

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Факультет математики и компьютерных наук

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе,  
качеству образования – первый  
проректор

\_\_\_\_\_ Хагуров Т.А.  
29 мая 2020 г.



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**Б1.В.02**

### МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Специальность	01.05.01 Фундаментальные математика и механика
Специализация	«Фундаментальная математика и её приложения»
Уровень высшего образования	специалитет
Форма обучения	очная
Квалификация	Математик. Механик. Преподаватель

Краснодар 2020

## **1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **1.1 Цель изучения дисциплины**

*Цель* изучения дисциплины «Математическое моделирование»: формирование у студентов способности создавать, исследовать и применять новые математические модели процессов, явлений и систем реального мира.

*Предмет* изучения дисциплины «Математическое моделирование»: математические модели процессов, явлений и систем реального мира и методы их создания и исследования.

### **1.2 Задачи дисциплины**

*Основные задачи* изучения дисциплины «Математическое моделирование»:

- теоретическое освоение студентами основных понятий, методов и проблематики математического моделирования;
- обретение навыков создания, исследования и применения новых математических моделей;
- обретение навыков реализации математических моделей на ЭВМ.

### **1.3 Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Математическое моделирование» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, блока Б.1 «Дисциплины (модули)».

В соответствии с учебным планом данная дисциплина является последующей для дисциплин «Математический анализ», «Дифференциальные уравнения», «Физика», «Линейная алгебра», «Алгебра», «Аналитическая геометрия», «Дифференциальная геометрия и топология», «Теория вероятностей», «Математическая статистика», «Технология программирования и работа на электронно-вычислительной машине (ЭВМ)», «Дискретная математика».

Изучение дисциплины «Математическое моделирование» необходимо для освоения следующих дисциплин: «Основы и математические модели механики сплошной среды», «Математический практикум», «Математическое моделирование в механике», «Практикум на ЭВМ», «Концепции современного естествознания»

### **1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Процесс изучения дисциплины «Математическое моделирование» направлен на формирование у обучающихся профессиональных компетенций ПК-1; ПК-2.

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1	ПК-1	Способен формулировать и решать актуальные и значимые задачи фундаментальной и прикладной математики	– основные понятия, методы и проблематику математического моделирования	– самостоятельно изучать учебную и научную литературу, содержащую материал, относящийся к области математического моделирования	– навыками решения задач фундаментальной и прикладной математики
2	ПК-2	Способен активно участвовать в исследовании новых математических моделей в естественных науках	– основные принципы построения математических моделей	– создавать и исследовать математические модели различных процессов, явлений и систем в естественных науках	– навыками реализации математических моделей на ЭВМ; – навыками постановки и решения обратных задач для обеспечения адекватности математических моделей

## 2 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зач. ед. (72 часов). Распределение часов по видам учебной работы представлено в таблице.

Вид учебной работы	Всего, часов	7 семестр
<b>Контактная работа, в том числе:</b>	<b>54,2</b>	<b>54,2</b>
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	<b>52</b>	<b>52</b>
Занятия лекционного типа	18	18
Лабораторные занятия	–	–
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)	34	34
<b>Иная контактная работа:</b>	<b>2,2</b>	<b>2,2</b>
Контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,2	0,2
<b>Самостоятельная работа, в том числе:</b>	<b>17,8</b>	<b>17,8</b>
Проработка учебного (теоретического) материала	5	5
Подготовка к практическим занятиям	9	9
Подготовка к текущему контролю	3,8	3,8

Вид учебной работы		Всего, часов	7 семестр
<b>Контроль:</b>		–	–
Подготовка к зачёту		–	–
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>часов</b>	<b>72</b>	<b>72</b>
	<b>в том числе контактная работа</b>	<b>54,2</b>	<b>54,2</b>
	<b>зач. ед.</b>	<b>2</b>	<b>2</b>

## 2.2 Структура дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоёмкости по разделам дисциплины представлены в таблице.

№ раз-дела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Вне-аудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Общие понятия математического моделирования	6	2	2	–	2
2	Моделирование детерминированных процессов	44,8	12	22	–	10,8
3	Моделирование стохастических процессов	19	4	10	–	5
	Итого	69,8	18	34	–	17,8
	КСР	2	–	–	–	2
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0,2	–	–	–	0,2
	<i>Итого по дисциплине:</i>	<i>72</i>	<i>18</i>	<i>34</i>	<i>–</i>	<i>20</i>

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента.

