



**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ФИНАНСОВЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПРИ ПРАВИТЕЛЬСТВЕ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ»  
(ФИНАНСОВЫЙ УНИВЕРСИТЕТ)**

**Департамент математики**

**Б.А. Путько**

# **ФИЗИКА И ЕСТЕСТВОЗНАНИЕ**

*Учебное пособие  
для самостоятельной работы студентов*



**МОСКВА  
2024**

УДК 53  
ББК 20+22.3я7  
П90

**Рецензенты:**

*Гисин Владимир Борисович*, кандидат физико-математических наук, профессор, профессор Департамента математики Финансового университета при Правительстве Российской Федерации;

*Дубовиков Михаил Михайлович*, кандидат физико-математических наук, исполнительный директор СРО НАКД. приглашенный эксперт НИР Финансового университета при Правительстве Российской Федерации.

**Путко Б.А.**  
П90 **Физика и естествознание: Учебное пособие /**  
**Б.А. Путко. — М.: Прометей, 2024. — 184 с.**

ISBN 978-5-00172-659-3

Учебное пособие «Физика и естествознание» посвящено вопросам фундаментальной физики, которая представляет собой основу естествознания, является ее краеугольным камнем. В пособии приводится обзор понятий, общих для всех разделов физики. В то же время ее основным разделам — механике, термодинамике, электромагнетизму, теории относительности, квантовой механике — посвящаются отдельные главы.

Так как значительную часть контингента, обучающегося по специальности «Инноватика», составляет бакалавриат экономических ВУЗов, в пособие включена отдельная глава, посвященная эконофизике — науке, которая применяет методологию физики к анализу экономических данных.

Пособие рекомендуется студентам бакалаврам, обучающимся по специальности «Инноватика» (код ОКСО: 2.27.03.05). Это направление подготовки присутствует в ряде российских вузов технической, экономической и социологической направленности.

ISBN 978-5-00172-659-3

© Путко Б.А., 2024

© Издательство «Прометей», 2024

## Оглавление

<b>1. Введение. Естествознание и место физики в нем .....</b>	<b>5</b>
<b>2. Основные понятия физики .....</b>	<b>12</b>
2.1. Базовые понятия .....	12
2.2. Фундаментальные взаимодействия и поля .....	16
2.3. Потенциалы полей .....	19
<b>3. Механика .....</b>	<b>22</b>
3.1. Инерциальные системы отсчета .....	22
3.2. Закон движения тела под действием сил. Импульс .....	24
3.3. Моменты физических величин .....	25
3.4. Изолированные и замкнутые системы отсчета .....	26
3.5. Центробежное ускорение и центробежная сила .....	28
3.6. Механическая работа и потенциальная энергия .....	29
3.7. Кинетическая энергия .....	30
3.8. Полная механическая энергия. Закон сохранения энергии .....	31
3.9. Непотенциальные силы .....	32
3.10. Мощность .....	34
3.11. Лагранжева и гамильтонова механика .....	34
<b>4. Гравитационное взаимодействие .....</b>	<b>42</b>
4.1. Гравитационное поле .....	42
4.2. Задача двух тел. Законы Кеплера .....	45
4.3. Вторая космическая скорость .....	52
<b>5. Электромагнетизм .....</b>	<b>55</b>
5.1. Сила лоренца .....	55
5.2. Электрическое и магнитное поля .....	56
5.3. Уравнения максвелла .....	57
5.4. Электромагнитный потенциал .....	58
5.5. Электростатика и магнитостатика .....	60
5.6. Статические поля, создаваемые источниками с высокой степенью симметрии .....	64
5.7. Энергия электромагнитного поля .....	70
5.8. Дипольное приближение электрического поля. Поляризация .....	73
5.9. Электромагнитные волны в вакууме .....	77
<b>6. Термодинамика .....</b>	<b>83</b>
6.1. Внутренняя энергия. количество тепла .....	83

6.2. Термодинамические системы.....	84
6.3. Термодинамические процессы и нулевое начало термодинамики.....	85
6.4. Первое начало термодинамики .....	87
6.5. Второе начало термодинамики. Температура и энтропия ....	89
6.6. Третье начало термодинамики .....	91
6.7. Теплоемкость и теплопередача.....	92
6.8. Термодинамические циклы. Тепловые машины.....	96
6.9. Простые термодинамические системы .....	99
6.10. Уравнения состояния идеального газа.....	101
6.11. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории газа.....	103
6.12. Удельная теплоемкость идеального газа при постоянном объеме .....	105
6.13. Явный вид равновесного процесса в идеальном газе .....	105
6.14. Физический смысл энтропии идеального газа .....	106
6.15. Модель Ван-дер-Ваальса .....	108
6.16. Свободная энергия. термодинамические потенциалы ..	109
6.17. Тепловое излучение.....	111
<b>7. Основы специальной теории относительности .....</b>	<b>114</b>
7.1. Преобразования Лоренца.....	114
7.2. Пространство минковского .....	116
7.3. Релятивистская кинематика .....	121
7.4. Релятивистская динамика .....	129
<b>8. Принципы квантовой механики .....</b>	<b>135</b>
8.1. Предпосылки возникновения квантовой механики .....	135
8.2. Состояния системы .....	138
8.3. Операторы физических величин .....	140
8.4. Среднее значение и дисперсия физической величины ...	142
8.5. Одновременное измерение физических величин. Принцип неопределенности.....	144
8.6. Координатное представление. Оператор импульса .....	145
8.7. Эволюция волновой функции. Уравнение Шредингера и оператор эволюции .....	146
<b>9. Элементы эканофизики .....</b>	<b>149</b>
<b>П1. Единицы измерения и фундаментальные константы .....</b>	<b>154</b>
<b>П2. Математика.....</b>	<b>160</b>
<b>Литература.....</b>	<b>192</b>