

537.3.5(049.3)

ОБ ОДНОЙ ПОПЫТКЕ СОЗДАНИЯ ЭНЦИКЛОПЕДИИ ПО ФИЗИЧЕСКОЙ ЭЛЕКТРОНИКЕ

K. Simonyi. *Physikalische Elektronik*. Budapest, Akadémiai Kiadó, 1971, 723 S.

В настоящее время наблюдается явный разрыв между новейшими достижениями современной физической электроники, с одной стороны, и представлениями, используемыми инженерами и исследователями, которые занимаются различными приложениями физической электроники (полупроводниковой техникой, разработкой газоразрядных и электровакуумных приборов, различных электротехнических и магнитных материалов с заранее заданными свойствами и т. п.) — с другой. По-видимому, именно со стремлением восполнить этот пробел связано появление ряда монографий, посвященных физической электронике, в течение последних лет. К их числу можно в первую очередь отнести следующие монографии: D. B. Langmuir, W. D. Herschlerger «Foundations of Future Electronics» (New York — Toronto — London, McGraw-Hill, 1961), C. L. Hammenway, R. W. Henry, M. Caulton «Physical Electronics» (N.Y.—L., Wiley and Sons), S. N. Levine «Quantum Physics of Electronics» (N. Y., 1965). Все указанные монографии в известной мере схожи по построению. Однако в столь бурно развивающейся области физики, какой является физическая электроника, для специалиста, желающего разобраться в физической сути какого-либо нового эффекта, широко применяемого в ряде различных приложений, монография пятилетней давности может оказаться устаревшей.

В нашей стране большой и заслуженной популярностью пользовалась книга Н. А. Капцова «Электрические явления в газах и в вакууме» (М.—Л., Гостехиздат, 1950). Однако эта монография практически никак не затрагивала всего многообразия процессов, описываемых на базе представлений физической электроники в полупроводниках, а также ни в коей мере не касалась вопросов, связанных с поведением веществ в электрических и магнитных полях. Наконец, монография Н. А. Капцова была издана более 20 лет назад и в настоящее время может в лучшем случае служить лишь вводным курсом в физическую электронику. Некоторые специальные вопросы, связанные с эмиссией электронов твердыми телами, весьма детально и на хорошем физическом уровне рассмотрены в монографиях М. И. Елинсона, Г. Ф. Васильева «Автоэлектронная эмиссия», (М., Гостехиздат, 1952), Л. Н. Добрецова и М. В. Гамаюнова «Эмиссионная электроника» (М., «Наука», 1966). Однако, как это следует из названий, обе эти монографии не могут претендовать на сколько-нибудь полное изложение современной физической электроники. Наконец, вышедшая совсем недавно (в переводе) монография Г. Мирделя «Электрофизика» (М., «Мир», 1972), пожалуй, больше всего по характеру изложения приближается к рецензируемой монографии, однако акценты в этих книгах существенно смещены. В то время как Г. Мирдель старался осветить те вопросы современной электротехники, которые требуют прежде всего рассмотрения явлений на атомном уровне, — ферромагнетизм, сегнетоэлектричество, некоторые новые способы преобразования тепловой энергии в электрическую, механизм прохождения тока через вещества, находящиеся в различных агрегатных состояниях (газы, жидкости, твердые тела), автор рецензируемой монографии центр тяжести изложения перенес на объяснение физических явлений, протекающих в полупроводниках, газе и вакууме и на основе подробного рассмотрения этих явлений пришел к объяснению принципов действия современных электровакуумных, газонаполненных и полупроводниковых приборов, широко используемых в технике.

Монография К. Шимони представляет собой систематическое изложение современной физической электроники, охватывающее как основные теоретические представления, используемые в этой области физики, и описание важнейших экспериментально установленных фактов, на которых это изложение основывается, так и приложение важнейших физических идей, выдвинутых в этой области физической науки, для объяснения принципов действия широкого круга электронных приборов и устройств, начиная от диода и кончая полупроводниковым лазером. В настоящей книге охвачены практически все основные вопросы современной физической электроники, что позволяет читателю с минимальными затратами времени познакомиться с кругом проблем, охватываемым этой областью физики, получить представление о задачах, которыми она занимается, и о методах, используемых для их решения.

