



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института  
И.Ю. Мезин  
«29» октября 2018 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ**

Направление подготовки

01.03.02 *Прикладная математика и информатика*

Направленность (профиль) программы

*Математическое и информационное обеспечение экономической деятельности*

Уровень высшего образования – *бакалавриат*

Программа подготовки – *прикладной бакалавриат*

Форма обучения

*Очная*

Институт

*Институт естествознания и стандартизации*

Кафедра

*Прикладной математики и информатики*

Курс

*3*

Семестр

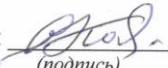
*6*

Магнитогорск

2018 г.

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, утвержденного приказом МОиН РФ от 12.03.2015 № 228

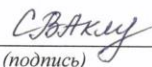
Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры *прикладной математики и информатики* «09» октября 2018 г., протокол № 2.

Зав. кафедрой  / С.И. Кадченко /  
(подпись) (И.О. Фамилия)

Рабочая программа одобрена методической комиссией *Института естествознания и стандартизации* «29» октября 2018 г., протокол № 2.


Председатель  / И.Ю. Мезин /  
(подпись) (И.О. Фамилия)

Рабочая программа составлена: доцентом кафедры прикладной математики и информатики, кандидатом педагогических наук, доцентом С.В. Акмановой


 / С.В. Акманова /  
(подпись) (И.О. Фамилия)

Рецензент:

Зав. кафедрой высшей математики МГТУ им. Г.И. Носова,  
кандидат физико-математических наук Е.А. Пузанкова

 / Е.А. Пузанкова /  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**Лист регистрации изменений и дополнений**

№ п/п	Раздел программы	Краткое содержание изменения/дополнения	Дата, № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой
1	8	Актуализация учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины	11.09.2019, протокол 1	
2	8	Актуализация учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины	01.09.2020, протокол 1	

## 1 Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Математическое моделирование» являются: овладение студентами необходимым уровнем общепрофессиональных и профессиональных компетенций, предполагающих формирование умений и навыков описания и изучения реальных физических, биологических, технических и прочих систем с помощью их математических моделей на основе специальных математических методов и алгоритмов.

## 2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы подготовки бакалавра (магистра, специалиста)

Дисциплина «Математическое моделирование» входит в базовую часть блока 1 образовательной программы 01.03.02 – «Прикладная математика и информатика».

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения предметов «Численные методы», «Уравнения математической физики», «Теория вероятностей и математическая статистика».

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы при изучении дисциплин: «Математические модели экономического роста», «Численные решения математических моделей в экономике», «Математические модели финансовых процессов», «Численные методы математической физики».

## 3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины «Математическое моделирование» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
<b>ОПК-1: способность использовать базовые знания естественных наук, математики и информатики, основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с прикладной математикой и информатикой</b>	
Знать	– основные понятия теории математического моделирования (модель, моделирование, математическое моделирование, структурные модели, «жесткие» и «мягкие» модели, клеточный автомат и др.); – свойства моделей и требования к ним; – классификацию моделей, разновидности математических моделей; – этапы математического моделирования.
Уметь	– описывать особенности реальных процессов средствами математики; – применять знания теории при моделировании процессов и явлений; – применять знания информатики при реализации математических моделей с помощью ЭВМ; – интерпретировать выводы, получаемые при испытании математических моделей.
Владеть	– методами и приемами построения математических моделей; – навыками математического моделирования при решении несложных прикладных задач; – возможностью междисциплинарного применения некоторых положений дисциплины; – профессиональным языком предметной области знания.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
<b>ОПК-3: способностью к разработке алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программирования, математических, информационных и имитационных моделей, созданию информационных ресурсов глобальных сетей, образовательного контента, прикладных баз данных, тестов и средств тестирования систем и средств на соответствие стандартам и исходным требованиям</b>	
Знать	– алгоритм процесса математического моделирования; – способы построения математических моделей; – актуальные программные средства и языки программирования для реализации различных математических моделей.
Уметь	– строить математические модели реальных процессов; – описывать реализацию математических моделей с помощью программных средств.
Владеть	– принципами построения математических моделей; – навыками программирования; – навыками программной реализации математических моделей.
<b>ПК-1: способностью собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям</b>	
Знать	– современные достижения различных отраслей науки, необходимые для разработки и реализации математических моделей.
Уметь	– интерпретировать результаты испытания математических моделей на основе современных достижений науки.
Владеть	– медиаобразовательными навыками в познании новейших научных достижений в области математического моделирования.
<b>ПК-2: способностью понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат</b>	
Знать	– основные определения и понятия вычислительной математики; – основные методы исследований, используемых в прикладной математике.
Уметь	– интерпретировать разработанные математические модели с помощью современного математического аппарата; – строить математические модели физических, технических, биологических и прочих процессов с помощью современного математического аппарата.
Владеть	– способностью использовать базовые теоретические знания для решения профессиональных задач; – способностью применять на практике базовые профессиональные навыки.

