

2015
2016



А.А.Панфилов

« 21 » 09 2015г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«КАЧЕСТВЕННЫЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА СЛОЖНЫХ СИСТЕМ»

(наименование дисциплины)

Форма обучения: очная

Семестр	Трудоемкость,зач. ед./ час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз./зачет)
3	144 (4 з.е.)	-	18	18	81	Экзамен(27)
Итого	144 (4 з.е.)	-	18	18	81	Экзамен(27)

Владимир 2015

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Качественные методы анализа сложных систем» является формирование у студентов знаний, умений и навыков необходимых для исследования сложных динамических систем возникающих в разных областях естественных наук, таких как экономика, физика, химия, биология. Также целью курса является получения навыка программной реализации динамических систем и их исследований с помощью пакетов прикладных программ (NumPy, MatLab, MatCAD, и т.д.)

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Качественные методы анализа сложных систем» относится к вариативной части по направления 02.04.01 «Математика и компьютерные науки» (магистратура) и является обязательной. Её изучение позволит обучающимся:

- применять математические методы и инструментальные средства для исследования объектов профессиональной деятельности;
- уметь строить математические модели объектов профессиональной деятельности.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен знать теоретические основы и методы анализа сложных систем.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Выпускник, освоивший программу магистратуры, должен обладать следующими **общекультурными** компетенциями:

- способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-1).

Выпускник, освоивший программу магистратуры, должен обладать следующими **общепрофессиональными** компетенциями:

- готовностью руководить коллективом в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия (ОПК-5).

Выпускник, освоивший программу магистратуры, должен обладать **профессиональными** компетенциями, соответствующие виду профессиональной деятельности, на который ориентирована программа магистратуры:

научно-исследовательская деятельность:

- способностью к интенсивной научно-исследовательской работе (ПК-1).

организационно-управленческая деятельность:

- способностью к применению методов математического и алгоритмического моделирования при анализе экономических и социальных процессов, задач бизнеса, финансовой и актуарной математики (ПК-7).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

1. знать основные понятия и методы анализ сложных систем, в том числе методы исследования линейных дискретных и непрерывных систем с малым числом переменных; основные методы анализа бифуркаций возникающих в динамических системах; методы анализа клеточных автоматов и сетей.

2. уметь строить модели сложных динамических систем возникающих в естественных науках и исследовать их; уметь анализировать асимптотическое поведение систем, возникновение в них хаоса и определения его основных характеристик; уметь строить диаграммы качественного изменения систем с параметрами.

3. владеть навыками исследования сложных систем описываемых дискретными и непрерывными моделями. Владеть навыками использования специализированных пакетов научных программ, таких как NumPy (модуль для математических вычислений на языке python), позволяющих строить и исследовать сложные системы на основе клеточных автоматов и теории сетей. Уметь извлекать актуальную информацию из научных статей и осваивать новые методы.

СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 часов.

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости и (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРС	КП / КР		
1	Основы динамических систем	3	1-2		2	2		10		2 / 50 %	
2	Дискретные системы: Моделирование, компьютерная симуляция.	3	3-4		2	2		10		2 / 50 %	
3	Анализ дискретных систем: точки равновесия, визуализация фазового пространства, асимптотическое поведение системы.	3	5-6		2	2		10		2 / 50 %	Рейтинг-контроль 1
4	Непрерывные модели. Бифуркации. Визуализация бифуркаций.	3	7-8		2	2		10		2 / 50 %	
5	Хаос в	3	9-		2	2		10		2 / 50 %	

	дискретных моделях. Основные характеристики хаоса. Показатель Ляпунова		10								
6	Интерактивная симуляция сложных систем	3	11-12		2	2		10		2 / 50 %	Рейтинг-контроль 2
7	Клеточные автоматы. Биологическая модель клеточного автомата.		13-14		2	2		10		2 / 50 %	
8	Методы анализа клеточных автоматов.	3	15-16		2	2		6		2 / 50 %	
9	Основы сетей.	3	17-18		2	2		5		2 / 50 %	Рейтинг-контроль 3
Всего					18	18		81		18/50%	Экзамен

4. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

1. Лекционно-семинарская система обучения (традиционные практические занятия и лабораторные работы).