## 2.3 Содержание разделов дисциплины

В данном подразделе в табличной форме приводится описание содержания дисциплины, структурированное по разделам, с указанием по каждому разделу формы текущего контроля.

### 2.3.1 Занятия лекционного типа

Перечень занятий лекционного типа и их краткое содержание представлен в таблице.

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	Общие понятия математического моделирования	1. Концепция моделирования.	–
2	Моделирование детерминированных процессов	2. Дискретное моделирование на примере задачи о назначениях. 3. Аналитическое моделирование процессов теплообмена. 4. Нелинейный теплообмен. Численное моделирова-	–

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
		ние. 5. Моделирование периодических процессов. 6. Адаптация математической модели. 7. Моделирование систем автоматического регулирования.	
3	Моделирование стохастических процессов	8. Моделирование случайных величин и случайных событий. 9. Имитационное моделирование процессов и систем.	—

### 2.3.2 Занятия семинарского типа

Распределение занятий семинарского типа по разделам дисциплины представлено в таблице. Формами текущего контроля являются устный опрос (УО) и аудиторная контрольная работа (АКР).

№	Наименование раздела	Наименование практических занятий	Форма текущего контроля
1	Общие понятия математического моделирования	1. Составление укрупнённых математических моделей.	УО
2	Моделирование детерминированных процессов	2. Решение задачи о назначениях методом полного перебора. 3. Решение задачи о назначениях венгерским методом. Сопоставление эффективности алгоритмов. 4. Моделирование процесса теплообмена. 5. Расчёт параметров теплообмена с переменным коэффициентом теплообмена. 6. Идентификация коэффициента теплообмена на основе МНК. 7. Моделирование процесса движения маятника. 8. Учёт сопротивления среды. 9. Проведение натурального эксперимента. 10. Идентификация коэффициента сопротивления среды. 11. Проверка адекватности математических моделей. 12. Моделирование процесса управления теплообменом.	УО, АКР
3	Моделирование стохастических процессов	13. Моделирование случайных величин и их применение к решению задач теории вероятностей. 14. Вычисление определённых интегралов методом Монте-Карло. 15. Моделирование СМО с отказами. 16. Моделирование СМО с очередью. 17. Оптимизация параметров СМО.	УО

### 2.3.3 Лабораторные занятия

Лабораторные занятия учебным планом не предусмотрены.

### 2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Выполнение курсовых работ (проектов) учебным планом не предусмотрено.

### 2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины представлен в таблице.

№	Наименование раздела	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	Общие понятия математического моделирования	Учебник [1], учебное пособие [3], материалы из списка дополнительной литературы.
2	Моделирование детерминированных процессов	Учебник [1], учебное пособие [3], материалы из списка дополнительной литературы.
3	Моделирование стохастических процессов	Учебник [2], учебное пособие [3], материалы из списка дополнительной литературы.

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме;
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме;
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

## 3 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Для более эффективного восприятия материала часть лекций и практических занятий проводится с применением мультимедийного оборудования – комплекса аппаратно-программных средств, позволяющих пользователю работать с графикой, текстом, звуком, видео и др., организованными в виде единой информационной среды.

В рамках реализации компетентного подхода предусматриваются следующие основные виды активных и интерактивных форм проведения учебных занятий.

**Метод проектов** – система организации обучения, при которой обучающиеся приобретают знания и умения в процессе самостоятельного планирования и выполнения постепенно усложняющихся практических заданий – проектов.

**Компьютерная симуляция** – это максимально приближенная к реальности имитация различных процессов (физических, химических, экономических, социальных и проч.) и (или) деятельности с использованием программного обеспечения образовательного назначения.

Перечень используемых интерактивных образовательных технологий представлен в таблице.

Се- местр	Вид занятия	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количе- ство часов
7	Практическое занятие	Компьютерная симуляция на тему: «Моделирова- ние процесса теплообмена»	2
	Практическое занятие	Компьютерная симуляция на тему: «Идентифика- ция коэффициента теплообмена на основе МНК»	2
	Практическое занятие	Компьютерная симуляция на тему: «Моделирование процесса движения маятника»	2
	Практическое занятие	Метод проектов на тему: «Проведение натурального эксперимента»	2
	Практическое занятие	Метод проектов на тему: « Моделирование слу- чайных величин и их применение к решению за- дач теории вероятностей»	2
	Практическое занятие	Метод проектов на тему: «Вычисление опреде- лённых интегралов методом Монте-Карло»	2
	Практическое занятие	Метод проектов на тему: «Моделирование СМО с отказами»	2
	Практическое занятие	Метод проектов на тему: «Моделирование СМО с очередью»	2
	Практическое занятие	Метод проектов на тему: «Оптимизация параметров СМО»	2
<i>Итого:</i>			18

Для лиц с ОВЗ предусмотрена организация консультаций со студентом при помощи электронной информационно-образовательной среды ВУЗа.

