



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Ингушский государственный университет»

О порядке разработки программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре на основании федеральных государственных требований

стр. 1 из 52

**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Ингушский государственный университет»**

Кафедра «Информационные системы и технологии»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе


_____ М.А. Дзауров

« ____ » _____ 20__ г.

**Рабочая программа дисциплины
«Динамические системы»**

Специальность: **1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.**

г. Магас, 2022 год

	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ингушский государственный университет»	
	О порядке разработки программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре на основании федеральных государственных требований	стр. 2 из 42

Рабочая программа дисциплины Динамические системы составлена в соответствии с Федеральными государственными требованиями к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре, условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов, утвержденными приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 20 октября 2021 г. № 951.


Программа составлена д.ф-м.н. Мальсагов М.Х. .

Программа рецензирована: _____ (Ф.И.О., ученая степень, звание, должность)

Рецензия прикладывается к РПД

Программа обсуждена и одобрена на заседании кафедры _____
 дата (протокол № _____)

Программа обсуждена и одобрена методической
 комиссией специальностей аспирантуры _____
 _____ дата (протокол № _____)

	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ингушский государственный университет»	
	О порядке разработки программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре на основании федеральных государственных требований	стр. 3 из 42

1. Цель изучения дисциплины

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

2. 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

3. Место дисциплины в структуре программы аспирантуры

Дисциплина 2.1.3 Динамические системы относится к Образовательному компоненту «Дисциплины (модули)» программы аспирантуры по специальности 1.2.2. – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

4. Требования к результатам освоения дисциплины


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-изыскательской деятельности;
- самостоятельный анализ физических аспектов в классических постановках математических задач;

	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ингушский государственный университет»	
	О порядке разработки программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре на основании федеральных государственных требований	стр. 4 из 42

- 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».

5. Объем и вид учебной работы

Виды учебной работы	Трудоемкость (часы)		Семестры (указание часов по семестрам)
Аудиторные занятия (всего)			
В том числе:			
Лекции	36		
Практические занятия	-		
Лабораторные работы	-		
Самостоятельная работа (всего)	108		
Формы аттестации по дисциплине (зачет, экзамен)	Экзамен		
Общая трудоемкость дисциплины	Часы	ЗЕТ	
	144	4	

6. Содержание дисциплины

6.1. Содержание раздела и дидактической единицы



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации


федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Ингушский государственный университет»

О порядке разработки программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре на основании федеральных государственных требований

стр. 5 из 42

Содержание дисциплины	Основное содержание раздела, дидактической единицы
Тема 1. Современное состояние теории динамических систем.	Основные понятия и теоремы теории динамических систем. Перспективы развития
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.
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.
Тема 4. Автономные системы дифференциальных уравнений	Автономная система и ее свойства. Фазовые портреты динамических систем. Стационарные движения, периодические движения, предельные циклы
Тема 5. Инвариантные множества динамических систем.	Притягивающие, отталкивающие множества. Траектории-утки. Интегральные множества со сменой устойчивости как обобщение понятия траектории-утки.
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
Тема 7. Бифуркации положений равновесия.	Бифуркация типа седло-узел. Бифуркация Андронова-Хопфа. Теорема Андронова-Хопфа. Бифуркация с потерей симметрии. Транскритическая бифуркация
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
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
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 фрак-

	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ингушский государственный университет»	
	О порядке разработки программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре на основании федеральных государственных требований	стр. 6 из 42

	тальные структуры. Самоорганизация и образование структур. Крупномасштабное распределение вещества во Вселенной.
--	--

6.2. Разделы дисциплины (ДЕ) и виды занятий


Содержание дисциплины	Часы по видам занятий			Всего:
	Лекции	Практич. занятия	Сам. работа	
Тема 1. Современное состояние теории динамических систем.	2	-	10	12
Тема 2. Устойчивость динамических систем с непрерывным и дискретным временем.	2	-	11	13
Тема 3. Функции Ляпунова для автономных и неавтономных систем с непрерывным и дискретным временем.	4	-	11	15
Тема 4. Автономные системы дифференциальных уравнений	4	-	11	15
Тема 5. Инвариантные многообразия динамических систем.	4	-	11	15
Тема 6. Основные понятия и определения теории катастроф.	4	-	11	15
Тема 7. Бифуркации положений равновесия.	4	-	11	15
Тема 8. Бифуркации периодических решений	4	-	11	15
Тема 9. Особенности границ устойчивости.	4	-	11	15
Тема 10. Математические модели объектов различных областей науки.	4	-	10	15
ИТОГО	36	-	108	144

8. Ресурсное обеспечение. (Кадровый потенциал, материально-техническое оснащение, образовательные технологии, формы, методы и способы обучения).

Кафедра Информационные системы и технологии располагает кадровыми ресурсами, гарантирующими качество подготовки аспиранта по специальности 1.2.2. – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ в соответствии с ФГТ.

8.1. Образовательные технологии

Указывается удельный вес занятий, проводимых в интерактивной форме, а также основные технологии, формы проведения занятий (использование симуляционного оборудования, компьютерные симуляции, ЭОР, деловые и ролевые игры, психологические и

	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ингушский государственный университет»	
	О порядке разработки программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре на основании федеральных государственных требований	стр. 7 из 42

иные тренинги, разборы конкретных ситуаций, больных; встречи с представителями российских и зарубежных компаний и организаций, мастер-классы экспертов и специалистов).

8.2. Материально-техническое оснащение.

Аудитории для проведения лекционных и практических занятий, мультимедийное оборудование, доска, доступ к Интернет-ресурсам.

8.3. Перечень лицензионного программного обеспечения

8.3.1. Системное программное обеспечение

8.3.1.1. Серверное программное обеспечение:

- _____;

- _____.

8.3.1.2. Операционные системы персональных компьютеров:

- _____;

- _____.

8.3.2. Прикладное программное обеспечение

8.3.2.1. Офисные программы

1. _____

2. _____

8.3.2.2. Программы обработки данных, информационные системы

- _____


8.3.2.3. Внешние электронные информационно-образовательные ресурсы

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

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 групп, 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 групп, 2010. - 24 с.

б) Дополнительная литература

	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ингушский государственный университет»	
	О порядке разработки программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре на основании федеральных государственных требований	стр. 8 из 42

1. Методы классической и современной теории автоматического управления. Математические модели, динамические характеристики и анализ систем автоматического управления Под ред. К.А. Пупкова, Н.Д. Егупова. Учебник: В 5 т. Т. 1. 2-е изд., перераб. и доп. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. - 656 с.
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.

10. Аттестация по дисциплине.

Итоговый контроль проводится в виде экзамена.

11. Фонд оценочных средств по дисциплине для проведения промежуточной аттестации (представляется отдельным документом в формате приложения к РПД)