

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

09.03.04 - Программная инженерия

Направленность образовательной программы

Разработка программно-информационных систем

Форма обучения

очная

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.20 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
ОПК-1: Способен применять естественнонаучные и общетеоретические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности;	ОПК-1.1: Знает основы математики, физики, вычислительной техники и программирования ОПК-1.2: Умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общетеоретических знаний, методов математического анализа и моделирования ОПК-1.3: Имеет навыки теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности	ОПК-1.1: Знать понятия динамической системы, ее состояния и оператора, фазового пространства, фазовой траектории, фазового портрета, состояния равновесия, предельного цикла, бифуркации; методы качественного исследования динамических систем, как то: анализ устойчивости состояний равновесия, метод точечных отображений и диаграмма Ламерея. основные свойства линейного осциллятора, понятие о его собственных и вынужденных колебаниях, амплитудно-фазовой частотной характеристике; базовые алгоритмы вычислительной математики и методы их компьютерной реализации для решения прикладных естественнонаучных задач. ОПК-1.2: Уметь применять базовые знания естественных наук, математики и информатики; используя базовые естественнонаучные законы и концепции строить и	Задачи	Экзамен: Контрольные вопросы

		<p>исследовать математические модели различных эволюционных процессов в виде дифференциальных и разностных уравнений; определять и профессионально реализовывать необходимые для решения прикладных задач вычислительные алгоритмы, анализировать полученные результаты</p> <p>ОПК-1.3: Владеть методикой построения фазовых портретов (и/или диаграмм Ламерея) динамических систем; методикой построения АФЧХ для линейных систем; основными приемами проведения математических доказательств; методами теоретического и численного исследования динамических систем; принципами построения и выбора эффективных численных методов</p>		
--	--	---	--	--

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	4
Часов по учебному плану	144
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	32
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	32
- КСР	2
самостоятельная работа	42
Промежуточная аттестация	36
	Экзамен

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 ф 0	0 ф 0	0 ф 0	0 ф 0	0 ф 0
Раздел 1. Введение. Математическая модель и динамические системы. Экспоненциальные процессы.	10	4	4	8	2
Раздел 2. Балансовые динамические модели.	10	4	4	8	2
Раздел 3. Линейный осциллятор. Электромеханические аналогии и уравнения Лагранжа.	18	6	6	12	6
Раздел 4. Модели сосуществования.	8	2	2	4	4
Раздел 5. Автоколебания и метод точечных отображений.	14	4	4	8	6
Раздел 6. Марковские процессы	10	2	2	4	6
Раздел 7. Игровые модели.	10	2	2	4	6
Раздел 8. Управляемые динамические системы.	14	4	4	8	6
Раздел 9. Диффузные и волновые процессы.	12	4	4	8	4
Аттестация	36				
КСР	2			2	
Итого	144	32	32	66	42

Содержание разделов и тем дисциплины

1. Динамическая система. Пространство состояний и оператор. Фазовый портрет. Дифференциальные уравнения как один из способов задания оператора динамической системы. Геометрический смысл дифференциального уравнения. Примеры.
2. Истечение жидкости из сосуда. Простейшая модель. Ограничения применимости. Уточнённая модель истечения жидкости из сосуда. Быстрый процесс разгона и медленный – вытекания. Сопоставление с простейшей моделью. Математическая модель истечения с постоянным притоком. Равновесный режим и его устойчивость. Математическая модель засоления ограниченного водоёма с заливом. Загадки Каспийского моря. Экспоненциальные процессы. Время удвоения и уменьшения вдвое. Явление внезапного кризиса при экспоненциальных процессах. Математические модели радиоактивного распада, гибели и поглощения излучения. Математическая модель торможения и разгона при наличии сопротивления.
3. Математические модели инертности (массы), упругой пружины и вязкого трения. Энергия движущейся массы и деформированной пружины Математические модели резистора, конденсатора и самоиндукции. Энергии конденсатора и самоиндукции. Электромеханические аналогии. Принцип наименьшего действия и уравнения Лагранжа – Максвелла.

Математическая модель линейного осциллятора. Фазовые портреты и параметрический портрет. Примеры.

4. Модели динамики развития биологической популяции.

