МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное учреждение
высшего профессионального образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт математики и механики им. Н.И. Лобачевского

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Проф. Таюрский Д.А.

_____ "___" _____20___ г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Методы математического моделирования задач естествознания Б1.Б.4

Направление подготовки: 01.04.01 - Математика
Профиль подготовки: Анализ на многообразиях
Квалификация выпускника: магистр
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский

Автор(ы):

Якушев Р.С.

Рецензент(ы):

Коноплев Ю.Г.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Султанов Л. У.
Протокол заседания кафедры No ___ от "____" _____ 201__г

Учебно-методическая комиссия Института математики и механики им. Н.И. Лобачевского :
Протокол заседания УМК No ____ от "____" _____ 201__г

Регистрационный No 81721917

Казань
2017

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) Якушев Р.С. Кафедра теоретической механики отделение механики , Rinat.Yaqushev@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Изучение теории математического моделирования применительно к естествознанию, всех этапов построения математической модели и формулировки задачи, её решения и исследования; умение сравнения результатов расчета с данными эксперимента и последующего улучшения математической модели. Это позволит студентам лучше понять и усвоить знания, полученные при изучении специальных дисциплин.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.Б.4 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 01.04.01 Математика и относится к базовой (общепрофессиональной) части. Осваивается на 2 курсе, 3 семестр.

Данная учебная дисциплина входит в раздел М1. Общенаучный цикл, базовая‐ часть.

Для освоения дисциплины необходимы знания, умения и компетенции, полученные обучающимися в процессе введения в профильную подготовку бакалавриата "Математика". При изучении этой дисциплины студенты имеют возможность познакомиться с методологией и логикой моделирования, освоить способы математического описания:

- состояния изучаемого объекта или явления.
- величин, которые характеризируют объекты, их взаимодействие со средой и т. п.
- уравнений эволюции изучаемой природной системы.

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК 1 (общекультурные компетенции)	способность работать в междисциплинарной команде
ОК 10 (общекультурные компетенции)	умением находить, анализировать и контекстно обрабатывать информацию, в том числе относящуюся к новым областям знаний, непосредственно не связанным со сферой профессиональной деятельности
ОК 2 (общекультурные компетенции)	способность общаться со специалистами из других областей
ОК 5 (общекультурные компетенции)	способность порождать новые идеи
ПК 1 (профессиональные компетенции)	владение методами математического моделирования при анализе глобальных проблем на основе глубоких знаний фундаментальных математических дисциплин и компьютерных наук
ПК 10 (профессиональные компетенции)	определение общих форм, закономерностей, инструментальных средств для групп дисциплин

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК 12 (профессиональные компетенции)	способность различным образом представлять и адаптировать математические знания с учетом уровня аудитории
ПК 4 (профессиональные компетенции)	самостоятельный анализ физических аспектов в классических постановках математических задач
ПК 7 (профессиональные компетенции)	умение ориентироваться в современных алгоритмах компьютерной математики, совершенствовать, углублять и развивать математическую теорию, лежащую в их основе
ПК 8 (профессиональные компетенции)	собственное видение прикладного аспекта в строгих математических формулировках

В результате освоения дисциплины студент:

4. должен демонстрировать способность и готовность:

применения способов математического описания, методологии и логики моделирования:

- состояния изучаемого объекта или явления.
- величин, характеризующих объекты, их взаимодействие со средой и т. п.
- уравнений эволюции изучаемой природной системы

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) 72 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 3 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. Раздел 1. Математическое моделирование	3	1	1	1	0	Письменное домашнее задание
2.	Тема 2. Раздел 2. Ветвление решений и катастрофы.	3	1-2	1	1	0	Письменное домашнее задание

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
3.	Тема 3. Раздел 3. Нелинейные задачи математической физики	3	2-3	2	2	0	Письменное домашнее задание Устный опрос
4.	Тема 4. Раздел 4. Уравнения с отклоняющимися аргументами	3	4-6	2	2	0	Письменное домашнее задание
5.	Тема 5. Раздел 5. Введение в механику сплошных сред	3	7-9	2	2	0	Письменное домашнее задание Письменная работа
6.	Тема 6. Раздел 6. Математические модели жидкой среды.	3	10-11	2	2	0	Письменное домашнее задание Устный опрос
7.	Тема 7. Раздел 7. Методы системной биологии	3	12-13	2	2	0	Письменное домашнее задание Письменная работа
.	Тема . Итоговая форма контроля	3		0	0	0	Зачет
	Итого			12	12	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Раздел 1. Математическое моделирование

лекционное занятие (1 часа(ов)):

1.1. Математические модели в естествознании и методы их исследования;

практическое занятие (1 часа(ов)):

1.2. Основные принципы построения математических моделей; 1.3. "Жесткие" и "мягкие" математические модели

Тема 2. Раздел 2. Ветвление решений и катастрофы.

