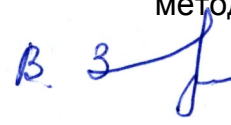


МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО ВГУ)

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
алгебры и топологических  
методов анализа

 Звягин В.Г.  
30.06.2018г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Б1.В.ДВ.02.01 Динамический хаос

- 1. Шифр и наименование направления подготовки/специальности:**  
02.04.01 Математика и компьютерные науки
- 2. Профиль подготовки/специализации:** все профили данного направления
- 3. Квалификация (степень) выпускника:** Магистр
- 4. Форма образования:** Очная
- 5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:** Кафедра алгебры и топологических методов анализа
- 6. Составители программы:** Гликлик Юрий Евгеньевич, д.ф.м.-н., профессор
- 7. Рекомендована:** НМС математического факультета,  
протокол № 0500-07 от 03.07.2018 г
- 8. Учебный год:** 2018-2019                      **Семестр(-ы):** 2

## 9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Овладение знаниями в области хаотической динамики

## 10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина входит в цикл дисциплин по выбору в вариативной части. Данный курс требует от студентов знания основных понятий и теорем предыдущих курсов: «Дифференциальная геометрия и топология», «Дифференциальные уравнения», «Теория вероятностей».

## 11. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:

Компетенция		Планируемые результаты обучения
Код	Название	
ОК-1	способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу	знать: основные задачи в области хаоса в динамических системах
		уметь: анализировать методы построения и исследования решений
		владеть (иметь навык(и)): методами математического и моделирования при анализе математических моделей физических и механических задач для их дальнейшего применения
ОК-2	готовность действовать в нестандартных ситуациях, нести социальную и этическую ответственность за принятые решения	Знать: основные приемы и методы руководства коллективом в нестандартных ситуациях сфере своей профессиональной деятельности.
		Уметь: руководить коллективом в нестандартных ситуациях в сфере своей профессиональной деятельности.
		Владеть: основными приемами и методами руководства коллективом в нестандартных ситуациях
ПК-1	способность к интенсивной научно-исследовательской работе	Знать: как определить общие формы и закономерности интенсивной научно-исследовательской работы
		Уметь: определять общие формы закономерности интенсивной научно-исследовательской работы
		Владеть: навыками, позволяющими определять общие формы и закономерности интенсивной научно-исследовательской работы
ПК-2	способность к организации научно-исследовательских и научно-производственных работ, к управлению научным коллективом	Знать: структуру научно-исследовательских работ, основы организации научных семинаров
		Уметь: определять тематику научного исследования
		Владеть: методами научного исследования

## 12. Объем дисциплины в зачетных единицах/часах в соответствии с учебным планом — 3/108.

Форма промежуточной аттестации зачет.

## 13. Виды учебной работы:

Вид учебной работы	Трудоемкость (часы)	
	Всего	По семестрам
		2
Аудиторные занятия	32	32
в том числе: лекции	16	16

практические	-	-
лабораторные	16	16
Самостоятельная работа	76	76
Форма промежуточной аттестации	-	Зачет
Итого	108	108

### 13.1. Содержание дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
1	Понятие динамической системы, потоки и каскады.	Понятие динамической системы. Потоки и каскады (диффеоморфизмы). Связь с дифференциальными уравнениями. Функция последования Пуанкаре.
2	Топологическая сопряженности и структурная устойчивость (грубость)	Топологическая сопряженность каскадов. Орбитальная топологическая сопряженность потоков. Грубость.
3	Грубые системы на двумерных компактных многообразиях.	Грубые системы на двумерных компактных многообразиях. Теорема Андронова-Понтрягина.
4	Подкова Смейла.	Подкова Смейла. Построение инвариантного канторова совершенного множества.
5	Символическая динамика. Топологическая схема Бернулли.	Символическая динамика. Построение топологической схемы Бернулли для подковы Смейла. Свойства подковы Смейла на инвариантном канторовом совершенном множестве
6	Гиперболический диффеоморфизм Аносова на двумерном торе.	Гиперболический автоморфизм Аносова на двумерном торе. Всюду плотное счетное множество периодических точек. Топологическое перемешивание.
7	Странные аттракторы	Альфа и омега предельные множества, аттракторы. Странные аттракторы. Бифуркации динамических систем. Бифуркация рождения цикла.
8	Бифуркации динамических систем.	Бифуркация удвоение цикла. Универсальность Фейгенбаума

### 13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Виды занятий (часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
01	Понятие динамической системы, потоки и каскады.	2	-	2	10	14
02	Топологическая сопряженности и структурная устойчивость (грубость)	2	-	2	10	14
03	Грубые системы на двумерных компактных многообразиях.	2	-	2	10	14

04	Подкова Смейла.	2	-	2	10	14
05	Символическая динамика. Топологическая схема Бернулли.	2	-	2	8	12
06	Гиперболический диффеоморфизм Аносова на двумерном торе.	2	-	2	10	14
07	Странные аттракторы	2	-	2	8	12
08	Бифуркации динамических систем.	2	-	2	10	14
Итого		16	-	16	76	108

#### 14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Преподавание дисциплины заключается в чтении лекций и проведении лабораторных занятий.

