

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.О.01 Математическое моделирование

наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом

Направление подготовки / специальность

01.04.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль)

01.04.02.07 Прикладные вычисления в науке и технике

Форма обучения

очная

Год набора

2022

Красноярск 2023

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Программу составили _____

должность, инициалы, фамилия

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

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине
ОПК-1: Способен решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики.	
ОПК-1.1: Знать: методы аналитического и численного решения задач фундаментальной и прикладной математики, информационные технологии и основы работы с ними.	основные принципы математического моделирования
ОПК-1.2: Уметь: использовать методы аналитического и численного решения задач фундаментальной и прикладной математики для решения задач фундаментальной и прикладной математики; использовать информационные технологии при решении задач фундаментальной и прикладной математики.	применять основные принципы математического моделирования для описания явлений окружающего мира

ОПК-1.3: Владеть: методы аналитического и численного	методами качественного анализа систем обыкновенных дифференциальных уравнений
решения задач фундаментальной и прикладной математики, информационными технологиями и основами их использования.	
ОПК-2: Способен совершенствовать и реализовывать новые математические методы решения прикладных задач.	
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.	аналитические и численные методы построения решений математических моделей
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.	интерпретировать результаты полученные в процессе математического моделирования
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.	навыками работы в программных пакетах компьютерной математики
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	основные подходы к построению математических моделей
<p>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.</p>	

<p>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</p>	<p>выбирать и применять адекватные методы математического моделирования для изучения объектов окружающего мира</p>
<p>исследования в виде конкретных рекомендаций, выраженных в терминах предметной области изучаемого явления.</p>	
<p>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.</p>	<p>методами построения математических моделей и нахождения их решений</p>
<p>УК-1: Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий.</p>	

УК-1.1: Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними.	теоретические основы математического моделирования как научного метода адекватно подойти к проблеме моделирования процессов в различных областях техники, естествознания, экономики и управления
	навыками разработки математических моделей процессов, систем, объектов и технологий
УК-1.2: Определяет пробелы в информации, необходимой для решения проблемной ситуации, и проектирует процессы по их устранению.	вариационные принципы построения математических моделей применять вариационные принципы для построения математических моделей приемами применения вариационных принципов в математическом моделировании
УК-1.3: Критически оценивает надежность источников информации, работает с противоречивой информацией из разных источников.	методологию математического моделирования выбрать адекватный подход для описания моделируемого процесса навыками выбора подходящего метода математического моделирования в конкретной ситуации
УК-1.4: Разрабатывает и содержательно аргументирует стратегию решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарных подходов.	иерархический подход построения математических моделей строить иерархии математических моделей навыками построения математических моделей
УК-1.5: Использует логико-методологический инструментарий для критической оценки современных концепций философского и социального характера в своей предметной области.	принцип аналогий для построения математических моделей применять принцип аналогий в процессе математического моделирования приемами использования принципа аналогий для моделирования процессов различной природы

1.4 Особенности реализации дисциплины

Язык реализации дисциплины: Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется с применением ЭО и ДОТ

URL-адрес и название электронного обучающего курса: <https://e.sfu-kras.ru/course/view.php?id=16655>.

2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.час)	е
		1
Контактная работа с преподавателем:	1,5 (54)	
занятия лекционного типа	0,5 (18)	
практические занятия	1 (36)	
Самостоятельная работа обучающихся:	3,5 (126)	
курсовое проектирование (КП)	Нет	
курсовая работа (КР)	Нет	
Промежуточная аттестация (Экзамен)	1 (36)	

3 Содержание дисциплины (модуля)

3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

		Контактная работа, ак. час.							
№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа				Самостоятельная работа, ак. час.	
				Семинары и/или Практические занятия		Лабораторные работы и/или Практикумы			
		Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС
1. Основы математического моделирования									
	1. Роль математического моделирования в процессе познания. Понятие математической модели. Принципы построения и классификации моделей.	1							
	2. Этапы математического моделирования. Триада модель, алгоритм, программа. Прямая и обратная задачи математического моделирования. Примеры.	1							
	3. Различные подходы к классификации моделей. Функциональные и структурные модели.			2					
	4. Дискретные и непрерывные модели. Динамические и статические модели.			2					
	5. Детерминированные и стохастические модели. Линейные и нелинейные модели.			2					
	6. Построение моделей на основе фундаментальных законов природы.			2					