#### 4 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц 144 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 84,9 акад. часов:
  - аудиторная – 80 акад. часов;
  - внеаудиторная – 4,9 акад. часов;
- самостоятельная работа – 23,4 акад. часов;
- подготовка к экзамену – 35,7 акад. часа

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
<b>1. Раздел</b>	<b>Введение в математическое моделирование</b>							
1.1. Понятия модели, моделирования, математического моделирования. Свойства моделей и требования к ним. Классификация моделей. Разновидности математических моделей.	6	2/2и			2	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы	Проверка конспектов, устный опрос, обсуждение	ОПК-1, ПК-1
1.2. Этапы математического моделирования. Основные принципы построения математических моделей.	6	2	4		2	Подготовка к лабораторному занятию	Лабораторная работа	ОПК-3, ПК-1
1.3. Математическая модель полёта снаряда в гравитационном поле земли	6	3	6		2	Подготовка к лабораторному занятию	Лабораторная работа	ОПК-1, ОПК-3, ПК-1
1.4. «Жесткие» и «мягкие» математические модели. Модель сражения двух армий. Модели динамики популяций.	6	3/2и	4		2	Подготовка к лабораторному занятию	Лабораторная работа	ОПК-1, ОПК-3, ПК-1

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в acad. часах)			Самостоятельная работа (в acad. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
<b>Итого по разделу</b>	<b>6</b>	<b>10/4и</b>	<b>14</b>		<b>8</b>		<b>Тестирование</b>	
<b>2. Раздел</b>	<b>Структурные модели</b>							
2.1. Структурные модели, их виды и способы построения.	6	3/2и	2		1,4	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы	Проверка конспектов, устный опрос, обсуждение	ОПК-1, ПК-1
2.2. Примеры топологических и геометрических структурных моделей.	6	2/2и	4		1	Подготовка к лабораторному занятию	Лабораторная работа	ОПК-1, ОПК-3, ПК-1, ПК-2
<b>Итого по разделу</b>	<b>6</b>	<b>5/4и</b>	<b>6</b>		<b>2,4</b>		<b>Письменный теоретический опрос</b>	
<b>3. Раздел</b>	<b>Моделирование в условиях неопределенности</b>							
3.1. Элементы теории нечётких множеств в математическом моделировании.	6	2/2и	2		1	Подготовка к лабораторному занятию	Тестирование	ОПК-1, ПК-2
3.2. Моделирование в условиях неопределенности, описываемой с позиций нечетких множеств	6	2/1и	4		2	Подготовка к лабораторному занятию	Лабораторная работа	ОПК-1, ПК-2
3.3. Моделирование в условиях стохастической неопределённости.	6	1/1и	2		1	Подготовка к лабораторному занятию	Лабораторная работа	ОПК-1, ПК-1, ПК-2
3.4. Случайные процессы, особенности их моделирования.	6	2/2и	2		1	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы	Проверка конспектов, устный опрос, обсуждение	ОПК- 1, ПК-1, ПК-2

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в acad. часах)			Самостоятельная работа (в acad. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
3.5. Уравнения А.Н. Колмогорова в моделировании марковских случайных процессов.	6	2	2		2	Подготовка к лабораторному занятию	Лабораторная работа	ОПК-1, ОПК-3
3.6. Модель n-канальной системы массового обслуживания с отказами.	6	2/2	4		1	Подготовка к лабораторному занятию	Лабораторная работа	ОПК-1, ОПК-3, ПК-1, ПК-2
<b>Итого по разделу</b>	<b>6</b>	<b>11/8и</b>	<b>16</b>		<b>8</b>		<b>Тестирование</b>	
<b>4. Рдел</b>	<b>Моделирование с использованием имитационного подхода</b>							
4.1. Имитатор системы массового обслуживания. Понятие клеточного автомата	6	2/2и	4		2	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы	Проверка конспектов, устный опрос, обсуждение	ОПК-1, , ПК-1, ПК-2
4.2. Клеточный автомат «Жизнь». Модель биологической системы «Хищник-жертва».	6	2/2и	4		2	Подготовка к лабораторному занятию	Лабораторная работа	ОПК-1, ОПК-3, ПК-1, ПК-2
4.3. Клеточные автоматы. Модель Винера-Розенблюта.	6	2/2и	4		1	Подготовка к лабораторному занятию	Лабораторная работа	ОПК-1, ОПК-3, ПК-1, ПК-2
<b>Итого по разделу</b>	<b>6</b>	<b>6/6и</b>	<b>12</b>		<b>5</b>		<b>Письменный теоретический опрос</b>	



Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
<b>Итого за семестр</b>	<b>6</b>	<b>32/22и</b>	<b>48</b>		<b>23,4</b>		<b>Промежуточная аттестация (экзамен)</b>	
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>6</b>	<b>32/22и</b>	<b>48</b>		<b>23,4</b>			

## 5 Образовательные и информационные технологии

5.1. С целью успешного усвоения дисциплины «Математическое моделирование» и формирования требуемых компетенций предполагается применение различных образовательных технологий (личностно-ориентированные и развивающие), которые обеспечивают достижение планируемых результатов образования согласно основной образовательной программе. В их числе: дифференцированный подход, проблемное обучение, эвристическое обучение, использование системы «Интернет-тренажеры» в сфере образования» и др. Интернет-тренажеры могут быть полезны для самообучения, самоконтроля студентов при подготовке их к промежуточным и итоговым аттестациям и позволяют применять дистанционные технологии обучения.

5.2. Основными формами занятий являются лекции, лабораторные занятия, контрольно-оценочные занятия, консультации. Лекции строятся на основе сочетания информационной и проблемной составляющих, а также элементов беседы и визуализации.

В ходе проведения лекционных занятий предусматривается:

- обсуждение задач, приводящих к тем или иным математическим понятиям;
- изложение теоретического материала в режиме диалога с целью развития критического мышления студентов и привития им исследовательских умений;
- обсуждение и систематизация теоретических вопросов темы с целью лучшего понимания их взаимосвязи и практического применения.

Лабораторные занятия по данной дисциплине направлены на привитие прочных навыков решения задач по каждой теме и сочетают применение методов обучения в сотрудничестве, дифференцированный подход, классические контрольные и тестовые технологии. При этом предполагается проведение некоторых таких занятий в интерактивной форме (деловые и ролевые игры, разбор конкретных ситуаций).

Выбирая ту или иную технологию работы со студентами, необходимо иметь в виду, что наибольшего эффекта от ее применения можно достичь, если учитывать :

- а) цели образования, на реализацию которых должна быть направлена избираемая технология;
- б) содержание материала, которое предстоит передать обучающимся с ее помощью;
- в) условия, в которых она будет использоваться;
- г) направленность её на самообразование и медиаобразование студентов.

## 6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

По дисциплине «Математическое моделирование» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает выполнение лабораторных работ на составление математических моделей изучаемых явлений и разработку программ для ЭВМ, реализующих указанные модели с целью проверки их эффективности.

**Примерные аудиторные лабораторные работы (АЛР):**

**АЛР №1 «Разработка и анализ математических моделей с использованием Maple»**

I. Составить в среде Maple программу, позволяющую:

1. Найти аналитическое решение уравнения  $y' = y(1 - x)$ .
2. Найти аналитическое решение уравнения задачи Коши  $y' = y(1 - x)$ ,  $y(1)=1$ .
3. Найти численное решение задачи Коши  $y' = y(1 - x)$ ,  $y(0)=1$ , применив по умолчанию метод Рунге-Кутты-Фальберга порядка 4-5 с шагом  $H=0,1$  на отрезке  $[0;1]$ .
4. Построить график аналитического решения задачи Коши п.2 на отрезке  $[0;1]$  зелёным цветом с толщиной линии 10 и надписью «График функции».

- II. Составить программу, реализующую метод Рунге-Кутты решения данного уравнения. Построить график полученной табличной функции. Сравнить полученные значения функции при реализации программы 1 и программы 2.
- III. Составить программу решения уравнения  $y' = y(1-x)$ , реализующую метод Рунге-Кутта в виде процедуры.

**АЛР №2 «Полёт снаряда (ракеты) в гравитационном поле Земли»**

1. Составить программу, позволяющую находить по начальной скорости  $v_0$  и углу наклона  $\alpha$  снаряда к поверхности Земли:
- траекторию полёта снаряда и строить её графически;
  - расстояние между начальной и конечной точками этой траектории;
  - максимальную высоту подъёма снаряда;
  - время полёта снаряда.
- Соппротивление воздуха не учитывать.
2. Составить программу полёта снаряда и найти указанные характеристики, учитывая сопротивление воздуха.

