



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Факультет математики и компьютерных наук

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Практикум по математическому моделированию **Кафедра прикладной математики**

Образовательная программа
01.04.02-прикладная математика и информатика

Профиль подготовки
Математическое моделирование и вычислительная математика

Уровень высшего образования
Магистратура

Форма обучения
Очная

Статус дисциплины: ***часть, формируемая участниками образовательных отношений***

Махачкала, 2021

Рабочая программа дисциплины *Практикум по математическому моделированию* составлена в 2018 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 01.04.02 – прикладная математика и информатика (уровень магистратура) от 10.01.2018 г. № 13.

Разработчик:

кафедра прикладной математики, Бейбалаев В.Д., к.ф.-м.н., доцент.

Рабочая программа дисциплины одобрена:

На заседании кафедры прикладной математики от 22 июня 2021 г., протокол № 10.

Зав. кафедрой Кич Кадиев Р.И.

На заседании Методической Совета факультета математики и компьютерных наук от 23.06.2021 г., протокол № 6 .

Председатель Бейбалаев В.Д. Бейбалаев В.Д.

Рабочая программа согласована с учебно-методическим управлением
« 09 » 07 2021 г. С

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина практикум по математическому моделированию входит в часть, формируемая участниками образовательных отношений образовательной программы *магистратуры* по направлению подготовки 01.04.02 – Прикладная математика и информатика.

Дисциплина реализуется на факультете математики и компьютерных наук кафедрой прикладной математики.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с моделированием различных процессов физики, химии, биологии и экономики и освоением методов разработки математических моделей, а также умением проводить расчетно-графические работы.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: профессиональных – ОПК-4, ПК-3.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: *лабораторные работы и самостоятельная работа*.

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме контрольных и лабораторных работ и промежуточный контроль в форме зачета.

Объем дисциплины 2 зачетные единицы, в том числе в академических часах по видам учебных занятий

Семес тр	Учебные занятия						СРС, в том числе экза мен	Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцирован ный зачет, экзамен
	в том числе							
	Контактная работа обучающихся с преподавателем							
	Всег о	из них						
Лекц ии		Лабораторн ые занятия	Практиче ские занятия	КСР	консульта ции			
9	108	34				38	зачет	
Итого:	108	34				38		

1. Цели освоения дисциплины

Цель изучения курса «Практикум по математическому моделированию» - владение студентами навыков разработки математических моделей различных процессов естествознания и умение проводить расчетно-графические работы.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП магистратуры

Дисциплина «Практикум по математическому моделированию» входит в часть, формируемая участниками образовательных отношений образовательной программы *магистратуры* по направлению подготовки 01.04.02 – Прикладная математика и информатика.

Курс «Практикум по математическому моделированию» вводится после изучения дисциплин алгебра, информатика, математический анализ, дифференциальные уравнения, теория вероятностей и математическая статистика, так как для успешного усвоения этого курса студентам необходимы знания по указанным дисциплинам.

Изученные в курсе математические модели могут использовать при моделировании различных процессов естествознания.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения) .

Код и наименование компетенции из ОПОП	Код и наименование индикатора компетенций (в соответствии с ОПОП)	Планируемые результаты обучения
ОПК-4- Способен комбинировать и адаптировать существующие информационно-коммуникационные технологии для решения задач в области профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности	ОПК-4.1. Знает основные положения и концепции прикладного и системного программирования, архитектуры компьютеров и сетей (в том числе и глобальных), современные языки программирования, технологии создания и эксплуатации программных продуктов и программных комплексов. ОПК-4.2. Умеет использовать их в профессиональной деятельности. ОПК-4.3. Имеет практические навыки разработки программного обеспечения.	Знает основные положения и концепции прикладного и системного программирования, архитектуры компьютеров и сетей (в том числе и глобальных), современные языки программирования, технологии создания и эксплуатации программных продуктов и программных комплексов. Умеет Умеет использовать их в профессиональной деятельности.. Владеет практическими навыками разработки программного обеспечения.
ПК-3- Способен понимать, совершенствовать	ПК-3.1 Знает принципы построения совершенствования и применения современного	Знает принципы построения совершенствования и применения современного математического

и применять современный математический аппарат, системное и прикладное программное обеспечение для решения задач научной и проектно-технологической деятельности.	математического аппарата. ПК-3.2 Умеет решать научные задачи в связи с поставленной целью и в соответствии с выбранной методикой. ПК-3.3 Имеет практический опыт использования математического аппарата, международных и профессиональные стандарты в области информационных технологий.	аппарата. Умеет решать научные задачи в связи с поставленной целью и в соответствии с выбранной методикой. Владеет практическим опытом использования математического аппарата, международных и профессиональные стандарты в области информационных технологий.
---	--	--

4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 3 зачетные единицы 108 академических часов.

4.2. Структура дисциплины.

