

## Введение

Эта книга состоит из двух частей. Первая часть — это 12 лекций по специальной теории относительности и классической электродинамике, а вторая — 12 лекций по общей теории относительности и гравитации. Лекции читались студентам Московского физико-технического института и математического факультета Высшей школы экономики. В конце каждой лекции приводится список задач. Предполагалось, что студенты, посещавшие лекции, были знакомы с классической механикой, например с первым томом курса Ландау и Лифшица. В конце некоторых лекций приводятся приложения, содержащие некоторую базовую информацию о новых математических понятиях, с которыми студенты, начинающие изучать теорию относительности, сталкиваются впервые.

Материал в книге преподносится, возможно, несколько необычным способом, в том смысле, что в стандартном курсе «Теории поля» сначала даётся вывод всех утверждений в трёхмерной форме, а затем приводится их пространственно-временное четырёхмерное выражение. Это, безусловно, более наглядный способ, позволяющий студентам найти связь нового материала с тем, что они уже изучили в курсе общей физики. Однако, на взгляд автора данной книги, смысл предмета теоретической физики заключается в том, чтобы обучить студентов, как из некоторых простых общих принципов выводить фундаментальные физические явления. Такие принципы легче разглядеть, если материал преподносится сразу с пространственно-временной четырёхмерной точки зрения, а уж затем указывается связь четырёхмерных выражений с более знакомыми студентам трёхмерными уравнениями. Конечно, это несколько осложняет восприятие нового материала.

Помимо этого, в некоторых местах данной книги изложение материала может показаться чересчур формальным. Подобное изложение опять же диктуется желанием сообщить читателям методы, которыми пользуются физики-теоретики и которые позволяют увидеть общие принципы, лежащие в основе фундаментальных явлений. Автор надеется, однако, что столь формальное изложение материала не приведёт

к тому, что изучение основ теоретической физики покажется студентам скучным.

В этой книге для автора важно было подчеркнуть, как из принципа наименьшего действия следуют уравнения движения для полей и частиц, как, руководствуясь простыми симметричными соображениями (основанными лишь на лоренц- и калибровочной инвариантности, а также на общей ковариантности), можно выписать простейшее действие, из которого следуют фундаментальные уравнения движения для полей и частиц, а затем как из простых соображений инвариантности действия вывести законы сохранения, которые помогают решать полученные уравнения движения. Удивительным образом все эти простейшие принципы лежат в основе практически всех явлений, с которыми сталкивается современная теоретическая физика.

В этой книге используются следующие сокращения:

$$\partial_\mu \equiv \frac{\partial}{\partial x_\mu};$$

система отсчёта — СО;

система координат — СК;

инерциальная система отсчёта — ИСО;

лабораторная система отсчёта — ЛСО;

пространство-время — ПВ;

электромагнитное поле — ЭМ поле;

тензор энергии-импульса — ТЭИ;

локально минковская система отсчёта — ЛМСО;

специальная теория относительности — СТО;

преобразования Лоренца — ПЛ;

электродинамика — ЭД.

Латинские индексы обозначают только пространственные координаты:  $i = 1, 2, 3$ , тогда как греческие — пространственно-временные  $\mu = 0, 1, 2, 3$ .

Автор хотел бы поблагодарить Алексея Васильева, Махди Годазгара, Игоря Полюбина, Фёдора Попова, Дмитрия Трунина и Даниила Шерстнева за полезные комментарии и корректуру текста.

### Список использованной литературы

- Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Теория поля. М.: Физматлит, 2006.
- Соколов А. А., Тернов И. М., Жуковский В. Ч., Борисов А. В. Квантовая электродинамика. М.: Изд-во МГУ, 1983. § 1, 2, 4, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17.

- 
- *Киселёв В. В.* Классическая электродинамика: учебное пособие. М.: Изд-во МФТИ–ИФВЭ, 2004.
  - *Хриплович И. Б.* Теоретический калейдоскоп. М. — Ижевск.: Изд-во RC Dynamics, 2007. § 1.1, 1.2, 2.2, 2.3.
  - *Белоусов Ю. М., Кузнецов В. П., Смилга В. П.* Катехезис. Руководство по математике для начинающих изучать теоретическую физику: учебное пособие. М.: МФТИ, 2005.
  - Неопубликованные записи лекций *С. В. Фомичёва* и *С. С. Герштейна*, прочитанных в МФТИ.
  - *Хриплович Ю.* Общая Теория Относительности. Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2001.
  - *Poisson E.* Relativist's Toolkit: The mathematics of black-hole mechanics. Cambridge University Press, 2004.
  - *Wald R.* General Relativity. The University of Chicago Press, 2010.
  - *Hughston L. P., Tod K. P.* An Introduction to General Relativity. Cambridge University Press, 1994.
  - *Raine D., Thomas E.* Black Holes (An Introduction). Imperial College Press, 2010.