

БИБЛИОГРАФИЯ

530(049.3)

НАСЛЕДИЕ ВЕРНЕРА ГЕЙЗЕНБЕРГА

Heisenberg W. Gesammelte Werke / Collected Papers / Edited by W. Blum, H.P. Dürr, H. Rechenberg. — Berlin; Heidelberg; New York; London; Paris; Tokio; Hong Kong: Springer - Verlag, 1985 — 1989. — Serie A. Parts AI and AII. Original Scientific Papers / Wissenschaftliche Originalarbeiten. Serie B. Scientific Review Papers, Talks, Books / Wissenschaftliche Übersichtsartikel, Vorträge und Bücher.

Может ли поэт не отразиться в своем произведении как человек, как характер, как натура — словом, как личность! Разумеется, нет, потому что и сама способность изображать явления действительности без всякого отношения к самому себе — есть опять-таки выражение натуры поэта.

(В. Г. Белинский "Взгляд на русскую литературу 1847 года")

Вышли в свет восемь томов собрания трудов Вернера Гейзенберга — одного из великих естествоиспытателей, которые в корне изменили физическую картину мира. Нелегкую работу по собиранию и редактированию этого собрания проделали научные сотрудники Института физики и астрофизики им. Макса Планка в Мюнхене — г. Дюрр, много лет работавший с Гейзенбергом и его приемник на посту директора института, Г. Рехенберг^(1*) — талантливый историк науки и Л. Блюм.

Задуманное и почти завершенное собрание разбито на три серии. Серия А — научные труды, серия В — обзоры, доклады и книги, серия С — популярные статьи. В серии А вышли из печати два тома AI и AII (последний, по-видимому, том AIII еще в печати). Серия В состоит из одного (вышедшего) тома. В серию С входят пять томов (все вышли), изданных издательством Пипера (Piper Verlag).

В этой рецензии речь будет идти о первых томах (AI, AII, В). Серия С заслуживает отдельного обсуждения^(2*). Для тех, кто следил за публикациями Гейзенберга, отметим, что в собрание помещен (В, с. 346 — 358) неопубликованный ранее доклад, предназначенный для Сольвеевского конгресса 1939 г., который не был созван из-за начавшейся войны. Кроме того, в том AII включены 20 никогда не публиковавшихся работ, связанных с физикой реактора. Эти работы хранились в секретных фондах и после поражения Германии были вывезены в США. Теперь они (вместе с другими материалами) возвращены Германии. Последняя из этих работ датирована 3 января 1945 г. Остается еще надежда, что станут известными и другие работы, связанные с урановым проектом.

В жизни и творчестве Гейзенберга война оставила глубокий и весьма болезненный след. Его роль в "проекте", его позиция в научной жизни нацистской Германии ставили перед ним необычайно трудные моральные проблемы. Анализ этих лет его жизни посвящены книги и статьи^(3*). Но это, естественно, выходит за рамки рецензии.

Вернемся к физике. В собрании трудов В. Гейзенберга статьи разбиты по темам; внутри темы порядок статей хронологический.

Серию А предворяет научная биография, написанная Кассиди и Г. Рехенбергом (она же повторена в томе В). Кроме того, перед каждой тематической группой работ помещено введение. Высокий уровень авторов введения обеспечивает описание нужного исторического фона, на котором появились статьи Гейзенберга и его соавторов.

На земле нет, наверное, физика, который хотя бы в общих чертах не знал о роли Гейзенберга. Максимумы фундаментальной активности Гейзенберга (время его максимального влияния) приходятся на 1925 г. (квантовая механика, алгебра Гейзенберга—Иордана) и 1929 — 1930 гг. (квантовая электродинамика). Но и другие его работы составили бы предмет гордости для любого физика.

Здесь, наверное, не место (точнее, нет места) для обзора научной жизни Гейзенберга, но обратить внимание на ее начало полезно.

