

ИЗУЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОДИНАМИКИ И КВАНТОВОЙ МЕХАНИКИ ПО УЧЕБНИКАМ С. М. ГОРЯИНОВОЙ И Л. М. СВИРСКОЙ

Свирская Людмила Моисеевна,

кандидат физико-математических наук, доцент,

Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет

 svirskayalm@mail.ru

АННОТАЦИЯ

Обсуждается опыт преподавания курса «Электродинамика» на основе учебного пособия С. М. Горяиновой и Л. М. Свирской и курса «Квантовая механика» по учебному пособию Л. М. Свирской в гуманитарно-педагогическом университете.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: *электродинамика, квантовая механика, теоретическая физика, методы преподавания.*

STUDY OF ELECTRODYNAMICS AND QUANTUM MECHANICS FROM TEXTBOOKS S. M. GORYAINOVA AND L. M. SVIRSKAYA

Svirskaya L. M.,

PhD in Physics and Mathematics, assistant professor

South Ural State Humanitarian Pedagogical University

ABSTRACT

The experience of teaching the course «Electrodynamics» on the basis of the textbook by S. M. Goryainova and L. M. Svirskaya and the course «Quantum mechanics» according to the textbook by L. M. Svirskaya at the Humanitarian Pedagogical University.

KEYWORDS: *electrodynamics, quantum mechanics, theoretical physics, teaching methods.*

Электродинамика и квантовая механика являются наиболее сложными разделами курса теоретической физики. Вместе с тем, они составляют фундамент физического образования будущего учителя и основу для изучения всех последующих разделов теоретической физики. Большинство проблем, связанных с изучением данных дисциплин, удаётся решать с помощью изданных в ЮУрГГПУ в 2018–2020 гг. учебных пособий «Электродинамика» [2,3] и «Квантовая механика» [4,5]. Они написаны на основе 70-летнего опыта преподавания этих курсов тремя поколениями лекторов (профессора М. С. Свирского, доцента С. М. Горяиновой и доцента Л. М. Свирской).

Истоки этих курсов восходят к 1950 г., когда Моисей Соломонович Свирский (1923-2010), выпускник Московского государственного университета по кафедре теоретической физики, приступил к работе в Челябинском педагогическом институте (ныне ЮУрГГПУ). На протяжении десятилетий он создавал стройное здание курса теоретической физики, постепенно передавая «ключи» от него своим ученикам [5]. Среди них — Сусанна Маврикиевна Горяинова (1936-2014), отдавшая преподаванию электродинамики полвека.

Отметим характерные особенности обсуждаемых учебных пособий.

1. Сочетание строгого академического стиля с доступностью изложения материала, что является отражением традиций преподавания теоретической физики, сложившихся на протяжении десятилетий в ЮУрГГПУ. Доступность изложения курсов открывает большие возможности для организации самостоятельной работы студентов как при очной форме обучения, так и в дистанционном формате.
2. Учебники содержат подробные математические преобразования, сопровождающиеся обсуждением физического смысла каждого получаемого результата. Таким образом удаётся преодолеть основную трудность в изучении книг по теоретической физике, в которых, как правило, отсутствуют необхо-

димые вычислительные подробности. Фразы «как нетрудно показать» или «после несложных преобразований получим» не способствуют пониманию того, как именно получается тот или иной результат. И чаще всего студент, впервые приступающий к изучению теоретической физики, оказывается не в состоянии сам выполнить эти так называемые «несложные вычисления».

3. Изложенный в учебных пособиях материал позволяет продемонстрировать мощь теоретического исследования природы и единство в описании широкого круга явлений. При этом открывается стройная логика, внутренне присущая каждому разделу теоретической физики. Пособия могут быть рекомендованы не только будущим учителям, но и студентам классических университетов.

Первая часть пособия «Электродинамика» [2] содержит 4 главы («Основы макроскопической электродинамики», «Электростатика», «Стационарное электромагнитное поле. Магнитостатика», «Квазистационарные явления») и 6 приложений, включающих основные понятия векторного анализа и примеры решения ряда задач, относящихся к перечисленным темам. Вторая часть этого курса [3] включает 4 главы «Переменное электромагнитное поле», «Основы микроскопической электродинамики», «Математический аппарат специальной теории относительности», «Релятивистская формулировка электродинамики») и 10 приложений.

Следует отметить, что изложение проводится в гауссовой системе единиц. Вопросу о необходимости использования системы Гаусса посвящено отдельное приложение «О системах единиц в классической электродинамике» (часть 2, Приложение 2). В нем подробно анализируются существенные недостатки системы СИ применительно к теории электромагнитных явлений, в частности, нарушение равноправия полей и противоречия выводам специальной теории относительности.

