

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Горно-Алтайский государственный университет»
(ФГБОУ ВО ГАГУ, ГАГУ, Горно-Алтайский государственный университет)

Теория динамических систем
рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой **кафедра математики, физики и информатики**

Учебный план 01.03.01_2023_633.plx
01.03.01 Математика
Прикладная математика и программирование

Квалификация **бакалавр**

Форма обучения **очная**


Общая трудоемкость **2 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 72
в том числе: Виды контроля в семестрах:
зачеты 8
аудиторные занятия 32
самостоятельная работа 30,3
часов на контроль 8,85

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	8 (4.2)		Итого	
	8 1/6			
Неделя				
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	14	14	14	14
Практические	18	18	18	18
Консультации (для студента)	0,7	0,7	0,7	0,7
Контроль самостоятельной работы при проведении аттестации	0,15	0,15	0,15	0,15
Итого ауд.	32	32	32	32
Контактная работа	32,85	32,85	32,85	32,85
Сам. работа	30,3	30,3	30,3	30,3
Часы на контроль	8,85	8,85	8,85	8,85
Итого	72	72	72	72

Программу составил(и):

к.ф.-м.н., доцент, Раенко Е.А., ст. преподаватель Ваулин Д. А. 

Рабочая программа дисциплины

Теория динамических систем

разработана в соответствии с ФГОС:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 01.03.01 Математика (приказ Минобрнауки России от 10.01.2018 г. № 8)

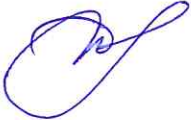
составлена на основании учебного плана:

01.03.01 Математика

утвержденного учёным советом вуза от 26.12.2022 протокол № 12.

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры
кафедра математики, физики и информатики

Протокол от 09.03.2023 протокол № 8

И. о. зав. кафедрой Богданова Рада Александровна 

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2024-2025 учебном году на заседании кафедры **кафедра математики, физики и информатики**

Протокол от _____ 2024 г. № ____
Зав. кафедрой Богданова Рада Александровна

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2025-2026 учебном году на заседании кафедры **кафедра математики, физики и информатики**

Протокол от _____ 2025 г. № ____
Зав. кафедрой Богданова Рада Александровна

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2026-2027 учебном году на заседании кафедры **кафедра математики, физики и информатики**

Протокол от _____ 2026 г. № ____
Зав. кафедрой Богданова Рада Александровна

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2027-2028 учебном году на заседании кафедры **кафедра математики, физики и информатики**

Протокол от _____ 2027 г. № ____
Зав. кафедрой Богданова Рада Александровна

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	
1.1	<i>Цели:</i> - изучение методов качественной теории дифференциальных уравнений и применения этих методов при решении широкого класса естественнонаучных задач; - развитие общей математической культуры, овладение навыками, необходимыми для решения прикладных задач и применение их в процессе решения различных задач.
1.2	<i>Задачи:</i> - развитие общей математической культуры; - подготовка студентов для научной и практической деятельности в области теории динамических систем; - совершенствование навыков математического и логического мышления.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП	
Цикл (раздел) ООП:	Б1.В.ДВ.08
2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Общая и метрическая топология
2.1.2	Дифференциальные уравнения
2.1.3	Математический анализ
2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
ПК-3: способен математически корректно ставить естественнонаучные задачи, знает постановки классических задач математики	
ИД-1.ПК-3: Владеет способностью к определению общих форм и закономерностей отдельной предметной области	
Владеть способностью к определению общих форм и закономерностей в области теории динамических систем	
ИД-2.ПК-3: Умеет строго доказать утверждение, сформулировать результат, увидеть следствия полученного результата	
Уметь публично представлять собственные и известные научные результаты в области теории динамических систем	
ИД-3.ПК-3: Умеет публично представлять собственные и известные научные результаты	
Уметь публично представлять собственные и известные научные результаты в области теории динамических систем	