**АЛР №3 «Модели свободного и ограниченного роста популяций»**

В начальный момент времени  $t_0$  количественный состав некоторого биологического вида равен  $N_0$  единиц. Требуется сделать прогноз численности  $N(t)$  данной популяции при  $t \geq t_0$  для двух случаев:

- относительный темп прироста популяции не зависит от ее численности и равен постоянной величине  $r$  (свободный рост популяции),
- относительный темп прироста популяции уменьшается линейно с увеличением ее численности и равен величине  $r - bN(t)$  (ограниченный рост популяции).

С этой целью необходимо

- составить математическую модель свободного роста популяции в виде линейного дифференциального уравнения, найти аналитическое решение уравнения;
- составить математическую модель ограниченного роста популяции в виде дифференциального уравнения Бернулли, определить аналитическое и численное решение уравнения при заданных начальных условиях, показать графически приближенное совпадение полученных решений;
- привести графическую иллюстрацию изменения численности для моделей свободного и ограниченного роста популяции;
- сделать выводы по работе.

Исходные данные для расчетов приведены в табл.1.

- Таблица 1

$t_0$ , час	$N_0$	$r$ , час <sup>-1</sup>	k
21	40	0,29	90

**АЛР №4 «Нечёткие модели стратегий истребителей»**

Задача. Два истребителя из противоборствующих воздушных армий руководствуются стратегиями:

**А:** Если снарядов *мало*, то вероятность поражения противника *малая*, иначе – *не малая*.

**В:** Если снарядов *не мало*, то вероятность поражения противника *большая*, иначе – *не большая*.

Известно, что:

мало снарядов = (0,8/3; 0,4/15; 0,3/30),

малая вероятность = (0,1/0,9; 0,5/0,5; 0,8/0,1),

большая вероятность = (0,8/0,9; 0,5/0,5; 0,3/0,2).

Число снарядов не очень мало. Кто победит?

Составить нечёткие модели реализации каждой стратегии и на основе интегрального индекса ранжирования выявить победную стратегию.

#### **АЛР №5 «Модель n-канальной системы массового обслуживания с отказами»**

Задача. Определите требуемое число коек в стационаре больницы, если среднее время выздоровления одного больного составляет 21 день. Новые больные не принимаются, если все койки в стационаре заняты. Поток поступления больных близок к пуассоновскому с интенсивностью 3 человека в день. Вероятность отказа не должна быть выше 5%.

Выяснить среднее число занятых коек.

Выполнить все расчётные операции в среде Excel.

#### **АЛР №6 «Модель Хищник-жертва»**

1. Исследовать классическую модель Вольтерры–Лотки ( $\gamma_1 = 0$ ).

1) Вводя различные начальные условия, построить фазовый портрет и зависимости размера популяций от времени.

2) Исследовать, как изменение параметров модели влияет на динамику популяций.

2. Исследовать модифицированную модель Вольтерры–Лотки при различных значениях параметров: вводя различные начальные условия, построить фазовый портрет и зависимости размера популяций от времени.

Отчет по работе должен содержать фазовые портреты и графики зависимости размера популяций от времени для случаев:

1.  $\gamma_1 = 0$ .

2.  $\gamma_1 > 0, \alpha_1\beta_2 - \gamma_1\alpha_2 < 0$ .

3.  $\gamma_1 > 0, \alpha_1\beta_2 - \gamma_1\alpha_2 > 0$ .

Дополнительное задание: приведите систему уравнений Вольтерры–Лотки к безразмерному виду. Каков смысл полученных безразмерных параметров?




