

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**СОГЛАСОВАНО**

**Заведующий кафедрой**

**Кафедра прикладной  
математики и компьютерной  
безопасности (ПМКБ\_ИКИТ)**

наименование кафедры

подпись, инициалы, фамилия

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

институт, реализующий ОП ВО

**УТВЕРЖДАЮ**

**Заведующий кафедрой**

**Кафедра прикладной математики  
и компьютерной безопасности  
(ПМКБ\_ИКИТ)**

наименование кафедры

**д.ф.-м.н., профессор Кытманов  
А.А.**

подпись, инициалы, фамилия

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

институт, реализующий дисциплину

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ  
МОДЕЛИРОВАНИЕ  
(MATHEMATICAL MODELING)**

Дисциплина Б1.О.01 Математическое моделирование (Mathematical Modeling)

Направление подготовки /  
специальность 01.04.02 Прикладная математика и информатика,  
программа 01 04 02 09 Data Science and

Направленность  
(профиль)

Форма обучения

очная

Год набора

2021

Красноярск 2021

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования с учетом профессиональных стандартов по укрупненной группе

010000 «МАТЕМАТИКА И МЕХАНИКА»

---

Направление подготовки /специальность (профиль/специализация)

Направление 01.04.02 Прикладная математика и информатика,  
программа 01.04.02.09 Data Science and Mathematical Modeling

---

Программу  
составили

---

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины

### 1.1 Цель преподавания дисциплины

Целью преподавания дисциплины Математическое моделирование является обучение студентов основным принципам построения математических моделей и их применению для исследования различных природных, технологических и социальных процессов.

### 1.2 Задачи изучения дисциплины

Задачами изучения дисциплины Математическое моделирование являются: знакомство с важнейшими понятиями теории математического моделирования и основными типами моделей; изучение теоретических основ, приемов и методов математического моделирования; знакомство с качественными и приближенными аналитическими методами исследования математических моделей; применение математического моделирования для решения научных и технических, фундаментальных и прикладных проблем; исследование математических моделей физических, химических, биологических и других естественнонаучных и технических объектов, а также социальных, экономических систем.

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

**ОПК-3:Способен разрабатывать математические модели и проводить их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности.**

**ОПК-3.1:Знать: основные методы аналитического и численного решения задач фундаментальной и прикладной математики, основные проблемы конкретной предметной области, требующие использования современных научных методов исследования; методы и средства теоретических научных исследований, позволяющие решать конкретные проблемы данной предметной области, методы построения математических моделей типовых профессиональных задач, способы нахождения решений математических моделей и содержательной интерпретации полученных результатов; методы математической обработки результатов решения профессиональных задач.**

Уровень 1 | основные подходы к построению математических моделей

**ОПК-3.2:Уметь: составлять математические модели типовых профессиональных задач, находить способы их решения и профессионально интерпретировать смысл полученного результата; применять методы различных математических дисциплин для составления математических моделей; решать уравнения и системы дифференциальных уравнений применительно к реальным процессам; анализировать и синтезировать находящуюся в распоряжении информацию и принимать на этой основе адекватные решения; ставить и решать прикладные исследовательские задачи; оценивать результаты исследований; формулировать результаты проведенного**

<b>исследования в виде конкретных рекомендаций, выраженных в терминах предметной области изучаемого явления.</b>	
Уровень 1	выбирать и применять адекватные методы математического моделирования для изучения объектов окружающего мира
<b>ОПК-3.3: Владеть: методами построения математических моделей типовых профессиональных задач, способами нахождения решений математических моделей и содержательной интерпретации полученных результатов; методами математической обработки результатов решения профессиональных задач; пакетами прикладных программ.</b>	
Уровень 1	методами построения математических моделей и нахождения их решений
<b>ОПК-2: Способен совершенствовать и реализовывать новые математические методы решения прикладных задач.</b>	
<b>ОПК-2.1: Знать: основные понятия, методы аналитического и численного решения задач фундаментальной и прикладной математики, способы и методы проведения натурального эксперимента и его интерпретации, методы верификации математических моделей.</b>	
Уровень 1	аналитические и численные методы построения решений математических моделей
<b>ОПК-2.2: Уметь: применять полученную теоретическую базу для решения конкретных практических задач, грамотно использовать математические модели в научных исследованиях, разрабатывать новые математические методы и алгоритмы интерпретации натурального эксперимента на основе его математической модели.</b>	
Уровень 1	интерпретировать результаты полученные в процессе математического моделирования
<b>ОПК-2.3: Владеть: основными методами научных исследований, навыками проведения лабораторного эксперимента, статистической обработки экспериментальных данных, методами и алгоритмами интерпретации натурального эксперимента на основе его математической модели с помощью современных программных комплексов.</b>	
Уровень 1	навыками работы в программных пакетах компьютерной математики
<b>ОПК-1: Способен решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики.</b>	
<b>ОПК-1.1: Знать: методы аналитического и численного решения задач фундаментальной и прикладной математики, информационные технологии и основы работы с ними.</b>	
Уровень 1	основные принципы математического моделирования
<b>ОПК-1.2: Уметь: использовать методы аналитического и численного решения задач фундаментальной и прикладной математики; использовать информационные технологии при решении задач фундаментальной и прикладной математики.</b>	
Уровень 1	применять основные принципы математического для описания явлений окружающего мира
<b>ОПК-1.3: Владеть: методами аналитического и численного решения задач фундаментальной и прикладной математики, информационными технологиями и основами их использования.</b>	
Уровень 3	методами качественного анализа систем обыкновенных дифференциальных уравнений