Математическая модель Вольтерра – Лотки сосуществования хищника и жертвы и её уточнение. Модель сосуществования конкурирующих видов. Модель симбиоза.

5. Маятниковые часы Галилея – Гюйгенса. В чём их новизна. Точность хода, от чего она зависит, пути её увеличения. Часы Галилея – Гюйгенса как автоколебательная система.

Трение как причина возникновения неустойчивости и автоколебаний. Вынужденные колебания линейного осциллятора. Амплитудно-фазовая частотная характеристика. Явления резонанса и сдвига фазы. Параметрическое возбуждение и резонанс. Примеры. Отличие параметрического резонанса от обычного.

6. Марковский процесс как динамическая система. Эргодичность. Примеры.

Марковские процессы с доходами. Управляемые марковские процессы и выбор оптимальной стратегии.

7. Автоматные модели игр и обучения. Простейшие детерминированные модели игроков и их парных игр в отгадывание. Стохастические марковские модели игроков и их игр в отгадывание. Игра стохастика с простакон.

Математические модели объекта, образа, распознавания образов и обучения распознаванию образов. Персептрон как динамическая система. Схема его устройства и алгоритм обучения.

8. Управляемость динамической системы. Стабилизация перевёрнутого маятника с помощью управления. Понятие обратной связи. Стабилизация вертикального положения и точки опоры. Стабилизация курса лодки и корабля. Двухпозиционный авторулевой.

9. Уравнение теплопроводности и его фундаментальное решение.

Волновое уравнение. Начальные и граничные условия.

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 ДО"
(<https://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=787>).

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 ОПК-1:

Задача 1. Вода из первого бака размерами $S \times H$ через отверстие в дне с эффективным сечением поступает во второй бак тех же размеров и с дыркой в дне с эффективным сечением. Когда количество воды во втором баке будет максимальным? Записать математическую модель в форме динамической системы.

Задача 2. В сосуд, содержащий 20 л воды со скоростью 5 л / мин. поступает раствор, в каждом литре которого 0.2 кг соли. В сосуде раствор перемешивается и смесь вытекает из сосуда с той же скоростью. Сколько соли будет в сосуде через 4 минуты?

Задача 3. После удара футболиста мяч летит вертикально вверх со скоростью V_0 . На какую максимальную высоту H он поднимется и за какое время?

Задача 4. Два жидких химических вещества A и B массой соответственно M и N вступают в реакцию, образуя вещество C . Скорость химической реакции пропорциональна произведению концентраций веществ A и B (закон действующих масс). Какое количество вещества C будет образовано по окончании реакции, если вещества A и B входят в состав C в пропорции 2:1?

Задача 5. В резервуар, в котором имеется 100 л 10 % -ного раствора соли, каждую минуту вливается 30 л воды и из него вытекает 20 л смеси. Какое количество соли останется в резервуаре через 10 минут (считать, что смесь непрерывно перемешивается).

Задача 6. Моторная лодка движется по озеру со скоростью 20 км/час. Через 40 с. после выключения двигателя ее скорость уменьшается до 8 км/час. Сопротивление воды пропорционально скорости движения лодки. Какова скорость лодки через 2 мин. после остановки двигателя?

Задача 7. В баке находится 100 литров раствора, содержащего 10 кг соли. В бак вливается 5 литров чистой воды в минуту и смесь с той же скоростью вытекает во второй бак вместимостью 100 литров, заполненный чистой водой. Избыток жидкости из него вытекает с той же скоростью 5 литров в минуту. В баках имеет место полное перемешивание. Когда количество соли во втором баке будет максимальным и чему оно равно?

Задача 8. После удара футболиста мяч летит вертикально вверх со скоростью $V_0 = 30$ м / сек. и поднимается на максимальную высоту $H = 25$ м. С какой скоростью мяч упадет на землю?

Задача 9. В сосуд, содержащий 1 кг воды при температуре 200 опущен алюминиевый предмет массой 0,5 кг и температурой 750 С. Через 1 мин. вода нагрелась на 20. Когда температура воды и предмета будут отличаться на 1 градус?

Задача 10. Ракета опущена вертикально вверх с начальной скоростью 100 м/сек. Сопротивление воздуха замедляет ее движение, сообщая ракете отрицательное ускорение, пропорциональное квадрату ее скорости ($-kv^2$). Определить время достижения ракетой наивысшего положения.

Задача 11. Пуля, двигаясь со скоростью $v_0=400$ м/сек, пробивает стену толщиной $h=0,2$ м и вылетает из нее со скоростью 100 м/сек. Считая силу сопротивления стены пропорциональной квадрату скорости движения пули, найти время T движения пули в стене.

Задача 12. За какое время вытечет вся вода из цилиндрического бака диаметром $2R=1,8$ м и высотой $H=2,45$ м через отверстие в дне диаметром $2r = 6$ см? Ось цилиндра вертикальна.

Задача 13. Воронка имеет форму конуса радиуса $R=6$ см и высоты $H = 10$ см, обращенного вершиной вниз. За какое время вытечет вся вода из воронки через круглое отверстие диаметра $0,5$ см, сделанное в вершине конуса?

Задача 14. Цилиндрический бак поставлен вертикально и имеет отверстие в дне. Половина воды из полного бака вытекает за 5 минут. За какое время вытечет вся вода?

Задача 15. Решить задачу «о цилиндрическом баке» в предположении, что ось цилиндра расположена горизонтально, а отверстие находится в самой нижней части цилиндра.

Задача 16. В прямоугольный бак размером $1\text{ м} \times 1,5\text{ м} \times 1\text{ м}$ поступает 4 литра воды в секунду. В дне имеется отверстие площадью 3 см^2 . За какое время наполнится бак?

Задача 17. За какое время вытечет вся вода из бака высотой H и сечением S , если у него в дне и в боковой стенке на высоте H_1 имеется по одному отверстию с эффективным сечением ?

Задача 18. В бак с сечением S поступает вода с интенсивностью P . Через отверстие в дне с эффективным сечением она поступает во второй бак емкостью V . Когда наполнится второй бак, если вначале первый бак был полным, а второй пустым?

Задача 19. За какое время вытечет вся вода из сферического сосуда радиуса R , если у него внизу имеется дырка эффективным сечением

Задача 20. Исследовать модель сосуществования двух популяций типа «хищник – жертва» с учетом насыщения хищника.

Задача 21. Исследовать модель типа Лотки – Вольтерра «хищник – жертва» с учетом конкуренции хищника за жертву. Определить состояния равновесия, исследовать их устойчивость. Построить фазовый портрет.

Задача 23. При каком соотношении параметров цилиндрического сосуда с диаметром $2R$ и высотой H быстрее вытечет вся вода через отверстие в нижней части сосуда диаметром $2r$ в случае, когда ось цилиндра вертикальна по сравнению со случаем, когда ось цилиндра горизонтальна?

Задача 24. Скорость увеличения площади молодого листа виктории – регии, имеющего форму круга, пропорциональна радиусу листа и количеству солнечного света, падающего на него. Количество солнечного света пропорционально площади листа и косинусу угла между направлением лучей и вертикалью к листу. Найти зависимость между площадью S листа и временем t , если в 6 часов утра эта площадь составляла 1600 см^2 , а в 18 часов того же дня 2500 см^2 . Принять, что угол между направлением луча Солнца и вертикалью в 6 ч. утра и в 18 ч. равен 90° , а в полдень равен 0° .

Задача 25. Сколько устойчивых состояний равновесия содержит фазовая прямая, если оператор динамической системы задается дифференциальным уравнением (уравнение приводится).

Задача 26. Какого типа состояние равновесия имеет линейный осциллятор в точке если ?

Задача 27. Две массы m и M , соединенные пружиной жесткости k , движутся вдоль горизонтальной оси, испытывая вязкое трение. К массе m приложена гармоническая сила F . Составить уравнения движения, найти вынужденные колебания массы M и АФЧХ.

Задача 28. Материальная точка движется без трения в вертикальной плоскости под воздействием силы тяжести вдоль заданной кривой. Написать математическую модель движения точки, построить фазовый портрет и дать ему динамическую интерпретацию.

Задача 29. Напишите уравнения типа Лотки - Вольтера «хищник – жертва» для случая, когда хищник питается двумя видами жертв, одна из которых имеет укрытие. Найдите состояния равновесия и выясните их устойчивость.

Критерии оценивания (оценочное средство - Задачи)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Задачи решены полностью либо имеются незначительные недочёты
не зачтено	Задачи не решены или решены с грубыми ошибками

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

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатор 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	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельным	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном

			все задания, но не в полном объеме	Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	в полном объеме, но некоторые с недочетами	и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	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 некоторым и недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторым и недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрирован 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
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «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».
	плохо	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 ОПК-1

1.Динамическая система. Пространство состояний и оператор. Фазовый портрет.

2. Дифференциальные уравнения как один из способов задания оператора динамической системы. Геометрический смысл дифференциального уравнения. Примеры.
3. Истечение жидкости из сосуда. Простейшая модель. Ограничения применимости.
4. Уточнённая модель истечения жидкости из сосуда. Быстрый процесс разгона и медленный – вытекания. Сопоставление с простейшей моделью.
5. Математическая модель истечения с постоянным притоком. Равновесный режим и его устойчивость.
6. Математическая модель засоления ограниченного водоёма с заливом. Загадки Каспийского моря.
7. Экспоненциальные процессы. Время удвоения и уменьшения вдвое. Явление внезапного кризиса при экспоненциальных процессах. Математические модели радиоактивного распада, гибели и поглощения излучения. Математическая модель торможения и разгона при наличии сопротивления.
8. Модели динамики развития биологической популяции. Математическая модель Вольтерра – Лотки сосуществования хищника и жертвы и её уточнение.
9. Модель сосуществования конкурирующих видов. Модель симбиоза.
10. Математические модели инертности (массы), упругой пружины и вязкого трения. Энергия движущейся массы и деформированной пружины. Математические модели резистора, конденсатора и самоиндукции. Энергии конденсатора и самоиндукции.
11. Электромеханические аналогии. Принцип наименьшего действия и уравнения Лагранжа – Максвелла.
12. Математическая модель линейного осциллятора. Фазовые портреты и параметрический портрет. Примеры.
13. Маятниковые часы Галилея – Гюйгенса. В чём их новизна. Точность хода, от чего она зависит, пути её увеличения. Часы Галилея – Гюйгенса как автоколебательная система. Трение как причина возникновения неустойчивости и автоколебаний.
14. Вынужденные колебания линейного осциллятора. Амплитудно-фазовая частотная характеристика. Явления резонанса и сдвига фазы. Параметрическое возбуждение и резонанс. Примеры. Отличие параметрического резонанса от обычного.
15. Стабилизация перевернутого маятника с помощью управления. Понятие обратной связи. Стабилизация вертикального положения и точки опоры.
16. Стабилизация курса лодки и корабля. Двухпозиционный авторулевой.
17. Автоматные модели игр и обучения. Простейшие детерминированные модели игроков и их парных игр в отгадывание.
18. Стохастические марковские модели игроков и их игр в отгадывание. Игра стохастика с простаком.
19. Математические модели объекта, образа, распознавания образов и обучения распознаванию образов. Персептрон как динамическая система. Схема его устройства и алгоритм обучения.

20. Марковский процесс как динамическая система. Эргодичность. Примеры. Марковские процессы с доходами. Управляемость динамической системы. Управляемые марковские процессы и выбор оптимальной стратегии.

21. Уравнение теплопроводности и его фундаментальное решение.

22. Волновое уравнение. Начальные и граничные условия.

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
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»
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. 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 А. А. Теория колебаний / перераб. и доп. Н. А. Железцова. - М. : Гос. изд-во физ.-мат. лит., 1959. - 915 с. - 70.00., 58 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.
3. Савельев Владимир Петрович. Concepts of natural sciences = Концепции современного естествознания : учебно-методическое пособие / В. П. Савельев, А. В. Островский, Г. В. Кузенкова ; ННГУ им. Н. И. Лобачевского. - Нижний Новгород : Изд-во ННГУ, 2018. - 82 с. - Текст : электронный., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=796338&idb=0>.

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

1. Дулов В.Г., Цибаров В.А. концепция современного естествознания: учебное пособие. НИИ математики и механики Санкт-Петербургского государственного университета. – <http://window.edu.ru/resource/520/31520>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

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

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 09.03.04 - Программная инженерия.

Автор(ы): Барабаш Никита Валентинович, кандидат физико-математических наук.

Рецензент(ы): Ломакина Любовь Сергеевна.

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

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