

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

Институт информационных технологий математики и механики

**Передовая инженерная школа**

*(факультет / институт / филиал)*

УТВЕРЖДЕНО  
решением Ученого совета ННГУ  
протокол от  
31.05.2023 №6

**Рабочая программа дисциплины**

**Концепции современного естествознания**

*(наименование дисциплины (модуля))*

Уровень высшего образования

**бакалавриат**

*(бакалавриат / магистратура / специалитет)*

Направление подготовки / специальность

**09.03.03 Прикладная информатика**

*(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)*

Направленность образовательной программы

**Прикладная информатика в области принятия решений**

*(указывается профиль / магистерская программа / специализация)*

Форма обучения

**очная**

*(очная / очно-заочная / заочная)*

Нижегород

2022

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина относится к обязательной части .

№ варианта	Место дисциплины в учебном плане образовательной программы	Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД
1	Блок 1. Дисциплины (модули) Обязательная часть	Дисциплина Б1.О.05 Концепции современного естествознания-1 относится к обязательной части ООП направления подготовки 09.03.03 Прикладная информатика

## 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	
<b>УК-1.</b> Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	<b>УК-1.1.</b> Демонстрирует знание принципов сбора, отбора и обобщения информации, базирующихся на системном подходе.	<u>Знать:</u> • принципы отбора, сбора, обобщения информации из различных источников и баз данных.	Собеседование
	<b>УК-1.2.</b> Демонстрирует умение соотносить разнородные явления и систематизировать их в рамках избранных видов профессиональной деятельности.	<u>Уметь:</u> • анализировать, выделять и обобщать информацию, полученную при исследовании различных процессов и явлений; • применять полученные результаты в рамках выбранной профессиональной деятельности.	Собеседование
	<b>УК-1.3.</b> Демонстрирует наличие практического опыта работы с информационными источниками, опыта научного поиска и представления научных результатов.	<u>Владеть:</u> • навыками обработки и представления информации в наиболее понятной форме с использованием современных компьютерных технологий; • современными информационно-коммуникационными технологиями.	Собеседование
<b>ОПК-6.</b> Способен анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования	<b>ОПК-6.1.</b> 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. <b>ОПК-6.2.</b> Применяет методы теории систем и системного анализа, математического, и имитационного	<u>Знать:</u> • основы теории систем и системного анализа, дискретной математики, теории вероятностей и математической статистики, методов оптимизации и исследования операций, нечетких вычислений, математического и имитационного	собеседование задача, контрольная работа

	<p>статистического и имитационного моделирования для автоматизации задач принятий решений, анализа информационных потоков, расчета экономической эффективности и надежности информационных систем и технологий.</p> <p><b>ОПК-6.3.</b> Имеет практический опыт выполнения инженерных расчетов основных показателей результативности создания и применения информационных систем и технологий.</p>	<p>моделирования.</p> <p><u>Уметь:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• применять методы теории систем и системного анализа, математического, статистического и имитационного моделирования для составления и исследования математических моделей различных естественнонаучных систем и простейших автоматных моделей целесообразного поведения.</li> </ul>	
--	---	---	--

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1. Трудоемкость дисциплины

	Очная форма обучения
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>6 ЗЕТ</b>
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>216</b>
<b>в том числе</b>	
<b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>	<b>99</b>
- занятия лекционного типа	32
- занятия семинарского типа	64
- занятия лабораторного типа	0
- текущий контроль (КСР)	3
<b>самостоятельная работа</b>	<b>81</b>
<b>Промежуточная аттестация – зачет, экзамен</b>	<b>36</b>

#### 3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание 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	Занятия лабораторного типа	Всего	
4-й семестр						
Раздел 1. Введение. Математическая модель и динамическая система. Экспоненциальные процессы.	30	4	10		14	16
Раздел 2. Балансовые динамические модели.	14	2	4		6	8
Раздел 3. Линейный осциллятор.	34	4	12		16	18

Электромеханические аналогии и уравнения Лагранжа.						
Раздел 4. Математические модели сосуществования	18	4	4		8	10
Раздел 5. Метод точечных отображений.	11	2	2		4	7
Текущий контроль (КСР)	1				1	
Промежуточная аттестация – зачет	0					
<b>Итого за 4-й семестр:</b>	<b>108</b>	<b>16</b>	<b>32</b>	<b>0</b>	<b>49</b>	<b>59</b>
<b>5-й семестр</b>						
Раздел 6. Нелинейный осциллятор. Автоколебания.	30	12	12		24	6
Раздел 7. Модели целесообразного поведения, игр и обучения.	18	4	8		12	6
Раздел 8. Марковские процессы с доходами.	20	8	6		14	6
Раздел 9. Диффузные и волновые процессы.	18	8	6		14	4
Текущий контроль (КСР)	2				2	
Промежуточная аттестация – экзамен	36					
<b>Итого за 5-й семестр:</b>	<b>108</b>	<b>16</b>	<b>32</b>	<b>0</b>	<b>50</b>	<b>22</b>
<b>Итого:</b>	<b>216</b>	<b>48</b>	<b>64</b>	<b>0</b>	<b>115</b>	<b>65</b>

Текущий контроль успеваемости реализуется в формах опросов на занятиях семинарского типа. Промежуточная аттестация проходит в традиционной форме – зачет и экзамен.