На лекциях рассказывается теоретический материал

#### 15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины (список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Арнольд В.И. Геометрические методы в теории обыкновенных дифференциальных уравнений / В. И. Арнольд.—3-е изд., стер.—М.: Регуляр. и хаот. динамика: МЦНМО, 2002.—399 с.
2	Кузнецов С.П. Динамический хаос / С.П. Кузнецов.- М.: Физматлит, 2001
3	Мищенко А.С., Фоменко А.Т. Курс дифференциальной геометрии и топологии. / А.С. Мищенко, А.Т. Фоменко А.Т. - М.: Физматлит, 2010.- 512 с. <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=617">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=617</a>

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
4	Арнольд В.И. Дополнительные главы теории обыкновенных дифференциальных уравнений / В. И. Арнольд.— М.: Наука, 1978.- 304 с.
5	Девятая летняя математическая школа. / Сборник статей.- Киев: Ин-т математики АН УССР.- 1976.- 363 с.
6	Нитецки З. Введение в дифференциальную динамику./ З. Нитецки.- М.: Мир, 1975.- 304 с
7	Динамические системы – 5. / Серия Современные проблемы математики. Фундаментальные направления. – М.: ВИНТИ, 1986.- Т. 5.- 284 с.
8	Гликлик Ю.Е. О хаотическом поведении динамических систем. / Ю.Е. Гликлик // Материалы семинаров научно-образовательного центра «Волновые процессы в неоднородных и нелинейных средах».- Воронеж: ВГУ, 2003.- С. 52-62.

в) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

№ п/п	Источник
9	Электронный каталог ЗНБ ВГУ <a href="http://www.lib.vsu.ru/?p=4">http://www.lib.vsu.ru/?p=4</a>
10	Электронно-библиотечная система издательства «Лань» <a href="https://lanbook.lib.vsu.ru/">https://lanbook.lib.vsu.ru/</a>

### 17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости)

### 18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Аудитории для проведения лекционных и лабораторных занятий.

### 19. Фонд оценочных средств:

#### 19.1. Перечень компетенций с указанием этапов формирования и планируемых результатов обучения

Код и содержание компетенции (или ее части)	Планируемые результаты обучения	Этапы формирования компетенции (разделы (темы) дисциплины или модуля и их наименование)	ФОС* (средства оценивания)
ОК-1 способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу	знать: основные задачи в области хаоса в динамических системах	1. Понятие динамической системы, потоки и каскады. 2. Топологическая сопряженности и структурная устойчивость (грубость) 3. Грубые системы на двумерных компактных многообразиях. 4. Подкова Смейла. 5. Символическая динамика. 6. Топологическая схема Бернулли. 7. Гиперболический диффеоморфизм Аносова на двумерном торе. 8. Странные аттракторы 9. Бифуркации динамических систем.	КИМ
	уметь: анализировать методы построения и исследования решений		
владеть (иметь навык(и)): методами математического и моделирования при анализе математических моделей физических и механических задач для их дальнейшего применения			
ОК- 2 готовность действовать в нестандартных ситуациях, нести социальную и этическую ответственность за принятые решения	Знать: основные приемы и методы руководства коллективом в нестандартных ситуациях в сфере своей профессиональной деятельности.		
	Уметь: руководить коллективом в нестандартных ситуациях в сфере своей профессиональной деятельности.		

	Владеть: основными приемами и методами руководства коллективом в нестандартных ситуациях		
ОПК-1 Способность находить, формулировать и решать актуальные и значимые проблемы фундаментальной и прикладной математики	знать: как использовать фундаментальные знания в области математического анализа, комплексного и функционального анализа, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных уравнений, дискретной математики и математической логики, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов, численных методов, теоретической механики в будущей профессиональной деятельности	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Понятие динамической системы, потоки и каскады.</li> <li>2. Топологическая сопряженности и структурная устойчивость (грубость)</li> <li>3. Грубые системы на двумерных компактных многообразиях.</li> <li>4. Подкова Смейла.</li> <li>5. Символическая динамика.</li> <li>6. Топологическая схема Бернулли.</li> <li>7. Гиперболический диффеоморфизм Аносова на двумерном торе.</li> <li>8. Странные аттракторы</li> <li>9. Бифуркации динамических систем.</li> </ol>	<b>КИМ</b>
	уметь: применять фундаментальные знания в области математического анализа, комплексного и функционального анализа, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных уравнений, дискретной математики и математической логики, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов, численных методов, теоретической механики в будущей профессиональной деятельности.		
	владеть (иметь навык(и)): методами в области математического анализа, комплексного и функционального анализа, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных уравнений, дискретной математики и		

