

БИБЛИОГРАФИЯ

539.12.01(049.3)

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА СЕГОДНЯ И СОРОК ЛЕТ НАЗАД *)

Shelter Island II: Proceedings of the 1983 Shelter Island Conference on Quantum Field Theory and the Fundamental Problems of Physics/ Eds R. Jackiw, N. N. Khuri, S. Weinberg, E. Witten.— Cambridge, Mass.; London, England: The MIT Press, 1985.—369 p.

Рецензируемую книгу нужно рассматривать на фоне развития физики в XX веке и в сравнении со сборником докладов предыдущей очень важной конференции «Остров Убежища I» (1—3 июня 1947 г.).

Высказывания о скачкообразном развитии науки стали уже банальными. Периоды появления принципиально новых идей чередуются со спокойными периодами изучения всех их логических следствий. Глубокий и мудрый поэт Тютчев сказал: «Блажен, кто посетил сей мир в минуты роковые». На языке физиков это означает: «Счастливы те, кто посетил конференции, проходившие в период зарождения новых теорий».

Как уже сказано выше, невозможно писать о второй конференции «Остров Убежища II» (1—3 июня 1983 г.), не сравнивая ее с первой конференцией (1947 г.). В те годы множество талантливых физиков вернулись от военной тематики к фундаментальным проблемам.

Бурный период 1905—1928 гг. обогатил физику открытием специальной и общей теорий относительности, квантовой механики, квантовой теории поля, античастиц. Дальнейшее развитие замедлилось: теоретические предсказания были частично компрометированы расходимостями, которые появились при попытках уточнить теорию. Вместе с тем разумное согласие с опытом наивных простейших расчетов не оставляло сомнения в том, что основы правильны — во всяком случае у трезвомыслящей части теоретиков. Была предложена теория ядерных сил, согласно которой эти силы обеспечивались тяжелыми частицами — мезонами. В космических лучах обнаружили мезоны с подходящей массой, но эйфория сменилась отчаянием, когда оказалось, что именно *эти* частицы не подходят на роль переносчиков ядерных сил. Многие выдающиеся физики тогда полагали, что требуется привлечение новых идей, столь же революционных, как теория относительности и квантовая механика. Бору предписывают высказывание: «Эта теория недостаточно безумна для того, чтобы быть правильной». Однако молодые физики (и многие представители старого поколения) придерживались более умеренных взглядов. Обсуждения, состоявшиеся на первой конференции «Остров Убежища I» подтолкнули Швингера, Фейнмана и Бете начать программу перенормировок **), благодаря которой удалось блестяще объяснить лэмбовский сдвиг уровней энергии атома водорода и аномальный магнитный момент электрона. Маршак обсуждал возможность того, что существуют два типа

*) Рецензия опубликована на англ. языке: Nature. 13 November 1986. V. 324, No. 6093. P. 194.

**) Томонага в Японии занялся ею независимо.

мезонов — мюон (т. е. тяжелый электрон) и пион, ответственный за ядерные силы. Эта идея вывела теорию ядерных сил из тупика. В течение нескольких десятилетий развитие физики заключалось в изобретательном применении фундаментальных принципов, сформулированных до 1930 г. Даже возникновение теории кварков относится, если не исторически, то идейно, к этому периоду. Только с середины 70-х годов поднялась новая волна физических теорий, прекрасно изложенных в рецензируемых здесь трудах конференции «Остров Убежища II».

В чем же состоит главное отличие между предыдущим (условно до 1970 г.) и новым периодом?

Если говорить вкратце, то задача старой теории заключалась в том, чтобы, зная из опыта массы, заряды и другие характеристики существующих элементарных частиц, уметь вычислить вероятности различных процессов, энергии связанных состояний и т. п.

У новой теории более амбициозная программа — объяснить, *почему* существуют все известные частицы и почему они имеют известные из эксперимента массы и заряды. Новые теории, наряду с известными, предсказывают много неизвестных частиц и полей, не открытых до настоящего времени. Поистине требуется приток очень странных («безумных») идей.

Прекрасное введение (это, фактически первая статья книги), написанное лауреатом Нобелевской премии Мюрреем Гелл-Манном, дает целостную картину успехов в теории, достигнутых за время между двумя конференциями «Остров Убежища I и II».

Естественно, что данная рецензия в значительной мере перекрывается докладом Гелл-Манна *). Однако рецензия не только короче, но и рассчитана на гораздо более широкий круг читателей, более далеких от физики элементарных частиц и полей.

Все же, обращаясь к истории физики, хотелось бы более обстоятельно отметить одну веху, все значение которой было полностью оценено гораздо позже.

На рубеже XIX и XX веков Макс Планк ввел фундаментальную величину — постоянную, называемую его именем. Так начиналась квантовая теория. Планк тут же немедленно отметил, что три фундаментальные величины — \hbar , скорость света c и постоянная тяготения G — дают возможность найти фундаментальную длину, интервал времени и массу. Эти величины также были названы «планковскими». Планковская масса оказалась равной 10^{-5} г, т. е. в 10^9 раз больше массы протона, в 10^{22} раз больше массы электрона.

Иным выражением огромного отличия планковской массы и масс известных частиц является тот факт, что на одинаковом расстоянии электростатическое притяжение электрона к протону в $2 \cdot 10^{39}$ раз больше Ньютоновского гравитационного притяжения. В физике появились неправдоподобно большие числа. Современники, вплоть до недавнего времени, воспринимали эти числа как указания на то, что гравитация не имеет отношения к теории элементарных частиц! Эта точка зрения преодолевается лишь в последнее десятилетие.

