	Показатели
Зачтено	Теоретическое содержание курса освоено полностью, практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения задания выполнены. На зачете дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Ответ четко структурирован, логичен, изложен в терминах науки. Возможно, допущены незначительные ошибки или недочеты, исправленные обучающимся с помощью «наводящих» вопросов преподавателя.
Незачтено	Теоретическое содержание курса освоено частично, необходимые практические навыки работы не сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено, либо качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному; студент допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий дисциплины и не умеет использовать полученные знания при решении типовых практических задач. Студент демонстрирует незнание основного содержания дисциплины, обнаруживая существенные пробелы в знаниях учебного материала, допускает принципиальные ошибки в выполнении предлагаемых заданий; затрудняется делать выводы и отвечать на дополнительные вопросы преподавателя.

### 8.3. Вопросы, задания текущего контроля

Модуль 1: Классификация методов математического моделирования. Аналитические и численные методы математического моделирования

ПК-11 готовностью использовать систематизированные теоретические и практические знания для постановки и решения исследовательских задач в области образования

1. В чем принципиальное отличие аналитических и имитационных методов математического моделирования?

2. Приведите примеры математических моделей, построенных на основе фундаментальных законов природы.

3. Перечислите приемы упрощения математических моделей.

4. Охарактеризуйте методы исследования математических моделей (метод подобия, принцип максимума и теоремы сравнения, метод осреднения, переход к дискретным моделям).

5. Рассмотрите простую динамическую систему, например, шарик определенной массы, подвешенный на жесткой пружине, и предложите иерархическую цепочку моделей, каждая из которых представляла бы собой или частный случай предыдущей модели, или ее определенное обобщение.

6. Охарактеризуйте численные методы математического моделирования.

7. Что называют аппроксимацией функций?

8. Каким образом проводятся линейная и квадратичная интерполяции функций?

9. Разработайте алгоритм решения задачи о вынужденных колебаниях маятника при наличии силы вязкого сопротивления и реализуйте его на персональном компьютере. Усложните модель, принимая, что точка подвеса маятника совершает гармонические колебания по вертикали. Исследуйте, как влияет частота и амплитуда колебаний подвеса на поведение маятника.

10. Лодку массы  $m$  оттолкнули от берега пруда и, разогнав, отпустили при некоторой начальной скорости  $v_0$ . Необходимо исследовать движение лодки в предположении, что сила сопротивления движению прямо пропорциональна скорости. Коэффициент сопротивления движению  $k$ . Получите аналитическое решение задачи.

11. Снаряд вылетает из орудия со скоростью  $v_0$  под углом  $45^\circ$  к горизонту. Масса снаряда равна  $m$ . Сопротивление воздуха пропорционально квадрату скорости полета. На какую высоту поднимется и какое расстояние пролетит снаряд по горизонтали за время  $t$ ?

Модуль 2: Методы имитационного моделирования. Методы моделирования управленческих процессов

ПК-11 готовностью использовать систематизированные теоретические и практические знания для постановки и решения исследовательских задач в области образования

1. Сформулируйте определение метода имитационного моделирования.

2. Перечислите основные этапы имитационного моделирования.

3. Назовите достоинства и недостатки имитационного моделирования.

4. В чем состоит суть метода Монте-Карло.

5. Перечислите методы генерации псевдослучайных последовательностей. Изложите суть каждого метода.

6. Назовите методы моделирования непрерывных случайных величин и опишите их суть.

7. Назовите методы моделирования дискретных случайных величин и опишите их суть.

8. Приведите примеры экономических задач, приводящих к задачам линейного программирования. Что включает математическая модель задач линейного программирования?

9. Изложите алгоритм симплекс-метода. Каков признак оптимального плана при решении задач линейного программирования симплекс-методом на максимум целевой

функции; на минимум целевой функции?

10. Дайте математическую формулировку транспортной задачи.

11. На ферме выращивают лисиц и песцов. Для их выращивания требуется три вида кормов. Нормы расхода кормов в неделю известны. Требуется построить математическую модель задачи и определить количество лисиц и песцов, выращивание которых обеспечит максимальную прибыль на ферме.