7. Получение моделей из вариационных принципов.			2					
8. Иерархический подход к получению математических моделей.			2					
9. Принцип аналогии при построении моделей.			2					
10. Корректные и некорректные задачи. Оптимизация моделей.			2					
11. Основы математического моделирования.							30	
2. Элементы теории динамических систем								
1. Понятие динамической системы. Системы, описываемые обыкновенными дифференциальными уравнениями. Консервативные и диссипативные системы.	1							
2. Положения равновесия. Устойчивость, неустойчивость. Асимптотическая устойчивость. Линейный анализ устойчивости. Фазовые портреты динамических систем.	2							
3. Периодические траектории, устойчивые и неустойчивые предельные циклы.	1							
4. Автоколебания. Генератор Ван-дер-Поля.	1							
5. Система Лоренца.	1							
6. Понятие бифуркации. Типы бифуркаций, бифуркационные диаграммы.			2					
7. Аттракторы. Детерминированный хаос, странные аттракторы.			4					
8. Элементы теории динамических систем.							27	
3. Математические модели химической кинетики								

1. Типы химических реакций. Скорость реакции. Закон действующих масс. Дифференциальные уравнения химической кинетики.	1							
2. Необратимые реакции 1-го порядка и 2-го порядков. Методы определения порядка химической реакции.	1							
3. Обратимые реакции первого порядка. Метод квазиравновесных концентраций.	1							
4. Последовательные реакции первого порядка. Метод квазистационарных концентраций.	1							
5. Влияние температуры на скорость химической реакции. Закон Аррениуса. Определение параметров температурной зависимости константы скорости реакции.	1							
6. Практикум по решению задач химической кинетики.			4					
7. Математические модели химической кинетики.							24	
4. Популяционная динамика								
1. Принципы моделирования динамики популяций. Модель Мальтуса. Логистическая модель. Модели эпидемий.	2							
2. Система «хищник-жертва». Модель Вольтерра.	1							
3. Динамика скопления амёб. Диссипативные биологические структуры.			2					
4. Популяционная динамика.							18	
5. Стохастическое моделирование								
1. Стохастические процессы. Цепи Маркова с непрерывным и дискретным временем.	1							
2. Марковские процессы. Приложения к химическим и биологическим системам.			2					

3. Имитационное моделирование. Метод Монте–Карло.			2					
4. Стохастическое моделирование.							18	
6. Финансово-экономическое моделирование								
1. Моделирование финансовых и экономических процессов.	1							
2. Макромодель равновесия рыночной экономики.			2					
3. Модель взаимозачета долгов предприятий.			2					
4. Моделирование финансовых и экономических процессов.							9	
Всего	18		36				126	

4 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

4.1 Печатные и электронные издания:

1. Кузнецов С. П. Динамический хаос: курс лекций(Москва: Физико-математическая литература).
2. Арнольд В. И. Обыкновенные дифференциальные уравнения: учебное пособие для механико-математических специальностей вузов(Ижевск: [R&C Dynamics] Регулярная и хаотическая динамика [РХД]).
3. Белоусова Н. В., Белоусов О. В., Дидух С. Л., Чубаров А. В. Химическая кинетика: электрон. учеб.-метод. комплекс дисциплины(Красноярск: ИПК СФУ).
4. Бронев С. А. Имитационное моделирование: электрон. учеб.-метод. комплекс дисциплины(Красноярск: ИПК СФУ).
5. Рогозин Д. Ю. Биофизика популяций: учебно-методическое пособие для практических занятий студентов специальности 010708.65 «Биохимическая физика»(Красноярск: СФУ).
6. Самарский А. А., Михайлов А. П. Математическое моделирование. Идеи. Методы. Примеры(Москва: Физматлит).
7. Шихеева В. В. Теория случайных процессов. Марковские цепи(Москва: МИСИС).
8. Мышкис А. Д. Элементы теории математических моделей(М.: Наука. Физматлит).
9. Розов Н.Х., Колесов А.Ю., Садовничий В.А., Мищенко Е.Ф. Автоволновые процессы в нелинейных средах с диффузией(Москва: Физматлит).

4.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства (программное обеспечение, на которое университет имеет лицензию, а также свободно распространяемое программное обеспечение):

1. Программное обеспечение: Maple V, SciLab

4.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Электронные каталоги библиотек (СФУ, РГБ, РНБ).

5 Фонд оценочных средств

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

6 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.