

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ИНГУШСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Наименование дисциплины: «Динамические системы»

Программа послевузовского профессионального образования (аспирантура) по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Магас, 2018

Программа составлена в соответствии с Федеральными государственными требованиями к структуре основной профессиональной образовательной программы послевузовского профессионального образования (аспирантура) (утверждены приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 16 марта 2011 г. N 1365), Трудовым кодексом Российской Федерации, Законом Министерства образования и науки Российской Федерации «Об обеспечении единства образовательного пространства Российской Федерации в системе послевузовского профессионального образования» от 05.08.2005 г. № 189, и учебным планом послевузовского профессионального образования по специальности: 05.13.18 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Составители: к.т.н. доцент Агиева М.Т.



Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры математики и ИВТ (протокол № ___ от «12» апр. 2018г.)

Зав. каф. к.ф.м.н. доцент Мальсагов М.Х.



Одобрено УМС физико-математического факультета

« 30 » апреля 2018г.

Председатель: профессор Танкиев И.А.



Согласовано с управлением послевузовского профессионального образования

Начальник отдела аспирантуры,
интернатуры и ординатуры

 Х.С. Оздоева.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели и задачи изучения дисциплины

Цель изучения дисциплины - формирование у аспирантов углубленных профессиональных знаний в области теории динамических систем.

Задачи дисциплины:

- изучение теоретических основ, приемов и методов математического моделирования,
- изучение основ качественной теории дифференциальных уравнений, разбиения фазового пространства на траектории и исследование предельного поведения этих траекторий: поиск и классификация положений равновесия, предельных циклов;
- применение геометрического подхода к анализу динамических систем, выделение притягивающих и отталкивающих многообразий;
- знакомство с качественными и приближенными аналитическими методами исследования динамических систем с непрерывным и дискретным временем;

1.2. Связь с предшествующими дисциплинами

Для усвоения курса требуется знание дифференциального и интегрального исчисления функций одной и нескольких переменных, материала курса дифференциальных уравнений.

1.3 Связь с последующими дисциплинами

Знания и навыки, полученные аспирантами при изучении данного курса, необходимы при подготовке и написании диссертации по специальности **05.13.18** - Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ППО

Дисциплина «Динамические системы» относится к циклу ОД.А.03.1. – дисциплины по выбору аспирантов.

Дисциплина готовит к решению следующих задач профессиональной научно-педагогической деятельности:

В области педагогической деятельности:

- возможность преподавания физико-математических дисциплин и информатики в средних специальных и высших учебных заведениях на основе полученного фундаментального образования и научного мировоззрения;
- умение извлекать актуальную научно-техническую информацию из электронных библиотек, реферативных журналов;
- умение находить, анализировать и конкретно обрабатывать информацию, в том числе относящуюся к новым областям знаний, непосредственно не связанным со сферой профессиональной деятельности.

В области научно-исследовательской деятельности:

- владение методами математического моделирования при анализе глобальных проблем на основе глубоких знаний фундаментальных математических дисциплин и компьютерных наук;
- владение методами математического и алгоритмического моделирования при анализе проблем естествознания;
- способность к интенсивной научно-исследовательской и научно-изыскательной деятельности;
- самостоятельный анализ физических аспектов в классических постановках математических задач;
- умение публично представить собственные новые научные результаты;
- самостоятельное построение целостной картины дисциплины.

В области методической, производственно-технологической деятельности:

- умение ориентироваться в современных алгоритмах компьютерной математики, совершенствовать, углублять и развивать математическую теорию, лежащую в их основе;
- собственное ведение прикладного аспекта в строгих математических формулировках;
- способность к творческому применению, развитию и реализации математических сложных алгоритмов в современных программных комплексах.

Для освоения дисциплины «Динамические системы» аспиранты используют знания, умения, способы деятельности и установки, сформированные в ходе изучения «Методы математического моделирования и динамическое программирование», «Дифференциальные уравнения», «Теория игр» и «Математического анализа».

3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Общекультурные компетенции:

- способность работать в междисциплинарной команде;
- способность общаться со специалистами из других областей;
- активная социальная мобильность, способность работать в международной сфере;
- углубленные знания правовых и этических норм при оценке последствий своей профессиональной деятельности, при разработке и осуществлении социально значимых проектов;

- способность порождать новые идеи;

- способность работать самостоятельно, забота о качестве, стремление к успеху.

