

Наука в двадцатом веке

В. ВАЙСКОПФ

Часть 2 (1946 — 1970)

Этот период — самое выдающееся время для всех наук. То, что произошло во время Второй мировой войны, имело на науку, а особенно на физику, огромное влияние. К удивлению правительств, физики успешно стали главными инженерами во многих военных проектах, например — в проекте создания атомной бомбы. Сугубый теоретик Р.Оппенгеймер руководил созданием атомной бомбы. Э.Ферми создал ядерный реактор. Ю.Вигнер занимался созданием реактора, нарабатывающего плутоний, а Д.Швингер создал теорию для радаров. Более того, ученые показали себя прекрасными организаторами работ в крупных коллективах.

Когда Вторая мировая война окончилась, у многих было впечатление, что физики сыграли в победе немаловажную роль. Во всяком случае, нет сомнений в том, что радары просто спасли Великобританию и резко снизили угрозу от подводных лодок для трансатлантических конвоев. Есть мнение, что атомная бомба привела к немедленному окончанию войны со стороны Японии. Физика и вся наука в целом заслужили очень высокую оценку. Это привело к повышению зарплаты ученых и к обширной финансовой поддержке со стороны государства. Были созданы многочисленные фонды для финансирования именно науки: Фонд морских исследований, Национальный научный фонд для поддержки фундаментальных отраслей науки, Национальный институт здоровья для финансирования медицинских и биологических исследований, Комиссия по атомной энергии для поддержки работ в ядерной физике и физике элементарных частиц.

Можно выделить две основные причины, почему науку стало поддерживать государство. Во-первых,

военный опыт показал, что от ученых может быть большая польза и в них выгодно вкладывать деньги, даже в малопонятные фундаментальные исследования. Во-вторых, правительство поняло, что стоит поддерживать научное сообщество в сытом и многочисленном состоянии, поскольку оно может опять понадобиться. Первые десять послевоенных лет исследования щедро финансировались без всяких запросов о целях и результатах работ. Потом чиновники стали все больше интересоваться, куда идут деньги, и преимущественно направлять их на работы с ярко выраженной военной или коммерческой тематикой. Однако фундаментальной науке удавалось безбедно существовать вплоть до семидесятых годов.

И результаты такой финансовой поддержки были совершенно потрясающими. Прогресс естественных наук за три послевоенных десятилетия превзошел все ожидания, наука приобрела новое лицо. В кратком обзоре невозможно даже просто перечислить все результаты. Ограничимся самыми-самыми, даже без упоминания авторов. Выбор достаточно произволен и определяется, в основном, ограниченными познаниями автора.

В квантовой теории поля: создан метод перенормировок, который позволяет избежать бесконечностей при расчетах и дает возможность проводить их с любой требуемой точностью.

В физике элементарных частиц: осознание кварковой структуры адронов, обнаружение большого количества частиц, прекрасно объясняемых кварковой моделью, обнаружение тяжелого электрона и двух типов нейтрино (третий тяжелый лептон и его нейтрино были найдены уже в следующем периоде), обнаружение несохранения комбинированной СР-четности, объединение электромагнитного и слабого взаимодействий.

В ядерной физике: модель ядерных оболочек, детальная теория ядерных реакций, открытие и анализ враща-

тельных и коллективных степеней свободы в ядрах.

В атомной физике: лэмбовский сдвиг, объяснение тонкой структуры спектральных линий с помощью квантовой электродинамики, первые лазеры и лазеры с широчайшим спектром применений, нелинейная оптика.

В физике твердого тела: развитие полупроводников и транзисторов, объяснение сверхпроводимости, поверхностных свойств вещества, новый взгляд на фазовые переходы и хаос.

В астрономии и космологии: теория Большого взрыва и ее следствия, галактические кластеры, микроволновое реликтовое излучение, открытие квазаров и пульсаров.

В химии: синтез сложных органических молекул, определение структуры очень больших молекул физическими методами — такими как рентгеновская спектроскопия и ядерный магнитный резонанс, изучение механизмов реакций с использованием молекулярных пучков и лазеров.

