

УСПЕХИ ФИЗИЧЕСКИХ НАУКБИБЛИОГРАФИЯ

019.941:538.3.

Paul Poincelot. Précis d'électromagnétisme théorique. Dunod, Paris, 1963, 457 pp., 189 fig.

Поль Пуансело. Очерк электромагнитной теории. Предисловие Л. де Бройля.

В своем предисловии к книге автор указывает цели, которые он перед собой ставил. Во-первых, исходя из системы уравнений Максвелла и требований специальной теории относительности, выводятся основные законы электромагнитных явлений. Во-вторых, эти законы иллюстрируются различными теоремами и методами решения конкретных задач, представляющих интерес для физиков и инженеров.

Как указывает автор, образцом для общего построения его книги послужила хорошо известная у нас и за рубежом книга Дж. Стрэттона «Теория электромагнетизма» (в русском переводе она была издана в 1948 г. Гостехиздатом). Но хотя общий план построения этих книг, действительно, очень сходен, они существенно различаются между собой как по выбору материала, так и по манере изложения.

Характерным для рецензируемой книги является стремление давать не только строгое решение проблем, но искать также менее строгий, но зато практически более полезный вид решений.

Естественно, что в книге, предназначенной для инженеров-физиков изложение ведется в рационализированной системе МКСА. Поскольку в СССР эта система с недавних пор стала официальной, то эта сторона книги вполне устраивает советского читателя. Небольшая глава книги (гл. III) посвящена описанию системы СИ — здесь указаны геометрические, механические и электрические единицы.

Перейдем теперь к краткому изложению содержания книги, которая разбита на 23 главы. Она открывается главой, где излагаются некоторые математические сведения: наряду с обычными вопросами векторного анализа, сводкой ортогональных систем координат (кстати, число используемых систем координат в этой книге значительно больше, чем в других книгах) здесь конспективно изложены основы тензорного исчисления, включая абсолютное дифференцирование и ковариантные производные, элементы матричного исчисления. Любопытно сравнить это введение с «введением» в классическую книгу Абрагама—Беккера. Мы обнаруживаем, что в более свежей книге, рассчитанной на инженера, к изложению примерно тех же вопросов (если отвлечься от приложений) привлекается все более и более обширный математический аппарат.

В гл. II выписана в качестве постулата система уравнений Максвелла и ее наиболее общие следствия (например, закон индукции, циркуляция магнитного поля и т. д.). С самого начала автор не разделяет состояния поля на стационарные, квазистационарные и переменные; поэтому уже во второй главе мы встречаемся с волновым уравнением для векторов поля и запаздывающими потенциалами.

Отдельная глава (IV) посвящена граничным условиям. Кроме обычных вопросов, которые принято рассматривать в учебниках, в этой главе тщательно разобран вопрос о граничных условиях для идеальных проводников.

Следующая, пятая глава посвящена вопросу об единственности решений уравнений Максвелла. С помощью теоремы единственности далее доказывается теорема Бабинэ, отличающаяся от теоремы того же названия в оптике (в электродинамике речь идет о дифракции плоской электромагнитной волны двумя взаимно дополнительными бесконечно тонкими идеально проводящими экранами). Теорема иллюстрируется решением конкретной задачи дифракции.

Заметное место в книге занимает электростатика (гл. VI—XI). Тем не менее автор подчеркивает, что изложение электростатики, как и магнитостатики, на полноту не претендует. Здесь рассматриваются общие теоремы и решение частных задач,

имеющих значение для всей теории электромагнетизма. Последовательность изложения вполне обычна — общие уравнения (как частный случай системы Максвелла), поля заданных систем зарядов (мультиполи, двойные слои, квадруполь, распределенные по объему), проводники, поляризация диэлектриков, силы — энергия, конкретные задачи. Гл. XI, в которой содержатся задачи на электростатику, интересна своим подбором нестандартных задач. Перечислим некоторые из них: две полуплоскости с различными потенциалами, слой с заданным потенциалом между двумя полуплоскостями, потенциал которых также задан; точечный заряд между двумя заземленными плоскостями. Подробно рассмотрено решение электростатических задач в цилиндрической системе координат.

Вторая половина книги посвящена электромагнетизму. Гл. XII посвящена векторной форме фундаментальных законов. Применяя преобразования Лоренца к уравнениям Максвелла, удается получить обобщение фундаментальных законов — их преобразование при переходе от одной координатной системы к другой. Отсюда довольно просто вытекают закон Лапласа, закон Био—Савара, закон взаимодействия элементов тока, материальные уравнения. Эти же самые законы переписываются в гл. XIV в тензорной форме. Тензорный формализм релятивистской теории оказывается весьма удобным для описания свойств векторного потенциала, общих связей между полями и др.

