

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет  
им. Н.И. Лобачевского»**

Институт информационных технологий, математики и механики

---

УТВЕРЖДЕНО

решением президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

**Рабочая программа дисциплины**

Дискретные динамические системы

---

Уровень высшего образования

Бакалавриат

---

Направление подготовки / специальность

01.03.01 - Математика

---

Направленность образовательной программы

Математика (общий профиль)

---

Форма обучения

очная

---

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.ДВ.06.01 Дискретные динамические системы относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ПК-5: Обладает навыками преподавания математики и информатики в средней школе, специальных учебных заведениях на основе полученного фундаментального образования	<p>ПК-5.1: Знает уровень подготовки и психологию обучающихся при организации учебного процесса</p> <p>ПК-5.2: Умеет учитывать уровень подготовки и психологию обучающихся</p> <p>ПК-5.3: Владеет навыками преподавания математики и информатики в средней школе, средних специальных учебных заведениях</p>	<p>ПК-5.1: Знает основные понятия и утверждения дисциплины «Дискретные динамические системы», такие, как понятие о динамической системе, о типичном свойстве дискретной динамической системы, о топологической сопряженности дискретных динамических систем, о структурной устойчивости, Омега-устойчивости дискретных динамических систем.</p> <p>ПК-5.2: Умеет проводить качественное исследование дискретных динамических систем, сочетая аналитические методы с численными результатами, полученными на компьютере.</p> <p>ПК-5.3: Владеет математическим аппаратом теории дискретных динамических систем, методами и приемами исследования основных элементов динамики, доказательствами утверждений в этой области</p>	<p>Аудиторная контрольная работа</p> <p>Индивидуальное устное собеседование</p>	<p>Зачёт:</p> <p>Контрольные вопросы</p>

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1 Трудоемкость дисциплины

	<b>очная</b>
<b>Общая трудоемкость, з.е.</b>	<b>4</b>
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>144</b>
в том числе	
<b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>	
- занятия лекционного типа	<b>24</b>
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	<b>24</b>
- КСР	<b>1</b>
<b>самостоятельная работа</b>	<b>95</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>0</b> <b>Зачёт</b>

#### 3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы	Всего	
0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	
1. Взаимосвязь дискретных динамических систем и динамических систем с непрерывным временем	17	3	3	6	11
2. Основные подходы к качественному исследованию дискретных динамических систем (понятия типичного свойства и топологической сопряженности)	18	3	3	6	12
3. Несогласованность меры и категории. Примеры.	18	3	3	6	12
4. Основные инварианты топологической сопряженности. Примеры.	18	3	3	6	12
5. Классическая теория Пуанкаре гомеоморфизмов окружности.	18	3	3	6	12
6. Теория типичных диффеоморфизмов окружности.	18	3	3	6	12
7. Теория одномерных эндоморфизмов. Классическая теорема А.Н. Шарковского и ее важнейшие следствия.	18	3	3	6	12
8. Хаос по Т.Ли и Дж.Йорку. Некоторые характеристики хаоса.	18	3	3	6	12
Аттестация	0				
КСР	1			1	
<b>Итого</b>	<b>144</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>49</b>	<b>95</b>

## Содержание разделов и тем дисциплины

1. Взаимосвязь дискретных динамических систем и динамических систем с непрерывным временем
2. Основные подходы к качественному исследованию дискретных динамических систем (понятия типичного свойства и топологической сопряженности)
3. Несогласованность меры и категории. Примеры.
4. Основные инварианты топологической сопряженности. Примеры.
5. Классическая теория Пуанкаре гомеоморфизмов окружности.
6. Теория типичных диффеоморфизмов окружности.
7. Теория одномерных эндоморфизмов. Классическая теорема А.Н. Шарковского и ее важнейшие следствия.
8. Хаос по Т.Ли и Дж.Йорку. Некоторые характеристики хаоса.

### 4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используются:

- электронный курс "Дискретные динамические системы" (<https://e-learning.unn.ru/enrol/index.php?id=6855>).

