МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова
Факультет информатики и вычислительной техники

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по развитию образования

_____Е.В. Сапир

"_____"_____2012 г.

Рабочая программа дисциплины послевузовского профессионального образования (аспирантура) Нелинейная динамика и синергетика

по специальности научных работников

05.13.18 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

Ярославль 2012

1. Цели освоения дисциплины.

Целями освоения дисциплины «Нелинейная динамика и синергетика» в соответствии с общими целями основной профессиональной образовательной программы послевузовского профессионального образования (аспирантура) (далее - образовательная программа послевузовского профессионального образования) являются:

1) формирование у аспирантов представлений о методах исследования нелинейных динамических систем с хаотическим поведением;

2) овладение современными методами нахождения числовых характеристик математических моделей, определяющих их сложное поведение.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы послевузовского профессионального образования

Данная дисциплина относится к разделу обязательные дисциплины (подраздел дисциплины по выбору аспиранта) образовательной составляющей образовательной программы послевузовского профессионального образования по специальности научных работников 05.13.18 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

Для ее успешного изучения необходимы знания и умения, приобретенные в результате освоения предшествующих дисциплин по программам специалитета или бакалавриата – магистратуры: математический анализ, линейная алгебра и дифференциальные уравнения.

Знания и умения, приобретенные аспирантами в результате изучения дисциплины, будут использоваться при написании диссертационной работы.

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины «Нелинейная динамика и синергетика»

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать

- общие принципы построения нормальных форм обыкновенных дифференциальных и разностных уравнений,
- понятие хаусдорфовой размерности множеств,
- понятие ляпуновских экспонент и ляпуновской размерности аттракторов динамических систем,
- понятие корреляционного интеграла и корреляционной размерности,
- понятие информационной размерности,

Уметь

- находить нормальную форму системы обыкновенных дифференциальных или разностных уравнений второго порядка,
- находить уравнение Фробениуса-Перрона разностного уравнения первого порядка,
- численно определять ляпуновскую размерность простейших динамических систем с хаотическим поведением

4. Структура и содержание дисциплины.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов.

	Раздел Дисциплины	**Курс**	**Неделя**	**Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся, и трудоемкость (в часах)** ***Форма обуч.: очная/заочная***					**Формы текущего контроля успеваемости (по неделям) Форма промежуточной аттестации**
				Лекций	Лабораторных	Практических	Сам. работа	работыКонтроль сам.	
1.	Разностные уравнения и сеточные модели в численном моделировании непрерывных систем.	1	1	1/1			6/6		
2.	Линейные разностные уравнения и системы.	1	1				6/6		
3.	Устойчивость неподвижных точек разностных уравнений и систем.	1	2	1/1			6/6		
4.	Качественный анализ систем с дискретным временем	1	3	1/1			6/6		
5.	Фазовый портрет простейших нелинейных отображений. Компьютерный анализ.	1	4				6/6		Контрольная работа №1
6.	Критические случаи в задаче об устойчивости неподвижной точки (Коразмерность 1).	1	5	1/1			12/12		
7.	Критические случаи в задаче об устойчивости неподвижной точки (Коразмерность 2)	1	6				12/12		
8.	Нормальная форма двумерного отображения в окрестности критической точки коразмерности 1 и 2.	1	7	1/1			12/12		
9.	Построение нормальных форм двумерных динамических систем.	1	8	1/0			12/13		Контрольная работа №2
10.	Хаотическое поведение решений простейших унимодальных отображений. Фейгенбаумовский сценарий возникновения хаоса.	1	9	1/1			14/14		Лабораторная работа №1 (на 9 неделе)
11.	Числовые характеристики хаотических аттракторов динамических систем.	1	10	1/1			16/16		
12.	Функция плотности распределения аттрактора динамической системы. Уравнение Фробениуса-Перрона.	1	11				16/16		
13.	Понятие ляпуновской размерности для динамических систем с непрерывным и дискретным временем.	1	12	1/1			20/20		Лабораторная работа №2 (на 12 неделе)

14.	Алгоритм оценки ляпуновской размерности.	1	13	1/0			20/20		
15.	Корреляционный интеграл, корреляционная размерность. Оценки обобщенной энтропии по временным рядам.	1	14	1/1			20/20		
16.	Вероятностные оценки размерности странного аттрактора. Емкостная и информационная размерности.	1	15	1/1			20/20		Лабораторная работа №1 (на 15 неделе)
	Всего			**12/ 10**			**204/ 206**		**Зачет**

Содержание разделов (тем) дисциплины

Тема 1. Разностные уравнения и сеточные модели в численном моделировании непрерывных систем.

Тема 2. Линейные разностные уравнения и системы.

Тема 3. Устойчивость неподвижных точек разностных уравнений и систем.

Тема 4. Качественный анализ систем с дискретным временем

Тема 5. Фазовый портрет простейших нелинейных отображений. Компьютерный анализ.