12. При продаже двух видов товара используется четыре типа ресурсов. Норма затрат ресурсов на реализацию единицы товара, общий объем каждого ресурса заданы. Прибыль от реализации одной единицы товара первого вида составляет 2 усл. ед., второго вида – 3 усл. ед. Требуется построить математическую модель задачи и найти оптимальный план реализации товаров, обеспечивающий предприятию максимальную прибыль.

#### **8.4. Вопросы промежуточной аттестации**

##### **Десятый семестр (Зачет, ПК-11)**

1. Назовите основные формы и принципы представления математических моделей.
2. Сформулируйте особенности построения математических моделей.
3. Приведите классификацию методов математического моделирования.
4. Охарактеризуйте аналитические методы математического моделирования.
5. Охарактеризуйте численные методы математического моделирования.
6. Охарактеризуйте имитационные методы математического моделирования.
7. Охарактеризуйте вероятностно-статистические методы математического моделирования.
8. Сформулируйте основные понятия системного подхода к построению математических моделей.
9. Опишите использование алгебраических и дифференциальных уравнений в математическом моделировании. Приведите примеры.
10. Опишите использование интегральных и функциональных уравнений в математическом моделировании. Приведите примеры.
11. Приведите примеры математических моделей, построенных на основе фундаментальных законов природы.
12. Перечислите приемы упрощения математических моделей.
13. Охарактеризуйте методы исследования математических моделей (метод подобия, принцип максимума и теоремы сравнения, метод осреднения, переход к дискретным моделям).
14. Приведите примеры математических моделей трудноформализуемых объектов.
15. В чем состоит смысл дискретного аналога математической модели.
16. Сформулируйте основные положения моделирования линейных и нелинейных многомерных систем.
17. Опишите решение систем линейных уравнений методом Гаусса.
18. Перечислите численные методы решения систем нелинейных уравнений. Изложите их суть.
19. Охарактеризуйте метод прямоугольников, метод трапеций, метод Симпсона численного вычисления определенного интеграла.
20. Что называют аппроксимацией функций?
21. Каким образом проводится линейная и квадратичная интерполяции функций?
22. Охарактеризуйте процесс численного решения дифференциальных уравнений на основе разностных схем.
23. Опишите метод Эйлера, уточненный метод Эйлера, метод Рунге-Кутты численного решения дифференциальных уравнений.
24. Сформулируйте определение метода имитационного моделирования.
25. Перечислите основные этапы имитационного моделирования.

26. Назовите достоинства и недостатки имитационного моделирования.
27. В чем состоит суть метода Монте-Карло.
28. Перечислите методы генерации псевдослучайных последовательностей.

Изложимте суть каждого метода.

29. Назовите методы моделирования непрерывных случайных величин и опишите их суть.
30. Назовите методы моделирования дискретных случайных величин и опишите их суть.
31. Охарактеризуйте методы моделирования случайных событий и потоков случайных событий.
32. Сформулируйте основные понятия оптимизационного моделирования.
33. Приведите примеры экономических задач, приводящих к задачам линейного программирования. Что включает математическая модель задач линейного программирования?
34. Перечислите методы решения задач линейного программирования и опишите их суть. Приведите примеры.
35. Сформулируйте постановку задачи оптимального управления.
36. Дайте математическую формулировку транспортной задачи.
37. Перечислите свойства двойственных задач.
38. Приведите классификацию методов и моделей принятия управленческих решений. Охарактеризуйте каждый метод. Приведите примеры.

### **8.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета. Зачет служит формой проверки усвоения учебного материала, готовности к практической деятельности. При балльно-рейтинговом контроле знаний итоговая оценка выставляется с учетом набранной суммы баллов.

Собеседование (устный ответ) на зачете

Для оценки сформированности компетенции посредством собеседования (устного ответа) студенту предварительно предлагается перечень вопросов или комплексных заданий, предполагающих умение ориентироваться в проблеме, знание теоретического материала, умения применять его в практической профессиональной деятельности, владение навыками и приемами выполнения практических заданий.

