

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Факультет математики и компьютерных наук
Кафедра прикладной математики

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по дисциплине

«Математические модели динамических систем»

Кафедра прикладной математики
факультета математики и компьютерных наук

Образовательная программа бакалавриата
01.03.02- прикладная математика и информатика

Направленность (профиль) программы
Математическое моделирование и вычислительная математика

Форма обучения
Очная

Статус дисциплины: ***Входит в часть, формируемая участниками образовательных отношений, модуль профильной направленности***

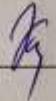
Махачкала, 2022

Фонд оценочных средств по дисциплине «Математические модели динамических систем» составлена в 2022 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО бакалавриата по направлению подготовки 01.03.02 – прикладная математика и информатика от 10.01.2018 г. № 9

Разработчики:

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

Фонд оценочных средств по дисциплине «Математические модели динамических систем» одобрен:
на заседании кафедры _____ от «25» февраля 2022г., протокол №6

Зав. кафедрой  Кадиев Р.И.

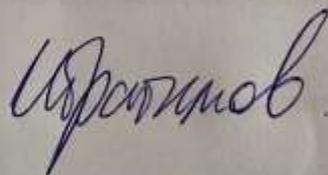
на заседании Методической комиссии _____ факультета от
«24» марта 2022 г., протокол №4.

Председатель  Ризаев М.К.

Фонд оценочных средств «Математические модели динамических систем» согласован с учебно-методическим управлением

«31» марта 2022г. _____

Рецензент:



к. ф.-м. н., доцент каф. ДУФА
Ибрагимов М.Г.

1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине

«Математические модели динамических систем»

1.1. Основные сведения о дисциплине

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 академических часов).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов		
	6 семестр	___ семестр	всего
Общая трудоёмкость	108		108
Контактная работа:	38		38
Лекции (Л)	14	-	14
Практические занятия (ПЗ)	-	-	-
Лабораторные занятия (ЛЗ)	24	-	24
Консультации			
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	экзамен		
Самостоятельная работа	70		70
1. работа с учебной литературой	5		5
2. опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	5		5
3. выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	9		9
4. подготовка к лабораторным работам	10		10
5. подготовка к контрольным работам, коллоквиумам	5		5
6. подготовка к экзамену	36		36

1.2. Требования к результатам обучения по дисциплине, формы их контроля и виды оценочных средств

*ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по дисциплине «Пакеты прикладных программ»*

№ п/п	Контролируемые модули, разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства		Способ контроля
			наименование	№№ заданий	
1	Модуль 1. Линейные модели динамических систем	УК-1 ОПК-1 ПК-1	Вопросы для собеседования	1-19	устно
		УК-1 ОПК-1 ПК-1	Лабораторные работы	1-3	письменно
2	Модуль 2. Нелинейные	УК-1 ОПК-1 ПК-1	Вопросы для собеседования	20-42	устно

	модели динамических систем	УК-1 ОПК-1 ПК-1	Лабораторные работы	4-5	письменно
--	----------------------------	-----------------------	---------------------	-----	-----------

1.3. Показатели и критерии определения уровня сформированности компетенций

№ п/п	Код компетенции	Уровни сформированности компетенции			
		Недостаточный	Удовлетворительный (достаточный)	Базовый	Повышенный
		Отсутствии признаков удовлетворительного уровня	Знать: Уметь: Владеть:	Знать: Уметь: Владеть:	Знать: Уметь: Владеть:
1	УК-1	Не знает на достаточном уровне принципы сбора, отбора и обобщения информации. Не умеет на достаточном уровне соотносить разнородные явления и систематизировать их в рамках избранных видов профессиональной деятельности. Не владеет на достаточном уровне практическим опытом работы с информационными источниками, опытом научного поиска, создания научных текстов	Знает на достаточном уровне принципы сбора, отбора и обобщения информации. Умеет на достаточном уровне соотносить разнородные явления и систематизировать их в рамках избранных видов профессиональной деятельности. Владеет на достаточном уровне практическим опытом работы с информационными источниками, опытом научного поиска, создания научных текстов.	Знает на хорошем уровне принципы сбора, отбора и обобщения информации. Умеет на хорошем уровне соотносить разнородные явления и систематизировать их в рамках избранных видов профессиональной деятельности. Владеет на хорошем уровне практическим опытом работы с информационными источниками, опытом научного поиска, создания научных текстов.	Знает в совершенстве принципы сбора, отбора и обобщения информации. Умеет в совершенстве соотносить разнородные явления и систематизировать их в рамках избранных видов профессиональной деятельности. Владеет в совершенстве практическим опытом работы с информационными источниками, опытом научного поиска, создания научных текстов.
	ОПК-1	Не обладает на достаточном уровне базовыми знаниями, полученными в области математических и (или) естественных наук. Не умеет на достаточном уровне использовать фундаментальные знания в профессиональной деятельности.	Обладает на достаточном уровне базовыми знаниями, полученными в области математических и (или) естественных наук. Умеет на достаточном уровне использовать фундаментальные знания в профессиональной деятельности.	Обладает на хорошем уровне базовыми знаниями, полученными в области математических и (или) естественных наук. Умеет на хорошем уровне использовать фундаментальные знания в профессиональной деятельности.	Обладает в совершенстве базовыми знаниями, полученными в области математических и (или) естественных наук. Умеет в совершенстве использовать фундаментальные знания в профессиональной деятельности.