В учебных пособиях [4,5] изложены основы нерелятивистской квантовой механики. В первой части курса (12 лекций) должное внимание уделено экспериментальным основам квантовой механики, обусловившим её появление. Затем излагается «математический минимум», представляющий собой «рабочий язык» нерелятивистской квантовой механики – основы математического аппарата, соответствующего трём формулировкам квантовой механики (матричная механика Гейзенберга, волновая механика Шрёдингера, векторная формулировка Дирака). Далее обсуждаются точно решаемые квантово-механические задачи для одномерного движения.

Наряду с уравнением Шрёдингера используется квантовое обобщение классического уравнения Гамильтона-Якоби (КОУГЯ). Это уравнение совершенно эквивалентно уравнению Шрёдингера, но оно имеет ряд преимуществ. В частности, оно ясно демонстрирует роль оптико-механической аналогии Гамильтона, сыгравшей совместно с гипотезой де Бройля решающую роль в становлении квантовой механики. Кроме того, применение КОУГЯ открывает более простой и короткий путь решения ряда задач, основанный на понижении порядка этого уравнения. Например, в задаче о линейном гармоническом осцилляторе вместо решения уравнения Шрёдингера, являющемся дифференциальным уравнением в частных производных второго порядка, осуществляется переход к КОУГЯ, которое в результате простых преобразований становится дифференциальным уравнением первого порядка.

Эта же методика реализована и во второй части учебного пособия, включающей лекции 13-22. Так, в задаче о движении микрочастицы в поле центральных сил применение КОУГЯ позволяет не только упростить вычисления, но и подчеркнуть значение гамильтонова формализма при переходе от классической механики к квантовой.

Достаточно подробно изложены вопросы стационарной и нестационарной теории возмущений, сопровождаемые многочисленными примерами применения теории.

В разделе «Спин и системы тождественных частиц» наряду с хорошо известными статистиками Бозе-Эйнштейна (1924 г.) и Ферми-Дирака (1926 г.) обсуждается вопрос о возможности реализации промежуточной квантовой статистики Дженгиле (1939 г.) [1].

Выход за «горизонт» традиционного курса нерелятивистской квантовой механики реализован в приложениях (запутанные квантовые состояния, квантовая телепортация, квантовый эффект Зенона и др.). На страницах учебника также можно найти краткие сведения о научной деятельности и личностных качествах выдающихся ученых, внесших решающий вклад в создание квантовой механики, и их нетривиальные суждения по различным проблемам.

Курсы лекций [2-5] выполняют роль «настоельных книг», позволяющих эффективно сочетать методы аудиторной и самостоятельной работы студентов. Они открывают путь к чтению и пониманию более сложных и фундаментальных книг и монографий по данным разделам теоретической физики. Пособия доступны для чтения в ЭБС ЮУрГГПУ. ■

ЛИТЕРАТУРА

1. Вонсовский С. В., Свирский М. С. Метод псевдоспинов и функции распределения квантовой статистики // ФММ, 1972. — Т. 33. — С. 469 — 474.
2. Горяинова С. М., Свирская Л. М. Электродинамика. Курс лекций в 2 ч. Часть I. Челябинск: ЮУрГГПУ, 2019. — 207 с.
3. Горяинова С. М., Свирская Л. М. Электродинамика. Курс лекций в 2 ч. Часть II. Челябинск: ЮУрГГПУ, 2020. — 213 с.
4. Свирская Л. М. Квантовая механика (Лекции Свирских). Курс лекций в 2 ч. Часть I. Челябинск: ЮУрГГПУ, 2018. — 270 с.
5. Свирская Л. М. Квантовая механика (Лекции Свирских). Курс лекций в 2 ч. Часть II. Челябинск: ЮУрГГПУ, 2018. — 184 с.
6. Свирская Л. М. Очарованный наукой. Повесть о Моисее Соломоновиче Свирском (к 90-летию со дня рождения). Екатеринбург: «Сократ», 2013. — 200 с.

REFERENCES

1. Vonsovsky S. V., Svirsky M. S. Method of pseudospins and distribution functions of quantum statistics // FMM, 1972. — V. 33. — P. 469 — 474.
2. Goryainova S. M., Svirskaya L. M. Electrodynamics. A course of lectures in 2 hours. Part I. Chelyabinsk: SUSPU, 2019. — 207 p.
3. Goryainova S. M., Svirskaya L. M. Electrodynamics. A course of lectures in 2 hours. Part II. Chelyabinsk: SUSPU, 2019. — 213 p.
4. Svirskaya L. M. Quantum Mechanics (Lectures of the Svirskys). A course of lectures in 2 hours. Part I. Chelyabinsk: SUSPU, 2018. — 270 p.
5. Svirskaya L. M. Quantum Mechanics (Lectures of the Svirskys). A course of lectures in 2 hours. Part II. Chelyabinsk: SUSPU, 2018. — 184 p.
6. Svirskaya L. M. Fascinated by science. The Story of Moses Solomonovich Svirsky (on the occasion of his 90th birthday). Yekaterinburg: Socrates, 2013. — 200 p.