При оценке достижений студентов необходимо обращать особое внимание на:

- усвоение программного материала;
- умение излагать программный материал научным языком;
- умение связывать теорию с практикой;
- умение отвечать на видоизмененное задание;
- владение навыками поиска, систематизации необходимых источников литературы по изучаемой проблеме;
- умение обосновывать принятые решения;
- владение навыками и приемами выполнения практических заданий;
- умение подкреплять ответ иллюстративным материалом.

Тесты

При определении уровня достижений студентов с помощью тестового контроля необходимо обращать особое внимание на следующее:

- оценивается полностью правильный ответ;
- преподавателем должна быть определена максимальная оценка за тест, включающий определенное количество вопросов;
- преподавателем может быть определена максимальная оценка за один вопрос теста;

– по вопросам, предусматривающим множественный выбор правильных ответов, оценка определяется исходя из максимальной оценки за один вопрос теста.

#### Письменная контрольная работа

Виды контрольных работ: аудиторные, домашние, текущие, экзаменационные, письменные, графические, практические, фронтальные, индивидуальные.

Система заданий письменных контрольных работ должна:

- выявлять знания студентов по определенной дисциплине (разделу дисциплины);
- выявлять понимание сущности изучаемых предметов и явлений, их закономерностей;
- выявлять умение самостоятельно делать выводы и обобщения;
- творчески использовать знания и навыки.

Требования к контрольной работе по тематическому содержанию соответствуют устному ответу.

Также контрольные работы могут включать перечень практических заданий.

## 9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

### 9.1 Список литературы

#### Основная литература

1. Бордовский, Г. А. Физические основы математического моделирования : учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / Г. А. Бордовский, А. С. Кондратьев, А. Чоудери. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2019. – 319 с. – (Бакалавр и магистр. Академический курс). – Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/437069> .

2. Введение в математическое моделирование / ред. П.В. Трусков. – Москва : Логос, 2004. – 439 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=84691>

4. Диков, А.В. Математическое моделирование и численные методы / А.В. Диков, С.В. Степанова ; ред. Г.В. Сугробов. – Пенза : ПГПУ, 2000. – 162 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=96973>

#### Дополнительная литература

1. Борисов, В. Г. Прикладные задачи теории обыкновенных дифференциальных уравнений. Механическое движение [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. Г. Борисов. – Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2015. – 130 с. – Режим доступа: [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=481485&sr=1](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=481485&sr=1)

2. Ризниченко, Г. Ю. Математическое моделирование биологических процессов. Модели в биофизике и экологии : учебное пособие для бакалавриата и магистратуры / Г. Ю. Ризниченко. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2019. – 181 с. – Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/420698>.

3. Попов, А. М. Экономико-математические методы и модели : учебник для прикладного бакалавриата / А. М. Попов, В. Н. Сотников ; под общей редакцией А. М. Попова. – 3-е изд., испр. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2019. – 345 с. – (Высшее образование). – Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/425189>.

## 10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. <http://edu.ru> - Федеральный портал «Российской образование».
2. <http://eqworld.ipmnet.ru/> - «Мир математических уравнений» – учебно-образовательная физико-математическая библиотека

## 11. Методические указания обучающимся по освоению дисциплины (модуля)

При освоении материала дисциплины необходимо:

- спланировать и распределить время, необходимое для изучения дисциплины;
- конкретизировать для себя план изучения материала;
- ознакомиться с объемом и характером внеаудиторной самостоятельной работы для

полноценного освоения каждой из тем дисциплины.

Сценарий изучения курса:

- проработайте каждую тему по предлагаемому ниже алгоритму действий;
- регулярно выполняйте задания для самостоятельной работы, своевременно отчитывайтесь преподавателю об их выполнении;
- изучив весь материал, проверьте свой уровень усвоения содержания дисциплины и готовность к сдаче зачета/экзамена, выполнив задания и ответив самостоятельно на примерные вопросы для промежуточной аттестации.