лекционное занятие (1 часа(ов)):

2.1. Бифуркации 2.2. Бифуркации на плоскости

практическое занятие (1 часа(ов)):

2.3. Элементы теории катастроф 2.3.1. Качалка 2.3.2. Машина катастроф Зимана 2.3.3. Классификация катастроф

Тема 3. Раздел 3. Нелинейные задачи математической физики

лекционное занятие (2 часа(ов)):

3.1. Основные нелинейные уравнения математической физики

практическое занятие (2 часа(ов)):

3.2. Вывод уравнения sin-Гордона 3.3. Стационарные решения 3.4. Автомодельные решения

Тема 4. Раздел 4. Уравнения с отклоняющимися аргументами

лекционное занятие (2 часа(ов)):

4.1. Уравнения с запаздыванием, моделирующие изменение численности популяции

практическое занятие (2 часа(ов)):

4.2. Числа Фибоначчи 4.3. Уравнение Хатчинсона

Тема 5. Раздел 5. Введение в механику сплошных сред

лекционное занятие (2 часа(ов)):

5.1. Предмет и методы механики сплошных сред. Математический аппарат механики сплошных сред. 5.2. Представление движения сплошной среды. Теория деформаций. Теория напряжений.

практическое занятие (2 часа(ов)):

5.3. Законы сохранения в механике. Простейшие модели механики сплошных сред.

Тема 6. Раздел 6. Математические модели жидкой среды.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

6.1. Несжимаемая вязкая жидкость. Сжимаемость. Основные уравнения и упрощающие предположения. 6.2. Модель мелкой воды. Невязкая несжимаемая жидкость.

практическое занятие (2 часа(ов)):

6.3. Уравнения Навье-Стокса. Граничные условия. Диссипация энергии. Размерностный подход к решению задач механики и жидкости. 6.4. Парадоксы в схеме идеальной жидкости. Задачи со свободными границами.

Тема 7. Раздел 7. Методы системной биологии

лекционное занятие (2 часа(ов)):

7.1. Модели взаимодействующих видов. Автоколебательные процессы в биологических системах 7.2. Модели возбудимых сред в биологии. Примеры электрофизиологических моделей различных возбудимых клеток.

практическое занятие (2 часа(ов)):

7.3. Спонтанные возбуждения и режим автоколебаний. Упрощение модели Ходжкина-Хаксли, феноменологические модели Фиц Хью-Нагумо.

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
1.	Тема 1. Раздел 1. Математическое моделирование	3	1	подготовка домашнего задания	3	письменное домашнее задание
				подготовка домашнего задания	3	домашнее задание
2.	Тема 2. Раздел 2. Ветвление решений и катастрофы.	3	1-2	подготовка домашнего задания	3	письменное домашнее задание
				подготовка домашнего задания	3	домашнее задание

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
3.	Тема 3. Раздел 3. Нелинейные задачи математической физики	3	2-3	подготовка домашнего задания	2	письменное домашнее задание
				подготовка домашнего задания	2	домашнее задание
				подготовка к устному опросу	2	устный опрос
4.	Тема 4. Раздел 4. Уравнения с отклоняющимися аргументами	3	4-6	подготовка домашнего задания	3	письменное домашнее задание
				подготовка домашнего задания	3	домашнее задание
5.	Тема 5. Раздел 5. Введение в механику сплошных сред	3	7-9	подготовка домашнего задания	4	домашнее задание
				подготовка к письменной работе	4	письменная работа
6.	Тема 6. Раздел 6. Математические модели жидкой среды.	3	10-11	подготовка домашнего задания	2	письменное домашнее задание
				подготовка домашнего задания	4	домашнее задание
				подготовка к устному опросу	2	устный опрос
7.	Тема 7. Раздел 7. Методы системной биологии	3	12-13	подготовка домашнего задания	4	домашнее задание
				подготовка к письменной работе	4	письменная работа
	Итого				48	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Рекомендуемые образовательные технологии: лекционные занятия, семинарские аудиторные занятия, самостоятельная работа студентов.