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

Самостоятельная работа студента при изучении дисциплины «Концепции современного естествознания-1» включает в себя: проработку учебного материала для подготовки к собеседованию (с использованием конспектов лекций и рекомендуемой литературы), решение задач под контролем преподавателя.

Контрольные вопросы и задачи для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 5.2.

#### 5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), включающий:

##### 5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	Шкала оценивания сформированности 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 ошибки.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько незначительных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	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.	Продemonstrированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме.	Продemonstrированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonstrированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonstrированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	Продemonstrированы все основные умения, решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие владения материалом. 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.	Продemonstrированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonstrированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonstrированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonstrирован творческий подход к решению нестандартных задач.

### Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	Превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно»
	Отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
	Очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
	Хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»

	Удовлетворительно	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	Неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
	Плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

## 5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения

### 5.2.1 Контрольные вопросы

Вопрос	Код компетенции
Что такое динамическая система, фазовое пространство, фазовая переменная, фазовая траектория, фазовый портрет?	ОПК-6
Дифференциальные уравнения как один из способов задания оператора динамической системы. Геометрический смысл дифференциального уравнения. Примеры.	ОПК-6
Истечение жидкости из сосуда. Простейшая модель. Ограничения применимости.	ОПК-6
Уточнённая модель истечения жидкости из сосуда. Быстрый процесс разгона и медленный – вытекания. Сопоставление с простейшей моделью.	УК-1
Математическая модель истечения с постоянным притоком. Равновесный режим и его устойчивость.	ОПК-6
Модель изменения уровня воды в водохранилище с плотиной и гидроэлектростанцией. Критический уровень и зоны безопасности.	УК-1
Математическая модель засоления ограниченного водоёма с заливом.	УК-1
Экспоненциальные процессы. Время удвоения и уменьшения вдвое. Явление внезапного кризиса при экспоненциальных процессах.	ОПК-6
Математическая модель разгона ракеты. Формула Циолковского.	УК-1
Модели динамики развития биологической популяции.	ОПК-6
Математическая модель Вольтерра – Лотки сосуществования хищника и жертвы и её уточнение.	ОПК-6
Модели сосуществования конкурирующих видов.	ОПК-6
Модели симбиоза.	УК-1
Математическая модель линейного осциллятора. Фазовые портреты и параметрический портрет.	ОПК-6
Принцип наименьшего действия и уравнения Лагранжа – Максвелла.	ОПК-6
Вынужденные колебания линейного осциллятора. Явления резонанса и сдвига фазы.	ОПК-6
Понятие точечного отображения. Модель маятниковых часов.	ОПК-6

Понятие точечного отображения. Двухпозиционный авторулевой.	ОПК-6
Генератор электрических колебаний. Уравнение Ван-дер-Поля. Амплитуда автоколебаний. Мягкий и жёсткий режимы возбуждения автоколебаний.	ОПК-6
Автоколебания в электрической схеме с неоновой лампой.	УК-1
Трение как причина возникновения неустойчивости и автоколебаний.	УК-1
Параметрическое возбуждение и резонанс. Примеры. Отличие параметрического резонанса от обычного.	ОПК-6
Стабилизация перевёрнутого маятника с помощью управления. Понятие обратной связи. Стабилизация вертикального положения и точки опоры.	ОПК-6
Автоматные модели целесообразного поведения.	ОПК-6
Автоматные модели игр. Простейшие детерминированные модели игроков и их парных игр в отгадывание. Стохастические марковские модели игроков и их игр в отгадывание. Игра стохастика с простаком.	ОПК-6
Математические модели объекта, образа, распознавания образов и обучения распознаванию образов. Персептрон как динамическая система. Схема его устройства и алгоритм обучения.	УК-1
Марковский процесс как динамическая система. Эргодичность. Примеры.	ОПК-6
Марковские процессы с доходами.	ОПК-6
Управляемые марковские процессы и выбор оптимальной стратегии.	ОПК-6
Уравнение теплопроводности и его фундаментальное решение.	УК-1
Волновое уравнение. Метод Лагранжа.	ОПК-6
Волновое уравнение. Граничные условия. Метод Фурье.	ОПК-6
Уравнение Лапласа и его физическая интерпретация.	УК-1

### 5.2.2. Типовые задачи для оценки сформированности компетенции ОПК-6

**Задача 1.** 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?

**Задача 2.** 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?

**Задача 3.** В сосуд, содержащий 1 кг воды при температуре  $20^\circ\text{C}$  опущен алюминиевый предмет массой 0,5 кг и температурой  $75^\circ\text{C}$ . Через 1 минуту вода нагрелась на 2 градуса. Когда температура воды и предмета будут отличаться на 1 градус?

