

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**

Концепции современного естествознания

---

Уровень высшего образования

Бакалавриат

---

Направление подготовки / специальность

09.03.03 - Прикладная информатика

---

Направленность образовательной программы

Прикладная информатика в области обработки данных

---

Форма обучения

очно-заочная

---

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.05 Концепции современного естествознания относится к обязательной части 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
УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1: Демонстрирует знание принципов сбора, отбора и обобщения информации, базирующихся на системном подходе. УК-1.2: Демонстрирует умение соотносить разнородные явления и систематизировать их в рамках избранных видов профессиональной деятельности. УК-1.3: Демонстрирует наличие практического опыта работы с информационными источниками, опыта научного поиска и представления научных результатов.	УК-1.1: Уметь абстрактно мыслить и анализировать.  УК-1.2: Знать основные этапы построения абстрактной математической модели реального процесса.  УК-1.3: Владеть навыками анализа и синтеза для исследования модели.	Задачи Контрольная работа	Зачёт: Контрольные вопросы
ОПК-6: Способен анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования;	ОПК-6.1: Демонстрирует знание основ теории систем и системного анализа, дискретной математики, теории вероятностей и математической статистики, методов оптимизации и исследования операций, нечетких вычислений, математического и имитационного моделирования. ОПК-6.2: Применяет методы теории систем и системного анализа,	ОПК-6.1: Знать: понятия динамической системы, ее состояния и оператора, фазового пространства, фазовой траектории, фазового портрета, состояния равновесия, предельного цикла, бифуркации основные математические модели механики, электродинамики, биологии, экологии, химии основные свойства линейного осциллятора, понятие о его вынужденных колебаниях и	Задачи	Зачёт: Контрольные вопросы

	<p>математического, статистического и имитационного моделирования для автоматизации задач принятия решений, анализа информационных потоков, расчета экономической эффективности и надежности информационных систем и технологий.</p> <p>ОПК-6.3: Имеет практический опыт выполнения инженерных расчетов основных показателей результативности создания и применения информационных систем и технологий.</p>	<p>амплитудно-фазовой частотной характеристике (АФЧХ)</p> <p>что такое метод точечных отображений и диаграмма Ламерея для исследования динамических систем</p> <p>ОПК-6.2:</p> <p>Уметь составлять математические модели в форме дифференциальных уравнений на основе базовых законов механики и электродинамики, формализма Лагранжа.</p> <p>строить математические модели типа Вольтерра – Лотки в экологии</p> <p>самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения, стремиться к интеллектуальному и профессиональному саморазвитию и самосовершенствованию</p> <p>строить и исследовать простейшие математические модели эволюционных процессов в виде дифференциальных и разностных уравнений</p> <p>ОПК-6.3:</p> <p>Владеть методикой построения фазовых портретов двумерных динамических систем</p> <p>методикой построения АФЧХ для линейных систем</p>		
--	---	--	--	--

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1 Трудоемкость дисциплины

	<b>очно-заочная</b>
<b>Общая трудоемкость, з.е.</b>	<b>3</b>
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>108</b>

в том числе	
<b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>	
- занятия лекционного типа	<b>32</b>
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	<b>16</b>
- КСР	<b>1</b>
<b>самостоятельная работа</b>	<b>59</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/ лабора- торные работы), часы	Всего	
	0 3 Ф 0	0 3 Ф 0	0 3 Ф 0	0 3 Ф 0	0 3 Ф 0
Введение. Математическая модель и динамическая система.	19	6	4	10	9
Балансовые динамические модели.	20	6	4	10	10
Линейный осциллятор.	24	6	2	8	16
Математические модели сосуществования	22	6	4	10	12
Метод точечных отображений.	22	8	2	10	12
Аттестация	0				
КСР	1				1
Итого	108	32	16	49	59

### **Содержание разделов и тем дисциплины**

Раздел 1. Введение. Математическая модель и динамическая система. Экспоненциальные процессы.

Раздел 2. Балансовые динамические модели.

Раздел 3. Линейный осциллятор. Электромеханические аналогии и уравнения Лагранжа.

Раздел 4. Математические модели сосуществования

Раздел 5. Метод точечных отображений.

### **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 "Концепции современного естествознания (Леванова Т.А.)" (<https://e-learning.unn.ru/enrol/index.php?id=6175>).

Иные учебно-методические материалы: • Неймарк Ю.И. Математические модели в естествознании и технике. Учебник. Н.Новгород, Издательство Нижегородского государственного университета им. Н.И.Лобачевского, 2004. 401 с

• Дерендяев Н.В., Неймарк Ю.И., Савельев В.П. 100 задач по математическим моделям в естествознании. Методическое пособие. - Н.Новгород, Издательство Нижегородского государственного университета им. Н.И.Лобачевского, 2002. 30 с.