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)							
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Инте пакт.	Примечание
	Раздел 1. Неподвижные точки и замкнутые траектории динамических систем.						
1.1	Неподвижные точки и замкнутые траектории динамических систем. /Лек/	8	4	ИД-1.ПК-3 ИД-2.ПК-3 ИД-3.ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1	2	
1.2	Неподвижные точки и замкнутые траектории динамических систем. /Пр/	8	6	ИД-1.ПК-3 ИД-2.ПК-3 ИД-3.ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1	0	Тест Контрольная работа
1.3	Подготовка к практическим занятиям. /Ср/	8	2	ИД-1.ПК-3 ИД-2.ПК-3 ИД-3.ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1	0	
1.4	Выполнение домашнего задания. /Ср/	8	4	ИД-1.ПК-3 ИД-2.ПК-3 ИД-3.ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1	0	

1.5	Решение индивидуальных заданий. /Ср/	8	4,1	ИД-1.ПК-3 ИД-2.ПК-3 ИД-3.ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1	0	
Раздел 2. Геометрия и топология гладких многообразий							
2.1	Геометрия и топология гладких многообразий. /Лек/	8	4	ИД-1.ПК-3 ИД-2.ПК-3 ИД-3.ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1	2	
2.2	Геометрия и топология гладких многообразий. /Пр/	8	6	ИД-1.ПК-3 ИД-2.ПК-3 ИД-3.ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1	0	Тест Контрольная работа
2.3	Подготовка к практическим занятиям. /Ср/	8	2	ИД-1.ПК-3 ИД-2.ПК-3 ИД-3.ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1	0	
2.4	Выполнение домашнего задания. /Ср/	8	4	ИД-1.ПК-3 ИД-2.ПК-3 ИД-3.ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1	0	
2.5	Решение индивидуальных заданий. /Ср/	8	4,1	ИД-1.ПК-3 ИД-2.ПК-3 ИД-3.ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1	0	
Раздел 3. Динамические системы и векторные поля на многообразиях.							
3.1	Динамические системы и векторные поля на многообразиях. /Лек/	8	6	ИД-1.ПК-3 ИД-2.ПК-3 ИД-3.ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1	2	
3.2	Динамические системы и векторные поля на многообразиях. /Пр/	8	6	ИД-1.ПК-3 ИД-2.ПК-3 ИД-3.ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1	0	Тест Контрольная работа
3.3	Подготовка к практическим занятиям. /Ср/	8	2	ИД-1.ПК-3 ИД-2.ПК-3 ИД-3.ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1	0	
3.4	Выполнение домашнего задания. /Ср/	8	4	ИД-1.ПК-3 ИД-2.ПК-3 ИД-3.ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1	0	
3.5	Решение индивидуальных заданий. /Ср/	8	4,1	ИД-1.ПК-3 ИД-2.ПК-3 ИД-3.ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1	0	
Раздел 4. Консультации							
4.1	Консультация по дисциплине /Конс/	8	0,7	ИД-1.ПК-3 ИД-2.ПК-3 ИД-3.ПК-3		0	
Раздел 5. Промежуточная аттестация (зачёт)							
5.1	Подготовка к зачёту /Зачёт/	8	8,85	ИД-1.ПК-3 ИД-2.ПК-3 ИД-3.ПК-3		0	
5.2	Контактная работа /КСРАТТ/	8	0,15	ИД-1.ПК-3 ИД-2.ПК-3 ИД-3.ПК-3		0	

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

5.1. Пояснительная записка

1. Назначение фонда оценочных средств. Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу дисциплины Теория динамических систем
2. Фонд оценочных средств включает контрольные материалы для проведения текущего контроля в форме вопросов к зачету, а также контрольные работы

5.2. Оценочные средства для текущего контроля

Оценочные средства для текущего контроля приведены в Приложении №1

5.3. Темы письменных работ (эссе, рефераты, курсовые работы и др.)

