

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 Ученого совета ННГУ
протокол от
30.11.2022г. №13

Рабочая программа дисциплины

Концепции современного естествознания

Уровень высшего образования
бакалавриат

Направление подготовки
090303 Прикладная информатика

Направленность образовательной программы
Прикладная информатика в информационной сфере

Форма обучения
очная

Нижегород
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.О.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>	УК-1.1. <i>Демонстрирует знание принципов сбора, отбора и обобщения информации, базирующихся на системном подходе.</i>	<i>Знать принципы отбора, сбора, обобщения информации из различных источников и баз данных.</i>	<i>Собеседование</i>
	УК-1.2. <i>Демонстрирует умение соотносить разнородные явления и систематизировать их в рамках избранных видов профессиональной деятельности.</i>	<i>Уметь абстрактно мыслить и анализировать. Уметь самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения, стремиться к интеллектуальному и профессиональному саморазвитию и самосовершенствованию</i>	<i>Задача контрольная работа</i>
	УК-1.3. <i>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 Владеть методами оценки сложности алгоритмов</i>	<i>Задача контрольная работа</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 Знать основные математические модели механики, электродинамики, биологии, экологии, химии Знать основные свойства линейного осциллятора, понятие о его вынужденных колебаниях и амплитудно-фазовой частотной характеристике (АФЧХ)</p>	Собеседование
	<p>ОПК-6.2. Применяет методы теории систем и системного анализа, математического, статистического и имитационного моделирования для автоматизации задач принятий 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. Уметь строить математические модели типа Вольтерра – Лотки в экологии Уметь строить и исследовать простейшие математические модели эволюционных процессов в виде дифференциальных и разностных уравнений</p>	Задача контрольная работа
	<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 АФЧХ для линейных систем Владеть методикой построения фазовых портретов двумерных динамических систем</p>	Задача контрольная работа

3. Структура и содержание дисциплины «»

3.1. Трудоемкость дисциплины

	очная форма
--	--------------------

	обучения
Общая трудоемкость	8 ЗЕТ
Часов по учебному плану	288
в том числе	
контактная работа:	115
- занятия лекционного типа	48
- занятия семинарского типа	64
- текущий контроль (КСР)	3
самостоятельная работа	137
Промежуточная аттестация – зачет, экзамен	36

3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины*	Всего (часы)	В том числе				Самост. работа студента, часы
		Контактная работа, часы				
		из них				
Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Всего			
Раздел 1. Введение. Математическая модель и динамические системы. Экспоненциальные процессы.	36	8	8		16	20
Раздел 2. Балансовые динамические модели.	36	8	8		16	20
Раздел 3. Линейный осциллятор. Электромеханические аналогии и уравнения Лагранжа.	36	8	8		16	20
Раздел 4. Модели сосуществования.	35	8	8		16	19
текущий контроль	1				1	
Промежуточная аттестация: <u>зачет</u>						
Итого за семестр	144	32	32	0	65	79
Раздел 5. Автоколебания и метод точечных отображений.	19	3	6		9	10
Раздел 6. Марковские процессы с доходами.	19	3	6		9	10
Раздел 7. Модели целесообразного поведения, игр и обучения.	19	3	6		9	10
Раздел 8. Управляемые динамические системы	19	3	6		9	10

Раздел 9. Диффузные и волновые процессы.	14	2	4		6	8
Раздел 10. Модели оптимизации.	16	2	4		6	10
текущий контроль	2				2	
Промежуточная аттестация: <u>экзамен</u>	36					
Итого за семестр	144	16	32	0	50	58
Итого за два семестра	288	48	64		115	137

Текущий контроль успеваемости реализуется в форме опросов на занятиях семинарского типа.

Промежуточная аттестация проходит в традиционной форме (зачет, экзамен).

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа студента при изучении дисциплины «Концепции современного естествознания» включает выполнение заданий под контролем преподавателя, решение домашних

5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине, 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 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.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественным	Продемонстрированы все основные умения,. Решены все основные задачи. Выполнены все задания,

	я от ответа	ошибки.	все задания но не в полном объеме.	задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	объеме, но некоторые с недочетами.	недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	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	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми 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 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	Неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»

зачтено	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

Семестр 4

Вопросы	Код формируемой компетенции
1. Что такое динамическая система, фазовое пространство, фазовая переменная, фазовая траектория, фазовый портрет?	УК-1
2. Динамическая система. Пространство состояний и оператор. Фазовый портрет.	УК-1
3. Дифференциальные уравнения как один из способов задания оператора динамической системы. Геометрический смысл дифференциального уравнения. Примеры.	УК-1
4. Истечение жидкости из сосуда. Простейшая модель. Ограничения применимости.	УК-1
5. Уточнённая модель истечения жидкости из сосуда. Быстрый процесс разгона и медленный – вытекания. Сопоставление с простейшей моделью.	УК-1
6. Математическая модель истечения с постоянным притоком. Равновесный режим и его устойчивость.	УК-1
7. Модель изменения уровня воды в водохранилище с плотиной и гидростанцией. Критический уровень и зоны безопасности.	УК-1
8. Математическая модель засоления ограниченного водоёма с заливом. Загадки Каспийского моря.	УК-1
9. Экспоненциальные процессы. Время удвоения и уменьшения вдвое. Явление внезапного кризиса при экспоненциальных процессах.	УК-1
10. Математические модели радиоактивного распада, гибели и поглощения излучения. Математическая модель торможения и разгона при наличии сопротивления.	УК-1
11. Математическая модель разгона ракеты. Формула Циолковского.	ОПК-6
12. Модели динамики развития биологической популяции.	ОПК-6
13. Математическая модель Вольтерра – Лотки сосуществования хищника и жертвы и её уточнение.	ОПК-6
14. Модель сосуществования конкурирующих видов	ОПК-6
15. Модель симбиоза.	ОПК-6
16. 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.	ОПК-6
17. Принцип наименьшего действия и уравнения Лагранжа – Максвелла.	ОПК-6
18. Математическая модель линейного осциллятора. Фазовые	ОПК-6

портреты и параметрический портрет. Примеры.	
19. Маятниковые часы Галилея – Гюйгенса. В чём их новизна. Точность хода, от чего она зависит, пути её увеличения. Часы Галилея – Гюйгенса как автоколебательная система.	ОПК-6

Семестр 5

20. Трение как причина возникновения неустойчивости и автоколебаний.	УК-1
21. Вынужденные колебания линейного осциллятора. Амплитудно-фазовая частотная характеристика. Явления резонанса и сдвига фазы.	УК-1
22. Параметрическое возбуждение и резонанс. Примеры. Отличие параметрического резонанса от обычного.	УК-1
23. Стабилизация перевёрнутого маятника с помощью управления. Понятие обратной связи. Стабилизация вертикального положения и точки опоры.	УК-1
24. Стабилизация курса лодки и корабля. Двухпозиционный авторулевой.	УК-1
25. 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 простаком.	УК-1
26. Математические модели объекта, образа, распознавания образов и обучения распознаванию образов. Персептрон как динамическая система. Схема его устройства и алгоритм обучения.	ОПК-6
27. Марковский процесс как динамическая система. Эргодичность. Примеры.	ОПК-6
28. Марковские процессы с доходами.	ОПК-6
29. Управляемые марковские процессы и выбор оптимальной стратегии.	ОПК-6
30. Управляемость динамической системы.	ОПК-6
31. Уравнение теплопроводности и его фундаментальное решение.	ОПК-6
32. Волновое уравнение. Начальные и граничные условия.	ОПК-6
33. Модель ритмичного производства.	ОПК-6
	ОПК-6

5.2.2. Типовые задания для собеседования при оценке сформированности компетенции УК-1

- 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,
- 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
- Основные свойства линейного осциллятора
- Понятие о вынужденных колебаниях и амплитудно-фазовой частотной характеристике (АФЧХ)
- 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
- Постановку основных задач оптимизации

Типовые задания для оценки сформированности компетенции ОПК-6

- Выбирать фазовые переменные для моделирования систем различной природы
- Составлять математические модели в форме дифференциальных уравнений на основе базовых законов механики и электродинамики, формализма Лагранжа – Максвелла
- Строить математические модели типа Вольтерра – Лотки в экологии
- Строить фазовые портреты модельных динамических систем,
- Исследовать математические модели с помощью точечных отображений (Пуанкаре) и диаграмм Ламерея
- Давать динамическую интерпретацию фазовому портрету и диаграмме Ламерея
- Находить амплитудно-фазовую частотную характеристику (АФЧХ) линейной системы с внешним воздействием, давать интерпретацию АФЧХ с точки зрения физического поведения системы

5.2.3. Простые практические контрольные задания для оценки УК-1

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?

Задание 4. Сколько фазовых траекторий содержит фазовая прямая x , если оператор динамической системы задается дифференциальным уравнением $\dot{x} = x^3 + 3x^2 - 4$?

Задание 5. Сколько фазовых траекторий содержит фазовая прямая x , если оператор динамической системы задается дифференциальным уравнением $\dot{x} = x^3 + 3x^2 - 2$?

Задание 6. Сколько устойчивых состояний равновесия содержит фазовая прямая x , если оператор динамической системы задается дифференциальным уравнением $\dot{x} = 2 - 3x^2 - x^3$?

Задание 7. Чему равно время удвоения или уменьшения вдвое для переменной, изменяющейся по экспоненциальному процессу с параметром λ ?

Задание 8. Какого типа состояние равновесия имеет линейный осциллятор в точке $(0,0)$, если $\delta = 1, \beta = -2$?

Задание 9. Какая матрица называется стохастической матрицей?

Задание 10. Пусть стохастической матрице P с элементами $p_{ij}, i, j = \overline{1, m}$, соответствует матрица доходов D с элементами d_{ij} . Что такое непосредственно ожидаемый доход в состоянии i ?

5.2.4. Комплексные практические контрольные задания (УК-1, 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. 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 м/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?

Задача 4. В сосуд, содержащий 1 кг воды при температуре 20°C опущен алюминиевый предмет массой 0,5 кг и температурой 75°C . Через 1 минуту вода нагрелась на 2 градуса. Когда температура воды и предмета будут отличаться на 1 градус?

Задача 5. За какое время вытечет вся вода из сферического сосуда радиуса R , если у него внизу имеется дырка эффективным сечением σ ?

Задача 6. За какое время вытечет вся вода из сосуда, имеющего форму правильной четырехугольной усеченной пирамиды с высотой $H = 1 \text{ м}$, со стороной верхнего основания $a = 0,5 \text{ м}$ и стороной нижнего основания $b = 1 \text{ м}$, если у него внизу имеется дырка эффективным сечением $\sigma = 5 \text{ см}^2$?

Задача 7. За какое время вытечет вся вода из сосуда, имеющего форму правильной четырехугольной усеченной пирамиды с высотой $H = 1 \text{ м}$, со стороной верхнего основания $a = 1 \text{ м}$ и стороной нижнего основания $b = 0,5 \text{ м}$, если у него внизу имеется дырка эффективным сечением $\sigma = 5 \text{ см}^2$?

Задача 8. За какое время вытечет вся вода из сосуда, имеющего форму правильной треугольной усеченной пирамиды с высотой $H = 1 \text{ м}$, со стороной верхнего основания $a = 0,5 \text{ м}$ и стороной нижнего основания $b = 1 \text{ м}$, если у него внизу имеется дырка эффективным сечением $\sigma = 5 \text{ см}^2$?

Задача 9. За какое время вытечет вся вода из сосуда, имеющего форму правильной треугольной усеченной пирамиды с высотой $H = 1 \text{ м}$, со стороной верхнего основания $a = 1 \text{ м}$ и стороной нижнего основания $b = 0,5 \text{ м}$, если у него внизу имеется дырка эффективным сечением $\sigma = 5 \text{ см}^2$?

Задача 10. 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 11. 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.

Задача 12. Материальная точка движется без трения в вертикальной плоскости под воздействием силы тяжести вдоль кривой $y = x^4 - 2x^2 + 2$.

Написать математическую модель движения точки, построить фазовый портрет и дать ему динамическую интерпретацию.

Задача 13. 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.

Задача 14. Напишите и исследуйте уравнения типа Лотки - Вольтера «хищник – жертва» для случая, когда хищник подвержен промыслу в постоянном объеме, если количество хищника превышает некоторый заданный уровень.

Задача 15. Мяч спускается по лестнице с одной ступеньки на следующую, имея коэффициент отскока k ($0 < k < 1$). Построить математическую модель спуска мяча и исследовать ее с помощью точечного отображения. Высота ступеньки равна h , вязкое сопротивление воздуха прямо пропорционально скорости движения мяча.

Задача 16. Найти область управляемости и вид оптимальных по быстродействию траекторий для линейного управляемого осциллятора $\ddot{x} - \dot{x} = u(t)$, $-1 \leq u(t) \leq +1$.

Задача 17. Найти область управляемости и вид оптимальных по быстродействию траекторий для линейного управляемого осциллятора $\ddot{x} - \dot{x} = u(t)$, $-1 \leq u(t) \leq +1$.

Задача 18. Найти область управляемости и вид оптимальных по быстродействию траекторий для линейного управляемого осциллятора $\ddot{x} - 2\dot{x} + 5x = u(t)$, $-1 \leq u(t) \leq +1$.

Задача 19. Найти область управляемости и вид оптимальных по быстродействию траекторий для линейного управляемого осциллятора $\ddot{x} - 4\dot{x} + 3x = u(t)$, $-1 \leq u(t) \leq +1$.

Задача 20. Концы струны $x = 0$ и $x = l$ закреплены, начальная скорость равна нулю, а начальное отклонение имеет форму параболы, симметричной относительно середины струны. Найти отклонение струны $U(x, t)$ при $t > 0$.

Задача 21. Найти температуру стержня $0 \leq x \leq l$ с теплоизолированной боковой поверхностью и теплоизолированными концами, если его начальная температура равна $T(x, 0) = x(l - x)$.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины Концепция 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. Часть 1. 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. Фонд образовательных электронных ресурсов ННГУ, URL: <http://www.unn.ru/books/resources.html>. – свободный доступ. Объединенный фонд электронных ресурсов «Наука и образование» (ОФЭРНиО), свидетельство № 19719 (на английском языке).

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой (лекционного и семинарского типа), оснащенные оборудованием и 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 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии.

Авторы _____ Савельев В.П., Кадина Е.Ю.

Рецензент профессор _____ Федосенко Ю.С.

Заведующий кафедрой _____ Осипов Г.В.

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

07.12.2022 протокол №4