## **4 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

### **4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля**

Текущий контроль знаний студентов выполняется в ходе проведения практических занятий путем проверки результатов ответов студентов на вопросы самопроверки и выполнения аудиторных контрольных работ. Цель контрольных работ – контроль освоения теоретического и практического материала по дисциплине. Задания контрольных работ аналогичны заданиям, представленным в задачниках по дисциплине, приведённых в списке основной и дополнительной литературы.

В качестве оценочных средств для самоконтроля могут служить:

- 1) задания, представленные в задачниках по дисциплине, приведённых в списке основной и дополнительной литературы в разделе 5;
- 2) перечень вопросов для подготовки к зачёту и контроля самостоятельной работы студента, приведённый в подразделе 4.2.

### **4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации**

Оценочные средства для промежуточной аттестации имеют целью выявление степени освоения теоретических знаний и практических навыков по дисциплине «Математическое моделирование» как базу для формирования надлежащих компетенций.

Перечень вопросов для подготовки к зачёту и контроля СРС.

1. Понятие модели и моделирования. Цель и целесообразность моделирования.
2. Основные свойства моделей.
3. Классификация методов моделирования.

4. Этапы моделирования.
5. Математические модели (ММ), их особенности и актуальность применения.
6. Классификация ММ.
7. Особенности построения ММ.
8. Погрешности, возникающие при ММ.
9. Классификация переменных ММ.
10. Операторная запись ММ. Прямая и обратная задачи.
11. Понятие и примеры феноменологических законов.
12. Решение задачи о назначениях методом полного перебора.
13. Решение задачи о назначениях венгерским методом.
14. Сопоставление эффективности алгоритмов.
15. Моделирование процесса теплообмена.
16. Расчёт параметров теплообмена с переменным коэффициентом теплообмена.
17. Идентификация коэффициента теплообмена на основе МНК.
18. Моделирование процесса движения маятника.
19. Учёт сопротивления среды.
20. Идентификация коэффициента сопротивления среды.
21. Проверка адекватности математических моделей.
22. Моделирование случайных величин и их применение к решению задач теории вероятностей.
23. Вычисление определённых интегралов методом Монте-Карло.
24. Моделирование СМО с отказами.
25. Моделирование СМО с очередью.
26. Оптимизация параметров СМО.

Оценка «Зачтено» выставляется при условии, что студент проявил знания основного минимума изученного материала в объеме, необходимом для последующего обучения. Практическое задание выполнено, возможно, не в полном объёме, имеются отдельные неточности и ошибки.

Оценка «Не зачтено» выставляется при условии, что обнаружены существенные пробелы в знании основного материала, Практическое задание выполнено не в полном объёме, имеются существенные ошибки, окончательных ответов не получено.

## **5 ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **5.1 Основная литература**

1. Ибрагимов, Н.Х. Практический курс дифференциальных уравнений и математического моделирования. Классические и новые методы. Нелинейные математические модели. Симметрия и принципы инвариантности [Электронный ресурс] : учеб. – Электрон. дан. – Москва : Физматлит, 2012. – 332 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/5268>.
2. Туганбаев, А.А. Теория вероятностей и математическая статистика [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.А. Туганбаев, В.Г. Крупин. – Электрон. дан. – Санкт-Петербург : Лань, 2011. – 320 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/652>.
3. Голубева, Н.В. Математическое моделирование систем и процессов [Электронный ресурс] : учеб. пособие – Электрон. дан. – Санкт-Петербург : Лань, 2016. – 192 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/76825>.

Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья имеются издания в электронном виде в ЭБС «Лань» и «Юрайт».

