

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ 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
президиумом Ученого совета ННГУ
протокол от
14.12.2021 г. №4

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Концепции современного естествознания

Уровень высшего образования
бакалавриат

Направление подготовки
09.03.03 Прикладная информатика

Направленность образовательной программы
Прикладная информатика в области обработки данных

Форма обучения
очно-заочная

Нижний Новгород

2022

1. Место и цели 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.Б.05 Концепции современного естествознания 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**	
<i>УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач</i>	<i>УК-1.1. Демонстрирует знание принципов сбора, отбора и обобщения информации, базирующихся на системном подходе.</i>	<i>Уметь абстрактно мыслить и анализировать.</i>	<i>Задание, разноуровневые задачи, собеседование</i>
	<i>УК-1.2. Демонстрирует умение соотносить разнородные явления и систематизировать их в рамках избранных видов профессиональной деятельности.</i>	<i>Знать основные этапы построения абстрактной математической модели реального процесса.</i>	
	<i>УК-1.3. Демонстрирует наличие практического опыта работы с информационными источниками, опыта научного поиска и представления научных результатов.</i>	<i>Владеть навыками анализа и синтеза для исследования модели.</i>	

<p>ОПК-6. Способен анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования</p>	<p>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.</p>	<p>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 амплитудно-фазовой частотной характеристике (АФЧХ) что такое метод точечных отображений и диаграмма Ламерея для исследования динамических систем</p>	<p>Задание, разноуровневые задачи, собеседование</p>
	<p>ОПК-6.2. Применяет методы теории систем и системного анализа, математического, статистического и имитационного моделирования для автоматизации задач принятия решений, анализа информационных потоков, расчета экономической эффективности и надежности информационных систем и технологий.</p>	<p>Уметь составлять математические модели в форме дифференциальных уравнений на основе базовых законов механики и электродинамики, формализма Лагранжа. строить математические модели типа Вольтерра – Лотки в экологии самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения, стремиться к интеллектуальному и профессиональному саморазвитию и самосовершенствованию строить и исследовать простейшие математические модели эволюционных процессов в виде дифференциальных и разностных уравнений</p>	
	<p>ОПК-6.3. Имеет практический опыт выполнения инженерных расчетов основных показателей результативности создания и применения информационных систем и технологий.</p>	<p>Владеть методикой построения фазовых портретов двумерных динамических систем методикой построения АФЧХ для линейных систем</p>	

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очно-заочная форма обучения
Общая трудоемкость	3 ЗЕТ
Часов по учебному плану	108
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа)	49
- занятия лекционного типа	32
- занятия семинарского типа	16
- контроль самостоятельной работы	1
самостоятельная работа	59
Промежуточная аттестация –зачет	

3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе					Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы					
		из них					
	Занят ия лекци онног	Занят ия семина арско	Занят ия лабор аторн	Всего			
	Очно- заочная	Очно- заочная	Очно- заочная	Очно- заочная	Очно- заочная	Очно- заочная	
Раздел 1. Введение. Математическая модель и динамическая система. Экспоненциальные процессы.	19	6	4		10	9	
Раздел 2. Балансовые динамические модели.	20	6	4		10	10	
Раздел 3. Линейный осциллятор. Электромеханические аналогии и уравнения Лагранжа.	18	6	2		8	10	
Раздел 4.Математические модели сосуществования	25	6	4		10	15	
Раздел 5.Метод точечных отображений.	25	8	2		10	15	
КСР	1				1		

Промежуточная аттестация - зачет						
Итого	108	32	16		49	59

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках занятий семинарского типа

Промежуточная аттестация проходит в традиционных формах (зачет)

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Ниже приводятся виды самостоятельной работы студентов, порядок их выполнения и контроля, приводится учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы по ее отдельным видам и разделам дисциплины.

Виды самостоятельной работы студентов:

- проработка теоретического материала лекционных занятий;
- подготовка домашних заданий к научно-практическим занятиям;
- подготовка к выполнению письменных контрольных работ;
- подготовка к промежуточной аттестации в форме зачета.

Образовательные материалы для самостоятельной работы студентов:

- Неймарк Ю.И. Математические модели в естествознании и технике. Учебник. – Н.Новгород, Издательство Нижегородского госуниверситета 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 госуниверситета 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

При самостоятельной работе и при подготовке к промежуточной аттестации в форме зачета студенты имеют доступ к методическим материалам дисциплины, размещенным на сайте кафедры ТУиДС института ИТММ по электронному адресу <http://www.itmm.unn.ru/tuds/materialy/>, режим доступа – свободный, а также к источникам, указанным в пункте

4.1. Проработка теоретического материала лекционных занятий

Выполняется самостоятельно с использованием лекционных материалов. Контроль выполняется в форме проведения ежемесячного письменного экспресс-опроса по понятиям, фактам, формулировкам, выполняемого в течение 15 минут на научно-практических занятиях. Опросы включают по пять коротких вопросов и оцениваются дробными баллами от 0 до 5 (сумма баллов, полученных за ответ на каждый вопрос), а также итоговым двоичным показателем «зачтено»-«не зачтено». «Зачтено» соответствует полученным баллам от 3 и выше.

4.2. Подготовка домашних заданий к научно-практическим занятиям

Домашние задания выдаются по имеющимся сборникам задач, которые включают краткий теоретический материал и примеры решения задач из каждого раздела:

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.

Проверка выполнения домашних заданий проводится в начале каждого практического занятия. Используется две формы контроля: – выборочная проверка выполнения заданий у двух-трех человек из группы; – проверка в форме коллективного обсуждения у доски результатов выполнения отдельных заданий одним или двумя студентами.

4.3. Подготовка к выполнению письменных контрольных работ

В течение семестра проводится две аудиторные контрольные работы по материалам разделов лекционного курса.

Для подготовки к контрольным работам рекомендуется повторно прочитать соответствующий лекционный материал, теоретические разделы в сборниках задач, указанных в п.5.2, просмотреть полезные разделы в соответствующих источниках из списка рекомендованной литературы (раздел 7), а также самостоятельно решить несколько задач по теме контрольной работы из указанных сборников задач.

4.4. Подготовка к промежуточной аттестации в форме зачета

В качестве методических материалов при подготовке к зачету рекомендуется использовать собственные конспекты лекций, просмотреть решения задач, выполненные на практических занятиях и во время выполнения домашних заданий, а также источники, рекомендованные в списке литературы раздела 7.

5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине

Оценивание уровня сформированности компетенции

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. Невозможно оценить полноту знаний вследствие отказа	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, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.

	обучающего ся от ответа						
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений . Невозможно 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 несущественным 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 владения материалом. Невозможно 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 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»

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

6.2.1 Контрольные вопросы:

Вопрос	Код компетенции
<ol style="list-style-type: none"> 1. Понятие состояния динамической системы. 2. Определение фазового пространства. 3. Свойства оператора динамической системы. 4. Что составляет модель динамической системы. 5. Фазовая траектория. Понятие фазового портрета. 6. Бифуркационные значения параметров. 7. Параметрический портрет. 8. Что такое состояние равновесия динамической системы. Способ отыскания. 9. Что такое линеаризация правых частей дифференциальных уравнений $dx/dt=P(x,y)$, $dy/dt=Q(x,y)$ 10. Типы состояний равновесия системы дифференциальных уравнений $dx/dt=P(x,y)$, $dy/dt=Q(x,y)$ с аналитическими правыми частями. 11. Что такое предельный цикл (устойчивый/неустойчивый). Метод отыскания, роль в фазовом пространстве. 12. Метод отыскания предельного цикла. Какие изменения динамической системы отвечают устойчивому предельному циклу. 13. Могут ли быть реализованы изменения состояния динамической системы, отвечающие неустойчивому предельному циклу? Его роль в фазовом пространстве. 14. Метод точечных отображений. Секущая Пуанкаре. 15. Секущая Пуанкаре. Функция проследования. 16. Функция проследования. Диаграмма Кёнигса-Ламерея. 17. неподвижная точка точечного отображения. Устойчивость (неустойчивость) неподвижной точки. 18. Устойчивость (неустойчивость) неподвижной точки точечного отображения прямой в прямую. 19. Фазовая траектория, отвечающая устойчивой (неустойчивой) неподвижной точке отображения секущей Пуанкаре в себя. 20. Диаграмма Кёнигса-Ламерея в случае параметрического задания функции последования. 	УК-1

21. Множество состояний и фазовое пространство динамической системы, описывающей плоские колебания физического маятника. 22. Математическая модель сосуществования видов. 23. Математическая модель лампового генератора с неоновой лампочкой. 24. Математическая модель автомата (детерминированного, стохастического). 25. Автомат с линейной тактикой (детерминированный, стохастический) 26. Математическая модель автомата в среде 27. Математическая модель игры автоматов 28. Автономный стохастический автомат как марковская система. Эргодичность марковских систем 29. Математическая модель двухпозиционного авторулевого. 30. Математическая модель эволюции генотипа. 31. Математическая модель перекрестка 32. Условия возникновения стохастических колебаний в RLC контуре. 33. Математическая модель часов с одним ударом за период.	
--	--