### 5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

**5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:**

**5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Аудиторная контрольная работа) для оценки сформированности компетенции ПК-5:**

Пример вариантов самостоятельной (контрольной работы) имеется в учебном пособии:

Л.С. Ефремова, Введение в теорию дискретных динамических систем. Нижний Новгород, 2023, 76 с. (см. с.72)

### Критерии оценивания (оценочное средство - Аудиторная контрольная работа)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Решение не менее 51% задач и ответы на теоретические вопросы
не зачтено	Решение не более 50% задач и отсутствие правильных ответов на вопросы

**5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Индивидуальное устное собеседование) для оценки сформированности компетенции ПК-5:**

Студент должен давать развернутые, обоснованные ответы на вопросы по основным темам курса "Дискретные динамические системы".

### Критерии оценивания (оценочное средство - Индивидуальное устное собеседование)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Решение не менее 50% задач и ответы на основные теоретические вопросы
не зачтено	Решение не более 49% задач и отсутствие ответов на основные теоретические вопросы

### 5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

#### Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено			зачтено			
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков.	При решении стандартных задач не	Имеется минимальный набор	Продемонстрированы базовые	Продемонстрированы базовые	Продемонстрированы навыки	Продемонстрирован творческий

Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	навыков для решения стандартных задач с некоторым и недочетами	навыки при решении стандартных задач с некоторым и недочетами	навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	подход к решению нестандартных задач
--	--	--	---	---	--	--------------------------------------

### Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	<b>превосходно</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	<b>отлично</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	<b>очень хорошо</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	<b>хорошо</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	<b>удовлетворительно</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	<b>неудовлетворительно</b>	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	<b>плохо</b>	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

**5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:**

**5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-5**

1. Сформулируйте определение дискретной динамической системы. Докажите полноту функциональных пространств $C^r(M)$ при любых $r \geq 0$ .
2. Докажите теорему Бэра. Приведите основные следствия этой теоремы.
3. Сформулируйте определения всюду плотного, граничного, нигде неплотного множества. Приведите примеры. Сформулируйте определение типичного свойства дискретной динамической системы.
4. Докажите теорему о структурной устойчивости диффеоморфизмов окружности Морса-Смейла.
5. Сформулируйте определение топологической сопряженности д.д.с. и структурной устойчивости д.д.с. Докажите лемму о замыкании для диффеоморфизмов окружности.
6. Сформулируйте определение Омега-сопряженности д.д.с., Омега-устойчивости д.д.с.
7. Укажите основные инварианты топологической сопряженности. Сформулируйте и докажите основные свойства tent – отображения.
8. Докажите существование числа вращения гомеоморфизма окружности. Установите основные свойства гомеоморфизмов окружности с рациональным числом вращения; с иррациональным числом вращения.
9. Сформулируйте и докажите теорему Данжуа. Постройте пример Данжуа.

### Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Ответы на основные теоретические вопросы верны или допущены незначительные ошибки
не зачтено	отсутствие ответов на основные теоретические вопросы или ответы с грубыми ошибками

### 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Каток Анатолий Борисович. Введение в теорию динамических систем : с обзором последних достижений : пер. с англ. / под ред. А. С. Городецкого. - М. : Изд-во МЦНМО, 2005. - 464 с. - ISBN 5-94057-063-1 : 79.00., 3 экз.
2. Сибирский Константин Сергеевич. Введение в топологическую динамику / АН МССР, Ин-т математики, Вычисл. центр. - Кишинев : [б. и.], 1970. - 144 с. : черт. - 1.00., 1 экз.

Дополнительная литература:

1. Немыцкий В. В. Качественная теория дифференциальных уравнений. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. ; Л. : Гос. изд-во, 1949. - 550 с. - 27.00., 1 экз.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

<https://e-learning.unn.ru/enrol/index.php?id=6855>

## **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению подготовки/специальности 01.03.01 - Математика.

Автор(ы): Ефремова Людмила Сергеевна, доктор физико-математических наук, доцент.

Рецензент(ы): Сакбаев Всеволод Жанович.

Заведующий кафедрой: Калинин Алексей Вячеславович, доктор физико-математических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 13.12.2023, протокол № 3.