После блестящего окончания гимназии в 1920 г. Гейзенберг поступает в Мюнхенский университет и очень скоро включается в работу семинара Арнольда Зоммерфельда, где знакомится, в частности, с Венцелем и Паули. Обсуждения на семинаре привели его к работе над квантовой теорией аномального зееман - эффекта, результаты которой он представил уже 17 декабря 1921 г. в "Zeitschrift für Physik"^(4*). С этой работы и начинается научная жизнь Гейзенберга. Но интерес к зееман - эффекту не ограничил активность молодого человека. К следующему, 1922 г. (в сентябре), он направляет вторую работу по вихрям Кармана^(5*). В этом же году состоялось его первое выступление на конференции в Инсбруке, а еще менее чем через год, в сентябре 1923 г., Гейзенберг заканчивает свою диссертацию.

Так вошел в физику Вернер Гейзенберг, вошел, чтобы разделить с Нильсом Бором, Вольфгангом Паули и Полем Дираком лидерство в развитии физики нового времени.

Накопленные данные о спектрах, не укладывающиеся в парадоксальную (как она казалась современникам) модель Бора, стали естественными в новой (еще более парадоксальной) квантовой механике.

В начале нашего века развитие физики атомов пошло не по пути логики. Логику нарушил Бор своими "выдуманными" правилами для электронов в атомах. После Бора это сделал Гейзенберг, открыв некоммутативность (по терминологии Дирака) координат и импульса. Удивительно, как быстро, почти без борьбы эти "сумасшедшие" идеи завоевали мир и как они нашли гениальных последователей. Это появление "чуда" в науке. Приходит время, когда "сумасшедшие" идеи становятся фундаментальными. Обязано ли это превращение некоему сложному алгоритму, которому подчиняется мышление человека, или здесь надо ссылаться на нечто, что мы называем бессознательным?

Работа 1922 г. открывает новую ветвь в творчестве Гейзенберга. Это великолепные работы по гидродинамической устойчивости и турбулентности (введение к этим работам написано С. Чандрасекаром). Работы по статистической турбулентности сыграли бы несомненно большую роль, если бы (как он узнал уже после войны) они не были перекрыты работами А.Н. Колмогорова.

Начала квантовой механики и турбулентности исчерпывают содержание тома АІ.

Том АІІ открывается двумя знаменитыми статьями, написанными совместно с В. Паули, которые легли в основание квантовой электродинамики.

Эти две работы (сопровожденные введением Р. Хаага), связанные с квантованием электромагнитного поля (вторичным квантованием), завершили первый этап квантовой теории. Предшественниками этих работ были П. Иордан, Е. Вигнер, но только после Гейзенберга и Паули задачу можно было считать решенной.

В следующем разделе (введение написано А. Пайсом) собраны статьи, связанные с уравнением Дирака и проблемой позитрона. В последней из работ, написанной в 1935 г. вместе со своим учеником Эйлером (АІІ, с. 714), он обсуждает такие новые эффекты, как рассеяние света светом. Этот эффект был рассчитан Эйлером и Кокелем (так же учеником Гейзенберга) в том же 1935 г. В работе с Эйлером отмечены расходимости в высших порядках (четвертом в комптон-эффекте и шестом — в рассеянии светом).

Построение эффективного лагранжиана для электромагнитного поля надо считать главным результатом в этой работе. Эта была первая встреча с нелинейным уравнением в квантовой теории. Пайс отмечает, что в письмах к Паули 1936 г. Гейзенберг обсуждает уравнение $\psi = \lambda \psi \psi^* \psi$, на которое он возлагал большие надежды (здесь надо сослаться на еще не вышедший т. АІІІ).

Следующая группа посвящена структуре и свойствам ядра (два введения написаны К. Вейцекером, Л. Броуном и Г. Рехенбергом). Здесь появляется оператор перехода протон — нейтрон: первый шаг в теории изотопического спина.