В биологии: создание молекулярной биологии как синтеза генетики и биохимии, подтверждение, что именно ДНК переносит генетическую информацию, и открытие структуры ее двойной спирали, начало расшифровки генетического кода, анализ процесса синтеза белков, определение структуры клетки и ее составных частей.

В геологии: развитие и подтверждение модели тектонических плит с использованием новых точных приборов, открытие океанических потоков с использованием сложной электронной аппаратуры.

Множество открытий и новых результатов базировались на новых достижениях в приборостроении, связанных с военными исследованиями в электронике и ядерной физике. Одним из решающих новых инструментов стал компьютер. А его последующее совершенствование — вероятно, самое быстрое за всю историю

науки. Он принес с собой новые методы оценки результатов, новые пути моделирования природных процессов. Следуя меткому замечанию С.Швебера, можно сказать: «Теперь есть три типа ученых: теоретики, экспериментаторы и компьютерщики».

Несмотря на фантастическое продвижение с помощью компьютеров, возникли и опасности, связанные с их широким применением. Если компьютер используется для определения следствий теории, то кто должен понимать эти следствия — компьютер или ученый? Вычисления с помощью машин стали порой подменять собой размышление и понимание. Аналогичная опасность связана с чрезмерным применением компьютеров в обучении. Все хорошо в меру.

В первые два послевоенных десятилетия в естественных науках царил монополия США: большинство открытий во всех отраслях знания шло из-за океана. Естественной причиной тому была Вторая мировая война и полная перестройка многих стран Европы и Восточной Азии. Но все же, в Англии начали исследовать космические лучи, раскручивались работы по элементарным частицам в Италии и Франции. Ситуация зеркально изменилась по сравнению с 1920 годом: теперь уже европейцы для завоевания научного авторитета должны были поработать некоторое время в Штатах. Европа превратилась в провинцию!

В шестидесятые годы европейские и японские исследования начинают поднимать голову, приобретать независимость от США. Создается целый ряд крупных европейских научных организаций: Европейский центр ядерных исследований, Европейская молекулярно-биологическая лаборатория, Южная европейская обсерватория. В некоторых областях Европа и Япония начинают обгонять США.

Происходят важные структурные перемены в социальном устройстве науки, особенно в астрономии, ядерной физике и физике элементарных частиц. Быстро растет сложность, а с ней и стоимость экспериментальных установок, но правительство продолжает финансировать их создание. Научные коллективы, работающие над одной задачей, достигают нескольких десятков человек (в третьем периоде это число перевалит за тысячу). Особенно это характерно для

физики элементарных частиц. В биологии, химии, физике твердого тела продолжают работы достаточно традиционными методами — небольшими группами на лабораторных столах.

Большие коллективы приносят с собой и новую социологию. Необходим лидер коллектива, который должен отвечать не только за научные раздумья, но и за всю организацию работ в группах и подгруппах, а также за обеспечение финансовой поддержкой. Появляется новый тип личностей, совершенно отличный от научных лидеров прошлого. Определенные сложности создает широкое привлечение молодых аспирантов и студентов к исследованиям. Им сложно осознать свое место в движении науки, поскольку их усилия просто теряются в общем потоке. Чтобы привлечь в свои ряды молодежь, отдельные подгруппы начинают выдвигать темы самостоятельных исследований.

Развитие огромных проектов приводит к тому, что возникает «большая наука» и «маленькая наука». Маленькой занимаются небольшие группы за небольшие деньги. Большая же возникает в астрономии, физике частиц, иногда в биологии и физике твердого тела, когда осуществляются грандиозные проекты. А там, где нужны большие деньги, именно проблемы финансирования начинают играть решающую роль.

Возникает и другое расслоение: на прикладную и неприкладную науку. Под прикладной понимаются отрасли, для которых применения результатов очевидны или легко планируемы. Термин «неприкладная» означает, что сегодня применения не очевидны. К сожалению, давно уже философская или интеллектуальная значимость не рассматриваются как применение. Однако понятно, что можно вполне предвидеть применение некоторых современных открытий в будущем, поэтому мы будем использовать и термин «неприкладная сегодня».