Компетенции в области научно-исследовательской деятельности:

- применение основных понятий, идей и методов фундаментальных математических дисциплин для решения базовых задач.

- подготовка обзоров, аннотаций, составление рефератов и библиографии по тематике проводимых исследований;

- участие в работе семинаров, конференций и симпозиумов, оформление и подготовка публикаций по результатам проводимых научно исследовательских работ;

- Компетенции в производственно-технологической деятельности:

- использование математических методов обработки информации, полученной в результате экспериментальных исследований или производственной деятельности;

- сбор и обработка данных с использованием современных методов анализа информации и вычислительной техники;

Компетенции в области педагогической деятельности:

- преподавание физико-математических дисциплин и информатики в общеобразовательных и средних специальных образовательных учреждений при специализированной переподготовке;

- участие в разработке различных методов тестирования для оценки успеваемости учащихся.

4. В результате изучения дисциплины аспирант должен:

Аспиранты, завершившие изучение данной дисциплины, должны:

Иметь представление:

- об основных понятиях и принципах теории динамических систем;
- об аналитических, качественных и численных методах исследования динамических систем с непрерывным и дискретным временем;

Знать:

- базовую терминологию теории динамических систем;
- основные факты теории, такие как существование и единственность решения задачи Коши, непрерывная зависимость решения от параметров и начальных данных, продолжимость решения, гладкость решения;
- основные понятия и теоремы теории устойчивости по Ляпунову;
- основы качественной теории динамических систем;

Уметь:

- анализировать разбиение фазового пространства динамической системы на траектории, с учетом зависимости от параметров;
- находить положения равновесия, предельные циклы, инвариантные многообразия динамических систем и исследовать их устойчивость;
- применять основные приемы теории динамических систем при решении задач различной природы.

5. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Форма обучения (виды отчетности) 2 год
аспирантуры; вид отчетности экзамен

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение часов по годам обучения			
		1 год	2 год	3 год	4 год
Аудиторные занятия (всего)	16				16
В том числе:					
Лекции (Л)	8				8
Практические занятия (ПЗ)	8				8
Консультации (К)					
Самостоятельная работа (СР, всего)	128				128
<i>Контрольная работа¹</i>					
<i>Тест</i>					
<i>Задание поисково-исследовательского характера</i>					
<i>Научный реферат</i>					
<i>Подготовка к семинарским и практическим занятиям</i>					
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>					
Вид промежуточной аттестации: (зачет, экзамен)	экзамен 36				экзамен 36
Общая трудоемкость: часы	180				180
зачетные единицы	5				5

6. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Наименование тем, их содержание, объем в часах

№ и/ п	Название раздела дисциплины	Объем часов / зачетных единиц			
		лекции	семинары	практические занятия	Сам ост. работа
1	Современное состояние теории динамических систем.	1		1	12
2	Устойчивость динамических систем с непрерывным и дискретным временем	1		1	12
3.	Функции Ляпунова для автономных и неавтономных систем с непрерывным и дискретным временем. Достаточные условия устойчивости, асимптотической устойчивости, неустойчивости.	1		1	12
4	Автономные системы дифференциальных уравнений	1		1	12
5	Инвариантные множества динамических систем.	1		1	12
6	Основные понятия и определения теории катастроф.	1		1	12
7	Бифуркации положений равновесия.	0,5		0,5	14
8	Бифуркации периодических решений.	0,5		0,5	14
9	Особенности границ устойчивости.	0,5		0,5	14
10	Математические модели объектов различных областей науки. Моделирование критических явлений в химической кинетике	0,5		0,5	14
	<i>Итого:</i>	8	0	8	128

6.2 Тематический план дисциплины:

Тема 1. Современное состояние теории динамических систем. Основные понятия и теоремы теории динамических систем. Перспективы развития. _____1

Тема 2. Устойчивость динамических систем с непрерывным и дискретным временем.