<b>УК-1:Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий.</b>	
<b>УК-1.1:Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними.</b>	
Уровень 1	теоретические основы математического моделирования как научного метода
Уровень 1	адекватно подойти к проблеме моделирования процессов в различных областях техники, естествознания, экономики и управления
Уровень 1	навыками разработки математических моделей процессов, систем, объектов и технологий
<b>УК-1.4:Разрабатывает и содержательно аргументирует стратегию решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарных подходов.</b>	
Уровень 1	иерархический подход построения математических моделей
Уровень 1	строить иерархии математических моделей
Уровень 1	навыками построения математических моделей

#### 1.4 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Математическое моделирование является базовой и изучается в 1 семестре магистратуры.

Имитационное моделирование (Simulation Modeling)

#### 1.5 Особенности реализации дисциплины

Язык реализации дисциплины Английский.

Дисциплина (модуль) реализуется с применением ЭО и ДОТ

<https://e.sfu-kras.ru/course/view.php?id=26701>

## 2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.час)	Семестр
		1
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>6 (216)</b>	<b>6 (216)</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>1,5 (54)</b>	<b>1,5 (54)</b>
занятия лекционного типа	0,5 (18)	0,5 (18)
занятия семинарского типа		
в том числе: семинары		
практические занятия	1 (36)	1 (36)
практикумы		
лабораторные работы		
другие виды контактной работы		
в том числе: групповые консультации		
индивидуальные консультации		
иная внеаудиторная контактная работа:		
групповые занятия		
индивидуальные занятия		
<b>Самостоятельная работа обучающихся:</b>	<b>3,5 (126)</b>	<b>3,5 (126)</b>
изучение теоретического курса (ТО)		
расчетно-графические задания, задачи (РГЗ)		
реферат, эссе (Р)		
курсовое проектирование (КП)	Нет	Нет
курсовая работа (КР)	Нет	Нет
<b>Промежуточная аттестация (Экзамен)</b>	<b>1 (36)</b>	<b>1 (36)</b>

### 3 Содержание дисциплины (модуля)

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

№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа (акад. час)	Занятия семинарского типа		Самостоятельная работа, (акад. час)	Формируемые компетенции
			Семинары и/или Практические занятия (акад. час)	Лабораторные работы и/или Практикумы (акад. час)		
1	2	3	4	5	6	7
1	Fundamentals of Mathematical Modeling	2	16	0	30	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3 УК-1.1 УК-1.4
2	Elements of the theory of dynamical systems	6	6	0	28	ОПК-1.1 ОПК-1.3 ОПК-3.1
3	Mathematical Models of Chemical Kinetics	5	4	0	21	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.2 ОПК-3.2 ОПК-3.3 УК-1.4
4	Population dynamics	3	2	0	18	ОПК-2.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3
5	stochastic modeling	1	4	0	12	ОПК-1.1 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.3 УК-1.4
6	Financial and economic modeling	1	4	0	17	ОПК-1.2 ОПК-2.2 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3
Всего		18	36	0	126	

#### 3.2 Занятия лекционного типа

№	№ раздела	Наименование занятий	Объем в акад. часах
---	-----------	----------------------	---------------------

п/п	ДИСЦИПЛИНЫ		Всего	В том числе, в инновационной форме	В том числе, в электронной форме
1	1	The role of mathematical modeling in the process of cognition. The concept of a mathematical model. The principles of construction and classification of models.	1	0	0
2	1	Stages of mathematical modeling. Triad model, algorithm, program. Direct and inverse problems of mathematical modeling. Examples.	1	0	0
3	2	The concept of a dynamic system. Systems described by ordinary differential equations. Conservative and dissipative systems.	1	0	0
4	2	Equilibrium position. Stability, instability. Asymptotic stability. Linear stability analysis. Phase portraits of dynamical systems.	2	0	0
5	2	Periodic trajectories, stable and unstable limit cycles.	1	0	0
6	2	Self-oscillations. Van der Pol Generator.	1	0	0
7	2	Lorentz system.	1	0	0
8	3	Types of chemical reactions. Speed reaction. The law of the masses. Differential equations of chemical kinetics.	1	0	0
9	3	Irreversible reactions of the 1st order and 2nd order. Methods for determining the order of a chemical reaction.	1	0	0