Прикладная наука — это часть ядерной физики, работающая с реакторами и радиоактивностью, атомная и молекулярная физика, физика твердого тела, физика плазмы, химия, науки о Земле и, конечно, биология с широким спектром применимости в медицине, сельском хозяйстве и производстве продуктов питания.

Физика элементарных частиц, неко-

торые разделы ядерной физики, астрономия и космология имеют колоссальное значение в смысле познания Природы, но применимость их иллюзорна. Их можно даже образно называть «космическими науками», тогда как прикладные области разумно называть «земными». Процессы, изучаемые в космических науках, слишком далеки во времени и пространстве от обыденных земных нужд. Несомненно, это огромное достижение — получить возможность изучать образование галактик во Вселенной или процессы внутри звезд или же создать при помощи ускорителей условия, существовавшие через несколько секунд после рождения Вселенной. Естественно, такие исследования очень дороги, потому что трудно создавать космические условия на Земле. Эти явления как бы отделены от человеческого общества, да и от других наук.

Конечно, деление на науку прикладную и неприкладную сегодня достаточно относительно. Даже физика элементарных частиц может дать прикладные применения. Несколько десятилетий назад Л.Альварес предложил запустить термоядерную реакцию, посадив на орбиту вокруг атомного ядра вместо электрона мю-мезон. К сожалению, эту идею реализовать не удалось. Прикладные применения физики элементарных частиц более уместно было бы называть «побочным продуктом». Часто высочайшие требования к точности и надежности, которые обязательны в экспериментальных установках, находят применения и в других областях. Д.Шарпак изобрел проволочные камеры, которые очень точно измеряют координату пролетающей через них частицы; несколько лет назад ему дали Нобелевскую премию за это, а его камеры с успехом применяются в медицине, биологии и материаловедении. Некоторые математические идеи квантовой теории поля с успехом применяются в физике конденсированных сред. Можно надеяться, что в дальнейшем таких побочных продуктов будет больше.

Неприменимость «космических» наук сегодня приводит к интересным последствиям: к иерархии различных отраслей физики, которые все больше и больше отдаляются друг от друга. Наука о веществе делится на

(Продолжение см. на с. 25)

Наука в двадцатом веке

В. ВАЙСКОПФ

(Начало см. на с. 10)

физику элементарных частиц, ядерную физику, атомную и молекулярную физику, физику конденсированных сред и т.д. Каждый уровень имеет собственные законы и концепции, основанные на взаимодействии квазиэлементарных объектов, состоящих из элементарных составляющих с более высокого уровня. При этом энергия связи этих элементарных составляющих меньше для более низких уровней. И внутреннее устройство составляющих не важно для

процессов, изучаемых на каждом уровне. Существуют теории, описывающие процессы на каждом уровне без учета внутренней структуры элементов. Например, существенная часть ядерной физики имеет дело с протонами и нейтронами как частицами, не думая об их кварковом составе. Атомная и молекулярная физика работает с атомами, не зная ничего об атомных ядрах. И конечно, кварковая структура частиц совершенно не интересна для биологии, которая имеет собственные законы и концепции.

При движении с низших уровней к высшим возрастает сложность, появляются новые законы, которые не противоречат законам более низких уровней, но не могут быть выведены

из них. В процессе расширения и остывания Вселенной она проходит стадии как бы от высших уровней вещества к низшим, создавая все более сложные объекты, пока не доходит до живых существ на Земле, а возможно и на других планетах.

Наличие таких более или менее разъединенных уровней науки приводит к нежелательному эффекту суперспециализации. Работая на одном из уровней, ученые практически ничего не знают о ситуации на других уровнях, поскольку эта информация совершенно не нужна им для работы. К тому же, просто нет времени и возможности быть в курсе происходящего на других уровнях.

Окончание следует