При• проведении занятий рекомендуется использование активных и интерактивных форм занятий (проектных методик, подготовка докладов, презентаций, иных форм) в сочетании с внеаудиторной (самостоятельной) работой.

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

Тема 1. Раздел 1. Математическое моделирование

домашнее задание , примерные вопросы:

Изучить основные принципы построения математических моделей;

письменное домашнее задание , примерные вопросы:

Построить диаграмму с основными этапами математического моделирования

Тема 2. Раздел 2. Ветвление решений и катастрофы.

домашнее задание , примерные вопросы:

Рассмотреть примеры бифуркации на плоскости

письменное домашнее задание , примерные вопросы:

Записать уравнения с ветвлением решений

Тема 3. Раздел 3. Нелинейные задачи математической физики

домашнее задание , примерные вопросы:

Вывести уравнения sin-Гордона

письменное домашнее задание , примерные вопросы:

Записать примеры моделей математической физики, представляемых нелинейными дифференциальными уравнениями

устный опрос , примерные вопросы:

Основные нелинейные уравнения математической физики

Тема 4. Раздел 4. Уравнения с отклоняющимися аргументами

домашнее задание , примерные вопросы:

Вывод уравнения Хатчинсона

письменное домашнее задание , примерные вопросы:

Провести численный анализ с использованием пакетов прикладных програм

Тема 5. Раздел 5. Введение в механику сплошных сред

домашнее задание , примерные вопросы:

Изучить основные понятия моделирования движения сплошной среды

письменная работа , примерные вопросы:

Изучить простейшие модели механики сплошных сред.

Тема 6. Раздел 6. Математические модели жидкой среды.

домашнее задание , примерные вопросы:

Построить модель мелкой воды. Случай невязкой несжимаемой жидкости

письменное домашнее задание , примерные вопросы:

Провести анализ численного решения уравнений описывающих поведение жидкой среды

устный опрос , примерные вопросы:

Математические модели жидкой среды

Тема 7. Раздел 7. Методы системной биологии

домашнее задание , примерные вопросы:

Построение упрощенной модели Ходжкина-Хаксли

письменная работа , примерные вопросы:

Разбор моделей возбудимых сред в биологии

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к зачету:

Оценочные средства составляются преподавателем самостоятельно при ежегодном обновлении банка средств. ◆Количество вариантов зависит от числа обучающихся.

Вопросы к экзамену:

1. Математические модели в естествознании и методы их исследования;
2. Основные принципы построения математических моделей;
3. "Жесткие" и "мягкие" математические модели.

4. Бифуркации и катастрофы
5. Бифуркации на плоскости
6. Элементы теории катастроф
7. Машина катастроф Зимана
8. Классификация катастроф.
9. Основные нелинейные уравнения математической физики
10. Вывод уравнения sin-Гордона
11. Стационарные решения
12. Автомодельные решения
13. Уравнения с запаздыванием, моделирующие изменение численности популяции
14. Числа Фибоначчи
15. Уравнение Хатчинсона
16. Предмет и методы механики сплошных сред. Математический аппарат механики сплошных сред.
17. Представление движения сплошной среды. Теория деформаций. Теория напряжений.
18. Законы сохранения в механике. Простейшие модели механики сплошных сред.
19. Математические модели жидкой среды.
20. Несжимаемая вязкая жидкость.
21. Сжимаемость. Основные уравнения и упрощающие предположения.
22. Модель мелкой воды. Невязкая несжимаемая жидкость.
23. Уравнения Навье-Стокса. Граничные условия.
24. Диссипация энергии. Размерностный подход к решению задач механики и жидкости.
25. Парадоксы в схеме идеальной жидкости. Задачи со свободными границами.
26. Модели взаимодействующих видов. Автоколебательные процессы в биологических системах
27. Модели возбудимых сред в биологии. Примеры электрофизиологических моделей различных возбудимых клеток.
28. Спонтанные возбуждения и режим автоколебаний. Модель Ходжкина-Хаксли.
29. Феноменологическая модель Фиц Хью-Нагумо.
30. Методы построения математической модели.