Тема 6. Критические случаи в задаче об устойчивости неподвижной точки (Коразмерность 1).

Тема 7. Критические случаи в задаче об устойчивости неподвижной точки (Коразмерность 2)

Тема 8. Нормальная форма двумерного отображения в окрестности критической точки коразмерности 1 и 2.

Тема 9. Построение нормальных форм динамических систем. Случай двумерных систем с непрерывным временем. Случай двумерных отображений.

Тема 10. Хаотическое поведение решений простейших унимодальных отображений. Фейгенбаумовский сценарий возникновения хаоса.

Тема 11. Числовые характеристики хаотических аттракторов динамических систем.

Тема 12. Функция плотности распределения аттрактора динамической системы. Уравнение Фробениуса-Перрона.

Тема 13. Понятие ляпуновской размерности для динамических систем с непрерывным и дискретным временем.

Тема 14. Алгоритм оценки ляпуновской размерности.

Тема 15. Корреляционный интеграл, корреляционная размерность. Оценки обобщенной энтропии по временным рядам.

Тема 16. Вероятностные оценки размерности странного аттрактора. Емкостная и информационная размерности.

5. Образовательные технологии:

лекции, лабораторные работы.

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

В качестве средств текущего контроля используются 2 контрольные работы (контрольно-тестовые материалы в приложении) и 3 лабораторные работы.

Промежуточная аттестация (зачет) дает возможность выявить уровень профессиональной подготовки аспиранта по данной дисциплине.

Пример лабораторной работы №1

Реализовать
а. последовательно
б. параллельно при помощи технологии OpenMP и декомпозиции области
итеративное решение разностной аппроксимации уравнения теплопроводности, вывести результаты решения на фиксированном интервале времени в файл, сравнить результаты выполнения обеих версий на многоядерном процессоре и измерить полученное ускорение параллельной версии.

Пример лабораторной работы №2

Реализовать метод Якоби решения уравнения Лапласа для параллельного выполнения на системе с распределенной памятью. Сравнить скорость выполнения программы с одной и той же размерностью сетки на 20 и 40 ядрах.

Пример лабораторной работы №3

Реализовать на CUDA фильтр для графического изображения: произвести свертку с использованием библиотечных функций FFT.

Пример зачетного задания

1. Механизмы синхронизации в OpenMP
2. Измерить время передачи сообщения длиной в 1 Мегабайт между разными узлами в доступной системе с распределенной памятью
3. Измерить разницу в скорости доступа к shared- и глобальной памяти на GPU

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Гукенхеймер, Д. Нелинейные колебания, динамические системы и бифуркации векторных полей / Д. Гукенхеймер, Ф. Холмс. – Москва-Ижевск: Ин-т компьютерных исследований, 2002.
2. Хакен Г. Синергетика. Иерархия неустойчивостей в самоорганизующихся системах и устройствах. / Г. Хакен. – М.: "Мир", 1985.
3. Глызин, С.Д. Численные методы анализа динамических систем: учеб. пособие / С.Д. Глызин; Яросл. гос. ун-т. – Ярославль: ЯрГУ, 2002.

б) дополнительная литература:

1. Шильников, Л. П. Методы качественной теории в нелинейной динамике. Ч. 1. / Л. П. Шильников, А. Л. Шильников, Д. В. Тураев, Л. Чуа. – Москва - Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2004.
2. Малинецкий, Г.Г. Современные проблемы нелинейной динамики / Г.Г. Малинецкий, А.Б. Потапов. – М.: Едиториал УРСС, 2002.
3. Кроновер, Р.М. Фракталы и хаос в динамических системах / Р.М. Кроновер. – М.: Постмаркет, 2000.
4. Глызин, С.Д. Локальные методы анализа динамических систем: учебное пособие / С.Д. Глызин, А.Ю. Колесов; Яросл. гос. ун-т. – Ярославль: ЯрГУ, 2006.
5. Шустер, Г. Детерминированный хаос. Введение. / Г. Шустер. – М.: Мир, 1988.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. **САРАТОВСКАЯ ГРУППА «ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ НЕЛИНЕЙНОЙ ДИНАМИКИ»**
2. Ярославский научно-образовательный центр "Нелинейная динамика"

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины:
учебные аудитории для проведения лекционных занятий,
компьютерные классы с доступом к университетскому
вычислительному кластеру.

Программа составлена в соответствии с федеральными государственными требованиями к структуре основной профессиональной образовательной программы послевузовского профессионального образования (аспирантура) (приказ Минобрнауки от 16.03.2011 г. № 1365) с учетом рекомендаций, изложенных в письме Минобрнауки от 22.06.2011 г. № ИБ – 733/12.

Программа одобрена на заседании кафедры компьютерных сетей

10.10.2012 (протокол № 2)

Заведующий кафедрой Глызин С.Д., доктор физ.-мат. наук, профессор

Автор Глызин С.Д., доктор физ.-мат. наук, профессор