Не предусмотрено

5.4. Оценочные средства для промежуточной аттестации

Оценочные средства для промежуточной аттестации приведены в Приложении №1

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

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Эл. адрес
Л1.1	Юмагулов М.Г.	Обыкновенные дифференциальные уравнения: теория и приложения: учебное пособие	Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика; Институт компьютерных исследований, 2019	http://www.iprbookshop.ru/91969.html
Л1.2	Арнольд В.И.	Обыкновенные дифференциальные уравнения	Ижевск: Институт компьютерных исследований; Регулярная и хаотическая динамика, 2019	http://www.iprbookshop.ru/92056.html
Л1.3	Понтрягин Л.С.	Обыкновенные дифференциальные уравнения	Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика; Институт компьютерных исследований, 2019	http://www.iprbookshop.ru/92055.html

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Эл. адрес
Л2.1	Борухов В.Т., Гайшун И.В., Тимошпольский В.И.	Структурные свойства динамических систем и обратные задачи математической физики: научное издание	Минск: Белорусская наука, 2009	http://www.iprbookshop.ru/12320.html

6.3.1 Перечень программного обеспечения

6.3.1.1	Firefox
6.3.1.2	GeoGebra
6.3.1.3	MatLab
6.3.1.4	MikTex
6.3.1.5	Google Chrome
6.3.1.6	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса СТАНДАРТНЫЙ
6.3.1.7	MS Office
6.3.1.8	MS WINDOWS
6.3.1.9	Moodle
6.3.1.10	NVDA

6.3.2 Перечень информационных справочных систем

6.3.2.1	База данных «Электронная библиотека Горно-Алтайского государственного университета»
6.3.2.2	Электронно-библиотечная система IPRbooks
6.3.2.3	Межвузовская электронная библиотека

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

	проблемная лекция	
	лекция-визуализация	
	конференция	
	дискуссия	

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Номер аудитории	Назначение	Основное оснащение
-----------------	------------	--------------------

207 Б1	Лекционная аудитория. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Ученическая доска, проектор, экран, системный блок, посадочные места обучающихся (по количеству обучающихся), рабочее место преподавателя
209 Б1	Компьютерный класс. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Помещение для самостоятельной работы	Рабочее место преподавателя. Посадочные места обучающихся (по количеству обучающихся). Маркерная ученическая доска, экран, мультимедиапроектор, компьютеры с доступом в Интернет
211 Б1	Компьютерный класс. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Помещение для самостоятельной работы	Рабочее место преподавателя. Посадочные места обучающихся (по количеству обучающихся), компьютеры с доступом к Интернет
207 Б1	Лекционная аудитория. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Ученическая доска, проектор, экран, системный блок, посадочные места обучающихся (по количеству обучающихся), рабочее место преподавателя
209 Б1	Компьютерный класс. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Помещение для самостоятельной работы	Рабочее место преподавателя. Посадочные места обучающихся (по количеству обучающихся). Маркерная ученическая доска, экран, мультимедиапроектор, компьютеры с доступом в Интернет
211 Б1	Компьютерный класс. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Помещение для самостоятельной работы	Рабочее место преподавателя. Посадочные места обучающихся (по количеству обучающихся), компьютеры с доступом к Интернет

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Методические указания по освоению дисциплин (модулей)

Лекции, с одной стороны – это одна из основных форм учебных занятий в высших учебных заведениях, представляющая собой систематическое, последовательное устное изложение преподавателем определенного раздела конкретной науки или учебной дисциплины, с другой – это особая форма самостоятельной работы с учебным материалом. Лекция не заменяет собой книгу, она только подталкивает к ней, раскрывая тему, проблему, выделяя главное, существенное, на что следует обратить внимание, указывает пути, которым нужно следовать, добиваясь глубокого понимания поставленной проблемы, а не общей картины.

Работа на лекции – это сложный процесс, который включает в себя такие элементы как слушание, осмысление и собственно конспектирование. Для того, чтобы лекция выполнила свое назначение, важно подготовиться к ней и ее записи еще до прихода преподавателя в аудиторию. Без этого дальнейшее восприятие лекции становится сложным. Лекция в университете рассчитана на подготовленную аудиторию. Преподаватель излагает любой вопрос, ориентируясь на те знания, которые должны быть у студентов, усвоивших материал всех предыдущих лекций. Важно научиться слушать преподавателя во время лекции, поддерживать непрерывное внимание к выступающему.

