

БИБЛИОГРАФИЯ

Gregor Wentzel. Einführung in die Quantentheorie der Wellenfelder.

Грегор Вентцель: «Введение в квантовую теорию поля», изд. Дейтике, Вена, 1943 г.

Если общественное мнение всего культурного человечества назвало наше время в науке атомной эпохой, учёные же профессионалы предпочитали говорить более точно о периоде ядерной физики, то с точки зрения теоретиков следует прежде всего подчеркнуть роль исследования всей системы элементарных частиц — этого краеугольного камня современной физики. Известно, что как принципиальные, так и конкретные лабораторные, так сказать персональные, границы между ядерной и космической физикой весьма условны. Очевидно, ходовые разговорные обозначения «ядерщик» (или скорее «нуклеотехник») и «космик» придётся в будущем как-то обобщить.

Внешним убедительным признаком оформления учения об элементарных частицах служит появление обзоров и книг таких, как эмпирическая монография «Частицы новейшей физики» Странатана, «Релятивистская теория элементарных частиц» Паули (обзор в *Reviews of Modern Physics*, vol. 13, № 3, p. 203, 1941) и, наконец, книга Вентцеля «Введение в квантовую теорию поля», являющаяся предметом настоящей рецензии. С момента появления первых книг можно будет и к теории элементарных частиц применить своеобразное определение, которое известный одесский математик-логик Шатуновский давал на своей лекции: «Высшей алгеброй, — говорил он, — называется предмет, изложенный в этих двух книгах»; при этом профессор демонстрировал два тома Вебера.

Конечно, мы далеки ещё от вполне законченной теории частиц, расположенных в какую-то «естественную систему», и вынуждены удовлетвориться некоторой упорядоченной «таблицей», в которой весьма многого недостаёт. Кто знает, может быть о системе частиц и их полной теории также преждевременно ставить сегодня вопрос, как о менделеевской естественной системе элементов в первые десятилетия XIX века, когда намечались первые соотношения между металлами, галоидами и пр.

Книга Вентцеля состоит из 6 глав. Глава 1 (стр. 1—28) содержит основы теории любых релятивистских квантовых уравнений поля. Здесь изложены канонический формализм, законы сохранения, вопросы релятивистской инвариантности и проделан переход к пространству импульсов. Во главу угла всей теории естественно ставится вариационный принцип. Соответствующая лагранжева функция позволяет построить тензор энергии-импульса поля, а также вектор тока — плотности зарядов, порождающих электромагнитное поле. Остроумным, хотя обходным и несколько громоздким путём, вводит Вентцель фундаментальную функцию Паули D , определяющую 4-мерные правила перестановки.

Несмотря, вообще говоря, на чёткое и местами весьма изящное изложение этой главы, как и всей книги, нам представляется необходимым рассмотреть общих основ теории дополнить следующими пунктами:

а) Связь законов сохранения с инвариантностью относительно различных групп преобразований в духе теорем Нетер.

б) Связь обычного канонического тензора плотности энергии — импульса с гильбертовым метрическим.

с) Теория спинового момента, согласно Бельинфанте.

д) Более подробные исследования обоих инвариантных решений де-Броглевского уравнения *) типа функций Паули D и D_1 **) и указание на их связь с гриновской функцией. К сожалению, до сих пор в литературе отсутствует полное изложение теории дираковской дельта-функции, четырёхмерной гриновской функции и других аналогичных вопросов (в подготавливаемой к печати монографии А. А. Соколов и автор пытаются восполнить этот пробел. См. нашу заметку в «Вестнике Московского университета», № 1 — в печати).

е) Необходимо дать развёрнутое изложение теорем Паули о связи спина с типом статистики и дефинитностью энергии (этот пункт совсем кратко изложен Вентцелем в дополнительной главе).

Остальные главы посвящены полям спина $0,1$, $\frac{1}{2}$ и частицам высшего спина. Весьма удачно и подробно изложена теория скалярных полей, т. е. бесспиновых частиц в главе II (стр. 29—70). Здесь рассмотрена классическая теория вещественного поля нейтральных и комплексного поля заряженных частиц и подробно разобрано их вторичное квантование (согласно Паули и Вейскопфу). Разбираются также вопросы о рассеянии нейтральных и заряженных бесспиновых частиц и о ядерном взаимодействии, переносимом бесспиновыми (нейтральными и заряженными) мезотронами (теория Юкава). Коротко проанализировано образование пар бесспиновых мезотронов.

Глава III посвящена общей теории комплексного векторного поля, т. е. уравнению Прока заряженных частиц спина «единица» (стр. 71—106). Два параграфа — § 14 и § 15 — посвящены теории мезотронных векторных ядерных сил. Нам хотелось бы прежде всего дополнить изложение Вентцеля общей теорией нейтральных векторных мезотронов. Как известно, подобная «классическая мезодинамика», развитая специально Баба, Соколовым и Иваненко, не только приобретает всё более реальное значение ввиду недавнего, повидимому, окончательного открытия нейтральных мезотронов***), но и служит превосходным эвристическим методом развития всей теории, позволяя, например вывести весьма просто общую формулу ядерных сил, учесть влияние затухания при рассеянии и т. д.