7.1. Основная литература:

1. Математическое и компьютерное моделирование : вводный курс : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 030100 "Информатика" / Ю. Ю. Тарасевич . Изд. 5-е . Москва : URSS : [ЛИБРОКОМ, 2012] . 148 с

2. Суперкомпьютерное моделирование в физике климатической системы : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям ВПО 010400 "Прикладная математика и информатика" и 010300 "Фундаментальная информатика и информационные технологии" / В. Н. Лыкосов, А. В. Глазунов, Д. В. Кулямин [и др. ; предисл.: В.А. Садовничий] ; МГУ им. М. В. Ломоносова . Москва : Изд-во Московского университета, 2012 . 402

3. Концепции современного естествознания: Учебник / В.М. Найдыш. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Альфа-М: ИНФРА-М, 2010. - 704 с. http://znanium.com/bookread.php?book=240013

4. Тулинов, В. Ф. Концепции современного естествознания [Электронный ресурс] : Учебник / В. Ф. Тулинов, К. В. Тулинов. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Издательско-торговая корпорация "Дашков и К-", 2013. - 484 с http://znanium.com/bookread.php?book=414982

5. Гусейханов, М. К. Концепции современного естествознания [Электронный ресурс] : Учебник / М. К. Гусейханов, О. Р. Раджабов. - 7-е изд., перераб. и доп. - М. : Издательско-торговая корпорация "Дашков и К-", 2012. - 540 с. http://znanium.com/bookread.php?book=415287

7.2. Дополнительная литература:

1. Математическое и компьютерное моделирование : вводный курс : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 030100 "Информатика" / Ю. Ю. Тарасевич . Изд. 6-е . Москва : URSS : [ЛИБРОКОМ, 2013]

2. Математическое и компьютерное моделирование фундаментальных объектов и явлений в системе компьютерной математики Maple : [лекции для школы по математическому моделированию] / Ю. Г. Игнатьев ; Казан. (Приволж.) федер. ун-т, Ин-т математики и механики им. Н. И. Лобачевского . Казань : Казанский университет, 2014 . 297 с.

3. Математическое и компьютерное моделирование фундаментальных объектов и явлений в системе компьютерной математики Maple [Текст: электронный ресурс] : [лекции для школы по математическому моделированию] / Ю. Г. Игнатьев . (Казань : Казанский федеральный университет, 2014) . http://libweb.kpfu.ru/ebooks/05-IMM/05_120_000443.pdf

4. Моделирование систем : учебное пособие. Курс лекций / Г. А. Артюхин ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Казан. гос. архитектур.-строит. ун-т . Казань : [Изд-во Казанского государственного архитектурно-строительного университета], 2012 . 157 с.

5. Моделирование систем / [И. В. Аникин, И. С. Вершинин, М. П. Денисов и др.] ; под ред. В. А. Райхлина ; Акад. наук Респ. Татарстан, Респ. науч. семинар "Методы моделирования" . Казань : Фән [Наука] : Академия наук РТ, 2013 . 240 с.

7.3. Интернет-ресурсы:

Компьютерное моделирование физических процессов в пакете MATLAB. + CD. Поршнев С.В. Лань, 2011 - http://e.lanbook.com/view/book/650/

Математическое и физическое моделирование потенциальных течений жидкости. Высоцкий Л.И., Коперник Г.Р., Высоцкий И.С. Лань, 2014 - http://e.lanbook.com/view/book/44842/

Математическое моделирование многоагентных систем конкуренции и кооперации (Теория игр для всех). Колокольцов В. Н., Малафеев О.А. Лань, 2012 - http://e.lanbook.com/view/book/3551/

Математическое моделирование систем и процессов. Голубева Н.В. Лань, 2013 - http://e.lanbook.com/view/book/4862/

Примеры и задачи по курсу "Математическое моделирование химико-технологических процессов" . Самойлов Н.А. Лань, 2013 - http://e.lanbook.com/view/book/37359/

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Методы математического моделирования задач естествознания" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

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.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань" , доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Компьютерный класс, оргтехника,►экспериментальные установки для проведения лабораторных занятий и самостоятельной работы; доступ к ресурсам сети Интернет (во время самостоятельной подготовки).

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 01.04.01 "Математика" и магистерской программе Анализ на многообразиях .

Автор(ы):
Якушев Р.С. _____
"__" _____ 201 __ г.

Рецензент(ы):
Коноплев Ю.Г. _____
"__" _____ 201 __ г.