

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**  
Нелинейная динамика

**Код модуля**  
1156391(1)

**Модуль**  
Нелинейная динамика

**Екатеринбург**

Оценочные материалы составлены автором(ами):

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия, имя, отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Ряшко Лев Борисович	д. ф.-м. н, профессор	профессор	кафедра теоретической и математической физики

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Ю.Д. Маева

**Авторы:**

- **Ряшко Лев Борисович, профессор, кафедра теоретической и математической физики**

**1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ Нелинейная динамика**

1.	Объем дисциплины в зачетных единицах	3	
2.	Виды аудиторных занятий	Лекции	
3.	Промежуточная аттестация	Экзамен	
4.	Текущая аттестация	Домашняя работа	2
		Проектный продукт	1

**2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ Нелинейная динамика**

Индикатор – это признак / сигнал/ маркер, который показывает, на каком уровне обучающийся должен освоить результаты обучения и их предъявление должно подтвердить факт освоения предметного содержания данной дисциплины, указанного в табл. 1.3 РПМ-РПД.

Таблица 1

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)	Контрольно-оценочные средства для оценивания достижения результата обучения по дисциплине
1	2	3
ПК-6 -Способен создавать и исследовать новые математические и компьютерные модели в конкретной предметной области	Д-2 - Демонстрировать внимательность и ответственность З-4 - Определять методики построения математических моделей экономических, биологических и физико-химических процессов П-3 - Осуществлять обоснованный выбор модели и методов проведения компьютерных экспериментов У-5 - Использовать методы математического, алгоритмического и компьютерного моделирования при решении теоретических и прикладных задач	Домашняя работа № 1 Домашняя работа № 2 Лекции Проектный продукт Экзамен

### 3. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ В БАЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЕ (ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА БРС)

#### 3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

<b>1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 1</b>		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>домашняя работа</i>	6,8	20
<i>домашняя работа</i>	6,16	20
<i>работа на парах</i>	6,17	10
<i>проектный продукт</i>	6,17	50
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.6</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.4</b>		
<b>2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – не предусмотрено</b>		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрено</b>		
<b>Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – нет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрено</b>		
<b>3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – не предусмотрено</b>		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – нет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено</b>		
<b>4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий – не предусмотрено</b>		
Текущая аттестация на онлайн-занятиях	Сроки – семестр,	Максимальная оценка в баллах

	<b>учебная неделя</b>	
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям -не предусмотрено</b>		
<b>Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям –нет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям – не предусмотрено</b>		

### 3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

<b>Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<b>Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта– не предусмотрено</b>		
<b>Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – не предусмотрено</b>		

## 4. КРИТЕРИИ И УРОВНИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

4.1. В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре/институте критерии (признаки) оценивания достижений студентов по дисциплине модуля (табл. 4) в рамках контрольно-оценочных мероприятий на соответствие указанным в табл.1 результатам обучения (индикаторам).

Таблица 4

### Критерии оценивания учебных достижений обучающихся

<b>Результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания учебных достижений, обучающихся на соответствие результатам обучения/индикаторам</b>
Знания	Студент демонстрирует знания и понимание в области изучения на уровне указанных индикаторов и необходимые для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Умения	Студент может применять свои знания и понимание в контекстах, представленных в оценочных заданиях, демонстрирует освоение умений на уровне указанных индикаторов и необходимых для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Опыт /владение	Студент демонстрирует опыт в области изучения на уровне указанных индикаторов.
Другие результаты	Студент демонстрирует ответственность в освоении результатов обучения на уровне запланированных индикаторов. Студент способен выносить суждения, делать оценки и формулировать выводы в области изучения. Студент может сообщать преподавателю и коллегам своего уровня собственное понимание и умения в области изучения.

4.2 Для оценивания уровня выполнения критериев (уровня достижений обучающихся при проведении контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля) используется универсальная шкала (табл. 5).

Таблица 5

**Шкала оценивания достижения результатов обучения (индикаторов) по уровням**

<b>Характеристика уровней достижения результатов обучения (индикаторов)</b>				
<b>№ п/п</b>	<b>Содержание уровня выполнения критерия оценивания результатов обучения (выполненное оценочное задание)</b>	<b>Шкала оценивания</b>		
		<b>Традиционная характеристика уровня</b>		<b>Качественная характеристика уровня</b>
1.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты в полном объеме, замечаний нет	Отлично (80-100 баллов)	Зачтено	Высокий (В)
2.	Результаты обучения (индикаторы) в целом достигнуты, имеются замечания, которые не требуют обязательного устранения	Хорошо (60-79 баллов)		Средний (С)
3.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты не в полной мере, есть замечания	Удовлетворительно (40-59 баллов)		Пороговый (П)
4.	Освоение результатов обучения не соответствует индикаторам, имеются существенные ошибки и замечания, требуется доработка	Неудовлетворительно (менее 40 баллов)	Не зачтено	Недостаточный (Н)
5.	Результат обучения не достигнут, задание не выполнено	Недостаточно свидетельств для оценивания		Нет результата

**5. СОДЕРЖАНИЕ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ**

**5.1. Описание аудиторных контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля**

**5.1.1. Лекции**

Самостоятельное изучение теоретического материала по темам/разделам лекций в соответствии с содержанием дисциплины (п. 1.2. РПД)

**5.2. Описание внеаудиторных контрольно-оценочных мероприятий и средств текущего контроля по дисциплине модуля**

Разноуровневое (дифференцированное) обучение.