Однако, одного слушания недостаточно. Необходимо фиксировать, записывать тот поток информации, который сообщается

во время лекции – научиться вести конспект лекции, где формулировались бы наиболее важные моменты, основные положения, излагаемые лектором. Для ведения конспекта лекции следует использовать тетрадь. Ведение конспекта на листочках не рекомендуется, поскольку они не так удобны в использовании и часто теряются. При оформлении конспекта лекции необходимо оставлять поля, где студент может записать свои собственные мысли, возникающие параллельно с мыслями, высказанными лектором, а также вопросы, которые могут возникнуть в процессе слушания, чтобы получить на них ответы при самостоятельной проработке материала лекции, при изучении рекомендованной литературы или непосредственно у преподавателя в конце лекции. Составляя конспект лекции, следует оставлять значительный интервал между строчками. Это связано с тем, что иногда возникает необходимость вписать в первоначальный текст лекции одну или несколько строчек, имеющих принципиальное значение и почерпнутых из других источников. Расстояние между строками необходимо также для подчеркивания слов или целых групп слов (такое подчеркивание вызывается необходимостью привлечь внимание к данному месту в тексте при повторном чтении). Обычно подчеркивают определения, выводы.

Также важно полностью без всяких изменений вносить в тетрадь схемы, таблицы, чертежи и т.п., если они предполагаются в лекции. Для того, чтобы совместить механическую запись с почти дословным фиксированием наиболее важных положений, можно использовать системы условных сокращений. В первую очередь сокращаются длинные слова и те, что повторяются в речи лектора чаще всего. При этом само сокращение должно быть по возможности кратким.

Семинарские (практические) занятия Самостоятельная работа студентов по подготовке к семинарскому (практическому) занятию должна начинаться с ознакомления с планом семинарского (практического) занятия, который включает в себя вопросы, выносимые на обсуждение, рекомендации по подготовке к семинару (практическому занятию), рекомендуемую литературу к теме. Изучение материала следует начать с просмотра конспектов лекций. Восстановив в памяти материал, студент приводит в систему основные положения темы, вопросы темы, выделяя в ней главное и новое, на что обращалось внимание в лекции. Затем следует внимательно прочитать соответствующую главу учебника.

Для более углубленного изучения вопросов рекомендуется конспектирование основной и дополнительной литературы. Читая рекомендованную литературу, не стоит пассивно принимать к сведению все написанное, следует анализировать текст, думать над ним, этому способствуют записи по ходу чтения, которые превращают чтение в процесс. Записи могут вестись в различной форме: развернутых и простых планов, выписок (тезисов), аннотаций и конспектов.

Подобрав, отработав материал и усвоив его, студент должен начать непосредственную подготовку своего выступления на семинарском (практическом) занятии для чего следует продумать, как ответить на каждый вопрос темы.

По каждому вопросу плана занятий необходимо подготовиться к устному сообщению (5-10 мин.), быть готовым принять участие в обсуждении и дополнении докладов и сообщений (до 5 мин.).

Выступление на семинарском (практическом) занятии должно удовлетворять следующим требованиям: в нем излагаются теоретические подходы к рассматриваемому вопросу, дается анализ принципов, законов, понятий и категорий; теоретические положения подкрепляются фактами, примерами, выступление должно быть аргументированным.

Лабораторные работы являются основными видами учебных занятий, направленными на экспериментальное (практическое) подтверждение теоретических положений и формирование общепрофессиональных и профессиональных компетенций. Они составляют важную часть теоретической и профессиональной практической подготовки.

В процессе лабораторной работы как вида учебного занятия студенты выполняют одно или несколько заданий под руководством преподавателя в соответствии с изучаемым содержанием учебного материала.

При выполнении обучающимися лабораторных работ значимым компонентом становятся практические задания с использованием компьютерной техники, лабораторно - приборного оборудования и др. Выполнение студентами лабораторных работ проводится с целью: формирования умений, практического опыта (в соответствии с требованиями к результатам освоения дисциплины, и на основании перечня формируемых компетенций, установленными рабочей программой дисциплины), обобщения, систематизации, углубления, закрепления полученных теоретических знаний, совершенствования умений применять полученные знания на практике.

Состав заданий для лабораторной работы должен быть спланирован с расчетом, чтобы за отведенное время они могли быть выполнены качественно большинством студентов.

