

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Факультет математики и естественных наук



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по образовательной деятельности КФУ
Проф. Д.А. Гаурский
(ДО КФУ)

» _____ 20__ г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Математическое и имитационное моделирование Б1.В.ОД.8

Направление подготовки: 44.03.04 - Профессиональное обучение (по отраслям)

Профиль подготовки: Информатика, вычислительная техника и компьютерные технологии

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Минкин А.В.

Рецензент(ы):

Костин А.В.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Анисимова Т. И.

Протокол заседания кафедры No ____ от " ____ " _____ 201__ г

Учебно-методическая комиссия Елабужского института КФУ (Факультет математики и естественных наук):

Протокол заседания УМК No ____ от " ____ " _____ 201__ г

Регистрационный No 1016752518

Казань
2018

Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Минкин А.В. Кафедра математики и прикладной информатики Факультет математики и естественных наук ,
AVMinkin@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Изучение основных понятий и принципов математического и имитационного моделирования, ознакомление с моделями систем массового обслуживания

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.В.ОД.8 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям) и относится к обязательным дисциплинам. Осваивается на 4 курсе, 8 семестр.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-10 (профессиональные компетенции)	владением системой эвристических методов и приемов
ОПК-2 (профессиональные компетенции)	способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессионально-педагогической деятельности
ОПК-5 (профессиональные компетенции)	способностью самостоятельно работать на компьютере (элементарные навыки)
ОПК-9 (профессиональные компетенции)	готовностью анализировать информацию для решения проблем, возникающих в профессионально-педагогической деятельности
ПК-12 (профессиональные компетенции)	готовностью к участию в исследованиях проблем, возникающих в процессе подготовки рабочих, служащих и специалистов среднего звена
ПК-13 (профессиональные компетенции)	готовностью к поиску, созданию, распространению, применению новшеств и творчества в образовательном процессе для решения профессионально-педагогических задач
ПК-31 (профессиональные компетенции)	способностью использовать передовые отраслевые технологии в процессе обучения рабочей профессии (специальности)
ПК-33 (профессиональные компетенции)	готовностью к повышению производительности труда и качества продукции, экономии ресурсов и безопасности
ПК-36 (профессиональные компетенции)	готовностью к производительному труду

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

основные математические модели математической физики, химии, биологии, понятия теории нелинейных моделей, формулировки утверждений, методы их доказательства, возможные сферы их приложений;

2. должен уметь:

решать задачи вычислительного и аналитического характера в области математического моделирования;

3. должен владеть:

математическим аппаратом дифференциальных уравнений, методами решения задач и доказательства утверждений в этой области, навыками исследования математических моделей решения практических задач методами математического анализа и дифференциальных уравнений.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

использовать возможности образовательной среды для достижения личностных, метапредметных и предметных результатов обучения и обеспечения качества учебно-воспитательного процесса средствами преподаваемых учебных предметов; использовать естественнонаучные и математические знания для ориентирования в современном информационном пространстве.

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных(ые) единиц(ы) 144 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен в 8 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Некоторые известные модели математической физики	8		4	0	4	
2.	Тема 2. Задачи химической кинетики	8		4	0	4	
3.	Тема 3. Математическая теория борьбы за существование	8		4	0	4	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
4.	Тема 4. Моделирование процессов диффузии и переноса	8		4	0	4	
5.	Тема 5. Нелинейные модели	8		4	0	6	
6.	Тема 6. Динамика сорбции газов	8		6	0	6	
	Тема . Итоговая форма контроля	8		0	0	0	Экзамен
	Итого			26	0	28	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Некоторые известные модели математической физики

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Колебания камертона. Задача Стефана.

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Однофакторная модель. Двухфакторная модель. Свойства производственных функций. Предельные (маржинальные) и средние значения производственной функции. Доход.

Тема 2. Задачи химической кинетики

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Реакция Белоусова-Жаботинского. Брюсселятор.

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Коэффициенты прямых и полных материальных затрат. Свойства матрицы прямых и полных материальных затрат. Модель затрат труда. Модель фондоемкости продукции.

Тема 3. Математическая теория борьбы за существование

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Два вида, борющихся за общую пищу. Модель хищник-жертва. Другие типы взаимодействия.

