

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

**А.А. Кытманов**

подпись, инициалы, фамилия

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

институт, реализующий дисциплину

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
ИМИТАЦИОННОЕ  
МОДЕЛИРОВАНИЕ (SIMULATION  
MODELING)**

Дисциплина Б1.О.04 Имитационное моделирование (Simulation Modeling)

Направление подготовки / 01.04.02 Прикладная математика и  
специальность 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

обучение основным принципам построения имитационных моделей для прикладных систем различной степени сложности и проведения экспериментов на их основе

### 1.2 Задачи изучения дисциплины

- знакомство с современными парадигмами имитационного моделирования
- изучение теоретических основ, приемов и методов имитационного моделирования
- формирование представлений о широком спектре приложений методов имитационного моделирования для решения сложных научно-технических проблем

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

<b>ОПК-3:Способен разрабатывать математические модели и проводить их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности.</b>	
<b>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.</b>	
Уровень 1	основные подходы к построению имитационных моделей
Уровень 1	выбирать и применять адекватные методы имитационного моделирования для изучения объектов сложной динамики и структуры
Уровень 1	навыками отладки имитационных моделей
<b>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 исследования в виде конкретных рекомендаций, выраженных в терминах</b>	

<b>предметной области изучаемого явления.</b>	
Уровень 1	основные подходы к построению имитационных моделей
Уровень 1	выбирать и применять адекватные методы имитационного моделирования для изучения объектов сложной динамики и структуры
Уровень 1	навыками отладки имитационных моделей
<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	основные подходы к построению имитационных моделей
Уровень 1	выбирать и применять адекватные методы имитационного моделирования для изучения объектов сложной динамики и структуры
Уровень 1	навыками отладки имитационных моделей
<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	возможности и границы применимости методов имитационного моделирования
Уровень 1	проводить имитационные эксперименты и интерпретировать их результаты
Уровень 1	методами принятия решений на основе результатов имитационного исследования
<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	возможности и границы применимости методов имитационного моделирования
Уровень 1	проводить имитационные эксперименты и интерпретировать их результаты
Уровень 1	методами принятия решений на основе результатов имитационного исследования
<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	возможности и границы применимости методов имитационного моделирования
Уровень 1	проводить имитационные эксперименты и интерпретировать их результаты

Уровень 1	методами принятия решений на основе результатов имитационного исследования
<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	системно-динамический, дискретно-событийный и агентный подходы в имитационном моделировании
Уровень 1	осуществлять качественный и количественный анализ имитационных моделей
Уровень 1	навыками работы с популярными программными пакетами, используемыми для задач имитационного 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	системно-динамический, дискретно-событийный и агентный подходы в имитационном моделировании
Уровень 1	осуществлять качественный и количественный анализ имитационных моделей
Уровень 1	навыками работы с популярными программными пакетами, используемыми для задач имитационного моделирования
<b>ОПК-1.3:Владеть: методы аналитического и численного решения задач фундаментальной и прикладной математики, информационными технологиями и основами их использования.</b>	
Уровень 1	системно-динамический, дискретно-событийный и агентный подходы в имитационном моделировании
Уровень 1	осуществлять качественный и количественный анализ имитационных моделей
Уровень 1	навыками работы с популярными программными пакетами, используемыми для задач имитационного моделирования
<b>УК-1:Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий.</b>	
<b>УК-1.1:Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними.</b>	
Уровень 1	теоретические основы имитационного моделирования как научного метода
Уровень 1	адекватно подойти к проблеме моделирования процессов в различных областях техники, естествознания, экономики и управления
Уровень 1	навыками разработки имитационных 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	теоретические основы имитационного моделирования как научного метода
Уровень 1	адекватно подойти к проблеме моделирования процессов в

	различных областях техники, естествознания, экономики и управления
Уровень 1	навыками разработки имитационных моделей процессов, систем, объектов и технологий

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

Математическое моделирование (Mathematical Modeling)

Мультиагентные системы (Multi-Agent Systems)