При планировании лабораторных работ следует учитывать, что в ходе выполнения заданий у студентов формируются умения и практический опыт работы с различными приборами, установками, лабораторным оборудованием, аппаратурой, программами и др., которые могут составлять часть профессиональной практической подготовки, а также исследовательские умения (наблюдать, сравнивать, анализировать, устанавливать зависимости, делать выводы и обобщения, самостоятельно вести исследование, оформлять результаты).

Выполнению лабораторных работ предшествует проверка знаний студентов - их теоретической готовности к выполнению задания.

Формы организации студентов при проведении лабораторных работ: фронтальная, групповая и индивидуальная. При фронтальной форме организации занятий все студенты выполняют одновременно одну и ту же работу. При групповой форме организации занятий одна и та же работа выполняется группами по 2 - 5 человек. При индивидуальной форме организации занятий каждый студент выполняет индивидуальное задание.

Текущий контроль учебных достижений по результатам выполнения лабораторных работ проводится в соответствии с системой оценивания (рейтинговой, накопительной и др.), а также формами и методами (как традиционными, так и инновационными, включая компьютерные технологии), указанными в рабочей программе дисциплины (модуля). Текущий контроль проводится в пределах учебного времени, отведенного рабочим учебным планом на освоение дисциплины, результаты заносятся в журнал учебных занятий.

Объем времени, отводимый на выполнение лабораторных работ, планируется в соответствии с учебным планом ОПОП.

Перечень лабораторных работ в РПД, а также количество часов на их проведение должны обеспечивать реализацию требований к знаниям, умениям и практическому опыту студента по дисциплине (модулю) соответствующей ОПОП.

Самостоятельная работа обучающихся – это планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Объем самостоятельной работы определяется учебным планом основной профессиональной образовательной программы (ОПОП), рабочей программой дисциплины (модуля).

Самостоятельная работа организуется и проводится с целью формирования компетенций, понимаемых как способность применять знания, умения и личностные качества для успешной практической деятельности, в том числе:

- формирования умений по поиску и использованию нормативной, правовой, справочной и специальной литературы, а также других источников информации;
- качественного освоения и систематизации полученных теоретических знаний, их углубления и расширения по применению на уровне межпредметных связей;
- формирования умения применять полученные знания на практике (в профессиональной деятельности) и закрепления практических умений обучающихся;
- развития познавательных способностей, формирования самостоятельности мышления обучающихся;
- совершенствования речевых способностей обучающихся;
- формирования необходимого уровня мотивации обучающихся к систематической работе для получения знаний, умений и владений в период учебного семестра, активности обучающихся, творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирования способностей к саморазвитию (самопознанию, самоопределению, самообразованию, самосовершенствованию, самореализации и саморегуляции);
- развития научно-исследовательских навыков;
- развития навыков межличностных отношений.

К самостоятельной работе по дисциплине (модулю) относятся: проработка теоретического материала дисциплины (модуля); подготовка к семинарским и практическим занятиям, в т.ч. подготовка к текущему контролю успеваемости обучающихся (текущая аттестация); подготовка к лабораторным работам; подготовка к промежуточной аттестации (зачётам, экзаменам).

Виды, формы и объемы самостоятельной работы обучающихся при изучении дисциплины (модуля) определяются:

- содержанием компетенций, формируемых дисциплиной (модулем);
- спецификой дисциплины (модуля), применяемыми образовательными технологиями;
- трудоемкостью СР, предусмотренной учебным планом;
- уровнем высшего образования (бакалавриат, специалитет, магистратура, аспирантура), на котором реализуется ОПОП;
- степенью подготовленности обучающихся.

Курсовая работа является самостоятельным творческим письменным научным видом деятельности студента по разработке конкретной темы. Она отражает приобретенные студентом теоретические знания и практические навыки. Курсовая работа выполняется студентом самостоятельно под руководством преподавателя.

Курсовая работа, наряду с экзаменами и зачетами, является одной из форм контроля (аттестации), позволяющей определить степень подготовленности будущего специалиста. Курсовые работы защищаются студентами по окончании изучения указанных дисциплин, определенных учебным планом.