**Задача 4.** За какое время вытечет вся вода из сферического сосуда радиуса  $R$ , если у него внизу имеется дырка эффективным сечением  $\sigma$ ?

**Задача 5.** Две массы  $m_1$  и  $m_2$ , соединенные пружиной жесткости  $k$ , движутся вдоль горизонтальной оси, испытывая вязкое трение. К массе  $m_2$  приложена гармоническая сила  $F e^{i\omega t}$ . Составить уравнения движения, найти вынужденные колебания массы  $m_1$  и АФЧХ.

**Задача 6.** Материальная точка движется без трения в вертикальной плоскости под воздействием силы тяжести вдоль кривой  $y = x^3 - 3x + 1$ . Написать математическую модель движения точки, построить фазовый портрет и дать ему динамическую интерпретацию.

### 5.2.3. Типовые комплексные контрольные задания для оценки сформированности компетенции ОПК-6

#### Вариант №1.

1. После удара футболиста мяч летит вертикально вверх со скоростью  $V_0$ . На какую максимальную высоту он поднимется и за какое время? Силу сопротивления воздуха считать прямо пропорциональной скорости движения.

2. За какое время вытечет вся вода из бака размерами  $S \times H$  ( $S = 1 \text{ м}^2$ ,  $H = 3 \text{ м}$ ), если у него есть две дырки сечением  $\sigma = 4 \text{ см}^2$ : одна в дне, а другая в боковой стенке на высоте  $H_1 = 1 \text{ м}$ ?

#### Вариант №2.

1. Массы  $m$  и  $M$ , соединенные пружиной жесткости  $k$ , движутся вдоль горизонтальной прямой, испытывая вязкое трение. К массе  $M$  приложена гармоническая сила. Найти АФЧХ для массы  $m$ .

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.

#### Вариант №3.

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:

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

### 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Неймарк Ю.И. Математические модели в естествознании и технике. Учебник. – Н. Новгород, Издательство Нижегородского госуниверситета им. Н.И.Лобачевского, 2004. – 401 с. (161 экз.)
2. Андронов А.А., Витт А.А., Хайкин С.Э. Теория колебаний. М. 1981.-568 с. (37 экз)
3. Кузнецов Ю.А. Математические модели современного естествознания. Часть 1. Н. Новгород, Издательство Нижегородского госуниверситета им. Н.И.Лобачевского, 2010. - 101 с. (40 экз.)
4. Качественные методы исследования управляемых динамических систем на плоскости. Учебно-методическое пособие. / Бутенина Н.Н., Савельев В.П. Электронный образовательный



ресурс № 489.12.08 в Фонде образовательных электронных ресурсов ННГУ, URL: <http://www.unn.ru/books/resources.html> – свободный доступ.

*б) дополнительная литература:*

1. Неймарк Ю.И. Динамические системы и управляемые процессы. М.: Наука, 1976. - 336 с.(37 экз.)
2. Неймарк Ю.И., Коган Н.Я., Савельев В.П. «Динамические модели теории управления». М.: Наука, 1985.- 400 с. (144 экз.)
3. Абачиев С.К. Концепции современного естествознания: конспект лекций : учебное пособие. Ростов н/Д: Феникс, 2012. - 349 с. (доступно в ЭБС «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА», режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru>)
4. Бондарев В.П. Концепции современного естествознания: Учебное пособие для студентов вузов. М.: Альфа-М, 2009. - 464 с. (доступно в ЭБС «Znaniium.com», режим доступа: [www.znaniium.com](http://www.znaniium.com))

## **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения: доска, презентационное оборудование для проведения обсуждений и компьютерных демонстраций.

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 09.03.03 «Прикладная информатика».

Автор (ы):

доцент каф. ТУДС, к.ф.-м.н. \_\_\_\_\_ / Савельев В.П. /

доцент каф. ТУДС, к.ф.-м.н. \_\_\_\_\_ / Лаптева Т. /

Зав. каф. ТУДС, д.ф.-м.н., проф. \_\_\_\_\_ / Осипов Г.В. /

Программа одобрена на заседании методической комиссии института информационных технологий, математики и механики

31.05.2023 протокол №7