## 7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

### а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
<b>ОПК-1: способность использовать базовые знания естественных наук, математики и информатики, основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с прикладной математикой и информатикой</b>		
Знать	<p>– основные понятия теории математического моделирования (модель, моделирование, математическое моделирование, структурные модели, «жёсткие» и «мягкие» модели, клеточный автомат и др.);</p> <p>– свойства моделей и требования к ним;</p> <p>– классификацию моделей, разновидности математических моделей; этапы математического моделирования.</p>	<p><i>Перечень теоретических вопросов к экзамену</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Понятие модели. Свойства моделей и требования к ним.</li> <li>2. Понятие моделирования. Математическое моделирование.</li> <li>3. Классификация моделей. Разновидности математических моделей.</li> <li>4. Этапы математического моделирования. Основные принципы построения математических моделей.</li> <li>5. Алгоритм процесса математического моделирования.</li> <li>6. Математическая модель полёта снаряда в гравитационном поле земли без учёта сопротивления воздуха.</li> <li>7. Математическая модель полёта снаряда в гравитационном поле земли с учётом сопротивления воздуха.</li> <li>8. «Жесткие» и «мягкие» математические модели. Модель сражения двух армий.</li> <li>9. «Жесткие» и «мягкие» математические модели. Модели динамики популяций.</li> <li>10. Структурные модели, их виды и способы построения.</li> <li>11. Примеры топологических и геометрических структурных моделей.</li> <li>12. Элементы теории нечётких множеств в математическом моделировании.</li> <li>13. Сравнение лингвистических переменных в нечётких моделях.</li> <li>14. Математическое моделирование с позиций нечётких множеств.</li> <li>15. Моделирование в условиях стохастической неопределённости.</li> <li>16. Случайные процессы, особенности их моделирования.</li> <li>17. Уравнения А.Н. Колмогорова в моделировании марковских случайных процессов.</li> <li>18. Модель n-канальной системы массового обслуживания с отказами.</li> <li>19. Понятие клеточного автомата.</li> <li>20. Клеточный автомат «Жизнь».</li> <li>21. Модель биологической системы «Хищник-жертва».</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		22. Клеточные автоматы Модель Винера-Розенблюта.
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> <li>– описывать особенности реальных процессов средствами математики;</li> <li>– применять знания теории при моделировании процессов и явлений;</li> <li>– применять знания информатики при реализации математических моделей с помощью ЭВМ;</li> <li>– интерпретировать выводы, получаемые при испытании математических моделей.</li> </ul>	<p><b>Примерные практические задания для экзамена</b></p> <p><b>1.</b> Сформулируйте и запишите нечеткие отношения предпочтения между элементами множеств <math>X</math> и <math>Y</math>, <math>Y</math> и <math>Z</math>, если:  <math>X = \{\text{лес, кирпич, пенобетон}\}</math>, <math>Y = \{\text{железо, шлакобетон, брус}\}</math>,  <math>Z = \{\text{гипсоблоки, ракушечник, бетон}\}</math>.</p> <p><b>2.</b> Для универсального множества <math>U = (a, b, c, d, e, f, g)</math> и нечетких подмножеств  <math>A = (0,0/a; 0,3/b; 0,7/c; 1,0/*; 0,0/e; 0,2//, 0,6/\\$)</math>,  <math>B = (0,3/a; 1,0/£; 0,5/c; 0,8/* 1,0/e; 0,5//; 0,6/s)</math>,  <math>C = (1,0/e; 0,5/*; 0,5/c; 0,2/* 0,0/g, 0,2//, 0,9/g)</math>  найдите:  а) <math>A \cap B</math>; б) <math>A \cup B</math>; в) <math>A \circ \bar{B}</math>; г) <math>A \times B \times C</math>.</p> <p><b>3.</b> Определите обычные подмножества <math>\alpha</math>-уровня для нечеткого множества <math>A = (0,7/a; 0,5/b; 1,0/c; 0,2/d; 0,6/e)</math>, если:  а) <math>\alpha = 0,1</math>; б) <math>\alpha = 0,6</math>; в) <math>\alpha = 0,8</math>; г) <math>\alpha = 0,9</math>.  Запишите разложение нечеткого множества <math>A</math>.</p> <p><b>4.</b> Мастерская по ремонту имеет складское помещение на <math>M</math> мест. В мастерской работают <math>N</math> мастеров, обеспечивающих среднее время ремонта <math>T</math>. Интенсивность поступления заявок <math>\lambda</math>. Если все мастера заняты и склад заполнен, то заявка отклоняется. Постройте граф состояний данной СМО и запишите систему уравнений Колмогорова для финальных вероятностей.</p> <p><b>5.</b> Постройте модели состава и структуры семьи при: а) матриархате; б) равноправии супругов.</p> <p><b>6.</b> Постройте структурную модель спортивной команды (например, хоккейной или футбольной).</p> <p><b>7.</b> Выполните содержательную, концептуальную и математическую постановки для математической модели, описывающей процесс нагревания и закипания чайника.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