С нашей точки зрения, однако, трудно согласиться с утверждением автора о том, что книга является физически замкнутой и что от читателя не требуется никаких специальных знаний, кроме обычных представлений, вынесенных из курсов общей физики и начал математического анализа. Ограниченность объема, даже при учете того, что в распоряжение автора было предоставлено более 46 печатных листов, неизбежно должна была привести к известной отрывочности и конспективности изложения ряда идей, развиваемых в атомной физике и квантовой механике, знание которых необходимо для понимания сути излагаемого. Поэтому, с нашей точки зрения, некоторые параграфы могли бы быть без большого вреда исключены и заменены ссылками на имеющиеся монографии.

Книга содержит девять глав и два приложения.

В первой главе содержится систематическое изложение основных закономерностей, связанных с движением электронов в электрических и магнитных полях, включая движение с субсветовыми скоростями, достаточно полное изложение основ электронной оптики и некоторых элементов ионной оптики, а также описание принципа действия основных типов ускорителей. Хотелось бы при этом специально отметить, что приводимые в ряде случаев автором описания некоторых экспериментов, сыгравших решающую роль в развитии представлений, которыми пользуется современная электроника (к их числу относятся опыт Милликена по определению отношения e/m , опыт Резерфорда по рассеянию α -частиц, опыт Штерна и Герлаха по обнаружению магнитного момента атомов и ряд других), делают более осязаемыми идеи, легшие в основу современной физической электроники, позволяя читателю самому стать сопричастным процессу установления принципиально новых идей, определявших развитие этой отрасли физики. С методической точки зрения весьма удачно построено изложение вопросов, связанных с изложением основ электронной оптики и оптико-механической аналогии.

Глава вторая посвящена краткому изложению основ атомной физики и квантовой механики. Несмотря на значительный объем (около 100 страниц), эта глава не может претендовать на достаточно полное изложение сути рассматриваемого предмета. Более того, те основные качественные и модельные соображения и описывающие их математические соотношения, которые необходимы для понимания и описания физических явлений, происходящих в электронных и ионных приборах, повторяют изложенное в иных учебниках. По-видимому, можно было бы вовсе опустить изложение методов решения уравнения Шрёдингера и теорию атома водорода. Эти вопросы, несомненно, изложены во многих курсах атомной спектроскопии или атомной физики и не нуждаются в пересказе, который (часто из-за недостатка места) связан с недомолвками и чрезмерными упрощениями. И уж совершенно излишними являются параграфы, посвященные квантовой механике в матричной форме и проблеме многих тел в квантовой механике.

В известной, хотя и меньшей, мере такого же рода замечания могут быть отнесены и к главе третьей, посвященной вопросам, связанным с молекулярной и статистической физикой. Однако прекрасное, весьма физичное изложение ряда тонких вопросов классической и квантовой статистики позволяет примириться со значительным объемом данной главы. Хотелось бы также специально отметить сжатое, почти конспективное, но тем не менее чрезвычайно последовательное и ясное изложение кинетической теории газов и основ физики твердого тела. К сожалению, этого нельзя сказать о параграфах, посвященных движению электронов в периодическом поле решетчи, где понимание физической сути излагаемого материала затруднено ввиду излишней загроможденности математическими выкладками, часто, к тому же, проводимыми весьма отрывочно.