Вопросы теории ядерных сил изложены слишком сжато. Трудности теории и способы их устранения проанализированы далеко недостаточно. Здесь сказывается основной недостаток книги Вентцеля — её оторванность от эмпирики ядра и космических лучей. В этом смысле известная книга Гейтлера о квантовой теории излучения стоит гораздо выше. Главу II и III следует дополнить теорией псевдоскалярных и псевдовекторных частиц с указанием на возможную роль псевдоскалярных мезотронов. Желательно дать изложение матричной теории всех уравнений спина $0,1$ по Кеммеру-Дуффину.

Глава IV посвящена квантовой электродинамике или уравнениям Максвелла, являющимся частным случаем проковских уравнений при равенстве

*) Согласно странной, довольно распространённой традиции Вентцель называет фундаментальное уравнение, открытое О. Клейном и являющееся релятивистским обобщением уравнения Шредингера, уравнением Шредингера-Гордона (?). Согласно недавнему предложению самого Шредингера, мы обозначаем его как уравнение де-Брогля, хотя само уравнение у де-Брогля ещё не фигурирует.

**) См., например, последние работы Д. И. Блохинцева.

***) См. Гредингер, Ллойд-Смит и Кригер, Ряд заметок, Phys. Rev., 1945.

нулю собственной массы частицы (стр. 107—175). Эта глава содержит изюминку всей книги в виде подробного изложения многовременного формализма (обобщённого (sic!) недавно с квантовой теории на классическую М. А. Марковым) и теории так называемого «лямбда-предельного процесса» Вентцеля-Дирака. Этот остроумный (довольно восторженно подхваченный, например, Паули) формализм пока что оказался лишь способным устранить некоторый класс бесконечностей в проблеме собственной нулевой массы и стимулировал введение отрицательных вероятностей Дираком для устранения другого класса бесконечностей: идея «лямбда-процесса» заключается в замене электромагнитных сил, действующих, например, на электрон и т. д., в момент времени t полусуммой значений в несколько более ранний $t - \lambda$ и несколько более поздний $t + \lambda$ момент. В окончательном результате λ полагается равной нулю и может спокойно удалиться со сцены, подобно мавру, сделавшему своё дело. Тогда, в частности, оказывается, что нулевая статистическая масса точечного электрона не только не переходит, как обычно, в бесконечность, но обращается в нуль. Теория эта никаких изменений в трудной ситуации с ядерными силами или в других мало-мальски конкретных, связанных с эмпирикой вопросах, ещё не принесла.

Конечно, необходимо отнестись со вниманием к любому формально безупречному методу, устраняющему хотя бы часть бесконечных трудностей. Однако, мы полагаем, что здоровое решение этих трудностей придёт скорее всего со стороны теории ядра и космических лучей, оплодотворённых богатой эмпирикой.

В главе V (стр. 158—191) Вентцель рассматривает лагранжев принцип дираковского уравнения для частиц спина $\frac{1}{2}$ (электроны, нуклоны) и его вторичное квантование. В § 21 содержится хорошее сжатое изложение основ теории вакуума и нелинейностей в электродинамике, индуцируемых рождением и аннигиляцией пар частиц.

Дополнительная глава VI (стр. 192—204) содержит краткое изложение теории частиц высшего спина (специально спина 2). Как показали Паули и Фриц, частицы, сопоставляемые слабому гравитационному полю, — гравитоны — обладают спином 2. Слишком кратко здесь же изложены теоремы Паули, гласящие, что частицы полужелого спина подлежат статистике Ферми-Дирака; частицы же целого спина должны подлежать статистике Бозе-Эйнштейна и что при этом энергия частиц и плотность их заряда удовлетворяют некоторым условиям дефинитности.

Ввиду их глубины, общности и эмпирической значимости эти теоремы Паули, которые можно рассматривать в числе наибольших успехов общей теории элементарных частиц, следует изложить подробнее и отнести к главе I.

Так или иначе, книга Вентцеля хорошо излагает общие основы современной теории элементарных частиц и полей, достаточно подчёркивая её наибольшие успехи: предсказание и теорию позитрона, теорию ядерных сил, предсказание и теорию мезотрона, вторичное квантование и теорию испускания и поглощения частиц, теоремы Паули.

Конечно, скорейший перевод на русский язык книги Вентцеля весьма желателен. Необходимо лишь, если и не дополнять книгу в перечисленных выше пунктах, то во всяком случае снабдить перевод в этих местах исчерпывающими ориентирующими пояснениями и значительно пополнить список цитируемой литературы, как всегда до сих пор слишком бедной, в особенности в разделе, относящемся к советским авторам *).

Д. Иваненко

*) Из работ последних Вентцель ссылается лишь на квантовую теорию многовременного формализма и основы теории парных ядерных сил.