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Генерация случайных чисел с заданным законом распределения. Основные понятия и соотношения.

Тема 4. Моделирование процессов диффузии и переноса

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Диффузионный процесс в активной среде с размножением. Задача экологического прогнозирования.

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Метод статистических испытаний Монте-Карло. Метод Монте-Карло. Оценка точности результатов, полученных методом Монте-Карло.

Тема 5. Нелинейные модели

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Уравнение Бюргера. Уравнение Кортевега - де Фриза.

лабораторная работа (6 часа(ов)):

Биржевой игрок. Описание модели. Прогон модели. Результаты моделирования.

Тема 6. Динамика сорбции газов

лекционное занятие (6 часа(ов)):

Метод Римана для гиперболического уравнения с двумя независимыми переменными. Уравнения сорбции газов. Асимптотическое решение.

лабораторная работа (6 часа(ов)):

Способы построения моделирующих алгоритмов систем массового обслуживания. Поток неперекрывающихся заявок. Поток перекрывающихся заявок. Проводка заявок без приоритета. Проводка заявок с приоритетом.

4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
3.	Тема 3. Математическая теория борьбы за существование	8		решение задания	27	тест
6.	Тема 6. Динамика сорбции газов	8		решение задания	27	тест
	Итого				54	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

В преподавании дисциплины используются следующие образовательные технологии: Информационные технологии - обучение в электронной образовательной среде с целью расширения доступа к образовательным ресурсам (теоретически к неограниченному объему и скорости доступа), увеличения контактного взаимодействия с преподавателем, построения индивидуальных траекторий подготовки и объективного контроля и мониторинга знаний студентов. Проблемное обучение - стимулирование студентов к самостоятельному приобретению знаний, необходимых для решения конкретной проблемы. Контекстное обучение - мотивация студентов к усвоению знаний путем выявления связей между конкретным знанием и его применением. Междисциплинарное обучение - использование знаний из разных областей, их группировка и концентрация в контексте решаемой задачи. Опережающая самостоятельная работа - изучение студентами нового материала до его изучения в ходе аудиторных занятий.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Тема 1. Некоторые известные модели математической физики

экзамен

Тема 2. Задачи химической кинетики

экзамен

Тема 3. Математическая теория борьбы за существование

тест, примерные вопросы:

1. Какое высказывание наиболее точно определяет понятие модель: 1) точная копия оригинала; 2) оригинал в миниатюре; 3) образ оригинала с наиболее присущими свойствами; 4) начальный замысел будущего объекта. 2. Компьютерное моделирование- это: 1) процесс построения модели компьютерными средствами; 2) процесс исследования объекта с помощью компьютерной модели; 3) построение модели на экране компьютера; 4) решение конкретной задачи с помощью компьютера. 3. Вербальной моделью является: 1) модель автомобиля; 2) сборник правил дорожного движения; 3) формула закона всемирного тяготения; 4) номенклатура списков товаров на складе. 4. Математической моделью является: 1) модель автомобиля; 2) сборник правил дорожного движения; 3) формула закона всемирного тяготения; 4) номенклатура списка товаров на складе. 5. Информационной моделью является: 1) модель автомобиля; 2) сборник правил дорожного движения; 3) формула закона всемирного тяготения; 4) номенклатура списка товаров на складе. 6. К детерминированным моделям относятся: 1) модель случайного блуждания частицы; 2) модель формирования очереди; 3) модель свободного падения тела в среде с сопротивлением; 4) модель игры орел\решка. 7. К стохастическим моделям относятся: 1) модель движения тела, брошенного под углом к горизонту; 2) модель броуновского движения; 3) модель таяния кусочка льда в стакане; 4) модель обтекания газом крыла самолета. 8. Последовательность этапов моделирования: 1) цель, объект, модель, метод, алгоритм, программа, эксперимент, анализ, уточнение; 2) цель, модель, объект, алгоритм, программа, эксперимент, уточнение выбора объекта; 3) объект, цель, модель, эксперимент, программа, анализ, тестирование; 4) объект, модель, цель, алгоритм, метод, программа, эксперимент. 9. Индуктивное моделирование предполагает: 1) гипотетическое описание модели; 2) решение задачи методом индукции; 3) решение задачи дедуктивным методом; 4) построение модели как частного случая глобальных законов природы. 10. Дедуктивное моделирование предполагает: 1) гипотетическое описание модели; 2) решение задачи методом индукции; 3) решение задачи дедуктивным методом; 4) построение модели как частного случая глобальных законов природы.