Оформление работы должно соответствовать требованиям. Объем курсовой работы: 25–30 страниц. Список литературы и Приложения в объем работы не входят. Курсовая работа должна содержать: титульный лист, содержание, введение, основную часть, заключение, список литературы, приложение (при необходимости). Курсовая работа подлежит рецензированию руководителем курсовой работы. Рецензия является официальным документом и прилагается к курсовой работе.

Тематика курсовых работ разрабатывается в соответствии с учебным планом. Руководитель курсовой работы лишь помогает студенту определить основные направления работы, очертить её контуры, указывает те источники, на которые следует обратить главное внимание, разъясняет, где отыскать необходимые книги.

Составленный список источников научной информации, подлежащий изучению, следует показать руководителю курсовой работы.

Курсовая работа состоит из глав и параграфов. Вне зависимости от решаемых задач и выбранных подходов структура работы должна содержать: титульный лист, содержание, введение, основную часть; заключение; список литературы; приложение(я).

Во введении необходимо отразить: актуальность; объект; предмет; цель; задачи; методы исследования; структура работы.

Основную часть работы рекомендуется разделить на 2 главы, каждая из которых должна включать от двух до четырех параграфов.

Содержание глав и их структура зависит от темы и анализируемого материала.

Первая глава должна иметь обзорно-аналитический характер и, как правило, является теоретической.

Вторая глава по большей части раскрывает насколько это возможно предмет исследования. В ней приводятся практические данные по проблематике темы исследования.

Выводы оформляются в виде некоторого количества пронумерованных абзацев, что придает необходимую стройность изложению изученного материала. В них подводятся итог проведённой работы, непосредственно выводы, вытекающие из всей работы и соответствующие выявленным проблемам, поставленным во введении задачам работы; указывается, с какими трудностями пришлось столкнуться в ходе исследования.

Правила написания и оформления курсовой работы регламентируются Положением о курсовой работе (проекте), утвержденным решением Ученого совета ФГБОУ ВО ГАГУ от 27 апреля 2017 г.

Оценочное средство

Индивидуальное задание №1

1. Применить теорему о линеаризации и классифицировать, где это возможно, неподвижные точки следующих систем:

а) $\dot{x}_1 = -x_2 + x_1 + x_1x_2, \dot{x}_2 = x_1 - x_2 - x_2^2$;

б) $\dot{x}_1 = x_2, \dot{x}_2 = -(1 + x_1^2 + x_1^4)x_2 - x_1$;

в) $\dot{x}_1 = -3x_2 + x_1x_2 - 4, \dot{x}_2 = x_2^2 - x_1^2$.

2. Найти главные направления в начале координат, которое является неподвижной точкой всех следующих систем:

а) $\dot{x}_1 = e^{x_1+x_2} - 1, \dot{x}_2 = x_2$;

б) $\dot{x}_1 = -\sin x_1 + x_2, \dot{x}_2 = \sin x_2$;

в) $\dot{x}_1 = \ln(x_1 + x_2 + 1), \dot{x}_2 = \frac{1}{2}x_1 + x_2, x_1 + x_2 > -1$.

Зная главные направления, нарисовать фазовые портреты.

3. Доказать, что следующие системы не имеют неподвижных точек и нарисовать их фазовые портреты:

а) $\dot{x}_1 = e^{x_1+x_2}, \dot{x}_2 = x_1 + x_2$;

б) $\dot{x}_1 = x_1 + x_2 + 2, \dot{x}_2 = x_1 + x_2 + 1$;

в) $\dot{x}_1 = x_2 + 2x_2^3, \dot{x}_2 = 1 + x_2^2$

4. Найти первые интегралы для следующих систем и указать области их определения:

а) $\dot{x}_1 = x_2, \dot{x}_2 = x_1^2 + 1$;

б) $\dot{x}_1 = x_1(x_2 + 1), \dot{x}_2 = -x_2(x_1 + 1)$;

в) $\dot{x}_1 = \sec x_1, \dot{x}_2 = -x_2^2, |x_1| < \frac{\pi}{2}$.

5. Найти замкнутые траектории следующих дифференциальных уравнений:

а) $\ddot{x} + (2x^2 + x^4 - 1)\dot{x} + x^3 = 0$;

б) $\ddot{x} + (x^2 + x^2 - 4)x = 0$;

в) $\ddot{x} + (2x^2 + x^4 - 1)x^3 = 0$.