2. Обучение в малых группах (выполнение практических работ в группах из двух или трёх человек).

3. Технология развития критического мышления (прививание студентам навыков критической оценки предлагаемых решений).

4. Проведение лабораторных работ с применением математических программных пакетов (акцент делается на пакет NumPy – модуль для математических вычислений на языке python).

Объём учебной работы с применением интерактивных методов в среднем составляет 50% общего объёма аудиторной учебной работы.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

В рамках документа «Положение о рейтинговой системе комплексной оценки знаний студентов» разработан регламент проведения и оценивания контрольных действий. Процедура оценивания знаний, умений, навыков по дисциплине включает учёт успешности выполнения ряда мероприятий: контрольных работ, рейтинг – контролей, типовых расчетов и промежуточной аттестации – экзамена.

Текущий контроль в форме рейтинг-контроля.

Рейтинг-контроль 1 «Анализ дискретных систем»

Контрольная работа к рейтинг-контролю №1

Типы задач

1. Поиск точек равновесия для моделей описываемых системами разностных уравнений.
2. Построение диаграммы Ферхюльста для заданного отображения.
3. Исследование асимптотического поведения дискретной по времени, линейной системы.
4. Линеаризация нелинейной системы вблизи её точек равновесия и анализ их устойчивости.

Рейтинг-контроль 2 «Непрерывные модели. Бифуркации»

Контрольная работа к рейтинг-контролю №1

Типы задач

1. Поиск и исследование точек равновесий для моделей описываемых системой линейных дифференциальных уравнений.
2. Построение бифуркационных диаграмм для нелинейных динамических систем.
3. Поиск критических значений параметров динамической системы, при которых возникает бифуркация.

Рейтинг-контроль 3.« Клеточные автоматы. Основы сетей».

Контрольная работа к рейтинг-контролю №3

Типы задач

1. Построение первых N состояний двумерных автоматов с окрестностью фон Н്യумана, динамика в которых задана специальным образом.
2. Используя ренормгрупповой подход определить критическое (при котором происходит качественное изменение динамики) значение вероятности начального распределения клеточных автоматов.
3. Исследование поведения клеточных автоматов при разных значениях вероятности начального распределения.
4. Исследование системы клеточных автоматов с помощью метода среднего поля.

Промежуточная аттестация в форме экзамена.

Вопросы к экзамену.

1. Динамические системы. Фазовое пространство. Модели с дискретным временем и разностные уравнения.
2. Классификация дискретных динамических систем. Принципы построения модели с одной или несколькими переменными.
3. Равновесие динамической системы и её поиск. Диаграмма Ферхюльста. Перемасштабирование переменных.
4. Асимптотическое поведение линейных дискретных систем. Локальная устойчивость в дискретных нелинейных системах.
5. Непрерывные модели. Классификация. Связь между непрерывными и дискретными моделями.
6. Бифуркации (одномерный случай). Бифуркация Андронова-Хопфа.
7. Хаос в дискретных моделях. Характеристики хаоса. Показатель Ляпунова.
8. Клеточные автоматы. Примеры.
9. Анализ клеточных автоматов.
10. Метод самосогласованного поля.
11. Основы теории сетей.

Задачи, используемые для зачёта и рейтинг контроля

- Преобразовать данные уравнения к автономным уравнениям первого порядка:
 - $x_t = x_{t-1}(1 - x_{t-1}) \sin t$,
 - $x_t = x_{t-1} + x_{t-2} - x_{t-3}$.
- Построить модель динамики популяции, в которой учитывается не только экспоненциальный рост но и сходимости размера популяции к определённой величине.
- Построить модель популяции, прирост которой растёт с максимальной скоростью при определённом размере популяции но уменьшается при отклонении от оптимального размера.
- Найти равновесие в модели
$$x_t = x_{t-1} - x_{t-2}^2 + 1$$
- Найти равновесие в модели
$$x_t = x_{t-1}y_{t-1} ; y_t = y_{t-1}(x_{t-1} - 1)$$
- Построить диаграмму Ферхюльста для моделей
 - $x_t = x_{t-1} + 0.1, x_0 = 0.1$
 - $x_t = 1.1x_{t-1}, x_0 = 0.1$
- Изучить асимптотическое поведение решения следующей системы
$$\begin{aligned}x_t &= x_{t-1} - y_{t-1} \\y_t &= -x_{t-1} - 3y_{t-1} + z_{t-1} \\z_t &= y_{t-1} + z_{t-1}\end{aligned}$$
- Нарисовать фазовое пространство следующей модели
$$\frac{dS}{dt} = -aSI, \frac{dI}{dt} = aSI - bI;$$
где $S \geq 0, I \geq 0, a > 0, b > 0$.
- Найти значение параметра при котором возникает бифуркация в динамической системе $\frac{dx}{dt} = rx(x + 1) - x$. Нарисовать диаграмму бифуркаций.