№	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лаб. Раб.	Сам. раб	Подг. к экз.	Общ. тр	
Модуль 1. Дифференциальные модели						10	26		36	
1	Модель линейного гармонического осциллятора	9	1-2			4	12		16	Индивидуальный фронтальный опрос, лабораторная работа.
2	Вынужденные колебания гармонического осциллятора.	9	3-5			6	14		20	

Модуль 2. Нелинейные дифференциальные модели						12	24		36	----
2	Модель хищник-жертва	9	6-7			4	8		12	-----
3	Тримолекулярная модель («Брюсселятор»)	9	8-9			4	8		12	---
4	Модель Лоренца	9	10-11			4	8		12	-----
Модуль 3. Дифференциальные модели, описываемые дробными дифференциальными уравнениями						12	24		36	
5	Модель фрактального осциллятора	9	12-13			4	8		12	---
6	Модель хищник-жертва в нелокальной постановке	9	14-15			4	8		12	
7	Фрактальный брюсселятор	9	16-17			4	8		12	---
ИТОГО:						34	74		108	зачет

4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).

Модуль 1. Дифференциальные модели.

Тема 1. Линейный гармонический осциллятор. Колебания тела относительно точки подвеса O , не совпадающие с центром масс тела. Математическая модель линейного гармонического осциллятора.

Тема 2. Вынужденные колебания гармонического осциллятора. Колебания гармонического осциллятора, в случае, когда происходит вынужденные колебания. Математическая модель вынужденных колебаний

гармонического осциллятора.

Модуль 2. Нелинейные дифференциальные модели

Тема 3. Математическая модель хищник-жертва. Математическая модель Вито Вольтерра "хищник-жертва". Исследование с помощью ЭВМ математической модели Вольтера.

Тема 4. Тримолекулярная модель «Брюсселятор». Математическая модель Брюсселятор «или тримолекулярная модель» Исследование с помощью ЭВМ математической модели "Брюсселятор"

Тема 5. Математическая модель Лоренца. Хаотические решения в зависимости от параметров системы. Странные аттракторы системы.

Модуль 3. Дифференциальные модели, описываемые дифференциальными уравнениями дробного порядка

Тема 6. «Фрактальный» осциллятор. Математическая модель "фрактального осциллятора". Исследование модели в зависимости от параметра дробной производной.

Тема 7. Нелокальная модель «хищник-жертва». Исследование фазового портрета нелокальной системы «хищник-жертва».

5. Образовательные технологии

Лабораторные работы проводятся в компьютерных классах с использованием меловой доски и мультимедийного проектора. Для проведения лабораторных занятий необходима аудитория, оснащенная компьютерами, мультимедиа-проектором, экраном, доской, ноутбуком (с программным обеспечением для демонстрации слайд-презентаций).

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

6.1. Виды и порядок выполнения самостоятельной работы

1. Изучение рекомендованной литературы.
2. Подготовка к отчетам по лабораторным занятиям.
5. Подготовка к зачету.

№	Виды самостоятельной работы	Вид контроля	Учебно-методич. обеспечения
1	Изучение	Устный опрос по	См. разделы 6.2,

	рекомендованной литературы	разделам дисциплины	7.2, 8, 9 данного документа
2	Подготовка к зачету	Устный опрос, либо компьютерное тестирование	См. разделы 6.2, 7.2, 8, 9 данного документа

Текущий контроль: проверка отчетов по лабораторным работам, защита.

Текущий контроль: проверка рефератов, ответы на вопросы из предложенного преподавателем списка.

Промежуточная аттестация: коллоквиум.

Текущий контроль успеваемости осуществляется непрерывно, на протяжении всего курса. Прежде всего, это устный опрос по ходу практических и лабораторных занятий, выполняемый для оперативной активизации внимания студентов и оценки их уровня усвоения тем. Результаты устного опроса учитываются при выборе индивидуальных задач для решения. Каждую неделю осуществляется проверка выполнения заданий, лабораторных.

Промежуточный контроль проводится в форме коллоквиума, в которых содержатся практические задачи и теоретические вопросы.

Итоговый контроль проводится либо в виде устного зачета, либо в форме тестирования.

6.2. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.

Темы рефератов:

1. Неравновесность и порядок в системах.
2. Дивергенция и аттракторы систем.
3. Бифуркация нелинейных систем.
4. Направленная самоорганизация систем.
5. Принцип динамического расширения-сжатия фазового пространства.

Темы для самостоятельного изучения.

- Обратимость и необратимость процессов в системах.
- Аттракторы и репеллеры.
- Эволюционные уравнения синергетики и параметры порядка.
- Самоорганизация и диссипативные структуры.
- Концепция управляемого взаимодействия энергии, вещества и информации.

7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

7.1. Типовые контрольные задания

Контрольная работа № 1

1. Что описывает модель гармонического осциллятора?
2. Какие типы особых точек получают в случаях гармонических, затухающих и вынужденных колебаний?
3. Какова будет динамика популяции жертв (в классической и модифицированной моделях), если все хищники исчезнут?
4. Какова будет динамика популяции хищников (в классической и модифицированной моделях), если все жертвы исчезнут?

Контрольная работа № 2

1. Что описывают точечная и распределенная модели?
2. При каком условии в точечной модели особая точка меняет тип (неустойчивый фокус – неустойчивый узел и устойчивый фокус – устойчивый узел)?
3. При каких условиях в распределенной системе возможна самоорганизация?
4. Что происходит с фазовым портретом при переходе к дробным производным?
5. Какие типы особых точек получают в случае гармонического осциллятора, а какие в случае фрактального осциллятора?

Ориентировочный перечень вопросов к зачету, экзамену по всему курсу

Общие вопросы.

1. Что описывает модель гармонического осциллятора?
2. Какие типы особых точек получают в случаях гармонических, затухающих и вынужденных колебаний?
3. Какова будет динамика популяции жертв (в классической и модифицированной моделях), если все хищники исчезнут?
4. Какова будет динамика популяции хищников (в классической и модифицированной моделях), если все жертвы исчезнут?

5. Что описывают точечная и распределенная модели?

6. При каком условии в точечной модели особая точка меняет тип (неустойчивый фокус – неустойчивый узел и устойчивый фокус – устойчивый узел)?

7. При каких условиях в распределенной системе возможна самоорганизация?

8. Что такое аттрактор, странный аттрактор?

9. Поясните, что означают аттракторы разных типов: притягивающая точка, предельный цикл, странный аттрактор.

10. Можно ли утверждать, что, воздействуя на реальную систему, модель поведения которой в фазовом пространстве имеет аттракторы типа притягивающая точка и предельный цикл, после воздействия мы вернемся к исходному ее состоянию?

11. Что происходит с фазовым портретом при переходе к дробным производным?

12. Какие типы особых точек получают в случае гармонического осциллятора, а какие в случае фрактального осциллятора?

13. Какова будет динамика популяции жертв (в классической и обобщенной моделях), если все хищники исчезнут?

14. Какова будет динамика популяции хищников (в классической и обобщенной моделях), если все жертвы исчезнут?

15. Что происходит в фазовой плоскости брюсселятора при переходе к дробным производным?

16. Какие типы особых точек получают в обобщенной модели брюсселятора при различных значениях параметров?

7.2. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающаяся из текущего контроля – 50 % и промежуточного контроля – 50 %.

Текущий контроль по дисциплине включает:

- посещение занятий - 15 баллов,
- участие на лабораторных занятиях - 20 баллов,
- выполнение домашних (аудиторных) контрольных работ - 15 баллов.

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

- лабораторная работа - 20 баллов,
- письменная контрольная работа - 30 баллов,

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

а) основная литература:

1. Мозер Ю. Заметки о динамических системах [Электронный ресурс] / Ю. Мозер, Э. Цендер. — Электрон. текстовые данные. — Москва, Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Ижевский институт компьютерных исследований, 2011. — 356 с. — 978-5-4344-0028-2. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16521.html> (дата обращения 19.06.2018).

2. Тарасевич Ю.Ю. Математическое и компьютерное моделирование. Вводный курс: Учебное пособие. 4-е изд., испр. М.: Едиториал УРСС, 2004. <http://scientifically.info/load/8-1-0-45> (дата обращения 19.06.2018).

3. Бейбалаев В.Д., Назаралиев М.А. Динамические системы, описываемые дифференциальными уравнениями с производными дробного порядка.- ИПЦ ДГУ, 2012.- 85 с.

б) дополнительная литература:

1. Шустер Г. Детерминированный хаос. Введение. М.: Мир, 1988.

2. Кузнецов С.П. Динамический хаос (курс лекций). М.: Изд. Физико-математической литературы, 2001. 296 с.

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

1. Информационная система «Динамические модели в биологии». Реестр моделей [Электронный ресурс]: / Руководитель проекта Ризниченко Г. Ю. URL: <http://www.dmb.biophys.msu.ru/registry?article=53>.

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Для успешного освоения курса студентам рекомендуется проводить самостоятельный разбор материалов лабораторных занятий в течении семестра. В случае затруднений в понимании и освоении каких-либо тем решать дополнительные задания из учебных пособий, рекомендуемых к данному курсу.

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.

Для успешного освоения дисциплины, обучающийся использует следующие программные средства: пакеты для решения задач математического программирования: MathCAD и Mat LAB, объектно-ориентированное программирование в среде Delphi и C++, Pethon.

12. Описание материально-технической базы, необходимой для

осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Лабораторные занятия проводятся по подгруппам в компьютерных классах. Компьютерные классы оснащены необходимым числом компьютеров и мультимедийным оборудованием. На компьютерах установлено необходимое программное обеспечение. (4 компьютерных класса на математическом факультете (40 компьютеров), оснащенных аудио и видеоаппаратурой).

Электронно-библиотечные системы (электронная библиотека) и электронная информационно-образовательная среда обеспечивает одновременный доступ обучающихся, включая удаленный доступ к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам.