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. Минзарипов Р.Г.
_____
"___"_____20___ г.

Программа дисциплины

Математические модели задач естествознания М1.Б.5

Направление подготовки: 010100.68 - Математика
Профиль подготовки: Комплексный анализ
Квалификация выпускника: магистр
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский

Автор(ы):
Якушев Р.С.
Рецензент(ы):
Коноплев Ю.Г.

СОГЛАСОВАНО:
Заведующий(ая) кафедрой:
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

Казань
2013

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.Yaqushef@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 " М1.Б.5 Общенаучный" основной образовательной программы 010100.68 Математика и относится к базовой (общепрофессиональной) части. Осваивается на 1 курсе, 2 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:

В результате освоения дисциплины студент:

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет зачетных(ые) единиц(ы) 108 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен во 2 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 1.1. Математические модели в естествознании и методы их исследования; 1.2. Основные принципы построения математических моделей; 1.3. "Жесткие" и "мягкие" математические модели.	9	1	0	0	0	
2.	Тема 2. Раздел 2. Ветвление решений и катастрофы. 2.1. Бифуркации 2.2. Бифуркации на плоскости 2.3. Элементы теории катастроф 2.3.1. Качалка 2.3.2. Машина катастроф Зимана 2.3.3. Классификация катастроф.	9	1-2	0	0	0	
3.	Тема 3. Раздел 3. Нелинейные задачи математической физики 3.1. Основные нелинейные уравнения математической физики 3.2. Вывод уравнения sin-Гордона 3.3. Стационарные решения 3.4. Автомодельные решения	9	2-3	0	0	0	

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. Раздел 4. Уравнения с отклоняющимися аргументами 4.1. Уравнения с запаздыванием, моделирующие изменение численности популяции 4.2. Числа Фибоначчи 4.3. Уравнение Хатчинсона	9	4-6	0	0	0	
5.	Тема 5. Раздел 5. Введение в механику сплошных сред 5.1. Предмет и методы механики сплошных сред. Математический аппарат механики сплошных сред. 5.2. Представление движения сплошной среды. Теория деформаций. Теория напряжений. 5.3. Законы сохранения в механике. Простейшие модели механики сплошных сред.	9	7-9	0	0	0	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
6.	Тема 6. 6 Раздел 6. Математические модели жидкой среды. 6.1. Несжимаемая вязкая жидкость. Сжимаемость. Основные уравнения и упрощающие предположения. 6.2. Модель мелкой воды. Невязкая несжимаемая жидкость. 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.	9	10-11	0	0	0	
7.	Тема 7. Методы системной биологии 7.1. Модели взаимодействующих видов. Автоколебательные процессы в биологических системах 7.2. Модели возбудимых сред в биологии. Примеры электрофизиологических моделей различных возбудимых клеток. 7.3. Спонтанные возбуждения и режим автоколебаний. Упрощение модели Ходжкина-Хаксли, феноменологические модели Фиц Хью-Нагумо.	9	12-13	0	0	0	
.	Тема . Итоговая форма контроля	2		0	0	0	экзамен

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
	Итого			0	0	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Раздел 1. Математическое моделирование 1.1. Математические модели в естествознании и методы их исследования; 1.2. Основные принципы построения математических моделей; 1.3. "Жесткие" и "мягкие" математические модели.

Тема 2. Раздел 2. Ветвление решений и катастрофы. 2.1. Бифуркации 2.2. Бифуркации на плоскости 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 3.1. Основные нелинейные уравнения математической физики 3.2. Вывод уравнения sin-Гордона 3.3. Стационарные решения 3.4. Автомодельные решения

Тема 4. Раздел 4. Уравнения с отклоняющимися аргументами 4.1. Уравнения с запаздыванием, моделирующие изменение численности популяции 4.2. Числа Фибоначчи 4.3. Уравнение Хатчинсона

Тема 5. Раздел 5. Введение в механику сплошных сред 5.1. Предмет и методы механики сплошных сред. Математический аппарат механики сплошных сред. 5.2. Представление движения сплошной среды. Теория деформаций. Теория напряжений. 5.3. Законы сохранения в механике. Простейшие модели механики сплошных сред.

Тема 6. 6 Раздел 6. Математические модели жидкой среды. 6.1. Несжимаемая вязкая жидкость. Сжимаемость. Основные уравнения и упрощающие предположения. 6.2. Модель мелкой воды. Невязкая несжимаемая жидкость. 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. Методы системной биологии 7.1. Модели взаимодействующих видов. Автоколебательные процессы в биологических системах 7.2. Модели возбудимых сред в биологии. Примеры электрофизиологических моделей различных возбудимых клеток. 7.3. Спонтанные возбуждения и режим автоколебаний. Упрощение модели Ходжкина-Хаксли, феноменологические модели Фиц Хью-Нагумо.

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 1.1. Математические модели в естествознании и методы их исследования; 1.2. Основные принципы построения математических моделей; 1.3. "Жесткие" и "мягкие" математические модели.

Тема 2. Раздел 2. Ветвление решений и катастрофы. 2.1. Бифуркации 2.2. Бифуркации на плоскости 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 3.1. Основные нелинейные уравнения математической физики 3.2. Вывод уравнения sin-Гордона 3.3. Стационарные решения 3.4. Автомодельные решения

Тема 4. Раздел 4. Уравнения с отклоняющимися аргументами 4.1. Уравнения с запаздыванием, моделирующие изменение численности популяции 4.2. Числа Фибоначчи 4.3. Уравнение Хатчинсона

Тема 5. Раздел 5. Введение в механику сплошных сред 5.1. Предмет и методы механики сплошных сред. Математический аппарат механики сплошных сред. 5.2. Представление движения сплошной среды. Теория деформаций. Теория напряжений. 5.3. Законы сохранения в механике. Простейшие модели механики сплошных сред.

Тема 6. 6 Раздел 6. Математические модели жидкой среды. 6.1. Несжимаемая вязкая жидкость. Сжимаемость. Основные уравнения и упрощающие предположения. 6.2. Модель мелкой воды. Невязкая несжимаемая жидкость. 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. Методы системной биологии 7.1. Модели взаимодействующих видов. Автоколебательные процессы в биологических системах 7.2. Модели возбудимых сред в биологии. Примеры электрофизиологических моделей различных возбудимых клеток. 7.3. Спонтанные возбуждения и режим автоколебаний. Упрощение модели Ходжкина-Хаксли, феноменологические модели Фиц Хью-Нагумо.

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к экзамену:

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

7.1. Основная литература:

1.Андриевский Б.Р. Фрадков А.Л. Элементы математического моделирования в программных средствах MATLAB 5 и Scilab. СПб.: Наука, 2001.

2.Анищенко В.С. Знакомство с нелинейной динамикой: Лекции соросовского профессора: Учебное пособие. Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2002.

3.Арнольд В.И. "Жесткие" и "мягкие" математические модели. М.: МЦНМО, 2000.

4.Арнольд В.И. Математические методы классической механики. М.: Наука, 1989. 472 с.

5.Базыкин А.Д. Математическая биофизика взаимодействующих популяций. М.: Наука, 1985. 165 с.

6.Ворович И.И. Лекции по динамике Ньютона. Современный взгляд на механику Ньютона и ее развитие. Москва-Ижевск: Институт комплексных исследований, 2004. 680 с.

7.Дерендяев Н.В., Неймарк Ю.И., Савельев В.П. 100 задач по математическим моделям в естествознании. Нижний Новгород, 2002.

8.Зализняк В.Е. Основы научных вычислений. Введение в численные методы для физиков: Учебное пособие. М.: Едиториал УРСС, 2000. 208 с.

9.Ильин М.М., Колесников К.С., Саратов Ю.С. Теория колебаний. М.: Изд-во МГТУ, 2001. 272 с.

10.Коноплев Ю.Г., Якушев Р.С. Лекции по динамике сооружений с подвижными нагрузками. Казань, 2003. 208 с.

11.Местецкий Л.М. Математические модели в экологии. Тверь, 1997. 40 с.

12.Новокшенов В.Ю. Математические модели в естествознании. Введение в теорию солитонов. Уфа. 1999.

13.Ньютон И. Математические начала натуральной философии. М.: Наука, 1989. 688 с.

14.Самарский А.А., Михайлов А.П. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры. М.: Физматлит, 2001.

15.Юдович В.И. Математические модели естествознания. Курс лекций. М.: Вузовская книга, 2009. 288 с.

7.2. Дополнительная литература:

7.3. Интернет-ресурсы:

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Освоение дисциплины "Математические модели задач естествознания" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 010100.68 "Математика" и магистерской программе Комплексный анализ .

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

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