• Савельев В.П., Островский А.В., Кузенкова Г.В. Концепции современного естествознания: курс лекций. Объединенный фонд электронных ресурсов «Наука и образование» (ОФЭРНиО), свидетельство № 19719

## **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 - Задачи) для оценки сформированности компетенции УК-1:**

После удара футболиста мяч летит вертикально вверх со скоростью  $V_0 = 30 \text{ м/сек}$  и поднимается на максимальную высоту  $H = 15 \text{ м}$ . С какой скоростью мяч упадет на землю?

#### **5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ОПК-6:**

В сосуд, содержащий 10 литров воды, поступает со скоростью 2 литра в минуту раствор, в каждом литре которого содержится 0,3 кг соли. Поступающий раствор перемешивается с водой и смесь вытекает из сосуда с той же скоростью. Сколько соли будет в сосуде через 5 минут?

#### **Критерии оценивания (оценочное средство - Задачи)**

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Выполнены все или большая часть этапов решения задачи или задача решена с незначительными недочетами. Результаты работы представлены преподавателю в срок.
не зачтено	Выполнены не все практические задания или выполнены не в полном объеме (представлено не полное описание этапов выполнения заданий, получен неверный ответ, результаты работы не представлены преподавателю).

#### **5.1.3 Типовые задания (оценочное средство - Контрольная работа) для оценки сформированности компетенции УК-1:**

1. За какое время вытечет вся вода из бака размерами , если у него есть две дырки сечением  $\sigma$ , одна в дне, а другая в боковой стенке на высоте  $H_1 = 1\text{ м}$ .  $S = 1\text{ кв.м.}$ ,  $H = 3\text{ м}$ ,  $\sigma = 4\text{ кв.см}$ .

2. Вдоль гладкой кривой  $y = \frac{1}{4}x^4 - x^3 + x^2 + 1$  под действием силы тяжести движется материальная точка массы  $m$ . Найти уравнения движения, построить фазовый портрет.

Контрольная работа № 2.

1. Рассмотреть малые колебания маятника при наличии вязкого сопротивления, если в нижней точке происходит подталкивание маятника слева направо в направлении движения, при котором скорость движения маятника увеличивается на постоянную величину. Написать уравнения движения, построить фазовый портрет и с помощью точечного отображения решить вопрос о существовании периодического движения.

2. Найти решение для роста доходов в марковской системе с доходами

$$P = \begin{bmatrix} 0,4 & 0,6 \\ 0,3 & 0,7 \end{bmatrix}, D = \begin{bmatrix} 8 & 4 \\ 4 & -4 \end{bmatrix}$$

### Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольная работа)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Имеется решение без ошибок, с полным теоретическим обоснованием решения
отлично	Имеется решение, возможно с ошибками в счете, нет полного теоретического обоснования решения
очень хорошо	Имеется решение, но с незначительными ошибками
хорошо	Имеется решение, но со значительными ошибками
удовлетворительно	Имеется решение, но с грубыми математическими ошибками
неудовлетворительно	Начато решение, но имеются грубые ошибки
плохо	Попытка начать решение, но не хватает знаний

### 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	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

### Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	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»
<b>не зачтено</b>	<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 УК-1

Понятие состояния динамической системы.

Определение фазового пространства.

Свойства оператора динамической системы.

Что составляет модель динамической системы.

Фазовая траектория. Понятие фазового портрета.

Бифуркационные значения параметров.

Параметрический портрет.

Что такое состояние равновесия динамической системы. Способ отыскания.

Что такое линеаризация правых частей дифференциальных уравнений  $dx/dt=P(x,y)$ ,  $dy/dt=Q(x,y)$

Типы состояний равновесия системы дифференциальных уравнений  $dx/dt=P(x,y)$ ,  $dy/dt=Q(x,y)$  с аналитическими правыми частями.

Что такое предельный цикл (устойчивый/неустойчивый). Метод отыскания, роль в фазовом пространстве.

Метод отыскания предельного цикла. Какие изменения динамической системы отвечают устойчивому предельному циклу.



Могут ли быть реализованы изменения состояния динамической системы, отвечающие неустойчивому предельному циклу? Его роль в фазовом пространстве.

Метод точечных отображений. Секущая Пуанкаре.

Секущая Пуанкаре. Функция проследования.

Функция проследования. Диаграмма Кёнигса-Ламерея.

Неподвижная точка точечного отображения. Устойчивость (неустойчивость) неподвижной точки.

Устойчивость (неустойчивость) неподвижной точки точечного отображения прямой в прямую.

Фазовая траектория, отвечающая устойчивой (неустойчивой) неподвижной точке отображения секущей Пуанкаре в себя.

Диаграмма Кёнигса-Ламерея в случае параметрического задания функции последования.

Множество состояний и фазовое пространство динамической системы, описывающей плоские колебания физического маятника.

Математическая модель сосуществования видов.

Математическая модель лампового генератора с неоновой лампочкой.

Математическая модель автомата (детерминированного, стохастического).

Автомат с линейной тактикой (детерминированный, стохастический)

Математическая модель автомата в среде

Математическая модель игры автоматов

Автономный стохастический автомат как марковская система. Эргодичность марковских систем

Математическая модель двухпозиционного авторулевого.

Математическая модель эволюции генотипа.

Математическая модель перекрестка

Условия возникновения стохастических колебаний в RLC контуре.

Математическая модель часов с одним ударом за период.

### **5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ОПК-6**

Понятие математической модели

Основные принципы построения математических моделей

Понятия динамической системы, ее состояния и оператора, фазового пространства, фазовой траектории, фазового портрета, состояния равновесия, предельного цикла, бифуркаций

Аналитические и качественные методы построения фазового портрета

Понятие о дискретных и распределенных динамических системах

Основные дискретные математические модели механики, электродинамики, биологии, экологии, химии

Понятие об электромеханических аналогиях

Понятие об уравнениях Лагранжа – Максвелла и о моделях в форме вариационных принципов (на примере принципа наименьшего действия по Гамильтону)

Понятие о точечном отображении (Пуанкаре) и диаграмме Кёнигса – Ламерея

Понятия об автоколебаниях, мягком и жестком режимах их возбуждения

Основные свойства линейного осциллятора

Понятие о вынужденных колебаниях и амплитудно-фазовой частотной характеристике (АФЧХ)

Понятие о нормальных колебаниях в системах связанных осцилляторов

Понятие о параметрическом возбуждении, параметрическом резонансе и параметрической стабилизации

Понятие об обратной связи и управлении

Понятие о марковских динамических системах и моделях автоматов

Понятие о распознавании образов

Понятие о процессе обучения как динамической системе

Основные распределенные модели математической физики

Понятие о волнах (бегущих и стоячих), характеристики волн (амплитуда, длина, частота, волновое число)

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

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Студент дал развернутый ответ на все вопросы без существенных ошибок.
не зачтено	При ответе студент допускает грубые ошибки в основном материале.

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

## Основная литература:

1. Неймарк Юрий Исаакович. Математические модели в естествознании и технике : учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлению 510200 "Прикладная математика и информатика" и специальности 010200 "Прикладная математика и информатика" / ННГУ. - Н. Новгород : Изд-во Нижегород. ун-та, 2004. - 401 с. - ISBN 5-85746-496-X : 80.00., 156 экз.
2. Андронов Александр Александрович. Теория колебаний / с предисл. Л. И. Мандельштама. - 2-е изд. - М. : Наука, 1981. - 568 с. : ил. - 2.60., 274 экз.
3. Кузнецов Юрий Алексеевич. Математические модели современного естествознания : Избранные математические модели динамики биологических систем : учеб.-метод. пособие для студентов ННГУ, обучающихся по направлению подготовки 080100 "Экономика" и специальности 080116 "Мат. методы в экономике" / Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского. - Н. Новгород : ННГУ, 2010-. Математические модели современного естествознания . Ч. 1. - Н. Новгород, 2010. - 101 с. - 28.47., 39 экз.

## Дополнительная литература:

1. Неймарк Юрий Исаакович. Динамические системы и управляемые процессы. - М. : Наука, 1978. - 336 с. : ил. - 1.50., 40 экз.
2. Неймарк Юрий Исаакович. Динамические модели теории управления. - М. : Наука, 1985. - 400 с. : ил. - 3.80., 57 экз.

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

1. 100 задач по математическим моделям в естествознании. Методическое пособие./ Дерендяев Н.В., Неймарк Ю.И., Савельев В.П.. – Н.Новгород: ННГУ, 2002. (фонд методических материалов кафедры). В форме электронного документа – URL: <http://www.itmm.unn.ru/tuds/materialy/>– доступ свободный.
2. Методы оптимизации в примерах и задачах. Учебно-методическое пособие. / Бирюков Р.С., Григорьева С.А., Городецкий С.Ю., Павлючонок З.Г., Савельев В.П.– Н.Новгород: ННГУ, 2010. В форме электронного документа – URL: <http://www.itmm.unn.ru/tuds/materialy/>– доступ свободный.

## 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 09.03.03 - Прикладная информатика.

Автор(ы): Осипов Григорий Владимирович, доктор физико-математических наук, доцент.

Заведующий кафедрой: Осипов Григорий Владимирович, доктор физико-математических наук.

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