Алгоритм работы над каждой темой:

- изучите содержание темы вначале по лекционному материалу, а затем по другим источникам;
- прочитайте дополнительную литературу из списка, предложенного преподавателем;
- выпишите в тетрадь основные понятия и категории по теме, используя лекционный материал или словари, что поможет быстро повторить материал при подготовке к промежуточной аттестации;
- составьте краткий план ответа по каждому вопросу, выносимому на обсуждение на аудиторном занятии;
- повторите определения терминов, относящихся к теме;
- продумайте примеры и иллюстрации к обсуждению вопросов по изучаемой теме;
- подберите цитаты ученых, общественных деятелей, публицистов, уместные с точки зрения обсуждаемой проблемы;
- продумывайте высказывания по темам, предложенным к аудиторным занятиям.

Рекомендации по работе с литературой:

- ознакомьтесь с аннотациями к рекомендованной литературе и определите основной метод изложения материала того или иного источника;
- составьте собственные аннотации к другим источникам, что поможет при подготовке рефератов, текстов речей, при подготовке к промежуточной аттестации;
- выберите те источники, которые наиболее подходят для изучения конкретной темы;
- проработайте содержание источника, сформулируйте собственную точку зрения на проблему с опорой на полученную информацию.

## **12. Перечень информационных технологий**

Реализация учебной программы обеспечивается доступом каждого студента к информационным ресурсам – электронной библиотеке и сетевым ресурсам Интернет. Для использования ИКТ в учебном процессе используется программное обеспечение, позволяющее осуществлять поиск, хранение, систематизацию, анализ и презентацию информации, экспорт информации на цифровые носители, организацию взаимодействия в реальной и виртуальной образовательной среде.

Индивидуальные результаты освоения дисциплины студентами фиксируются в электронной информационно-образовательной среде университета.

### **12.1 Перечень программного обеспечения**

**(обновление производится по мере появления новых версий программы)**

1. Microsoft Windows 7 Pro
2. Microsoft Office Professional Plus 2010
3. 1С: Университет ПРОФ

### **12.2 Перечень информационно-справочных систем**

1. Информационно-правовая система «ГАРАНТ» (<http://www.garant.ru>)
2. справочная правовая система «Консультант Плюс» (<http://www.consultant.ru>)

### **12.3 Перечень современных профессиональных баз данных**

1. Профессиональная база данных «Открытые данные Министерства образования и науки РФ» (<http://xn---8sbldzzacvuc0jbg.xn--80abucjiibhv9a.xn--p1ai/opendata/>)
2. Электронная библиотечная система Znanium.com( <http://znanium.com/>)
3. Единое окно доступа к образовательным ресурсам (<http://window.edu.ru>)

### **13. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)**

Для проведения аудиторных занятий необходим стандартный набор специализированной учебной мебели и учебного оборудования, а также мультимедийное оборудование для демонстрации презентаций на лекциях. Для проведения практических занятий, а также организации самостоятельной работы студентов необходим компьютерный класс с рабочими местами, обеспечивающими выход в Интернет.

Индивидуальные результаты освоения дисциплины фиксируются в электронной информационно-образовательной среде университета.

Реализация учебной программы обеспечивается доступом каждого студента к информационным ресурсам – электронной библиотеке и сетевым ресурсам Интернет. Для использования ИКТ в учебном процессе необходимо наличие программного обеспечения, позволяющего осуществлять поиск информации в сети Интернет, систематизацию, анализ и презентацию информации, экспорт информации на цифровые носители.

**Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Лаборатория вычислительной техники. (№ 215, главный учебный корпус)**

Помещение укомплектовано специализированной мебелью и техническими средствами обучения.

#### Основное оборудование:

Наборы демонстрационного оборудования: автоматизированное рабочее место в составе (системный блок, монитор, клавиатура, мышь, гарнитура, проектор, интерактивная доска), магнитно-маркерная доска.

Лабораторное оборудование: автоматизированное рабочее место (компьютеры – 10 шт.).

Помещение для самостоятельной работы (№225, главный учебный корпус).

Помещение укомплектовано специализированной мебелью и техническими средствами обучения.

#### Основное оборудование:

Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета (персональный компьютер 10 шт.).

#### Учебно-наглядные пособия:

Презентации.