10	3	Reversible first order reactions. The method of quasi-equilibrium concentrations.	1	0	0
11	3	Sequential reactions of the first order. The method of quasistationary concentrations	1	0	0
12	3	The effect of temperature on the rate of a chemical reaction. Law of Arrhenius. Determination of the temperature dependence of the reaction rate constant.	1	0	0
13	4	Principles of modeling the dynamics of populations. Malthus model. Logistic model. Epidemic models.	2	0	0
14	4	Predator-prey system. Volterra model.	1	0	0
15	5	Stochastic processes. Discrete and continuous time Markov chains	1	0	0
16	6	Modeling financial and economic processes	1	0	0
Всего			18	0	0

### 3.3 Занятия семинарского типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	1	Different approaches to the classification of models. Functional and structural models.	2	0	0
2	1	Discrete and continuous models. Dynamic and static models.	2	0	0
3	1	Deterministic and stochastic models. Linear and nonlinear models.	2	0	0
4	1	Building models based on fundamental laws of nature.	2	0	0

5	1	Obtaining models from variational principles.	2	0	0
6	1	A hierarchical approach to obtaining mathematical models.	2	0	0
7	1	The principle of analogy in the construction of models.	2	0	0
8	1	Correct and incorrect tasks. Optimization of models.	2	0	0
9	2	The concept of bifurcation. Types of bifurcations, bifurcation diagrams.	2	0	0
10	2	Attractors. Deterministic chaos, strange attractors.	4	0	0
11	3	Workshop on solving the problems of chemical kinetics.	4	0	0
12	4	The dynamics of the accumulation of amoebas. Dissipative biological structures.	2	0	0
13	5	Markov processes. Applications to chemical and biological systems	2	0	0
14	5	Simulation modeling. Monte Carlo Method	2	0	0
15	6	Macromodel of equilibrium of a market economy	2	0	0
16	6	Macromodel of equilibrium of a market economy	2	0	0
Всего			36	0	0

### 3.4 Лабораторные занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
Всего					

## 5 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

**6 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

6.1. Основная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Алюков С. В.	Approximation of Step Functions in Problems of Mathematical Modeling/Mathematical Models and Computer Simulations, No. 5, Vol. 3, 2011	New York/Москва: Pleiades Publishing, Ltd. МАИК Наука/Интерпериодика, 2011
6.2. Дополнительная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Bielecki T. R., Rutkowski M.	Credit Risk: Modeling, Valuation and Hedging	Berlin: Springer, 2004
Л2.2	Jakel O., Banas M., Drag B.	Metafory w abstrakcyjnych domenach dyskursu; kognitywno-lingwistyczna analiza metaforycznych modeli aktywnosci umyslowej, gospodarki i nauki	Krakow: Wydawcow Prac Naukowych universitas, 2003
Л2.3		Modeling of chemical kinetics and reactor design	Boston: Butterworth-Heinemann, 2001
Л2.4	Tosun I.	Modelling in transport phenomena: a conceptual approach	Amsterdam: Elzevier, 2002
Л2.5	Alcock C. B.	Thermochemical processes: principles and models	Oxford: Butterworth-Heinemann, 2001
Л2.6	Seleznev V. E., Pryavol S. N.	Computational fluid dynamics of trunklines systems. Methods for Constructing Flow Models in Branched Trunklines and Open Channels	Москва: URSS, 2014

## **8 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

В соответствии с учебным планом дисциплина «Математическое моделирование» изучается в 1-м семестре. На ее изучение отводится 2 часа лекционных занятий, 2 часа практических занятий и 6 часов самостоятельной работы в неделю.

Самостоятельная работа студентов (изучение теоретического материала и решение задач) контролируется проверкой решения задач, представляемых обучаемыми в письменном виде.

По окончании изучения дисциплины проводится экзамен в письменной форме по списку вопросов.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей. Для людей с ограниченными возможностями используется программа Skype.

Для лиц с нарушениями слуха задачи для решения выдаются на практических занятиях. Форма контроля – письменная проверка.

Для лиц с нарушением зрения используются вопросы, приведенные в ФОС. Форма контроля – индивидуальная устная проверка.

Для лиц с нарушением опорно-двигательного аппарата предполагается решение задач и ответы на вопросы в дистанционной форме. Организация контроля осуществляется с помощью программы Skype.

## **9 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)**

### **9.1 Перечень необходимого программного обеспечения**

9.1.1	Программное обеспечение: Maple V, SciLab
-------	------------------------------------------

### **9.2 Перечень необходимых информационных справочных систем**

9.2.1	Электронные каталоги библиотек (СФУ, РГБ, РНБ).
-------	-------------------------------------------------

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

Учебные аудитории для проведения лекционных занятий должны быть оборудованы техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации студентам (доска и проектор). Учебные аудитории для проведения практических занятий должны быть оснащены компьютерной техникой с необходимым программным обеспечением, а помещения для самостоятельной работы обучающихся – компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду СФУ.

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