

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ИНГУШСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Кафедра информационных систем и технологий**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе и КО

\_\_\_\_\_ С.А. Льянова

«\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Рабочая программа дисциплины (модуля)  
«ДИНАМИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ»**

Специальность

**1.2.2 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ**

г. Магас

2023 год

## **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-испытательной 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».

## 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

Содержание дисциплины	Основное содержание раздела, дидактической единицы
<b>Тема 1. Современное состояние теории динамических систем.</b>	Основные понятия и теоремы теории динамических систем. Перспективы развития
<b>Тема 2. Устойчивость динамических систем с непрерывным и дискретным временем.</b>	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.
<b>Тема 3. Функции Ляпу-</b>	Достаточные условия устойчивости, асимптотической устой-

<b>нова для автономных и неавтономных систем с непрерывным и дискретным временем.</b>	чивости, неустойчивости. Устойчивость по первому приближению. Устойчивость непрерывных и дискретных полиномов.
<b>Тема 4. Автономные системы дифференциальных уравнений</b>	Автономная система и ее свойства. Фазовые портреты динамических систем. Стационарные движения, периодические движения, предельные циклы
<b>Тема 5. Инвариантные множества динамических систем.</b>	Притягивающие, отталкивающие множества. Траектории-утки. Интегральные множества со сменой устойчивости как обобщение понятия траектории-утки.
<b>Тема 6. Основные понятия и определения теории катастроф.</b>	Теоремы о существовании и единственности решения задачи Коши, о непрерывной зависимости решений от параметров и начальных условий. Структурная устойчивость, бифуркация
<b>Тема 7. Бифуркации положений равновесия.</b>	Бифуркация типа седло-узел. Бифуркация Андронова-Хопфа. Теорема Андронова-Хопфа. Бифуркация с потерей симметрии. Транскритическая бифуркация
<b>Тема 8. Бифуркации периодических решений</b>	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
<b>Тема 9. Особенности границ устойчивости.</b>	Область и граница устойчивости. Принцип «хрупкости хорошего». Каустики, волновые фронты и их метаморфозы. Особенности в задачах оптимизации. Особенности границы достижимости
<b>Тема 10. Математические модели объектов различных областей науки.</b>	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.

## 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 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**

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)