

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)

01.04.02.08 Анализ данных и математическое моделирование

Форма обучения

очная

Год набора

2021

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.