Владеть	<p>–методами и приемами построения математических моделей;</p> <p>–навыками математического моделирования при решении несложных прикладных задач;</p> <p>– возможностью междисциплинарного применения некоторых положений дисциплины;</p> <p>профессиональным языком предметной области знания.</p>	<p><b>Задания на решение задач из профессиональной области, комплексные задания:</b></p> <p>1. Проведите анализ и классификацию нескольких математических моделей в интересующей вас области знаний. Установите аналоги рассматриваемых математических моделей в других областях.</p> <p>2.. Постройте экономическую модель спроса и предложения в предположении их линейной зависимости от цены. Проведите анализ изменения цен в зависимости от начальной цены при следующих исходных данных: <math>a = 3</math>, <math>b = 2</math>, <math>c = 6</math>, <math>g = 8</math>. Определите, в каких пределах может изменяться начальная цена.</p> <p>3.Разработайте клеточный автомат «Дюны», поведение которого подчинено следующим правилам:</p> <p>1) клетка может находиться в активном и пассивном («спрятанном») состоянии;</p> <p>2) если клетка была активна и из восьми соседних клеток более <math>N</math> активны, то клетка «прячется». Время нахождения в «спрятанном» состоянии равно <math>W</math> тактов;</p> <p>3) если время «прятания» закончилось и в окрестности не более <math>M</math> активных клеток, то клетка вновь становится активной.</p>
<p><b>ОПК-3: способностью к разработке алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программирования, математических, информационных и имитационных моделей, созданию информационных ресурсов глобальных сетей, образовательного контента, прикладных баз данных, тестов и средств тестирования систем и средств на соответствие стандартам и исходным требованиям</b></p>		
Знать	<p>–алгоритм процесса математического моделирования;</p> <p>– способы построения математических моделей;</p> <p>– актуальные программные средства и языки программирования для реализации различных математических моделей.</p>	<p><b>Перечень примерных теоретических вопросов к экзамену:</b></p> <p>1. Сформулируйте алгоритм процесса математического моделирования.</p> <p>2. Выполните построение структурной модели системы управления, которая реализована в университете.</p> <p>3. В чем принципиальные отличия аналитических моделей и имитаторов?</p> <p>4. Назовите отличия технологии создания имитаторов от аналитических моделей.</p> <p>5. . В чем сущность аксиоматического подхода к построению теории вероятностей? Сформулируйте аксиомы А.Н. Колмогорова.</p> <p>6. Объясните различие между модой, медианой и математическим ожиданием.</p> <p>7. Элементы теории нечётких множеств в математическом моделировании.</p> <p>8. Сравнение лингвистических переменных в нечётких моделях.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		9. Математическое моделирование с позиций нечётких множеств. 10. Моделирование в условиях стохастической неопределённости.
Уметь	–строить математические модели реальных процессов; – описывать реализацию математических моделей с помощью программных средств.	<p><b>Примерные практические задания для экзамена</b></p> <p>1. Запишите математическую модель движения груза массой <math>m</math>, закрепленного на вертикальной стенке с помощью пружины жесткостью <math>C</math> и совершающего колебательное движение вдоль оси <math>x</math> в среде с вязкостью <math>\nu</math>. Какой принцип используется при построении этой модели? К какому типу относится эта модель?</p> <p>2. Постройте структурную модель солнечной системы.</p> <p>3. Разработайте программу, реализующую клеточный автомат «Жизнь». Состояние клеточного пространства выведите на экран в графическом режиме. Исследуйте эволюцию КА для следующих начальных состояний, задающих расположение «живых» клеток:</p> <div style="text-align: center;"> <p>а)  б)  в) </p> </div>
Владеть	– принципами построения математических моделей; – навыками программирования; – навыками программной реализации математических моделей.	<p><b>Задания на решение задач из профессиональной области, комплексные задания:</b></p> <p>1. 30 – летняя женщина занимает должность инженера с начальным заработком 120 000 рублей в год. Ее заработок <math>S(t)</math> увеличивается по экспоненте, причем <math>S(t)=120e^{t/20}</math> тысяч рублей через <math>t</math> лет. Тем временем 12% заработка депонируются непрерывно на пенсионный счет, на котором сумма накапливается непрерывно по ежегодной норме 6%.</p> <p>(а) Выразите <math>\Delta A</math> через <math>\Delta t</math>, чтобы получить дифференциальное уравнение, удовлетворяемое величиной <math>A(t)</math> – суммой на счете после <math>t</math> лет.</p> <p>(б) Вычислите сумму <math>A(25)</math> на момент выхода на пенсию в 55 лет.</p> <p>2. Найдите ограничение на рост функции <math>k(r) \rightarrow \infty</math>, <math>r \rightarrow 0</math> в уравнении <math>mr''(t) = -k(r)r</math> (где функция <math>k(r) &gt; 0</math> описывает жесткость пружины), при выполнении которого система «шарик—пружина» была бы консервативной, т. е.</p>



Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		сохранялась бы ее полная энергия.
<b>ПК-1: способностью собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям</b>		
Знать	– современные достижения различных отраслей науки, необходимые для разработки и реализации математических моделей.	<p><i>Перечень примерных теоретических вопросов к экзамену:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.Классификация математической модели в зависимости от сложности объекта моделирования.</li> <li>2.Классификация математической модели в зависимости от оператора модели.</li> <li>3.Классификация математической модели в зависимости от параметров модели.</li> <li>4.Классификация математической модели в зависимости от методов реализации.</li> <li>5.Классификация математической модели в зависимости от целей моделирования.</li> <li>6.Элементы теории нечётких множеств в математическом моделировании.</li> <li>7.Сравнение лингвистических переменных в нечётких моделях.</li> <li>8.Математическое моделирование с позиций нечётких множеств.</li> <li>9.Моделирование в условиях стохастической неопределённости.</li> <li>10. Случайные процессы, особенности их моделирования.</li> </ol>
Уметь	- интерпретировать результаты испытания математических моделей на основе современных достижений науки.	<p><i>Примерные практические задания для экзамена</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.Определите, как себя должна вести при больших <math>t</math> величина <math>r(t) = a(t) - \beta(t) &gt; 0</math> в модели Мальтуса <math>N'(t) = [\alpha(t) - \beta(t)]N(t)</math>, чтобы численность популяции оставалась ограниченной при <math>t \rightarrow \infty</math>.</li> <li>2. Наличие в системе очереди — это хорошо или плохо? Что плохо, если в СМО длинная очередь? Что плохо, если в СМ О очередь образоваться не успевает?</li> <li>3. Сравните нечеткие числа <math>A = (0,2/3; 0,8/4; 0,4/5; 0,2/6)</math> и <math>B = (0,1/3; 0,95/4; 0,3/5)</math>.</li> </ol>
Владеть	–медиаобразовательными навыками в познании новейших научных достижений в области математического моделирования.	<p><i>Задания на решение задач из профессиональной области, комплексные задания:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Определить период пульсаций звезды (самогравитирующего газового шара) через систему определяющих параметров: <math>M</math> — массу звезды, <math>R</math> — радиус звезды и <math>y</math> — гравитационную постоянную.</li> <li>2. Разработайте алгоритм численного решения задачи о движении маятника при</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		наличии силы вязкого сопротивления и реализуйте его на персональном компьютере. Оцените величину подходящего шага интегрирования $\Delta t$ в зависимости от времени $\Gamma$ для различных схем интегрирования.
<b>ПК-2: способностью понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат</b>		
Знать	– основные определения и понятия вычислительной математики; – основные методы исследований, используемых в прикладной математике.	<p><b>Перечень примерных теоретических вопросов к экзамену:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Какие факторы определили расширение в последнее время областей применения математического моделирования в технике?</li> <li>2. В каких случаях обосновано применение имитаторов?</li> <li>3. В чем схожесть реального и вычислительного с использованием имитатора экспериментов?</li> <li>4. Назовите отличия технологии создания имитаторов от аналитических моделей.</li> <li>5. Почему имитаторы можно отнести к разновидности математических моделей?</li> <li>6. В каких случаях имитатор СМО является предпочтительным по отношению к аналитическому подходу?</li> <li>7. Как различается неопределенность в зависимости от полноты и качества описания?</li> <li>8. Когда в задаче математического моделирования применяется стохастическое описание переменных?</li> <li>9. Можно ли ввести понятие плотности распределения вероятностей для дискретной случайной величины?</li> <li>10. Может ли простейший поток быть регулярным? Почему?</li> </ol>
Уметь	– интерпретировать разработанные математические модели с помощью современного математического аппарата; – строить математические модели физических, технических, биологических и прочих процессов с помощью современного математического аппарата.	<p><b>Примерные практические задания для экзамена</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Проанализировать логистическую модель эксплуатации рыбных запасов.</li> <li>2. Проанализировать логистическую модель эксплуатации рыбных запасов с обратной связью и сделать прогнозы о рыбных запасах в зависимости от изменения отдельных характеристик модели.</li> <li>3. Система имеет три состояния. Будет ли верно условие <math>p_1 = p_2 = p_3 = 0,5</math>?</li> </ol>
Владеть	– способностью использовать базовые	<b>Задания на решение задач из профессиональной области, комплексные задания:</b>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<p>теоретические знания для решения профессиональных задач;  – способностью применять на практике базовые профессиональные навыки.</p>	<p>1. Разработайте имитатор одноканальной СМО с ограниченным временем ожидания в очереди. Предполагается, что поток заявок, поступающий в систему, является простейшим. Поступившая в систему заявка может сразу поступить на обслуживание, если канал свободен, либо встать в очередь. Если время пребывания заявки в очереди превысило некоторое предельное для нее значение, она покидает систему необслуженной. Интервал времени <math>\Delta t</math> между поступлением двух соседних заявок, максимальное время пребывания заявки в очереди <math>\Delta h</math> и время ее выполнения <math>\Delta w</math> описываются случайными величинами, подчиненными показательному распределению с заданными средними значениями. Имитатор должен выполнять оценку следующих параметров эффективности СМО:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; среднего времени пребывания заявки в очереди;</li> <li>&gt; вероятности выполнения заявок;</li> <li>&gt; коэффициента загрузки системы.</li> </ul> <p>2. Построить модель движения сплошного потока автомашин по бесконечно длинной дороге, движущихся свободно, «накатом». Исследовать, какие качественные эффекты способна описывать построенная модель.</p> <p>3. Используя модель Ферхюльста для описания поведения жертв, предложите свой вариант математической модели «хищник-жертва». Проведите качественный анализ полученной системы уравнений. Выполните анализ численной схемы для данной системы.</p>