Вопросы для собеседования

Вопрос	Код компетенции
34. Понятие математической модели 35. Основные принципы построения математических моделей 36. Понятия динамической системы, ее состояния и оператора, фазового пространства, фазовой траектории, фазового портрета, состояния равновесия, предельного цикла, бифуркаций 37. Аналитические и качественные методы построения фазового портрета 38. Понятие о дискретных и распределенных динамических системах 39. Основные дискретные математические модели механики, электродинамики, биологии, экологии, химии 40. Понятие об электромеханических аналогиях 41. Понятие об уравнениях Лагранжа – Максвелла и о моделях в форме вариационных принципов (на примере принципа наименьшего действия по Гамильтону) 42. Понятие о точечном отображении (Пуанкаре) и диаграмме Кёнигса – Ламерея 43. Понятия об автоколебаниях, мягком и жестком режимах их возбуждения 44. Основные свойства линейного осциллятора 45. Понятие о вынужденных колебаниях и амплитудно-фазовой частотной характеристике (АФЧХ) 46. Понятие о нормальных колебаниях в системах связанных осцилляторов 47. Понятие о параметрическом возбуждении, параметрическом резонансе и параметрической стабилизации 48. Понятие об обратной связи и управлении 49. Понятие о марковских динамических системах и моделях автоматов 50. Понятие о распознавании образов 51. Понятие о процессе обучения как динамической системе 52. Основные распределенные модели математической физики Понятие о волнах (бегущих и стоячих), характеристики волн (амплитуда, длина, частота, волновое число)	ОПК-6

Типовые примеры простых практических контрольных заданий

Задание 1. Пусть H – высота цилиндрического сосуда, наполненного водой, S – площадь поперечного сечения, σ – площадь сечения дырки в дне сосуда ($\sigma \ll S$). Каким

уравнением описывается процесс оседания уровня h воды в сосуде согласно модели Торричелли?

Задание 2. Пусть H – высота цилиндрического сосуда, наполненного водой, S – площадь поперечного сечения, σ – площадь сечения дырки в дне сосуда ($\sigma \ll S$). Чему равна скорость V вытекания воды через отверстие в дне сосуда?

Задание 3. Пусть H_0 – начальная высота столба воды в сосуде цилиндрической формы, S – площадь поперечного сечения сосуда, σ – площадь отверстия в дне сосуда ($\sigma \ll S$), g – ускорение свободного падения. Чему равно время $t_{\text{выт}}$ вытекания воды из сосуда?

Типовые примеры комплексных практических контрольных заданий

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. Лодка замедляет свое движение под действием сопротивления воды, которое пропорционально скорости движения. Начальная скорость лодки 1,5 м/сек, скорость ее через 4 сек равна 1 м/сек. Когда скорость лодки уменьшится до 1 см/сек? Какой путь может пройти лодка до полной остановки?

Задача 3. 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?

Типовые примеры заданий для контрольных работ

Контрольная работа № 1.

1. За какое время вытечет вся вода из бака размерами $S \times H$, если у него есть две дырки сечением σ , 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

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

Методика оценивания уровня выполнения контрольных работ и комплексных практических заданий:

Простые практические контрольные задания:

Правильные ответы на 10 заданий: менее 2 –плохо, 2-3 – неудовлетворительно, 4-5 – удовлетворительно, 6 -7 – хорошо, 8 - очень хорошо, 9 – отлично, 10 – превосходно.

Комплексные практические контрольные задания:

Попытка начать решение, но не хватает знаний – плохо,

Начато решение, но имеются грубые ошибки – неудовлетворительно,

Имеется решение, но с грубыми математическими ошибками - удовлетворительно

Имеется решение, но со значительными ошибками - хорошо,

Имеется решение, но с незначительными ошибками - очень хорошо,

Имеется решение, возможно с ошибками в счете, нет полного теоретического обоснования решения - отлично,

Имеется решение без ошибок, с полным теоретическим обоснованием решения - превосходно.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины «Концепции современного естествознания»

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. Часть1. Н. Новгород, Издательство Нижегородского госуниверситета им. Н.И.Лобачевского, 2010.. – 101 с. (40 экз.)

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. Электронный учебник Савельев В.П., Островский А.В., Кузенкова Г.В. «Concepts of Natural Sciences». 2013. Объединенный фонд электронных ресурсов «Наука и образование» (ОФЭРНиО), свидетельство № 19719 (на английском языке).

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Проведение занятий обеспечивается наличием лекционных аудиторий, оборудованных доской и мобильным местом лектора с возможностью компьютерных

демонстраций, аудиторий для проведения практических занятий и консультаций, оборудованных доской. Презентационное оборудование для проведения обсуждений и компьютерных демонстраций (лаборатории 218, и 220 кафедры ТУиДС, корп.2).

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ с учетом рекомендаций и ОПОП ВО по направлению (профилю) **09.03.03 Прикладная информатика**

Автор (ы): к.ф.-м.н., доц. каф. ТУиДС _____ *В.П.Савельев,*

к.ф.-м.н., доц. каф. ТУиДС _____ *Л.В.Коган*

Рецензент (ы) _____

Заведующий кафедрой ТУиДС, д.ф.-м.н. _____ *Г.В.Осипов*

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

01.12.2021 года, протокол № 2