Тема 4. Моделирование процессов диффузии и переноса

экзамен

Тема 5. Нелинейные модели

экзамен

Тема 6. Динамика сорбции газов

тест, примерные вопросы:

1. компьютерный эксперимент это: 1) решение задачи на компьютере; 2) исследование модели с помощью компьютерной программы; 3) подключение компьютера для обработки физических экспериментов; 4) автоматизированное управление физическим экспериментом. 2. В имитационной модели "Жизнь" (Д. Конвей) количество стационарных конфигураций: 1) 2; 2) 3; 3) 4; 4) более 10. 3. Компьютерная модель "очередь" не может быть применена для оптимизации в следующих задачах: 1) обслуживание в магазине; 2) телефонная станция; 3) компьютерная сеть с выделением серверов; 4) спортивные соревнования. 4. В модели "очередь" случайный процесс формирования очереди является: 1) марковским; 2) немарковским; 3) линейным; 4) квазистационарным. 5. Для моделирования очереди менее всего подходит распределение длительности ожидания: 1) равновероятностное; 2) пуассоновское; 3) нормальное; 4) экспоненциальное. 6. Пусть автобусы двигаются интервалом в 10 минут. Каково среднее время ожидания транспорта на остановке при наличии одного маршрута: 1) 10 мин; 2) 0 мин; 3) 5 мин; 4) не определено. 7. Пусть автобусы двигаются интервалом в 10 минут. Каково среднее время ожидания транспорта на остановке при наличии двух маршрутов: 1) 5 мин; 2) менее 5 мин; 3) более 5 мин; 4) 10 мин. 8. Методом случайных испытаний (метод Монте-Карло) невозможно вычислить: 1) число π ; 2) площадь; 3) числа Фибоначчи; 4) корень уравнения. 9. С помощью имитационной системы случайного блуждания точек невозможно изучать: 1) законы идеального газа; 2) броуновское движение; 3) законы кинематики; 4) тепловые процессы. 10. Моделирование логических устройств без памяти: 1) это устройства, которые работают только лишь в двух дискретных состояниях: истина и ложь; 2) зависят не только от аргумента, но и от прежнего состояния устройства; 3) Устройства без памяти не зависят ни от аргумента, ни от прежнего состояния устройства; 4) законы кинематики.

Итоговая форма контроля

экзамен

Примерные вопросы к экзамену:

1. Модели. Моделирование как метод познания. Формализация. Классификация абстрактных моделей.

Компьютерное моделирование.

2. Цели и основные этапы компьютерного математического моделирования. Примеры моделей для различных

целей моделирования.

3. Этап формализации. Параметры модели. Классификация моделей по свойствам их параметров. Ранжирование

параметров. Устойчивость решений. Анализ результатов моделирования.

4. Различные подходы к классификации математических моделей.

5. Основные виды средств компьютерного моделирования. Визуализация в компьютерном моделировании.

Алгоритмы построения графиков функций, траекторий движения объектов.

6. Представление скалярных полей с помощью изолиний. Методы условных цветов, условного контрастирования.

Примеры использования визуализации в моделировании.

7. Аналитическое моделирование в физике. Примеры. Классификация моделей по общематематическим

свойствам: линейные и нелинейные модели. Примеры. Линеаризация. Интегрирование дифференциальных

уравнений.

8. Численное моделирование. Развитие физических теорий. Численный эксперимент. Его взаимосвязи с теорией

и лабораторным экспериментом. Модель движения тела, брошенного под углом к горизонту.

9. Достоверность численной модели. Ограничения чисел с плавающей точкой как модели действительных чисел.

Обусловленность задач. Устойчивость вычислительных алгоритмов. Анализ и интерпретация численных моделей.

10. Детерминированные физические модели. Свободное падение тела с учетом сопротивления среды. Модель

взлета ракеты.

11. Модели сплошных сред. Моделирование процесса теплопроводности. Понятие о методе конечных разностей.