6-1. Показать, что нелинейная система

$$\dot{x}_1 = -x_2 + x_1(1 - x_1^2 - x_2^2), \dot{x}_2 = x_1 + x_2(1 - x_1^2 - x_2^2)$$

в полярных координатах имеет вид

$$\dot{r} = r(1 - r^2), \dot{\theta} = 1.$$

Решить эту задачу с начальными условиями $r(0) = r_0, \theta(0) = \theta_0$ при $t = 0$ и показать, что $r(t) = \frac{r_0}{\sqrt{r_0^2 + (1 - r_0^2)e^{-2t}}}$.

Изобразить график функции $r(t)$ для

а) $0 < r_0 < 1$;

б) $r_0 = 1$;

в) $r_0 > 1$

и нарисовать фазовый портрет системы. Можно ли более просто получить фазовый портрет непосредственно из дифференциальных уравнений в полярных координатах?

6-2. Доказать, что существует область $R = \{(x_1, x_2) : x_1^2 + x_2^2 \leq r^2\}$ такая, что все траектории системы

$$\dot{x}_1 = -wx_2 + x_1(1 - x_1^2 - x_2^2), \dot{x}_2 = wx_1 + x_2(1 - x_1^2 - x_2^2) - F$$

с постоянными w и F входят в эту область. Показать, что при $F = 0$ эта система имеет предельный цикл.

6-3. Рассмотреть систему

$$\dot{x}_1 = -wx_2 + x_1(1 - x_1^2 - x_2^2) - x_2(x_1^2 + x_2^2), \dot{x}_2 = wx_1 + x_2(1 - x_1^2 - x_2^2) + x_1(x_1^2 + x_2^2) - F$$

где w и F - постоянные. Доказать, что если эта система имеет предельный цикл, все точки которого отстоят от начала координат на расстояние 1

Критерии оценки:

Критерии	Оценка
- все задания индивидуальной работы решены верно и полностью; - студент может провести защиту каждого задания у доски, не используя решение; - студент может объяснить все методы и приемы, используемые в решении, знает теоретические предпосылки всех методов и приемов;	"Отлично"
- все задания индивидуальной работы решены верно или в некоторых заданиях работы допущены негрубые вычислительные ошибки при правильно выбранном методе; - студент может провести защиту каждого задания с использованием решения у доски или за партой; - студент знает методы и приемы, используемые в решении, демонстрирует основы теоретических обоснований методов и приемов.	"Хорошо"
- решено не менее 65% всех заданий индивидуальной работы; - студент знает и понимает методы и приемы решения заданий; - студент знает формулировки основных теорем, на которых основываются методы и приемы решения заданий;	"Удовлетворительно"
- решено менее 65% заданий работы; - студент не обнаруживает знание и понимание используемых им при решении заданий методов и приемов; - студент не знает (не понимает) теоретические основы методов и приемов.	Неудовлетворительно.

Оценочное средство

Тест

1. Для динамической системы, описанной функцией скорости $f(x) = x(x-1)^2$:

- а) Если система начинается в $x_0 = 1$, то она уходит к $+\infty$
- б) Инвариантными открытыми множествами являются $I_1 = (-\infty, -1)$, $I_2 = (-1, 0)$, $I_3 = (0, 1)$, $I_4 = (1, +\infty)$
- в) $x = 1/2$ - неустойчивая неподвижная точка
- г) Если система начинается в $x_0 = 2$, то она уходит к $+\infty$

2. Динамическая система второго порядка описана полем скорости $f(x, y) = (y-x)e_1 + (y+x)e_2$, $(x, y) \in \mathbb{R}^2$. Обозначая севером положительное направление по y и востоком положительное направление по x , имеем:

- а) Для $y = -x$ направление поля северное
- б) The null-clines are $x = 0$ and $y = 0$
- в) Для $x = 0$ и $y > 0$ направление поля северо-восточное
- г) Система имеет неподвижную точку в начале координат

3. Для динамической системы описанной уравнением $\frac{dx}{dt} = f(x) = x(x-1)(x-a)$, где a - константа:

- а) Линеаризованным уравнением движения вблизи $x = 0$ будет $\frac{dx}{dt} = ax$
- б) Система структурно неустойчива при $a = 0$
- в) Для $a > 0$ неподвижная точка $x = 0$ неустойчива
- г) $f(x) = -x^3$ при $x \rightarrow \infty$

4. Пусть динамическая система второго порядка описана полем скорости $f(x, y) = (x-y^2)e_1 + 2ye_2$, $(x, y) \in \mathbb{R}^2$. Тогда:

- а) Якобиан в неподвижной точке равен $J = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 2 \end{pmatrix}$
- б) $(x, y) = (1, 1)$ - неподвижная точка
- в) Линеаризованным уравнением движения является $\frac{d}{dt} \begin{pmatrix} x-1 \\ y-1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x-1 \\ y-1 \end{pmatrix}$
- г) Якобиан равен $J = \begin{pmatrix} 1 & -2y \\ 0 & 2 \end{pmatrix}$

5. Частица движется в системе координат по закону $r(t) = v_x t e_1 + (h - \frac{1}{2} g t^2) e_3$, где h , v_x и g - константы. Какое из утверждений верно:

- а) Ускорение является постоянной функцией от времени
- б) Скорость равна $v(t) = v_x e_1 - g t e_3$
- в) В момент времени $t = 0$ частица была в положении $r(0) = (0, 0, h)$
- г) Движение частицы - круговое

6. Пусть $J = \begin{pmatrix} 2 & -c \\ c & 0 \end{pmatrix}$ - Якобиан в неподвижной точке динамической системы второго порядка. Тогда:

- а) При $c < 1$ неподвижная точка неустойчива
- б) Неподвижная точка устойчива за исключением случая $c = 1$
- в) При $c > 1$ неподвижная точка нейтрально устойчива
- г) Собственными значениями являются $\lambda_{1,2} = 1 \pm \sqrt{1 - c^2}$

Ключи к тесту по предмету "Теория динамических систем"

Ответы:

1. г)
2. в), г)
3. а), б), в)
4. а), г)
5. а), б), в)
6. а), г)

Критерии оценки:

Критерии	Оценка
84-100% ответов на задания теста	"Отлично"
66-83% ответов на задания теста	"Хорошо"
50-65% ответов на задания теста	"Удовлетворительно"
менее 50% ответов на задания теста	"Неудовлетворительно"

Оценочное средство

Вопросы к экзамену

1. Существование и единственность решения ОДУ.
2. Индекс кривой на плоскости относительно векторного поля и его свойства.
3. Фазовые портреты канонических систем на плоскости.
4. Атласы тора, сферы и проективной плоскости.
5. Канонические линейные системы в \mathbb{R}^n .
6. Теорема о неподвижной точке.
7. Примеры предельных циклов на плоскости.
8. Теорема о сумме индексов для комплексной поверхности.
9. Классы подобия жордановых матриц 2×2 .
10. Индекс особой точки векторного поля. Теорема о сумме индексов.
11. Линеаризация динамической системы. Теорема о линеаризации.
12. Диффеоморфизм, заданный векторным полем.
13. Глобальный портрет нелинейной динамической системы.
14. Дифференцируемые отображения. Диффеоморфизмы.
15. Автономные уравнения. Фазовые портреты.
16. Касательные расслоения. Параллелизуемые многообразия.
17. Устойчивые и неустойчивые неподвижные точки.
18. Определение дифференцируемого многообразия. Задание структуры дифференцируемого многообразия отображениями соседства.
19. Теорема о существовании предельного цикла.
20. Дифференцируемые отображения. Диффеоморфизмы.

Критерии оценки:

Критерии	Оценка
- студент знает формулировки определений, вынесенных на зачет, и может привести пример к каждому определению; - студент знает формулировки всех утверждений и теорем, вынесенных на зачет; - решены все индивидуальные задания;	"Зачтено"
- студент не знает формулировки определений, вынесенных на зачет, или не умеет приводить примеры для них; - студент не знает формулировки основных утверждений и теорем, вынесенных на зачет; - индивидуальные задания решены не в полном объеме.	"Не зачтено"