	математической статистики и случайных процессов, численных методов, теоретической механики.		
ОПК -2 способность создавать и исследовать новые математические модели в естественных науках	знать: как решать стандартные задачи профессиональной деятельности		
	уметь: решать стандартные задачи профессиональной деятельности		
	владеть (иметь навык(и)): навыками решения стандартных задачи профессиональной деятельности		
ПК-2 Способность к организации научно-исследовательских и научно-производственных работ, к управлению научным коллективом	Знать: структуру научно-исследовательских работ, основы организации научных семинаров	1. Понятие динамической системы, потоки и каскады. 2. Топологическая сопряженности и структурная устойчивость (грубость) 3. Грубые системы на двумерных компактных многообразиях. 4. Подкова Смейла. 5. Символическая динамика. 6. Топологическая схема Бернулли. 7. Гиперболический диффеоморфизм Аносова на двумерном торе. 8. Странные аттракторы 9. Бифуркации динамических систем.	КИМ
	Уметь: определять тематику научного исследования		
	Владеть: методами научного исследования		

\* В графе «ФОС» в обязательном порядке перечисляются оценочные средства текущей и промежуточной аттестаций.

## 19.2 Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации

Для оценивания результатов обучения при промежуточной аттестации используются следующие показатели:

1. Систематичность работы обучающегося в период практики, степень его ответственности при прохождении практики и выполнение видов профессиональной деятельности:

- посещение установочного и заключительного занятия практики;
- своевременная подготовка индивидуального плана практики;
- систематическое посещение занятий и анализ работ, проводимых на занятиях;
- выполнение плана работ в соответствии с утвержденным графиком.

2. Уровень профессионализма, демонстрируемый обучающимся:
- полнота охвата необходимой литературы;
  - способность работать с литературой;
  - умение выделять и формулировать цели и задачи профессиональной деятельности;
  - выполнение плана работы в соответствии с утвержденным графиком;
  - демонстрация навыков по выполнению отдельных заданий практики;
  - подготовленный отчет по прохождению практики.

Для оценивания результатов обучения на зачете используется - отлично, хорошо, удовлетворительно, неудовлетворительно.

Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения:

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Для получения зачета по курсу необходимо знать основные понятия курса и владеть методами решения типовых задач; иметь конспект всех решенных задач лабораторных занятий и домашних заданий; иметь зачет по каждому типу задач, предлагаемых в аттестационных работах.		<i>Зачтено</i>
Если не выполнено, по крайней мере, одной из условий зачета		<i>Не зачтено</i>

### **19.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

#### **19.3.1 Перечень вопросов к зачету:**

1. Понятие динамической системы. Потoki и диффеоморфизмы (каскады)
2. Топологическая сопряженность и структурная устойчивость (грубость) каскадов.
3. Орбитальная топологическая сопряженность и структурная устойчивость (грубость) потоков.
4. Классификация грубых неподвижных и периодических точек каскадов.
5. Классификация грубых неподвижных и периодических точек потоков. Теорема Андронова-Понтрягина.
6. Подкова Смейла. Построение инвариантного канторова совершенного множества.
7. Символическая динамика. Построение топологической схемы Бернулли для подковы Смейла.
8. Свойства подковы Смейла на инвариантном канторовом совершенном множестве.
9. Конструкция гиперболического автоморфизма Аносова на двумерном торе.
10. Свойства гиперболического автоморфизма Аносова на двумерном торе.



11. Альфа и омега предельные множества. Аттракторы. Странные аттракторы.
12. Понятие бифуркации динамических систем. Бифуркация рождения цикла.
13. Бифуркация удвоения цикла. Универсальность Фейгенбаума.

#### **19.3.2 Перечень практических заданий**

#### **19.3.4 Тестовые задания**

#### **19.3.4 Перечень заданий для контрольных работ**

#### **19.3.5 Темы курсовых работ**

#### **19.3.6 Темы рефератов**

### **19.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций.

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в форме(ах): *устного опроса*. Критерии оценивания приведены выше.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний и/или практическое(ие) задание(я), позволяющее(ие) оценить степень сформированности умений и(или) навыков, и(или) опыт деятельности. При оценивании используются количественные или качественные шкалы оценок (*нужное выбрать*). Критерии оценивания приведены выше.