Охватив в своем творчестве все стороны квантовой теории, Гейзенберг не обошел и встретившиеся на пути трудности. В связи с теорией Дирака он обсуждает проблему массы. Попытки приписать массе электромагнитную природу приводят его к необходимости ввести "обрезание" — элементарную длину. Такое решение его не удовлетворяло, и он пытается искать выход в нелинейном уравнении. Глубокие мысли Гейзенберга не смогли превратиться в настоящую теорию; физики еще знали слишком мало, чтобы можно было придумать подходящую модель. Гейзенберг взял модель слишком простую, чтобы она могла претендовать на описание реальных явлений.

Последние два обзора Гейзенберга (В, с. 917 — 927) "О природе элементарных частиц" ^(6*) и "Космические лучи и фундаментальные проблемы физики" ^(7*) отражают как мудрость, так и растерянность стареющего гения.

Для Гейзенберга долгое время было загадкой множественность рождения частиц в космических лучах. В статьях раздела "Явления в космических лучах и пределы квантовой теории поля" (введение написано Э. Бане) он обсуждает природу такого рождения. Обзор Гейзенберга—Эйлера (В, с. 261 — 330), который можно считать итоговым, долгое время изучался всеми, кто имел дело с физикой высоких энергий ^(8*). Так как в 1938 г. не были открыты пионы (лишь мюон безуспешно играл роль передатчика ядерных сил), то работы этой группы ушли в историю.

Наконец, мы подошли к статьям об урановом проекте (введение написано Вирцом), о которых была уже речь. Остается впечатление, что не все, что делалось в Германии во время войны, отражено в опубликованных работах и что немецкие специалисты знали больше. Это, наверное, выяснится в недалеком будущем. Надо отметить, что история атомных исследований в нацистской Германии известна у нас плохо. Также много неверного говорилось о роли Гейзенберга. Несомненно, что он не участвовал в нацистском движении,

но, стараясь сохранить (и даже усилить) роль Германии в науке будущей послевоенной Европы, часто оказываясь в двусмысленном положении. Тема эта, как мы отмечали, требует отдельного анализа.

В годы войны, находясь практически в изоляции, Гейзенберг возвращается к своей старой идее, которая привела его к матричной механике. Идея состояла в том, что теория должна иметь дело с величинами, максимально приближающимися к измеримым на опыте. Трудности в теории поля (расходимости интегралов) Гейзенберг пытался связать со слишком детальным описанием физических процессов с помощью волнового уравнения. Развивая такую идею, Гейзенберг ввел новый объект — S-матрицу, которая описывает переход от начального состояния к конечному, опуская "историю" этого перехода.

Теории S-матрицы (или ее фазы η -матрицы) посвящены работы по теории матрицы рассеяния (введение написано Р. Эме). Сюда вошли три работы ("Наблюдаемые величины в теории элементарных частиц"), которые в свое время увлекли многих физиков^(9*).

Теория S-матрицы в том виде, в котором ее хотел построить Гейзенберг, не получилась. Но S-матрица вошла важным элементом в современную теорию поля.

У великого автора даже неудачи способствуют прогрессу!

Закljučая рассказ о томе АII (работы до 1946 г.), можно сказать, что Гейзенберг после поражения Германии в войне сразу же включился в мировое развитие физики микромира и продолжал свои попытки преодолеть ее трудности. Две идеи казались ему спасительными — теория S-матрицы и нелинейные уравнения. История показала (история почти всегда жестока!), что обе идеи слишком примитивны. Микромир оказался более богат своими обитателями, а теория оказалась значительно более сложной и более "аристократичной" с математической точки зрения. Но об этой "последней главе романа" уместно будет рассказать тогда, когда выйдет том АIII.

Нам остается сказать еще несколько слов о томе В. В этом объемистом томе собраны 68 работ, которые в форме обзоров и книг суммируют как то, что сделано Гейзенбергом (и его школой), так и общие взгляды на развитие физики (до середины 70-х годов). По этим статьям можно пройти историю развития представления о строении материи, увидев ее глазами Гейзенберга в его собственной сопутствующей системе координат.