Возвращаясь к статье Гелл-Манна, отметим, что в ней содержится перечень тем, подробно рассмотренных в последующих статьях. Коротко характеризуются теории суперсимметрии, многомерные теории Калуцы — Клейна, теории струн и связи между физикой и астрофизикой.

Типичной, с точки зрения новых физических теорий, является опубликованная в рецензируемой книге статья Стивена Вайнберга «Вычисление постоянной тонкой структуры». Он использует весьма популярную сейчас теорию 10-мерного пространственно-временного многообразия. Предполагается, что время и 3 пространственные координаты описывают обычное

*) Перевод доклада Гелл-Манна публикуется в этом номере УФН (с. 683).

пространство-время, а 6 дополнительных пространственных координат «компактифицированы» до размеров порядка 10^{-33} см. Сами дополнительные координаты непосредственно не наблюдаются, однако их деформации проявляются в качестве полей и частиц. Как показано в сообщении Виттена, структура этих дополнительных измерений предположительно объясняет спектр фермионов и, в частности, существование трех и только трех поколений лептонов и кварков.

Таким образом, возрождаются идеи, предложенные в 20-х годах Калуцой и Клейном и получившие поддержку Эйнштейна, в поисках теории, позволяющей объединить гравитацию и электромагнетизм. Сейчас очевидно, что понятый буквально подход Эйнштейна к поискам единой теории был слишком упрощенным и противоречащим поведению частиц и полей в экспериментах. Однако сейчас большинство теоретиков полагают, что настало время для решительной концентрации усилий на пути, объединяющем гравитацию с остальной физикой, при этом следует использовать идею дополнительных пространственных измерений и о специальной симметрии между бозонами и фермионами.

Большой прогресс, не полностью отраженный в книге, имеется в теории суперструн в многомерных пространствах. До настоящего времени не решена фундаментальная альтернатива А или В. Можно ли свести всю физику к геометрии очень сложных пространств (А), или, напротив, сама теория гравитации, т.е. теория искривленного пространства-времени, есть эффективное следствие существования каких-то полей или струн в многомерном пространстве (В)?

Сообщения, представленные на конференции «Остров Убежища II» и описывающие последние достижения в этой области, не потеряли своей актуальности и сейчас, три года спустя. Авторы этих сообщений — ведущие ученые, активно развивающие те идеи, которые нашли свое отражение в сборнике.

По сравнению с конференцией 1947 г. появилось среди других и новое направление: междисциплинарное исследование очень ранних стадий эволюции Вселенной. Речь идет о тех стадиях, когда благодаря созданному скалярным полем отрицательному давлению, гравитационное притяжение сменялось гравитационным отталкиванием, а радиус Вселенной экспоненциально увеличивался. Между прочим, советские ученые Я. И. Френкель и Л. Д. Ландау были в списке приглашенных на конференцию в 1947 г., но ни один из них не приехал — однако в 1983 г. А. Д. Линде (из ФИАН) приехал и выступил с докладом. Теория горячего Большого взрыва подтверждается обнаружением во Вселенной реликтового микроволнового излучения и согласующимися с наблюдениями предсказаниями теории нуклеосинтеза, который происходил при температурах от $3 \cdot 10^{10}$ до $3 \cdot 10^8$ К, соответствующих хорошо изученным на ускорителях энергиям. Но переходя к более ранним периодам эволюции Вселенной, мы вторгаемся в неизученную область энергий. Ранняя Вселенная — это дешевый ускоритель «для бедняков», а астрофизика напоминает палеонтологию, изучающую прошлые эпохи по сохранившимся до наших дней следам. Например, сам факт зарядовой асимметрии Вселенной, т.е. практического отсутствия антиматерии, с несомненностью свидетельствует о нестабильности протона, которую тщетно пытаются обнаружить земные экспериментаторы в современных условиях.

Тем не менее в космологических докладах, предъявленных на конференции «Остров Убежища II», не используются такие современные теоретические идеи, как десятимерность пространства-времени и существование струн. В этой области впереди еще много принципиально нового.

Сборник «Остров Убежища II» стоит прочесть всякому, кто интересуется фундаментальными проблемами физики, однако для того, чтобы иметь возможность разобраться во всех статьях, требуются значительные специальные знания (в частности, по квантовой электродинамике и некоторым нетривиальным разделам математики).

Но даже тот читатель, который не обладает этими знаниями, получит некоторое представление о современном состоянии теоретической физики. Научная привлекательность книги весьма велика. Возможно, при первом чтении многие физики поймут не все, и это стимулирует их глубже изучить соответствующие разделы физики и математики, а затем вернуться к сборнику еще раз.

Не стоит характеризовать в отдельности каждую статью. Приведу лишь общий список авторов: М. Гелл-Манн, Т. Д. Ли, Р. Д. Джэкив, Б. Зумино, М. Дафф, П. Вест, С. Адлер, А. Гус, А. Д. Линде, С. Хокинг, Дж. Шварц, Э. Виттен, Т. Киносита; авторы исторических очерков: С. Швебер, Г. Бете, В. Вайскопф, У. Лэмб, Й. Намбу, К. Нисидзима.

Из всего сказанного с несомненностью вытекает вывод о желательности перевода рецензируемой книги на русский язык. Перевод вводной статьи публикуется в УФН, но она никаким образом не исчерпывает содержания всего сборника.

В лучшем случае перевод может выйти в 1988 г. Таким образом, читатель получит доклады пятилетней давности, относящиеся к бурно развивающейся области науки. Однако я уверен, что и в 1988 г. доклады будут интересны и по существу, и как определенные вехи истории физики. В этой последней связи, особенно приятно было читать помещенные в сборнике воспоминания о первой конференции 1947 г., интересно было видеть фотографии участников I и II конференций.

Я. Б. Зельдович