В гл. XIV описывается выбор векторного потенциала в удобной для расчета форме; здесь же устанавливается вид условия Лоренца в различных случаях. Гл. XV касается основных свойств магнитного поля. Магнитостатика рассматривается как частный случай общих уравнений поля. В этой же главе вводится понятие о намагниченности магнетиков. В общем изложение здесь не отличается особой оригинальностью, и мы перейдем к следующим главам. Эти главы посвящены отдельным теоремам и методам решения уравнений поля. Целая глава посвящена теореме Пойнтинга с иллюстрациями ее применения. Она начинается обычным выводом теоремы. Затем следует несколько примеров, часть из которых редко можно встретить в литературе: кроме обычного расчета потока энергии в цилиндрический провод, здесь рассмотрен разряд конденсатора через проводящий диэлектрик, скин-эффект (автор называет его эффектом Кельвина). Характерно, что далее скин-эффекту посвящена целая глава, где все рассматривается в значительно упрощенном виде.

Следующие главы посвящены излучению и распространению волн.

В главе XVII излагаются задачи об излучении электрического и магнитного диполей, а также ускоренно движущегося заряда. Все эти вопросы хорошо известны и многократно повторены в различных книгах. Однако в рецензируемой книге решения удобны для практического употребления инженерами и физиками. Следует отметить, что математический аппарат, развитый в предыдущих главах, позволяет сравнительно быстро и просто получить все величины, характеризующие излучение диполей. Поскольку потенциалы Льежара—Вихерта принимаются без доказательств, то и характеристики излучения ускоренного заряда находятся довольно просто.

Глава XVIII посвящена теореме взаимности. Она иллюстрируется многочисленными примерами. В следующей главе излагаются два способа решения системы уравнений Максвелла — метод потенциалов Герца и метод Бромвича. В конце главы метод Бромвича применяется к двум дифракционным задачам: дифракции поля магнитного диполя на идеально проводящей сфере и дифракции плоской электромагнитной волны на сфере с конечной и бесконечной проводимостью. Метод Бромвича, который сравнительно редко излагается в литературе, оказывается зачастую очень удобным и, кроме задачи о дифракции на сферах, в последующих главах применяется к изучению свойств волноводов и цилиндрических и сферических резонаторов.

В XX главе автор вновь возвращается к скин-эффекту. Однако если в гл. XVI этот эффект рассматривался как иллюстрация теоремы Пойнтинга и решался строго, исходя из системы уравнений Максвелла и соответствующих граничных условий, то здесь допускаются значительные упрощения. В результате упрощенное решение становится «менее строгим», но зато более удобным для использования. Таким образом решается задача с бесконечной плоской границей и для кругового цилиндра.

Гл. XXI посвящена собственным колебаниям в резонаторах с идеально проводящими стенками. Методом Бромвича рассмотрены три случая: прямоугольный параллелепипед, конечный круговой цилиндр и сфера.

В гл. XXII рассматривается о волноводах и коаксиальных линиях, значение которых для научных исследований и инженерных приложений не нуждается в пояснении. Здесь рассмотрено несколько простых, но весьма типичных примеров, позволяющих понять суть дела: волновод прямоугольного и кругового сечений. Отдельно рассмотрено поглощение энергии в волноводе. Конец главы посвящен строгому решению задачи о распространении волн по коаксиальной линии с учетом поглощения.

Заключительная глава содержит ряд вопросов, имеющих самостоятельное значение, но довольно однородного характера. Здесь изложена задача о магнитном поле, создаваемом постоянным поверхностным током, текущим по сфере: рассмотрена задача о дифракции на полуплоскости (по Пуанкаре — Зоммерфельду), рассмотрено излу-

ние сферической и сфероидальной антенны, приведены некоторые сведения, касающиеся общих преобразований Лоренца.

Подведем итоги. Перед нами книга, которая совсем не предназначена для первого знакомства с теорией электромагнитных явлений. Она адресована тем, для кого система Максвелла является необходимым рабочим инструментом. В книге очень непринужденно используются идеи и методы специальной теории относительности, которая также предполагается известной читателю. Естественно, что использование теории относительности производится лишь в той мере, в какой это нужно для основного изложения. От аналогичных книг рецензируемая книга отличается своеобразным подбором материала (о чем можно судить по краткому изложению содержания, приведенному выше). Книга очень удобна для чтения. Она, как правило, разбита на небольшие пункты, каждый из которых имеет свой заголовок. Этот заголовок практически отражает содержание последующего текста. Такую удобную манеру изложения следовало бы почаще применять в нашей учебной литературе. Автор не скупится на чертежи, выполненные очень ясно.

Нужно сказать, что книг по электродинамике, в том числе и переводных, у нас вышло немало. В качестве примера переводных книг, изданных в самое последнее время, можно привести книгу В. Пановского и М. Филипс «Классическая электродинамика» (Физматгиз, 1963) и М. А. Тоннела «Основы электромагнетизма и теории относительности» (ИЛ, 1962). Здесь не место сопоставлять эти книги, но даже беглое сравнение показывает, что они заметно отличаются и друг от друга и от рецензируемой книги. Вместе с тем все изданные книги находят спрос, потому что число лиц, интересующихся вопросами электродинамики, достаточно велико. Тем более найдет своего читателя книга с явной направленностью в сторону запросов инженера-физика. Поэтому русский перевод рецензируемой книги, несомненно, нашел бы своего читателя и принес бы определенную пользу.

*В. Угаров*