Вопросы для СРС

- Визуализация фазовых пространств дискретных по времени систем.
- Линейная устойчивость дискретных систем.
- Визуализация фазовых пространств непрерывных по времени систем.
- Бифуркации седло-узел, дикритическая, вилообразная.
- Бифуркации в дискретных моделях.
- Аттрактор Лоренца.
- Примеры простых бинарных клеточных автоматов.
- Примеры биологических моделей, которые описываются с помощью клеточных автоматов.
- Основные характеристики клеточных автоматов.
- Визуализация фазовых пространств клеточных автоматов.
- Метода самосогласованного поля.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

а) основная литература (содержится в библиотеке ВлГУ):

1. Исследование операций для экономистов, политологов и менеджеров [Электронный ресурс] / Токарев В.В. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2014, - 408 с. - ISBN 978-5-9221-1451-6.
2. Экономико-математические методы и модели [Электронный ресурс] / Гетманчук А. В. - М. : Дашков и К, 2013 - 188 с. - ISBN 978-5-394-01575-5.
3. Электронный оракул. Компьютерные модели и решение социальных проблем [Электронный ресурс] / Медоуз Д.Х. - М. : БИНОМ, 2013 - 527 с. : ил. - ISBN 978-5-9963-2122-3.
4. Математическая экономика [Электронный ресурс] : Учебник / В.А. Охорзин. - М. : Абрис, 2012. - 263 с.: ил. ISBN 978-5-4372-0062-9.

б) дополнительная литература:

1. Экономико-математическое моделирование [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Е.И. Гусева. - 2-е изд., стереотип. - М. : ФЛИНТА, 2011 - 216 с. - ISBN 978-5-89349-976-6.
2. Основы математического моделирования [Электронный ресурс] : Учебное пособие для вузов / Маликов Р.Ф. - М. : Горячая линия - Телеком, 2010 - 368 с: ил. - ISBN 978-5-9912-0123-0.
3. "Жесткие" и "мягкие" математические модели." [Электронный ресурс] / Арнольд В.И. - 3-е изд., стереотип. - М.: МЦНМО, 2011 - 32 с.: ил. - ISBN 978-5-94057-690-7.

с) программное обеспечение и Интернет – ресурсы

1. Пакет Matlab
2. MathCad
3. Maple
4. Jupyter
5. Образовательный математический сайт <http://www.exponenta.ru/>
6. Математическая энциклопедия <http://allmath.com/>
7. Образовательные ресурсы – window.edu.ru/
8. Начальный курс машинного обучения: <http://ocw.mit.edu/courses/electrical-engineering-and-computer-science/6-867-machine-learning-fall-2006/>

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «КАЧЕСТВЕННЫЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА СЛОЖНЫХ СИСТЕМ»

1. Компьютерный класс 405-3: 16 - посадочных мест, 11 - стационарных компьютеров.
2. Электронные учебные материалы на компакт-дисках.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 02.04.01 «Математика и компьютерные науки».

Рабочую программу составил ст.преподаватель каф. ФАиП А.С.Платов 
(ФИО, подпись)

Рецензент (ы) директор по маркетингу ЗАО-Инвестиционная фирма
«ПРОК - Инвест»  О.В. Крисько

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ФАиП

Протокол № 94 от 18.09.2015 года

Заведующий кафедрой А.А. Давыдов 
(ФИО, подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии
направления направлению 02.04.01 «Математика и компьютерные науки».

Протокол № 1/2 от 18.09.2015 года

Председатель комиссии А.А. Давыдов 
(ФИО, подпись)

ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____