		Не владеет на достаточном уровне навыками выбора методов решения задач профессиональной деятельности на основе теоретических знаний, полученных в области математических и (или) естественных наук	Владеет на достаточном уровне навыками выбора методов решения задач профессиональной деятельности на основе теоретических знаний, полученных в области математических и (или) естественных наук.	Владеет на хорошем уровне навыками выбора методов решения задач профессиональной деятельности на основе теоретических знаний, полученных в области математических и (или) естественных наук.	Владеет в совершенстве навыками выбора методов решения задач профессиональной деятельности на основе теоретических знаний, полученных в области математических и (или) естественных наук.
2	ПК-1	Не обладает на достаточном уровне умением сбора и обработки данных, полученными в области математических и (или) естественных наук, программирования и информационных технологий для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям. Не умеет на достаточном уровне находить, формулировать и решать стандартные задачи в собственной научно-исследовательской деятельности в математике и информатике. Не владеет на достаточном уровне практическим опытом использования методов современных научных исследований ов систем информационных	Обладает на достаточном уровне умением сбора и обработки данных, полученными в области математических и (или) естественных наук, программирования и информационных технологий для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям. Умеет на достаточном уровне находить, формулировать и решать стандартные задачи в собственной научно-исследовательской деятельности в математике и информатике. Владеет на достаточном уровне практическим опытом использования методов современных научных исследований ов систем	Обладает на хорошем уровне умением сбора и обработки данных, полученными в области математических и (или) естественных наук, программирования и информационных технологий для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям. Умеет на хорошем уровне находить, формулировать и решать стандартные задачи в собственной научно-исследовательской деятельности в математике и информатике. Владеет на хорошем уровне практическим	Обладает в совершенстве умением сбора и обработки данных, полученными в области математических и (или) естественных наук, программирования и информационных технологий для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям. Умеет в совершенстве находить, формулировать и решать стандартные задачи в собственной научно-исследовательской деятельности в математике и информатике. Владеет в совершенстве практическим опытом использования методов современных

		технологий.	информационных технологий.	опытом использования методов современных научных исследований ов системах информационных технологий.	научных исследований ов систем информационных технологий.
--	--	-------------	----------------------------	--	---

2. КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ И ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ОЦЕНКИ Знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины «Пакеты прикладных программ»

Вопросы для коллоквиумов, собеседования

Модуль 1: Линейные модели динамических систем

1. Понятие математической модели. Основные типы математических моделей.
2. Этапы построения математической модели.
3. Понятие динамической системы.
4. Особые точки. Типы особых точек.
5. Фазовые траектории. Фазовая плоскость.
6. Понятие маятника. Движение маятника вблизи положения устойчивого равновесия.
7. Приведение уравнений маятника к безразмерному виду.
8. Движение маятника вблизи положения неустойчивого равновесия. Точное решение.
9. Уравнение маятника с затуханием. Особые точки. Фазовая плоскость.
10. Автономные системы. Характеристическое уравнение.
11. Исследование фазовых траекторий в зависимости от корней характеристического уравнения.
12. Уравнение Мальтуса.

Модуль 2. Нелинейные модели динамических систем

13. Система уравнений Вольтерра.
14. Модификации модели Вольтерра. Межвидовая конкуренция.
15. Система уравнений Дуффинга. Особые точки. Фазовая плоскость.
16. Система уравнений Ван-Дер-Поля. Особые точки. Фазовая плоскость.
17. Автоколебания. Предельные циклы.
18. Хаотическое поведение динамических систем.
19. Система уравнений Лоренца. Особые точки. Фазовая плоскость. Странный аттрактор.
20. Система уравнений Ресслера. Особые точки. Фазовая плоскость.
21. Распределенные системы. Брюсселятор. Особые точки. Фазовая плоскость.
22. Самоорганизация в динамических системах, образование структур.

Критерии оценки:

- оценка «отлично» выставляется студенту, если изложение полученных знаний в устной форме полное, в системе, в соответствии с требованиями учебной программы; допускаются единичные несущественные ошибки, самостоятельно исправляемые

учащимися;

- оценка «хорошо» выставляется студенту, если изложение полученных знаний в устной форме полное, в системе, в соответствии с требованиями учебной программы; допускаются, отдельные несущественные ошибки, исправляемые учащимися после указания преподавателя на них;
- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если изложение полученных знаний неполное, однако это не препятствует усвоению последующего программного материала; допускаются отдельные существенные ошибки, исправляемые с помощью преподавателя;
- оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если изложение учебного материала неполное, бессистемное, что препятствует усвоению последующей учебной информации; существенные ошибки, не исправляемые даже с помощью преподавателя;

Темы лабораторных работ

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1 МАТЕМАТИЧЕСКАЯ

МОДЕЛЬ ЛИНЕЙНОГО ГАРМОНИЧЕСКОГО

ОСЦИЛЛЯТОРА

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: Научить студентов провести компьютерный анализ динамики линейного гармонического осциллятора методом фазовой плоскости.

ТРЕБОВАНИЯ К РАБОТЕ

- знать какие принципиальные предположения привели к тому, что модель описывается системой обыкновенных дифференциальных уравнений.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1. Изучить теоретический материал согласно списку литературы.
2. Исследовать математическую модель согласно следующему плану:
3. 3.1. Исследовать математическую модель линейного гармонического осциллятора:
 - Задавая различные начальные условия, построить фазовый портрет линейного гармонического осциллятора;
 - исследовать, как изменение частоты влияет на динамику колебаний.
- 3.2. Исследовать математическую модель линейного гармонического осциллятора в случае затухающих колебаний. Построить фазовый портрет динамической системы.
- 3.3. **Дополнительное задание:** найти общий интеграл системы.
4. Ответить на вопросы для самоконтроля.
5. Оформить отчет лабораторной работы по результатам проведенных исследований.

ВОПРОСЫ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

1. Что описывает модель?
2. Какие предположения используются при построении модели?
3. Каков смысл переменных модели? Каков смысл параметров модели?
4. Каковы возможные направления модификации модели?
5. Перечислите достоинства и недостатки модели.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2

ВЫНУЖДЕННЫЕ КОЛЕБАНИЯ ГАРМОНИЧЕСКОГО ОСЦИЛЛЯТОРА

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: Научить студентов провести компьютерный анализ динамики линейного гармонического осциллятора методом фазовой плоскости в случае присутствия внешней силы (вынужденных колебаний).

ТРЕБОВАНИЯ К РАБОТЕ

- знать какие принципиальные предположения привели к тому, что модель описывается системой обыкновенных дифференциальных уравнений.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

6. Изучить теоретический материал согласно списку литературы.
7. Исследовать математическую модель согласно следующему плану:
8. 3.1. Исследовать математическую модель линейного гармонического осциллятора в случае присутствия вынуждающей силы:
 - Задавая различные начальные условия, построить фазовый портрет линейного гармонического осциллятора в случае присутствия вынуждающей силы;
 - исследовать, как изменение частоты вынуждающей силы влияет на динамику колебаний.
- 3.3. **Дополнительное задание:** найти общий интеграл системы.
9. Ответить на вопросы для самоконтроля.
10. Оформить отчет лабораторной работы по результатам проведенных исследований.

ВОПРОСЫ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

1. Что описывает модель?
2. Какие предположения используются при построении модели?
3. Каков смысл переменных модели? Каков смысл параметров модели?
4. Каковы возможные направления модификации модели?
5. Перечислите достоинства и недостатки модели.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4 МАТЕМАТИЧЕСКАЯ

МОДЕЛЬ ХИЩНИК-ЖЕРТВА

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: Научить студентов провести компьютерный анализ динамики двух взаимодействующих популяций на примере модели Вальтеры и Лотки «Хищник–жертва».

ТРЕБОВАНИЯ К РАБОТЕ

- знать какие принципиальные предположения привели к тому, что модель описывается системой обыкновенных дифференциальных уравнений.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1. Изучить теоретический материал согласно списку литературы.
2. Исследовать математическую модель согласно следующему плану:
3. 3.1. Исследовать классическую модель Вольтерры–Лотки задавая различные начальные условия, построить фазовый портрет и зависимости размера популяций от времени;

3.2. Исследовать, как изменение параметров модели влияет на динамику роста популяций.

3.3. Исследовать модифицированную модель Вольтерры–Лотки при различных значениях параметров: задавая различные начальные условия, построить фазовый портрет и графики зависимостей размера популяций от времени.

4. **Дополнительное задание:** найти общий интеграл системы.
5. Ответить на вопросы для самоконтроля.
6. Оформить отчет лабораторной работы по результатам проведенных исследований.

ВОПРОСЫ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

1. Что описывает модель?
2. Какие предположения используются при построении модели?
3. Каков смысл переменных модели? Каков смысл параметров модели?
4. Каковы возможные направления модификации модели?
5. Перечислите достоинства и недостатки модели.
6. Как будет меняться динамика популяций жертв (в классической и модифицированной моделях), в случае, когда все хищники исчезнут?
7. Как будет меняться динамика популяций хищников (в классической и модифицированной моделях) в случае, когда все жертвы исчезнут?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №5

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ДУФФИНГА И ВАН-ДЕР-ПОЛЯ

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: Научить студентов провести компьютерный анализ динамики моделей Дуффинга и Ван-Дер-Поля методом фазовой плоскости.

ТРЕБОВАНИЯ К РАБОТЕ

- знать какие принципиальные предположения привели к тому, что модель описывается системой обыкновенных дифференциальных уравнений.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

11. Изучить теоретический материал согласно списку литературы.
12. Исследовать математическую модель согласно следующему плану:
 - 13.3.1. Исследовать математические модели Дуффинга и Ван-Дер-Поля:
 - Задавая различные начальные условия, построить фазовый портрет динамической системы Лоренца;
 - исследовать, как изменение параметров системы влияет на динамику колебаний системы.
 - 3.2. Исследовать математическую модель Ван-Дер-Поля, в случае, когда в системе возникают предельный цикл. Построить фазовый портрет динамической системы.
14. Ответить на вопросы для самоконтроля.
15. Оформить отчет лабораторной работы по результатам проведенных исследований.

ВОПРОСЫ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

1. Что описывает модель?
2. Какие предположения используются при построении модели?
3. Каков смысл переменных модели? Каков смысл параметров модели?

4. Каковы возможные направления модификации модели?
5. При каких значениях параметров в системе возникают хаотические колебания?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №6

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЛОРЕНЦА

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: Научить студентов провести компьютерный анализ динамики модели Лоренца методом фазовой плоскости.

ТРЕБОВАНИЯ К РАБОТЕ

- знать какие принципиальные предположения привели к тому, что модель описывается системой обыкновенных дифференциальных уравнений.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

16. Изучить теоретический материал согласно списку литературы.
17. Исследовать математическую модель согласно следующему плану:
 - 18.3.1. Исследовать математическую модель Лоренца:
 - Задавая различные начальные условия, построить фазовый портрет динамической системы Лоренца;
 - исследовать, как изменение параметров системы влияет на динамику колебаний системы.
 - 3.2. Исследовать математическую модель Лоренца, в случае, когда в системе возникают хаотические колебания. Построить фазовый портрет динамической системы.
19. Ответить на вопросы для самоконтроля.
20. Оформить отчет лабораторной работы по результатам проведенных исследований.

ВОПРОСЫ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

6. Что описывает модель?
7. Какие предположения используются при построении модели?
8. Каков смысл переменных модели? Каков смысл параметров модели?
9. Каковы возможные направления модификации модели?
10. При каких значениях параметров в системе возникают хаотические колебания?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №7

ТРИМОЛЕКУЛЯРНАЯ МОДЕЛЬ («брюсселятор»): ТОЧЕЧНАЯ И РАСПРЕДЕЛЕННАЯ

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: Научить студентов исследовать автоколебательную систему химических реакций на примере тримолекулярной модели

«Брюсселятор» (точечной и распределенной).

ТРЕБОВАНИЯ К РАБОТЕ

- знать какие принципиальные предположения привели к тому, что модель описывается системой обыкновенных дифференциальных уравнений.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1. Изучить теоретический материал согласно списку литературы.
2. Исследовать точечную модель при различных соотношениях между параметрами распределения. Построить фазовый портрет и графики зависимости концентраций веществ от времени для двух случаев.
 - автоколебания;
 - затухающие колебания.
3. Исследовать распределенную модель при различных соотношениях между параметрами. Построить графики зависимости концентрации веществ от координаты для 2–3 моментов времени и соответствующий имвид реактора для случаев, когда в системе образуются и не образуются структуры.
4. Ответить на вопросы для самоконтроля.
5. Оформить отчет лабораторной работы по результатам проведенных исследований.

ВОПРОСЫ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

1. Что описывает модель?
2. Какие предположения используются при построении модели?
3. Каков смысл переменных модели? Каков смысл параметров модели?
4. Каковы возможные направления модификации модели?
5. Перечислите достоинства и недостатки модели.
6. Что описывают точечная и распределенная модели?
7. При выполнении какого условия в точечной модели особая точка меняет свой тип, то есть происходит топологическое изменение в фазовой плоскости (неустойчивый фокус – неустойчивый узел и устойчивый фокус- устойчивый узел)?
8. При выполнении каких условий в распределенной системе возможны процессы самоорганизации?

...Критерии оценки:

- оценка «отлично» выставляется студенту, если выполнены все задания лабораторной работы, составлен отчет по работе, согласно требованиям;
- оценка «хорошо» выставляется студенту, если выполнены почти все задания, за исключением отдельных пунктов, лабораторной работы, составлен отчет по работе, согласно требованиям;
- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если выполнены больше половины заданий лабораторной работы, составлен отчет по работе, согласно требованиям;
- оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если выполнены меньше половины заданий лабораторной работы и не составлен отчет по работе, согласно требованиям.

Вопросы к экзамену

1. Понятие математической модели. Основные типы математических моделей.
2. Этапы построения математической модели.
3. Понятие динамической системы.
4. Особые точки. Типы особых точек.
5. Фазовые траектории. Фазовая плоскость.
6. Понятие маятника. Движение маятника вблизи положения устойчивого равновесия.
7. Приведение уравнений маятника к безразмерному виду.
8. Движение маятника вблизи положения неустойчивого равновесия. Точное решение.
9. Уравнение маятника с затуханием. Особые точки. Фазовая плоскость.
10. Автономные системы. Характеристическое уравнение.

11. Исследование фазовых траекторий в зависимости от корней характеристического уравнения.
12. Уравнение Мальтуса.
13. Система уравнений Вольтерра.
14. Модификации модели Вольтерра. Межвидовая конкуренция.
15. Система уравнений Дуффинга. Особые точки. Фазовая плоскость.
16. Система уравнений Ван-Дер-Поля. Особые точки. Фазовая плоскость.
17. Автоколебания. Предельные циклы.
18. Хаотическое поведение динамических систем.
19. Система уравнений Лоренца. Особые точки. Фазовая плоскость. Странный аттрактор.
20. Система уравнений Ресслера. Особые точки. Фазовая плоскость.
21. Распределенные системы. Брюсселятор. Особые точки. Фазовая плоскость.
22. Самоорганизация в динамических системах, образование структур.

Критерии оценки:

- оценка «отлично» выставляется студенту, если изложение полученных знаний в устной форме полное, в системе, в соответствии с требованиями учебной программы; допускаются единичные несущественные ошибки, самостоятельно исправляемые учащимися;
- оценка «хорошо» выставляется студенту, если изложение полученных знаний в устной форме полное, в системе, в соответствии с требованиями учебной программы; допускаются, отдельные несущественные ошибки, исправляемые учащимися после указания преподавателя на них;
- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если изложение полученных знаний неполное, однако это не препятствует усвоению последующего программного материала; допускаются отдельные существенные ошибки, исправляемые с помощью преподавателя;
- оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если изложение учебного материала неполное, бессистемное, что препятствует усвоению последующей учебной информации; существенные ошибки, не исправляемые даже с помощью преподавателя.