## 5.2 Дополнительная литература

4. Юдович, В.И. Математические модели естественных наук [Электронный ресурс] : учеб. пособие – Электрон. дан. – Санкт-Петербург : Лань, 2011. – 336 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/689>.
5. Копченова, Н.В. Вычислительная математика в примерах и задачах [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Н.В. Копченова, И.А. Марон. – Электрон. дан. – Санкт-Петербург : Лань, 2017. – 368 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/96854>.
6. Горюнов, А.Ф. Методы математической физики в примерах и задачах. В 2 т. Т.1 [Электронный ресурс] : учеб. пособие – Электрон. дан. – Москва : Физматлит, 2015. – 872 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/71999>.
7. Волков, К.Н. Вычислительные технологии в задачах механики жидкости и газа [Электронный ресурс] : учеб. пособие / К.Н. Волков, В.Н. Емельянов. – Электрон. дан. – Москва : Физматлит, 2012. – 468 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/59637>.

## 6 ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. ЭБС «Университетская библиотека online». Режим доступа: [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru).
2. ЭБС издательства «Лань». Режим доступа: <http://e.lanbook.com>.
3. ЭБС «Юрайт». Режим доступа: <http://www.biblio-online.ru>.
4. ЭБС «ZNANIUM.COM». Режим доступа: [www.znanium.com](http://www.znanium.com).

## 7 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебный план по дисциплине «Математическое моделирование» предусматривает проведение внеаудиторной самостоятельной работы студентов. Основная цель самостоятельной работы студентов состоит в закреплении, расширении и углублении знаний материала, изучаемого на аудиторных занятиях, формировании навыков исследовательской работы и повышении образовательного уровня студентов без непосредственного участия преподавателя. Самостоятельная работа студентов по дисциплине включает следующие виды деятельности:

- проработку и анализ лекционного материала;
- изучение учебной литературы;
- поиск информации в сети Интернет по различным вопросам;
- выполнение расчётных заданий и решение задач;
- работу с вопросами для самопроверки по темам курса;
- подготовку к контрольной работе;
- подготовку к зачёту.

Организация процесса СРС по дисциплине представлена в таблице.

№	Наименование раздела	Содержание СРС	Кол-во часов	Форма контроля
1	Общие понятия математического моделирования	Проработка лекционного материала. Изучение учебной литературы. Выполнение практических домашних заданий.	2	УО

№	Наименование раздела	Содержание СРС	Кол-во часов	Форма контроля
2	Моделирование детерминированных процессов	Проработка лекционного материала. Изучение учебной литературы. Выполнение практических домашних заданий. Подготовка к контрольной работе.	10,8	УО, АКР
3	Моделирование стохастических процессов	Проработка лекционного материала. Изучение учебной литературы. Выполнение практических домашних заданий.	5	УО
–	–	–	17,8	–

## 8 ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 8.1 Перечень необходимого программного обеспечения

В ходе изучения данной дисциплины может использоваться следующее программное обеспечение:

- интернет-браузеры для просмотра сайтов в сети Интернет;
- система программирования Visual Basic for Applications.

### 8.2 Перечень необходимых информационных справочных систем

1. <http://en.wikipedia.ru> – созданная пользователями интернет-энциклопедия.
2. <http://mathworld.wolfram.com> – краткие энциклопедические статьи по математике.
3. <http://eqworld.ipmnet.ru> – решение различных типов уравнений.
4. <http://www.matburo.ru> – ссылки на лучшие материалы по высшей математике.
5. <http://www.exponenta.ru> – математика от пределов и производных до методов оптимизации, уравнений математической физики и проверки статистических гипотез в среде самых популярных математических пакетов.
6. <http://www.allmath.ru/> – математический портал, на котором представлен широкий круг материалов по математическим дисциплинам.
7. <http://math.semestr.ru> – автоматический сервис для самостоятельной работы студентов. Позволяет проверить ответ и проследить ход решения задачи.
8. [www.Math-Net.ru](http://www.Math-Net.ru) – общероссийский математический портал.

## 9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Распределение видов материально-технического обеспечения по видам занятий представлено в таблице.

Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины и оснащенность
Лекционные занятия	Лекционные аудитории, оснащенные презентационной техникой (проектор, экран, ноутбук) и соответствующим программным обеспечением

Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины и оснащенность
Практические занятия	Аудитории, оснащенные презентационной техникой (проектор, экран, ноутбук), персональными компьютерами и соответствующим программным обеспечением
Текущий контроль, промежуточная аттестация	Учебные аудитории
Самостоятельная работа	Кабинеты для самостоятельной работы, оснащенные персональными компьютерами с возможностью подключения к сети Интернет, программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета