

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова**

Кафедра дифференциальных уравнений

УТВЕРЖДАЮ

Декан математического факультета



Нестеров П.Н.

21 мая 2024 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**Концепции современного естествознания**

Направление подготовки (специальности)  
01.03.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль)  
«Прикладное программирование и информационные технологии»

Форма обучения очная

Программа рассмотрена  
на заседании кафедры  
от 19 апреля 2024 г., протокол № 8

Программа одобрена НМК  
математического факультета  
протокол № 9 от 3 мая 2024 г.

## 1. Цели освоения дисциплины

Дисциплина «Концепции современного естествознания» обеспечивает приобретение знаний и умений в соответствии с государственным образовательным стандартом, содействует фундаментализации образования, формированию научного мышления и способности к восприятию науки как единого целого, частью которого является математика. Целью преподавания дисциплины является ознакомление слушателей с физическими принципами, законами, моделями позволяющими объяснить окружающий нас мир живой и неживой природы с позиций современной физики, а также некоторых разделов экологии.

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Данная дисциплина относится к обязательной части образовательной программы. Дисциплина «Концепции современного естествознания» входит в цикл дисциплин, которые обеспечивают овладение общенаучными знаниями в области современного естествознания и связь их с математическими дисциплинами, необходимыми для подготовки специалиста математика. Она основывается на знаниях, полученных слушателями при изучении дисциплин «Математический анализ», «Алгебра», «Дифференциальные уравнения». Знания и навыки, полученные при изучении дисциплины «Концепции современного естествознания», используются при изучении общепрофессиональных дисциплин, а также ряда специальных дисциплин.

## 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих элементов компетенций в соответствии с ФГОС ВО, ОП ВО и приобретения следующих знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности:

Формируемая компетенция (код и формулировка)	Индикатор достижения компетенции (код и формулировка)	Перечень планируемых результатов обучения
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>		
<b>ОПК-3</b> Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности	<b>И-ОПК-3.2</b> Обладает способностью самостоятельной разработки и анализа математических моделей для задач профессиональной деятельности <b>И-ОПК-3.3</b> Имеет опыт эффективной разработки и анализа математических моделей для решения задач	<b>Знать:</b> - общие фундаментальные физические проблемы движения материальных объектов в представлениях классической, квантовой, релятивистской механики, взаимосвязи пространства времени, модели эволюции, основы теории относительности, а также некоторых разделов математической экологии. <b>Уметь:</b> - формулировать основные законы, выдающихся ученых, основные идеи, относящиеся к тому или иному разделу изучаемых тем (см. ниже). <b>Владеть навыками:</b> - основными представлениями о целостной картине Мира в рамках естественнонаучной парадигм.

#### 4. Объем, структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 акад. часа.

№ п/п	Темы (разделы) дисциплины, их содержание	Семестр	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоемкость (в академических часах)						Формы текущего контроля успеваемости  Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			Контактная работа						
			лекции	практические	лабораторные	консультации	аттестационные испытания		
1.	Вводная лекция	3	3	3				4	
2.	Этапы развития и становления естествознания	3	4	4		2		8	Доклады студентов и их обсуждение
3.	Основные идеи классической механики.	3	3	3		2		8	Доклады студентов и их обсуждение
4.	Механическая картина мира.	3	3	3				8	
5.	Введение в электродинамику.	3	3	3				8	Контрольная работа 1
	Итого за 3 семестр		16	16		4		36	
6.	Введение в квантовую механику.	4	4	4		1		8	Доклады студентов и их обсуждение
7.	Элементы биосоциологии.	4	4	4		1		9	Доклады студентов и их обсуждение
8.	Элементы химической кинетики.	4	4	4		1		8	Доклады студентов и их обсуждение
9.	Сравнительный анализ механики Ньютона, электродинамики, квантовой механики.	4	4	4		1		9	Контрольная работа 2
							0,3	1,7	зачёт
	Итого за 4 семестр		16	16		4	0,3	35,7	
	ИТОГО		32	32		8	0,3	71,7	

## **Содержание разделов дисциплины:**

### **Тема 1. Вводная лекция.**

Задачи современного естествознания. Механизмы познавательной деятельности человека. Наука — высшая форма знаний. Основные положения создания физической модели. Проблемы естествознания на пути познания мира. Математика — язык науки.

### **Тема 2. Этапы развития и становления естествознания.**

Первые научные школы, основные идеи и взгляды. Первые естествоиспытатели и основоположники естествознания.

### **Тема 3. Основные идеи классической механики.**

Основные идеи классической механики. Конфигурационное пространство и время. Принцип относительности и детерминированности. Г. Галилей, И. Ньютон — основатели классической механики. Движение, скорость, ускорение. Основные законы классической механики. Преобразование Галилея. Уравнение движения Ньютона, уравнение движения, записанное в форме Гамильтона.

### **Тема 4. Механическая картина мира.**

Системы с одной и двумя степенями свободы. Понятие потенциала. Законы Кеплера. Примеры механических систем.

### **Тема 5. Введение в электродинамику.**

Основные законы электродинамики. Понятие поля. Уравнения Максвелла. Преобразование Лоренца. Анализ и интерпретация уравнений Максвелла и преобразования Лоренца. Опыт Майкельсона-Морли. Принцип относительности. Основные задачи и выводы из принципа относительности (изменение длины отрезка, изменение времени, сложение скоростей, масса и импульс). Анализ данных задач. Связь преобразований Лоренца и Галилея.

### **Тема 6. Основы квантовой механики.**

Понятия частиц и волн. Волновое движение. Постулаты Бора. Принцип неопределенности. Гейзенберг, Планк, Шредингер — вклад в развитие квантовой механики. Основные законы квантовой механики. Анализ законов квантовой механики с законами из других разделов.

### **Тема 7. Элементы биосоциологии.**

Основные идеи при построении теории в биосоциологии. Представления Мальтуса, Ферхюльста, Хатчинсона. Одновидовые модели. Модель «хищник-жертва». Сравнительный анализ моделей. Физический эксперимент и его сравнение с математическими моделями.

### **Тема 8. Элементы химической кинетики.**

Основные виды реакций, анализ и их вид. Взгляды Белоусова и Жаботинского при анализе химических реакций. Система уравнений Белоусова-Жаботинского. Объяснения по анализу системы Белоусова-Жаботинского понятия диффузия.

### **Тема 9. Сравнительный анализ механики Ньютона, электродинамики, квантовой механики.**

Повторение основных законов и уравнений классической механики, электродинамики, квантовой механики. Преобразования Галилея. Преобразования Лоренца. Основные уравнения — и интерпретация данных уравнений при переходе от одного раздела естествознания к другому.

## **5. Образовательные технологии, в том числе технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

В процессе обучения используются следующие образовательные технологии:

**Вводная лекция** – дает первое целостное представление о дисциплине и ориентирует студента в системе изучения данной дисциплины. Студенты знакомятся с назначением и задачами курса, его ролью и местом в системе учебных дисциплин и в системе подготовки в целом. Дается краткий обзор курса, история развития науки и практики, достижения в этой сфере, имена известных ученых, излагаются перспективные направления исследований. На этой лекции высказываются методические и организационные особенности работы в рамках данной дисциплины, а также дается анализ рекомендуемой учебно-методической литературы.

**Академическая лекция с элементами лекции-беседы** — последовательное изложение материала, осуществляемое преимущественно в виде монолога преподавателя. Элементы лекции-беседы обеспечивают контакт преподавателя с аудиторией, что позволяет привлекать внимание студентов к наиболее важным темам дисциплины, активно вовлекать их в учебный процесс, контролировать темп изложения учебного материала в зависимости от уровня его восприятия.

**Практическое занятие** — занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков по закреплению полученных на лекции знаний.

**Консультации** — вид учебных занятий, являющийся одной из форм контроля самостоятельной работы студентов. На консультациях по просьбе студентов рассматриваются наиболее сложные моменты при освоении материала дисциплины, преподаватель отвечает на вопросы студентов, которые возникают у них в процессе самостоятельной работы.

## **6. Перечень лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используются:  
для формирования материалов для текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации, для формирования методических материалов по дисциплине:

- программы Microsoft Office;
- издательская система LaTeX;
- Adobe Acrobat Reader.

## **7. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (при необходимости)**

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используются:

- Автоматизированная библиотечно-информационная система «БУКИ-NEXT»  
[http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_find.php](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php)
- Электронно-библиотечная система «Юрайт» <https://urait.ru>
- Электронно-библиотечная система «Лань» <http://e.lanbook.com/>
- Электронно-библиотечная система «Консультант Студента»:  
<https://www.studentlibrary.ru/>

## **8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

### **а) основная литература**

1. В. П. Лежников, Г. М., Нажмудинов, В. Д. Кукушкин Концепции современного естествознания - Ярославль: ЯрГУ, 2000.

<http://www.lib.uniyar.ac.ru/edocs/iuni/19990601.pdf>

2. А. В. Проказников Концепции современного естествознания - Ярославль: ЯрГУ, 2007. <http://www.lib.uniyar.ac.ru/edocs/iuni/20070116.pdf>

**б) дополнительная литература**

1. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Теоретическая физика. Том I. Механика. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2012. <https://www.studentlibrary.ru/ru/doc/ISBN9785922108195-SCN0000/000.html>

2. Ю. С. Колесов Концепции современного естествознания. Математический подход - Ярославль: ЯрГУ, 2003. <http://www.lib.uniyar.ac.ru/edocs/iuni/20030277.pdf>

3. Арнольд В.И. Математические методы классической механики. М.1974. [https://matematika76.ru/fm/arnold\\_mmkm.pdf](https://matematika76.ru/fm/arnold_mmkm.pdf)

4. Колесов Ю.С. Популярная математическая физика. Ярославль, 2005. <http://www.lib.uniyar.ac.ru/edocs/iuni/20050292.pdf>

**9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине включает в свой состав специальные помещения:

- учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа;
- учебные аудитории для проведения практических занятий (семинаров);
- учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций;
- учебные аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы;
- помещения для хранения и профилактического обслуживания технических средств обучения.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

**Автор:**

доцент кафедры дифференциальных уравнений, к.ф.-м.н.

Д.А. Куликов

**Приложение №1 к рабочей программе дисциплины  
«Концепции современного естествознания»**

**Фонд оценочных средств  
для проведения текущей и промежуточной аттестации студентов  
по дисциплине**

**1. Типовые контрольные задания или иные материалы,  
используемые в процессе текущей аттестации**

(проверка сформированности ОПК-3,  
(в части умения нахождения экстремали, умения исследования функционала)

**Темы рефератов и докладов**

1. Основоположники естествознания. Платон. Идеалистическая школа.
2. Основоположники естествознания. Аристотель. Материалистическая школа.
3. Пифагор, Демокрит.
4. Основные идеи механики Ньютона. Вклад И. Ньютона в развитие естествознания.
5. Принцип детерминированности Галилея. Вклад Г. Галилея в естествознание.
6. Законы Кеплера.
7. Н. Коперник. Взгляды на построение мира.
8. Основные идеи электродинамики.
9. Максвелл, уравнения Максвелла.
10. А. Пуанкаре — вклад в теорию относительности.
11. А. Эйнштейн — вклад в теорию относительности.
12. Опыт Майкельсона – Морли.
13. Основные идеи квантовой механики.
14. Шрёдингер. Уравнение Шрёдингера.
15. Гейзенберг.
16. Планк.
17. Одновидовые модели, учёные, внесшие вклад в их построения.
18. Двувидовые модели, ученые, внесшие вклад в их построения.
19. Личность Белоусова.
20. Личность Жаботинского.

**Правила выставления оценки за рефераты и доклады**

Оценка выставляется по следующему принципу:

- полностью и правильно раскрыта тема (сообщены основные понятия, концепции, связь с другими разделами естествознания) — 3 балла;
- тема раскрыта полностью, но отсутствуют нужные пояснения основных понятий, концепций (сообщены основные понятия, концепции, связь с другими разделами естествознания) — 2 балла;
- тема раскрыта формально — 1 балл.

**Контрольная работа №1**

1. Пусть  $E = (ax^2y, y^2x, 0)$  — электрическое поле
  - а. При каком  $a$  поле будет соленоидальным?

- б. Можно ли утверждать, что это поле потенциальное?
2. Пусть полная энергия равна  $E$ , а потенциальная энергия  $U(x) = U_0 = \text{const}$ . Масса частицы  $m$ . Частица находится в сегменте  $x \in [0, a]$  и состояние не меняется со временем. Найти разрешенные уровни энергии и вид соответствующей волновой функции:  $U_0 = 1, a = \pi, m = 0.1$ .
  3. Есть 2 системы координат. Вторая система движется относительно первой со скоростью  $v$ .
    - а. Какова должна быть скорость  $v$ , чтобы длина тела в движущейся системе координат сократилась на 10%.
    - б. Может ли длина сократиться в 2 раза.
  4. Является ли данная сила потенциальной? Если ответ положительный, выписать соответствующий потенциал  $f = (\sin x, \cos y, 0)$ .
  5. Сила, действующая на математическое тело массы 1 при одномерном движении  $= f$ . Написать уравнение движения: а) в форме Ньютона; б) в форме Гамильтона (указать соответствующую функцию Гамильтона).
 
$$f = ax^3.$$

### Правила выставления оценки по результатам контрольной работы

Оценка по результатам самостоятельной работы считается в баллах по следующему принципу:

- за каждое полностью правильно выполненное задание — 3 балла;
- при решении допущены незначительные ошибки — 2 балла;
- правильно выбран способ решения задания, но при его реализации допущены грубые ошибки — 1 балл.

### Контрольная работа №2 (приводится пример одного из вариантов)

1. Пусть  $E = (ax^2y, y^2x, 0)$  — электрическое поле.
  - а. При каком  $a$  поле будет соленоидальным.
  - б. Можно ли утверждать, что данное поле соленоидальное?
2. Пусть полная энергия  $E$ , а потенциальная энергия  $U(x) = U_0 = \text{const}$ . Масса частицы  $m$ . Частица находится в сегменте  $x \in [0, a]$  и состояние не меняется со временем. Найти разрешенные уровни и вид соответствующей волновой функции  
 $U_0 = 1, a = \pi, m = 0.1$ .
3. Есть две системы координат. Вторая система движется относительно первой со скоростью  $v$ .
  - а. Какая должна быть скорость  $v$ , чтобы длина тела в движущейся системе координат сократилась на 10%.
  - б. Может ли длина сократиться в 2 раза.
  - с. Как преобразования Лоренца связаны с преобразованиями Галилея.
4. Написать систему дифференциальных уравнений, моделирующих конкуренцию двух видов.
  - а. Найти все состояния равновесия этой системы при следующих значениях параметров:  $\alpha_1 = \alpha_2 = 3, \beta_1 = \beta_2 = 2, \gamma_1 = \gamma_2 = 1$  и исследовать их на устойчивость.
  - б. Объяснить биологический смысл полученных результатов.

## **Правила выставления оценки по результатам контрольной работы**

Оценка по результатам самостоятельной работы считается в баллах по следующему принципу:

- за каждое полностью правильно выполненное задание — 3 балла;
- при решении допущены незначительные ошибки — 2 балла;
- правильно выбран способ решения задания, но при его реализации допущены грубые ошибки — 1 балл.

## **2. Список вопросов и (или) заданий для проведения промежуточной аттестации**

### **Вопросы к зачету**

1. Задачи современного естествознания. Проблемы естествознания на пути познания мира.
2. Механизмы познавательной деятельности человека.
3. Определение модели. Место моделирования среди методов познания.
4. Определение модели. Классификация моделей (в зависимости от сложности объекта, от оператора модели, от целей моделирования, от параметров задачи, от метода реализации).
5. Этапы развития и становления естествознания. Первые научные школы, основные идеи и взгляды.
6. Основные идеи классической механики. Конфигурационное пространство и времени. И. Ньютон — один из основателей классической механики.
7. Г. Галилей. Принцип относительности и детерминированности. Движение скорость, ускорение. Основные законы классической механики.
8. Механическая картина мира. Законы Кеплера. Примеры механических систем.
9. Основные законы электродинамики. Понятие поля. законы электродинамики. Распространение законов механики на данный раздел физики.
10. Максвелл, Лоренц. Классическая электродинамика.
11. Уравнения Максвелла и преобразования Лоренца – интерпретация объяснение. Опыт Майкельсона-Морли.
12. Принцип относительности. А. Эйнштейн. Основные задачи и выводы принципа относительности А. Эйнштейна (закон хода часов, сложение скоростей и т.д.).
13. Принцип относительности. Связь преобразований Лоренца и Галилея.
14. Основы квантовой механики. Понятия частиц и волн. Волновое движение.
15. Принцип неопределенности. Гейзенберг, Планк, Шредингер.
16. Опыт Резерфорда. Основные задачи и выводы.
17. Основы квантовой механики. Основные уравнения.
18. Законы квантовой механики, перенос данных законов на другие разделы естествознания.
19. Элементы биосоциологии.
20. Одновидовые модели.
21. Двувидовые модели.
22. Элементы химической кинетики.
23. Личность Жаботинского. Система уравнений Белоусова – Жаботинского.
24. Личность Белоусова. Система уравнений Белоусова – Жаботинского.

## **3. Описание процедуры выставления оценки**

В зависимости от уровня сформированности каждой компетенции по окончании освоения дисциплины студенту выставляется оценка. Для дисциплин, изучаемых в течение нескольких семестров, оценка может выставляться не только по окончании ее освоения, но и

в промежуточных семестрах. Вид оценки («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно», «зачтено», «не зачтено») определяется рабочей программой дисциплины в соответствии с учебным планом.

Оценка «отлично» выставляется студенту, у которого каждая компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована на высоком уровне.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, у которого каждая компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована не ниже, чем на продвинутом уровне.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, у которого каждая компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована не ниже, чем на пороговом уровне.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, у которого хотя бы одна компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована ниже, чем на пороговом уровне.

## **Приложение №2 к рабочей программе дисциплины «Концепции современного естествознания»**

### **Методические указания для студентов по освоению дисциплины**

Основной формой изложения учебного материала по дисциплине «Концепции современного естествознания» являются лекции, причем в достаточно большом объеме. Это связано с тем, что в основе «Концепции современного естествознания» лежит особый математический аппарат. По большинству тем предусмотрены практические занятия, на которых происходит закрепление лекционного материала путем применения его к конкретным физическим задачам и отработка навыков работы с математическим аппаратом «Концепции современного естествознания».

Для успешного освоения дисциплины очень важно решение достаточно большого количества задач, как в аудитории, так и самостоятельно в качестве домашних заданий. Примеры решения задач разбираются на лекциях и практических занятиях, при необходимости по наиболее трудным темам проводятся дополнительные консультации. Основная цель решения задач – помочь усвоить фундаментальные понятия, законы и основы данного курса. Для решения всех задач необходимо знать и понимать лекционный материал. Поэтому в процессе изучения дисциплины рекомендуется регулярное повторение пройденного лекционного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо дома еще раз прорабатывать и при необходимости дополнять информацией, полученной на консультациях, практических занятиях или из учебной литературы.

Большое внимание должно быть уделено выполнению домашней работы. В качестве заданий для самостоятельной работы дома студентам предлагаются задачи, аналогичные разобранным на лекциях и практических занятиях или немного более сложные, которые являются результатом объединения нескольких базовых задач.

Для проверки и контроля усвоения теоретического материала, приобретенных практических навыков работы проводятся семинарские занятия, которые помогают разъяснить материал по пройденной теме.

В конце семестра изучения дисциплины студенты сдают зачет. Зачет по итогам первого семестра выставляется по итогам тестирования и краткого собеседования по его результатам.

Освоить вопросы, излагаемые в процессе изучения дисциплины «Концепции современного естествознания» самостоятельно студенту крайне сложно. Это связано со сложностью изучаемого материала и большим объемом курса. Поэтому посещение всех аудиторных занятий является совершенно необходимым. Без упорных и регулярных занятий в течение семестра сдать зачет и экзамен по итогам изучения дисциплины студенту практически невозможно.