**Базовый**

### 5.2.1. Домашняя работа № 1

Примерный перечень тем

#### 1. • Дискретные динамические системы

Примерные задания

1. Для системы  $x_{t+1} = x_t^3 + 0.1$ 
  - а) доказать существование трех точек покоя  $\xi_1 < \xi_2 < \xi_3$ ;
  - б) найти непересекающиеся интервалы, содержащие эти точки покоя;
  - в) доказать, что из этих трех точек только  $\xi_2$  является устойчивой;
  - г) найти максимальный инвариантный интервал, содержащий  $\xi_2$ ;
  - д) доказать, что, начиная с любой точки этого интервала, последовательность  $x_t$  стремится к  $\xi_2$ .
2. Доказать теорему 2.2.
3. Для критического случая, когда в точке покоя  $\xi$  выполняется равенство  $|\varphi'(\xi)| = 1$ , привести примеры устойчивости и неустойчивости.
4. Для системы  $\varphi(x) = \mu x(1 - x^2)$  найти точки покоя и исследовать их устойчивость.

LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.2.2. Домашняя работа № 2

Примерный перечень тем

#### 1. • Динамические системы с непрерывным временем

Примерные задания

1. Построить поле направлений и фазовые траектории следующих систем:
  - а) модель Лотке – Вольтерра (17.2) для  $\alpha = \beta = \gamma = \delta = 1$ ;  $\alpha = \delta = 1$ ,  $\beta = \gamma = 4$ ;
  - б) линейный осциллятор (17.3) для  $l = 1$  при  $k = 0$ ;  $k = \pm 0.5$ ;  $k = \pm 1$ ;  $k = \pm 2$ ;
  - в) осциллятор Ван-дер-Поля (17.5) при  $\delta = 0$ ,  $\delta = \pm 0.5$ ,  $\delta = \pm 1$ ,  $\delta = \pm 2$ ;
  - г)  $\ddot{x} + \sin x = 0$
  - д)  $\ddot{x} + x - \alpha x^3 = 0$ ,  $\alpha = -1, +1$ .

2. Построить фазовые портреты линейных систем

$$\begin{cases} \dot{x} = 3x \\ \dot{y} = 2x + y \end{cases}; \begin{cases} \dot{x} = x + 3y \\ \dot{y} = -6x + 5y \end{cases}; \\ \begin{cases} \dot{x} = x \\ \dot{y} = 2x - y \end{cases}; \begin{cases} \dot{x} = -2x - 5y \\ \dot{y} = 2x + 2y \end{cases}.$$

3. Пусть  $s = a_{11} + a_{22}$  (след матрицы  $A$ ),  $\Delta = a_{11}a_{22} - a_{12}a_{21}$  (определитель  $A$ ). В плоскости параметров  $(s, \Delta)$  изобразить зоны, соответствующие узлу (устойчивому и неустойчивому), фокусу (устойчивому и неустойчивому), седлу и центру.

LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.2.3. Проектный продукт

Примерный перечень тем

1. • Дискретные динамические системы • Динамические системы с непрерывным временем

Примерные задания

Проектная работа: Провести бифуркационный анализ, исследовать устойчивость аттракторов, провести статистический анализ шумов в моделях:

- Лотки-Вольтера
- Ван-дер-Поля (мягкий режим)
- Брюсселятор
- Базыкина
- Хайрера
- Дуффинга
- Германа
- Фицхью-Нагума
- Калдора

Или

Проектная работа: Провести бифуркационный анализ, исследовать устойчивость аттракторов, провести статистический анализ шумов, исследовать показатель Ляпунова и переход к хаосу в моделях:

- Ферхюльста
- Рутькова
- Рикера

LMS-платформа – не предусмотрена

### **5.3. Описание контрольно-оценочных мероприятий промежуточного контроля по дисциплине модуля**

#### **5.3.1. Экзамен**

Список примерных вопросов

1. Анализ динамики дискретных линейных моделей.
2. Положения равновесия, циклы. Анализ устойчивости.
3. Бифуркации удвоения периода.
4. Порядок и хаос.
5. Универсальность. Константы Фейгенбаума. Самоподобие.
6. Стационарные и периодические режимы систем с непрерывным временем, их устойчивость.
7. Бифуркация Хопфа.
8. Элементы теории Флоке для изучения устойчивости автоколебаний.
9. Структурная устойчивость и бифуркации.
10. Регулярные и хаотические режимы в моделях естественного.

LMS-платформа – не предусмотрена

### **5.4 Содержание контрольно-оценочных мероприятий по направлениям воспитательной деятельности**



Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения	Контрольно-оценочные мероприятия
Профессиональное воспитание	учебно-исследовательская, научно-исследовательская	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности	ПК-6	У-5	Экзамен