## **б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

Промежуточная аттестация по дисциплине «Математическое моделирование» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме экзамена.

Экзамен по данной дисциплине проводится в 6-м семестре в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает 2 теоретических вопроса и одно практическое задание.

*Критерием успешного освоения программы дисциплины являются:*

- умение интерпретировать понятия и утверждения, применять к решению задач изученную теорию;
- усвоение методов и приемов решения основных задач дисциплины; приобретение навыков работы с наиболее часто встречающимися объектами математического моделирования.
- знание основных теоретических положений, разновидностей математических моделей и требований к ним.

Критерии оценки (в соответствии с формируемыми компетенциями и планируемыми результатами обучения):

- на оценку «отлично» – обучающийся показывает высокий уровень сформированности компетенций, т.е. студент должен показать высокий уровень знаний не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам, оценки и вынесения критических суждений;
- на оценку «хорошо» – обучающийся показывает средний уровень сформированности компетенций, т.е. студент должен показать знания не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам;
- на оценку «удовлетворительно» – обучающийся показывает пороговый уровень сформированности компетенций, т.е. студент должен показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, интеллектуальные навыки решения простых задач;
- на оценку «неудовлетворительно» – результат обучения не достигнут, обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **а) Основная литература:**

1. Введение в математическое моделирование [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Под ред. П.В.Трусова.- М.: Логос,2017.  
<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785987046371.html>
2. Никонов, О.И. Математическое моделирование и методы принятия решений: Учебное пособие / Никонов О.И., Кругликов С.В., Медведева М.А., - 2-е изд., стер. - М.:Флинта, Изд-во Урал. ун-та, 2017. - 100 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/949757> - ISBN 978-5-9765-3142-0.

### **б) Дополнительная литература:**

1. Математическое моделирование. Практикум [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Л.А. Коробова, Ю.В. Бугаев, С.Н. Черняева, Ю.А. Сафонова - Воронеж : ВГУИТ, 2017.  
<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785000322475.html>
2. Дреус, Ю. Г. Имитационное моделирование: учебное пособие для вузов / Ю. Г. Дреус, В. В. Золотарёв. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2019. — 142 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-11385-3. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/456381> (дата обращения: 28.10.2020)

**в) Методические указания:**

Королёв А.Л., Компьютерное моделирование. Лабораторный практикум / Королёв А.Л. - М.: БИНОМ, 2013. - 296 с. (Педагогическое образование) - ISBN 978-5-9963-2255-8 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996322558.html> (дата обращения: 29.10.2019).

**г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:***Программное обеспечение*

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7	Д-1227 от 8.10.2018	11.10.2021
7zip	Свободно распространяемое	Бессрочно
MS Office 2007	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно

*Интернет-ресурсы:*

1. Международная наукометрическая реферативная и полнотекстовая база данных научных изданий «Web of science». – URL: <http://webofscience.com>
2. Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ). – URL: [http://elibrary.ru/project\\_rick.asp](http://elibrary.ru/project_rick.asp).
3. Поисковая система Академия Google (Google Scholar). – URL: <http://scholar.google.ru/>.
4. Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова. - URL: <http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp>

**9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Тип и название аудитории	Оснащение аудитории
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации
Учебная аудитория для проведения лабораторных работ	Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета
Помещения для самостоятельной работы обучающихся	Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета
Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования	Шкафы для хранения учебно-методической документации, учебно-наглядных пособий и учебного оборудования
Учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Доска, мультимедийный проектор, экран. Комплекс тестовых заданий для проведения промежуточных и рубежных контролей