Основные понятия и определения теории устойчивости. Примеры. Общие проблемы теории устойчивости движения. Уравнения в отклонениях. Устойчивость по Ляпунову, асимптотическая и экспоненциальная устойчивость. Орбитальная устойчивость. Устойчивость в целом. Прямой метод Ляпунова. _____1

Тема 3. Функции Ляпунова для автономных и неавтономных систем с непрерывным и дискретным временем. Достаточные условия устойчивости, асимптотической устойчивости, неустойчивости. Устойчивость по первому приближению. Устойчивость непрерывных и дискретных полиномов. _____1

Тема 4. Автономные системы дифференциальных уравнений. Автономная система и ее свойства. Фазовые портреты динамических систем. Стационарные движения, периодические движения, предельные циклы. _____1

Тема 5. Инвариантные множества динамических систем. Притягивающие, отталкивающие множества. Траектории-утки. Интегральные множества со сменой устойчивости как обобщение понятия траектории-утки. _____1

Тема 6. Основные понятия и определения теории катастроф. Теоремы о существовании и единственности решения задачи Коши, о непрерывной зависимости решений от параметров и начальных условий. Структурная устойчивость, бифуркация. _____1

Тема 7. Бифуркации положений равновесия. Бифуркация типа седло-узел. Бифуркация Андронова-Хопфа. Теорема Андронова-Хопфа. Бифуркация с потерей симметрии. Транскритическая бифуркация. _____0,5

Тема 8. Бифуркации периодических решений. Бифуркация возникновения или исчезновения пары замкнутых траекторий. Определение и особенности бифуркации удвоения периода. Особенности и условия возникновения инвариантного тора. Бифуркация с потерей симметрии. Отображение Пуанкаре. Бифуркационная диаграмма. _____0,5

Тема 9. Особенности границ устойчивости. Область и граница устойчивости. Принцип «хрупкости хорошего». Каустики, волновые фронты и их метаморфозы. Особенности в задачах оптимизации. Особенности границы достижимости. _____ 0,5

Тема 10. Математические модели объектов различных областей науки. Динамика биологических популяций. Логистическое уравнение. Модели сосуществования двух видов. Межвидовая конкуренция. Взаимоотношения типа «хищник-жертва». Модель Лотки-Вольтерра и ее обобщения. Модели экономического равновесия. Модели экономического роста. Конъюнктурные циклы в экономике. Моделирование критических явлений в химической кинетике. Редукция моделей. Фракталы и фрактальные структуры. Самоорганизация и образование структур. Крупномасштабное распределение вещества во Вселенной. _____ 0,5

6.3. Организация текущего и промежуточного контроля знаний

Контрольные работы – не предусмотрены.

Список вопросов для промежуточного тестирования:

1. Определения асимптотической последовательности и асимптотического ряда.
2. Понятие регулярных и сингулярных возмущений.
3. Единственность асимптотических разложений.
4. Оценка погрешности асимптотических приближений.
5. Классификация методов малого параметра.
6. Сравнение сходящихся и асимптотических рядов.
7. Решение алгебраических уравнений с помощью асимптотических методов.
Вычисление погрешности приближения.
8. Решение уравнений в невырожденном случае. Вычисление погрешности приближения.
9. Асимптотические разложения решений в вырожденном случае.
10. Метод растянутых координат.
11. Разложение с калибровочными функциями.
12. Разложение в ряд подынтегральной функции.
13. Интегрирование по частям.
14. Решение регулярно возмущенных обыкновенных дифференциальных уравнений.
15. Метод малого параметра.
16. Единственность асимптотического разложения.
17. Оценка погрешности асимптотического приближения.
18. Решение сингулярно возмущенных начальных задач.
19. Уравнения с малым параметром при старшей производной.
20. Теорема о предельном переходе (Тихонова).
21. Асимптотические разложения решений задачи Коши.

22. Пограничный слой. Пограничные функции.
23. Методы усреднения. Основные понятия.
24. Уравнения первого и высших приближений в методе усреднения.
25. Некоторые обобщения метода усреднения.
26. Асимптотические разложения решений в случае резонанса.

6.4. Самостоятельная работа аспирантов

Изучение учебного материала, перенесенного с аудиторных занятий на самостоятельную проработку:

Тема 1. Современное состояние теории динамических систем. Основные понятия и теоремы теории динамических систем. Перспективы развития. _____ 12

Тема 2. Устойчивость динамических систем с непрерывным и дискретным временем.