Не пытаясь пересказывать статьи и обзоры, упомянем только книги, включенные в этот том. Это прежде всего "Физические принципы квантовой механики", перевод которой Д. Д. Иваненко издал в 1932 г. С тех пор книга не переиздавалась, и мало кто сейчас ее читал (а жаль!)^(10*).

Вторая основана на лекциях в Чикаго, в собрание включен ее английский перевод. Далее в этом томе мы находим статьи из сборника "Космические лучи", изданного под редакцией Гейзенберга. Далее идут "Две лекции" (элементарные частицы и сверхпроводимость). И, наконец, книга о нелинейных уравнениях, перевод которой был издан у нас⁽¹¹⁾.

Еще одна книга по теории ядра перенесена в пятитомную серию С. По-видимому, она была случайно пропущена составителями.

Развитие физики стремительно. Быстро стареют статьи и монографии. Молодые естествоиспытатели учатся по все более новым книгам. Но памятники науки не исчезают, для них приходит свое время, и их будут читать и изучать, как мы читаем дневники старых путешественников. Книги-памятники не гибнут, как не погибли античные трагедии, они останутся эталонами красоты на сложном пути познания человеком природы. "В точных науках, как и в искусстве, красота есть важнейший источник света и ясности"^(12*).

Закончим эти заметки еще одной цитатой (CI, с. 96 — 101): "На пути к новому знанию надо вернуться к позиции Колумба, обладавшего достаточной смелостью, чтобы, оставив без внимания старые земли, отправиться с неукротимой надеждой на поиск новых земель, лежащих где-то там за океаном".

Я.А. Смородинский

ПРИМЕЧАНИЯ

⁽¹⁾ Соавтор многотомной истории квантовой механики (вместе с Мерой, которого мы неправильно называли "Мехра"); см. рецензию в "УФН" (1989, т. 158, с. 747).

⁽²⁾ Отметим здесь только названия томов: CI—CIII — "физика и познание" (1927 — 1955 гг., 1956 — 1968 гг.), CIV — "Биографическое и физика ядра", CV — "Наука и политика".

⁽³⁾ Отметим наиболее на наш взгляд объективные: *Фейнберг Е.Л.* // *Знамя*. 1990. № 3. С. 124; *Walker M.* German National Socialism and Quest for Nuclear Power (1939 — 1949). — Cambridge University Press 1989; ср. обсуждение в: "Physics Today" (May 1991, p. 13); *Weixsäcker C.F.*, von//Bewusstseinswandel. — München: Deutsche Taschenbuch Verlag, 1991. — 6. Kapitel.

⁽⁴⁾ Zur Quantumtheorie der Linienstruktur und der anomalen Zeemaneffekt//Zs. Phys. 1927. Bd. 8. S. 273 — 297.

⁽⁵⁾ Die absolute Dimension der Karmanschen Wirbelbewegung//Phys. Zs. 1922. Bd. 23. S. 363 — 366.

⁽⁶⁾ Physics Today. March 1976. Pp. 32 — 39. — Статья напечатана уже после 1 февраля — дня кончины автора.

⁽⁷⁾ Naturwissenschaften. 1976. Bd. 63. S. 63 — 67.

⁽⁸⁾ Erg. exakten Naturwiss. 1938. Bd 17 S. 1 — 69; перевод://УФН. 1939. Т. 21. С. 130, 261.

⁽⁹⁾ Третья работа стала известна в нашей стране лишь после войны.

⁽¹⁰⁾ Тираж ее был 5000 экз. Этого было вполне достаточно для рынка, но цена ее была 5 р. 75 коп.: тогда это было дорого.

⁽¹¹⁾ См.: *Гейзенберг В.* Введение в единую полевою систему элементарных частиц. — М.: Мир, 1968.

⁽¹²⁾ *Гейзенберг В.* Значение красоты в точных науках. — Доклад в Баварской академии изящных искусств 17 ноября 1953 г.; ср. перевод в книге: *Гейзенберг В.* Шаги за горизонт. — М.: Прогресс, 1987. — С. 268.