#### 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=26702>

## 2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.час)	Семестр
		2
<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	Введение в имитационное моделирование	2	2	0	8	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 УК-1.1 УК-1.4
2	Системная динамика	6	14	0	46	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3
3	Агентное моделирование	6	10	0	36	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
4	Дискретно-событийное моделирование	4	10	0	36	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
Всего		18	36	0	126	

#### 3.2 Занятия лекционного 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	Основы имитационного моделирования	2	0	0
2	2	Системная динамика	2	0	0
3	2	Диаграммы потоков	2	0	0
4	2	Тестирование и валидация моделей	2	0	0



5	3	Агентное моделирование	2	0	0
6	3	Клеточные автоматы	2	0	0
7	3	Метод Монте-Карло	2	0	0
8	4	Дискретно-событийное моделирование	2	0	0
9	4	Системы массового обслуживания	2	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	Знакомство с программными пакетами имитационного моделирования AnyLogic, NetLogo, SciLab, GPSS	2	0	0
2	2	Анализ сигналов	8	0	0
3	2	Динамика популяций	4	0	0
4	2	Цепи распада	2	0	0
5	3	Агентные модели систем различной природы	6	0	0
6	3	Клеточные автоматы	2	0	0
7	3	Метод Монте-Карло	2	0	0
8	4	Дискретно-событийные модели	8	0	0
9	4	Системы массового обслуживания	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					

#### 4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Бронов С. А.	Имитационное моделирование: электрон. учеб.-метод. комплекс дисциплины	Красноярск: ИПК СФУ, 2007
Л1.2	Федченко Д. П., Бикмурзин Р. В.	Клеточные автоматы: учебно-методическое пособие	Красноярск: СФУ, 2021

#### 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	Павловский Ю. Н., Белотелов Н. В., Бродский Ю. И.	Имитационное моделирование: учеб. пособие для вузов по спец. направления подготовки "Прикладная математика и информатика"	Москва: Академия, 2008
Л1.2	Акопов А. С.	Имитационное моделирование: учебник и практикум для академического бакалавриата	Москва: Юрайт, 2017
6.2. Дополнительная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Углев В.А., Устинов В.А.	Имитационное моделирование: учебное пособие.; рекомендовано СибРУМЦ	Абакан: Ред.-изд. сектор ХТИ - филиала СФУ, 2011
Л2.2	Мезенцев К. Н.	Мультиагентное моделирование в среде NetLogo: учебное пособие	Санкт-Петербург: Лань, 2015
Л2.3	Капитанов Д. В., Капитанова О. В.	Введение в SciLab: практикум	Нижний Новгород: ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2019
6.3. Методические разработки			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год

ЛЗ.1	Бронов С. А.	Имитационное моделирование: электрон. учеб.-метод. комплекс дисциплины	Красноярск: ИПК СФУ, 2007
ЛЗ.2	Федченко Д. П., Бикмурзин Р. В.	Клеточные автоматы: учебно-методическое пособие	Красноярск: СФУ, 2021

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

Для допуска к экзамену по дисциплине, студенты должны:

- прослушать все лекции по дисциплине или, в случае пропуска, изучить необходимые теоретических материал самостоятельно с помощью рекомендованных источников литературы;
- выполнить индивидуальные задания на моделирование в AnyLogic, SciLab, NetLogo, GPSS
- написать реферат и защитить его преподавателю в ходе устного собеседования

Экзаментационный билет состоит из 2 теоретических вопросов из списка вопросов к экзамену.

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

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

9.1.1	AnyLogic, GPSS, NetLogo, SciLab
-------	---------------------------------

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

9.2.1	электронные информационно-справочные ресурсы научной библиотеки СФУ ( <a href="http://bik.sfu-kras.ru">http://bik.sfu-kras.ru</a> )
-------	---

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

Учебные лаборатории и классы, оснащенные современными компьютерами, объединенными в локальные вычислительные сети с выходом в Интернет, а также периферийным и проекционным оборудованием.