Основные понятия и определения теории устойчивости. Примеры. Общие проблемы теории устойчивости движения. Уравнения в отклонениях. Устойчивость по Ляпунову, асимптотическая и экспоненциальная устойчивость. Орбитальная устойчивость. Устойчивость в целом. Прямой метод Ляпунова. _____ 12

Тема 3. Функции Ляпунова для автономных и неавтономных систем с непрерывным и дискретным временем. Достаточные условия устойчивости, асимптотической устойчивости, неустойчивости. Устойчивость по первому приближению. Устойчивость непрерывных и дискретных полиномов. _____ 12

Тема 4. Автономные системы дифференциальных уравнений. Автономная система и ее свойства. Фазовые портреты динамических систем. Стационарные движения, периодические движения, предельные циклы. _____ 12

Тема 5. Инвариантные множества динамических систем. Притягивающие, отталкивающие множества. Траектории-утки. Интегральные множества со сменой устойчивости как обобщение понятия траектории-утки. _____ 12

Тема 6. Основные понятия и определения теории катастроф. Теоремы о существовании и единственности решения задачи Коши, о непрерывной зависимости решений от параметров и начальных условий. Структурная устойчивость, бифуркация. _____ 12

Тема 7. Бифуркации положений равновесия. Бифуркация типа седло-узел. Бифуркация Андронова-Хопфа. Теорема Андронова-Хопфа. Бифуркация с потерей симметрии. Транскритическая бифуркация. _____ 14

Тема 8. Бифуркации периодических решений. Бифуркация возникновения или исчезновения пары замкнутых траекторий. Определение и особенности бифуркации удвоения периода. Особенности и условия возникновения инвариантного тора. Бифуркация с потерей симметрии. Отображение Пуанкаре. Бифуркационная диаграмма. _____14

Тема 9. Особенности границ устойчивости. Область и граница устойчивости. Принцип «хрупкости хорошего». Каустики, волновые фронты и их метаморфозы. Особенности в задачах оптимизации. Особенности границы достижимости. _____14

Тема 10. Математические модели объектов различных областей науки. Динамика биологических популяций. Логистическое уравнение. Модели сосуществования двух видов. Межвидовая конкуренция. Взаимоотношения типа «хищник-жертва». Модель Лотки-Вольterra и ее обобщения. Модели экономического равновесия. Модели экономического роста. Конъюнктурные циклы в экономике. Моделирование критических явлений в химической кинетике. Редукция моделей. Фракталы и фрактальные структуры. Самоорганизация и образование структур. Крупномасштабное распределение вещества во Вселенной. _____14

Выявление информационных ресурсов в научных библиотеках и сети Internet по следующим направлениям:

- библиография по актуальным проблемам теории возмущений и методам малого параметра;
- публикации (в том числе электронные) источников по асимптотическим методам;

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Литература:

№	Название	Автор	Вид издания (монография, диссертация, учебник, учебное Пособие и др.)	Место издания, издательство, год издания, кол-во страниц
а) Основная литература				
1	Теория алгоритмов:	Крупский В.Н.	Учебное пособие для студентов вузов	Издат.центр «Академия» 2009 ISBN 978-5-7695- 5293-9
2	Оптимальное быстродействие для линейных сингулярно возмущенных систем : метод. указания / О.В. Видилина.	Видилина О. В.	Самарский государственный университет, Механико- математический факультет, Кафедра дифференциальных уравнений и теории управления.	Самара : Универс груп, 2010. - 39 с.
3	Геометрическая декомпозиция сингулярно возмущенных систем.	Воропаева Н.В., Соболев В.А.		М.: Физматлит, 2009 .— 255 с.
4	Основы теории управления :	Егоров А.И.	учеб. пособие для вузов	М.: Физматлит, 2007. - 504 с. : ил. ISBN 978-5-9221- 0543-9
5	Оптимальное быстродействие для линейных систем дифференциальных уравнений : метод. указания / О.В. Видилина	Видилина О.В.	Самарский государственный университет, Механико- математический факультет, Кафедра дифференциальных уравнений и теории управления.	Самара : Универс груп, 2010. - 24 с.
б) Дополнительная литература				
1	Методы классической и современной теории автоматического	Под ред. К.А. Пупкова, Н.Д. Егупова.	Учебник: В 5 т. Т. 1.	М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. - 656 с.