12. Математические модели в экологии. Основные понятия экологии. Особенности и направления использования

математических моделей в биологии. Модель внутривидовой конкуренции в популяции с дискретным

размножением.

13. Модели внутривидовой и межвидовой конкуренции в популяции с непрерывным размножением. Анализ

модели межвидовой конкуренции.

14. Имитационное моделирование. Модель идеального газа. Эволюционная модель "Жизнь". Оптимизационные

модели в экономике.

15. Моделирование стохастических систем, основные понятия. Метод статистических испытаний (метод

Монте-Карло). Его приложения. Моделирование случайной величины с равномерным распределением.

Физические генераторы случайных чисел. Псевдослучайные числа. Метод середины квадратов. Недостатки

псевдослучайных последовательностей.

16. Общие методы моделирования дискретных и непрерывных случайных величин. Примеры стохастических моделей.

17. Моделирование систем массового обслуживания (СМО). Предмет теории массового обслуживания. Виды

СМО. Пример задачи теории массового обслуживания. Функции Пуассона. Основные вопросы, возникающие при

имитационном моделировании СМО.

18. Моделирование динамических систем (ДС). Фазовая характеристика ДС. Гармонический и нелинейный

осцилляторы, их фазовые портреты. Диссипативные системы. Качественное исследование поведения ДС.

Бифуркации.

19. Хаос в динамических системах. Сценарии перехода детерминированного поведения ДС к хаотическому.

Механизм Фейгенбаума. Его бифуркационная диаграмма. Неустойчивость хаотических этапов эволюции ДС.

20. Самоорганизация в динамических системах. Диссипативные структуры. Синергетика. Связи между хаосом и

самоорганизацией. Системный анализ. Понятие системы. Большие и сложные системы. Два подхода в теории

систем. Основные принципы системного анализа. Классификации систем. Роль моделирования в системном

анализе и современной математике.

7.1. Основная литература:

1. Компьютерное моделирование : учебник / В.М. Градов, Г.В. Овечкин, П.В. Овечкин, И.В. Рудаков - М. : КУРС : ИНФРА-М, 2017. - 264 с. URL:

<http://znanium.com/bookread2.php?book=603129>

2. Компьютерное моделирование физических систем: Учебное пособие / Л.А. Булавин, Н.В. Выгорницкий, Н.И. Лебовка. - Долгопрудный: Интеллект, 2011. - 352 с. URL:

<http://znanium.com/bookread2.php?book=398942>

3. Компьютерное моделирование. Лабораторный практикум [Электронный ресурс] / А.Л. Королёв. 2-е изд. (эл.). - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. - 296 с. URL:

<http://znanium.com/bookread2.php?book=550558>

7.2. Дополнительная литература:

1. Экономико-математические методы и модели: компьютерное моделирование: Учебное пособие / И.В. Орлова, В.А. Половников. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Вузовский учебник: ИНФРА-М, 2011. - 389 с. URL: <http://znanium.com/bookread2.php?book=324780>

2. Моделирование системы защиты информации: Практикум: Учебное пособие / Е.К. Баранова, А.В. Бабаш - М.: ИЦ РИОР: НИЦ ИНФРА-М, 2016 - 120 с. URL:

<http://znanium.com/bookread2.php?book=549914>

3. Моделирование и виртуальное прототипирование: Учебное пособие / Косенко И.И., Кузнецова Л.В., Николаев А.В. - М.: Альфа-М, ИНФРА-М Издательский Дом, 2016. - 176 с.

URL: <http://znanium.com/bookread2.php?book=555214>

7.3. Интернет-ресурсы:

Введение в математическое моделирование - <https://www.intuit.ru/studies/courses/2260/156/info>

Компьютерное и имитационное моделирование - <https://lektsii.org/1-10801.html>

Компьютерное моделирование - <https://www.intuit.ru/studies/courses/643/499/INFO>

Лекции по моделированию - <http://mif.vspu.ru/books/model-m5/lec1.html>

Основы математического моделирования - <https://www.intuit.ru/studies/courses/66/66/info>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Математическое и имитационное моделирование" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 44.03.04 "Профессиональное обучение (по отраслям)" и профилю подготовки Информатика, вычислительная техника и компьютерные технологии .

Автор(ы):

Минкин А.В. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Костин А.В. _____

"__" _____ 201__ г.