Глава четвертая полностью посвящена эмиссии электронов металлами. Традиционное изложение теории термо- и автоэлектронной эмиссии, контактной разности потенциалов, эффекта Шоттки проведено достаточно полно и в то же время сжато. Наиболее интересно построен параграф, посвященный влиянию объемного заряда на процесс эмиссии электронов. Интересен и раздел, посвященный основным типам электронных ламп и их характеристикам, а также применению электронных ламп. К сожалению, в этой главе не нашлось места ни для изложения теории термоавтоэлектронной эмиссии, роль которой столь велика в теории электрической дуги, ни для ионно-электронной эмиссии, определяющей процесс эмиссии электронов на катоде тлеющего разряда, что, несомненно, затрудняет понимание катодных процессов указанных типов разряда.

Физика полупроводников в главе пятой изложена весьма сжато и на хорошем уровне. Однако основной интерес представляет описание механизма действия полупроводниковых приборов на основе ранее развитых физических представлений о переносе тока в полупроводниках. Эта часть главы написана весьма ясно, причем простота изложения сочетается с умелым объяснением ряда тонких эффектов, обычно освещаемых лишь в специальных статьях или монографиях.

Глава шестая, по-видимому, является наиболее слабой в рецензируемой книге. Ионизация и возбуждение электронным ударом, являющиеся основными элементарными процессами в большинстве типов газового разряда, изложены весьма поверхностно.

но. Практически отсутствуют какие-либо сведения относительно сечений ионизации паров металлов электронным ударом, а приведенные данные об абсолютных значениях сечений ионизации благородных газов в известной мере устарели и, к сожалению, не уточнены по последним измерениям. Явление перезарядки, играющее важную роль в разряде при атмосферном и высоком давлении, не рассматривается вообще. Поверхностная ионизация и рекомбинация на поверхности, по сути дела, лишь упоминаются.

Чрезвычайно мало внимания уделено описанию различных типов разряда, причем вообще отсутствует изложение современного состояния эксперимента и теории тлеющего и дугового разряда или хотя бы краткое описание физической модели, позволяющей понять макроскопическую картину явления на основе рассмотрения элементарных процессов.

Несомненный интерес представляет глава седьмая, посвященная поведению электронных и ионных проводников, диэлектриков в электрическом поле. Наиболее удачными следует признать материалы, связанные с поведением диэлектрика в высокочастотном поле и качественное описание природы ферромагнетизма.

Глава восьмая посвящена вопросам, связанным с закономерностями передачи энергии электромагнитного поля заряженным частицам. Наибольший интерес при этом представляет анализ явлений, происходящих в конкретных электровакуумных приборах (клистронах, трубках бегущей волны и т. п.), на основе соотношений, описывающих указанные закономерности.

Несомненно полезной и интересной является глава девятая, в которой в простой и доступной форме изложены основные физические идеи, используемые в современной квантовой электронике. Причем особенно приятно, что автор, рассказывая о работе лазеров (в том числе и полупроводниковых), стремится четко и ясно объяснить физический механизм явлений, лежащих в основе механизма действия квантовых генераторов. Недостатком, по-видимому, является лишь беглое упоминание о практических применениях квантовых генераторов, которое ни в коей мере не характеризует уровня развития этой важной отрасли физической электроники.

Основное достоинство данной книги состоит в том, что физическая электроника изложена автором с позиций рассмотрения элементарных процессов, причем, как правило, это сделано на хорошем физическом уровне и обычно без чрезмерных упрощений. Однако необходимо помнить, что современная физическая электроника слишком обширна, чтобы было возможно достаточно полное изложение ее в рамках одной монографии. Это естественно в ряде случаев приводило к отрывочности и излишней беглости изложения, поэтому монографию правильнее было бы назвать «Введение в физическую электронику».

Тем не менее следует отметить, что автор удачно справился со стоящей перед ним трудной и сложной задачей, найдя интересный способ изложения. Прекрасные иллюстрации немало способствуют ясности понимания излагаемого предмета. Книга, несомненно, послужит полезным пособием для студентов и аспирантов, работающих в области физической электроники, а также для специалистов, желающих познакомиться с какими-либо отраслями этой бурно развивающейся области физики.

В. И. Раховский