	управления. Математические модели, динамические характеристики и анализ систем автоматического управления		2-е изд., перераб. и доп.	
2	Оптимальное управление движением	Александров В.В., Болтянский В.Г., Лемак С.С., Парусников Н.А., Тихомиров В.М.		М.: Физматлит, 2005 (Рек. УМО)
3	Введение в оптимальное управление (линейная теория)	Благодатских В.И.	Учебник / В.И. Благодатских	М.: Высшая школа, 2001 - 239с ISBN 5-06-003983-8
4	Математическая теория конструирования систем управления.	Афанасьев В.Н. Колмановский В.Б.,	Учебник для вузов (Рек. МО РФ)	М.: Высшая школа, 2004-574с. ISBN 5-06-002662-0
5	Вариационное исчисление и оптимальное управление.	Ванько В. И., Ермошина О. В., Кувыркин Г. Н.		М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 1999.
6	Системы управления с обратной связью.	Филлипс Ч. Харбор Р.		М., Лаборатория базовых знаний, 2001
7	Устойчивость, управляемость, наблюдаемость	Воронов А.А.		М.: Наука, 1979.
8	Курс теории автоматического регулирования.	Первозванский А.А.		М.: Наука, 1986.
9	Математическая теория оптимальных процессов.	Понтрягин Л.С.		М. Физматгиз, 1961.
10	Автоматическое управление	Ройтенберг Я.Н.		М.: Наука, 1992.

7.2. Поддержка самостоятельной работы:

№ п/п	Ссылка на информационный ресурс	Наименование разработки в электронной форме
1.	Электронная библиотека East View http://www.dlib.eastview.com	Доступ возможен с любого компьютера, включённого в университетскую сеть ИнГГУ
2.	Справочно-правовая система «Консультант-плюс» http://www.consultant.ru	Доступ возможен с любого компьютера, включённого в университетскую сеть ИнГГУ
3.	База данных «Полпред» http://www.polpred.com	Доступ возможен с любого компьютера, включённого в университетскую сеть ИнГГУ
4.	Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» http://www.window.edu.ru	Свободный доступ по сети Интернет.
5.	Информационная система «Экономика. Социология. Менеджмент» http://www.ecsosman.ru	Свободный доступ по сети Интернет.
6.	Сайт Высшей аттестационной комиссии http://www.vak.ed.gov.ru	Свободный доступ по сети Интернет.
7.	В помощь аспирантам http://www.dis.finansy.ru	Свободный доступ по сети Интернет.
8.	Elsevier http://www.sciencedirect.com ; http://www.scopus.com	Доступ возможен с любого компьютера, включённого в университетскую сеть ИнГГУ
9.	Консультант студента http://www.studmedlib.ru	Доступ по индивидуальным скретч-картам.

Тематика рефератов – не предусмотрены.

Итоговый контроль проводится в виде экзамена.

8.МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

- *Лекционные аудитории;*
- *Кабинеты, оснащенные видеомagnитофоном, видеокамерой, аудиотехникой, проектором;*
- *Кабинет информационно-коммуникационных технологий;*
- *Компьютерный класс с Интернет-ресурсами;*
- *Аудиоматериалы объемом ...;*
- *Электронная библиотека ИнгГУ;*

Программы пакета Microsoft Office;

Сайт научной библиотеки ИнгГУ, с доступом к электронному каталогу и полнотекстовым базам данных –
URL:

Дополнения и изменения в рабочей программе на ____ / ____ учебный год

В рабочую программу внесены следующие изменения :

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры

« ____ » _____ г. протокол № ____

Заведующий кафедрой _____ (_____)

Внесенные изменения утверждаю

Декан _____ (_____)

« ____ » _____ г.

Дополнения и изменения в рабочей программе на ____ / ____ учебный год

В рабочую программу внесены следующие изменения :

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры

« ____ » _____ г. протокол № ____

Заведующий кафедрой _____ (_____)

Внесенные изменения утверждаю

Декан _____ (_____)

« _____ » _____ Г.